

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

FRANCINE GOMES BASSO LOS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRESUNTO COZIDO E INFLUÊNCIA DO
EMPREGO DE MATÉRIA-PRIMA CONGELADA**

PONTA GROSSA

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

FRANCINE GOMES BASSO LOS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRESUNTO COZIDO E INFLUÊNCIA DO
EMPREGO DE MATÉRIA-PRIMA CONGELADA**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate (UEPG)

Co-orientadora: Prof. Dra. Rosa Cristina Prestes (UFSM)

PONTA GROSSA

2014

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

Los, Francine Gomes Basso
L879 Avaliação da qualidade de presunto cozido e influência do emprego de matéria-prima congelada/ Francine Gomes Basso Los. Ponta Grossa, 2014.
121f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Área de Concentração: Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate.

Co-Orientadora: Profª Drª Rosa Cristina Prestes.

1.Análise sensorial. 2.Análise multivariada. 3.Congelamento. 4.Exsudado. I.Demiate, Ivo Mottin. II. Prestes, Rosa Cristina. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. IV. T.

CDD: 664.9

TERMO DE APROVAÇÃO

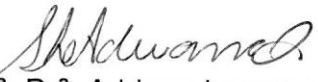
Francine Gomes Basso Los

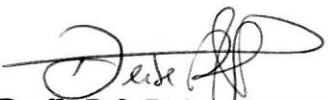
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRESUNTO COZIDO E INFLUÊNCIA DO EMPREGO DE MATÉRIA-PRIMA CONGELADA

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador 
Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate - UEPG


Prof. Dr. Alessandro Nogueira - UEPG


Prof^a. Dr^a. Adriana Lourenço Soares – UEL


Prof^a. Dr^a. Deise Rosana Silva Simões - UEPG

Ponta Grossa, 26 de fevereiro de 2014.

Dedico aos meus amados filhos, Heitor Alexandre e Raul Felipe,
para que nunca percam a curiosidade de criança,
para que sempre se encantem com novas descobertas,
para que aprendam com os bons exemplos,
para que ensinem com a ingenuidade da infância,
enfim,
para que nunca deixem de perguntar “por quê?”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção e bênçãos recebidas a cada dia.

Ao meu marido Alex Raul Los, pela presença constante em minha vida, pela paciência, compreensão e amor dedicado a nossa família.

Aos meus pais, Geraldo e Ione, e a meu irmão Diego, pelo apoio recebido não somente nessa fase, mas em toda a minha vida. Em especial a minha mãe, pela disposição em ajudar a qualquer momento a todos que a cercam.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate, pelos desafios lançados, pelas oportunidades concedidas, e por acreditar que estamos sempre construindo o conhecimento.

À minha co-orientadora Prof. Dra. Rosa Cristina Prestes, pelo conhecimento compartilhado, pelos esclarecimentos prestados, pelos contatos realizados, e pela efetiva participação em todo o desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas de turma, pelo apoio mútuo nos momentos de desespero coletivo, e em especial às amigas Michele Rodrigues da Cruz e Alessandra Cristina Pedro, pelos momentos de companheirismo e desconcentração.

A Dr. Silvane Souza Roman, pela condução e ajuda na interpretação da análise histológica.

Às queridas Prof. Dra. Deise Rosana Simões, pela ajuda com o planejamento da análise sensorial, à Prof. Dra. Marina Caldeira Tolentino, pelo auxílio com as análises de textura, e à Prof. Dra. Renata Dinnies Santos Salem, pelos esclarecimentos quanto à análise de TBARS.

Ao Prof. Dr. Daniel Granato, por compartilhar conceitos e auxiliar no tratamento estatístico dos dados. Ao Prof. Dr. Alessandro Nogueira, pelas valiosas correções com a escrita científica.

À Denise Mendes, sempre solícita e sorridente ao ajudar com as análises físico-químicas e microbiológicas.

À querida monitora Karoline Antunes, por toda ajuda na realização das análises. À Ana Cláudia Bedin, pela ajuda na condução das sessões de análise sensorial.

Ao Frigorífico Luiz Antonio, na pessoa do Sr. Guilherme Oliveira, pela doação da matéria-prima utilizada. Às empresas Doremus, Nutract e ADM, pela doação dos ingredientes utilizados e à Aurora Alimentos e BR Foods, pela doação das embalagens.

A todos os que de alguma forma auxiliaram no desenvolvimento do trabalho.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

O consumo de produtos cárneos no Brasil ainda é baixo considerando a favorável condição de maior exportador de carnes do mundo. Com o aumento de renda da população esse cenário tende a se modificar, com aumento no consumo de itens de alto valor agregado. Estudos sobre a qualidade de produtos comercializados no mercado nacional precisam ser constantemente conduzidos com o intuito de auxiliar no fornecimento de produtos de alta qualidade e segurança para o consumidor, bem como novas tecnologias e conceitos precisam ser estudados para aumentar a demanda de produtos. Apesar do consenso de que o congelamento de carnes afeta suas propriedades funcionais, vários estudos tem sido realizados para avaliar seu uso em produtos cárneos industrializados, com intuito de aumentar a disponibilidade de matéria-prima e flexibilidade das indústrias. Nesse contexto, os objetivos desse trabalho foram: estudar a qualidade de presuntos cozidos comercializados no mercado nacional e classificá-los por meio de análise multivariada; e estudar a influência do congelamento da matéria-prima carne e a incorporação do exsudado liberado no descongelamento, na produção de presunto cozido. Para o estudo da qualidade dos presuntos cozidos onze amostras comerciais foram avaliadas quanto à qualidade microbiológica, físico-química e reológica, e estudadas por meio de Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA) e Análise de Componentes Principais (PCA). Em relação ao atendimento dos parâmetros legais, oito amostras apresentaram-se em conformidade com todos os parâmetros exigidos pela legislação, duas foram consideradas fraudadas por adição de amido e uma amostra apresentou teor de sódio acima do declarado no rótulo. As amostras foram classificadas, por HCA, em três grupos de qualidade distinta, com diferença significativa no teor de umidade, cromaticidade, perdas por sinérese, aquecimento e congelamento. Analisando os resultados da análise de aceitabilidade aplicada e os parâmetros instrumentais avaliados foi possível demonstrar, pela aplicação de PCA, que as amostras mais aceitas pelos consumidores em relação à aceitação global e sabor foram aquelas que apresentaram maiores teores de umidade, proteína, gordura e luminosidade. Para estudar a influência do congelamento da matéria-prima em presuntos cozidos, o pernil suíno foi congelado por método lento (-18 °C) e rápido (nitrogênio líquido) e mantido por 22 semanas em estocagem a -18 °C. Após esse período as amostras de carne foram descongeladas e o exsudado foi coletado. Foram produzidos presuntos cozidos com a matéria-prima submetida a ambos os métodos de congelamento, com e sem incorporação do exsudado, e uma amostra controle, com matéria-prima resfriada. As amostras de presunto foram analisadas quanto às características físico-químicas, estruturais (reológicas e histológicas), tecnológicas e sensoriais. As amostras não apresentaram diferença significativa em relação às análises físico-químicas, cor e sensorial. Foi observada diferença estatística nos parâmetros dureza e mastigabilidade. A análise histológica mostrou alteração nos tecidos causada pelo congelamento e descongelamento das matérias-primas. O efeito do exsudado foi significativo apenas para os parâmetros força de compressão e teor de sódio, mas ainda assim, essa diferença não foi percebida sensorialmente. Este trabalho demonstrou que técnicas multivariadas foram eficazes na avaliação da qualidade de presuntos cozidos e comprovou a possibilidade de utilização de matéria-prima congelada nesse tipo de produto, nas condições testadas, o que pode ser interessante do ponto de vista industrial por aumentar a flexibilidade das plantas processadoras devido a grande disponibilidade desse tipo de matéria-prima.

PALAVRAS-CHAVE: análise sensorial, análise multivariada, congelamento, exsudado.

ABSTRACT

Meat products' consumption in Brazil is still low considering the favorable condition of largest exporter of meat in the world. With the increase of income of the population that scenario tends to change with additional consumption. Studies on the quality of products sold in the domestic market need to be constantly conducted in order to assist the high quality and safety of products providing and, as well, new technology and concepts need to be studied to increase the demand for products. Despite the consensus that the freezing of meat affects its functional properties, several studies have been conducted to evaluate its use in processed meat products, in order to increase the availability of raw materials and flexibility of industries. In this context, the objectives of this work were study the quality of cooked hams sold in the domestic market and to classify them by means of multivariate analysis, and study the influence of freezing of raw material and the use of exudate released upon thawing, on cooked ham's production. To study the quality of cooked hams eleven commercial samples were evaluated for microbiological quality, physico-chemical and rheological, and studied by means of Hierarchical Cluster Analysis (HCA) and Principal Component Analysis (PCA). Regarding to legal standards, eight samples were in accordance with all parameters required by the law, two samples were fraud by the addition of starch, and one sample showed sodium content above stated on the label. The samples were classified by HCA in three groups of distinct quality, with a significant difference in moisture content, chromaticity, losses of syneresis, heating and freezing. Analyzing the results of the sensorial analysis applied and instrumental parameters was possible, by applying PCA, demonstrate that samples more accepted by consumers in relation to flavor and overall acceptability were the samples that showed higher levels of moisture, protein, fat and luminosity. To study the influence of freezing of raw material in cooked ham, pork leg was frozen by slow (-18°C) and fast method (liquid nitrogen) and maintained for 22 weeks in storage at -18°C . After this period the meat samples were thawed and the exudate was collected. Cooked hams were produced with the raw material frozen/thawed by both methods, with and without using exudate. A control sample, with fresh raw material was also produced. Samples of hams were analyzed for physico-chemical, structural (rheological and histological), technological and sensory characteristics. The samples showed no significant difference regarding to the physicochemical, color and sensory analyzes. Statistical difference was observed in hardness and chewiness. Histological analysis showed changes in the tissues caused by the freezing and thawing of raw materials. The effect of increasing exudate was significant only for compression force and sodium content, but still, this difference was not perceived by sensory analyzes. This result indicates the possibility of using frozen meat, under the conditions tested, for cooked ham, which may be interesting from an industrial point of view to increase the flexibility of the processing plants due to the great availability of this type of raw material. This study demonstrated that multivariate techniques were effective in assessing the quality of cooked hams and proved the possibility of using raw frozen this type of product, according to the tested conditions, which may be interesting from an industrial point of view to increase the flexibility of processing plants due to the large availability of such raw materials.

KEY-WORDS: sensory analyzes, multivariate analyzes, freeze, exudate

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Esquematização da estrutura muscular e seus agrupamentos envolvidos por proteínas do tecido conectivo (epimísio, perimísio e endomísio)	20
Figura 1.2 - Representação esquemática da composição da miofibrila	21
Figura 1.3 - Fluxograma do processo de fabricação de presunto cozido	31
Figura 1.4 - Transformações da mioglobina na formação de cor em carne e produtos cárneos	36
Figura 2.1 - Perfil de consumidores de presunto cozido	57
Figura 2.2 - Análise Hierárquica de Agrupamentos aplicada às variáveis estudadas	60
Figura 2.3 - Análise Hierárquica de Agrupamentos aplicada às amostras de presunto cozido	62
Figura 2.4 - Gráficos de escores da PC1 x PC2 das amostras comerciais de presunto cozido em relação às análises físico-químicas e reológicas	65
Figura 2.5 - Gráfico de escores da PC1 x PC2 das amostras comerciais de presunto cozido com projeção dos atributos sensoriais avaliados	66
Figura 3.1 - Fotomicrografias das amostras de presunto cozido, com um detalhe à direita	94
Figura 3.2 - Resultados das análises de vida útil das amostras de presunto cozido	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Características físico-químicas de presuntos cozidos	30
Tabela 2.1 - Resultados físico-químicos (médias $\pm$ DP) para as amostras comerciais de presunto cozido	59
Tabela 2.2 - Resultados (média) das análises físico-químicas, reológicas e sensorial dos grupos sugeridos na Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA)	64
Tabela 3.1 - Experimentos conduzidos para a produção das amostras de presuntos cozidos	79
Tabela 3.2 - Resultados da caracterização físico-química das amostras de carne submetidos a diferentes processos de congelamento	87
Tabela 3.3 - Resultado da caracterização físico-química das amostras de presunto produzidas com matéria-prima submetida a diferentes métodos de congelamento	88
Tabela 3.4 - Efeito do congelamento e do uso de exsudado nas características dos presuntos cozidos	90
Tabela 3.5 - Resultado da caracterização reológica das amostras de presunto produzidas com matéria-prima submetida a diferentes métodos de congelamento	91

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP	Adenosina Trifosfato
CRA	Capacidade de Retenção de Água
DFD	Dark Firm and Dry (Escura, Firme e Seca)
HCA	Análise Hierárquica de Agrupamentos
IAL	Instituto Adolfo Lutz
MDA	Malonaldeído
PC	Componente principal
PCA	Análise de Componentes Principais
PSE	Pale, soft, exsudative (Pálida, Flácida e Exsudativa)
RFN	Reddish, firm, non-exsudative (Avermelhada, firme, não-exsudativa)
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
TPA	Análise de Perfil de Textura

SUMÁRIO

1.1 – INTRODUÇÃO.....	15
1.2 - OBJETIVOS.....	17
1.3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
1.3.1 - ORIGEM DO CONSUMO DE CARNES.....	18
1.3.2– COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA MUSCULAR	19
1.3.4 - <i>RIGOR MORTIS</i>	21
1.3.5 - QUALIDADE DA CARNE	22
1.3.7 - CONGELAMENTO DA CARNE.....	24
1.3.8 - CARACTERÍSTICAS E PROCESSAMENTO DE PRESUNTO COZIDO.....	29
1.3.9 - ANÁLISE SENSORIAL	38
1.3.10 – QUIMIOMETRIA	39
1.3.11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
CAPÍTULO II.....	46
CLASSIFICAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL DE PRESUNTOS COZIDOS COMERCIALIZADOS NO BRASIL UTILIZANDO TÉCNICAS MULTIVARIADAS	46
2.1 - RESUMO.....	47
2.2 - INTRODUÇÃO.....	49
2.3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
2.5 – CONCLUSÕES	67
2.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CAPÍTULO III	71
USO DE MATÉRIA-PRIMA CONGELADA POR MÉTODO LENTO E RÁPIDO NA PRODUÇÃO DE PRESUNTO COZIDO	71
3.1 - RESUMO.....	72
3.2 - INTRODUÇÃO.....	74
3.3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	77
3.4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
3.5 – CONCLUSÕES	99
3.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
CAPÍTULO IV	105
4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	105

4.2 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	109
ANEXOS	118

CAPÍTULO I

1.1 – INTRODUÇÃO

O Brasil, mesmo na condição de maior exportador de carnes do mundo, ainda apresenta um baixo consumo *per capita* de produtos cárneos. Porém, com o aumento do poder aquisitivo da população o consumo de itens dessa categoria tende a aumentar, especialmente de produtos de maior valor agregado. Assim, é de extrema importância para as indústrias que novas tecnologias, novas formulações, ou até mesmo novos conceitos sejam estudados com o intuito de promover a melhoria contínua dos processos.

A legislação brasileira classifica como presunto cozido o produto obtido a partir de pernil suíno injetado com condimentos e sais de cura, tangleado e cozido. Popularmente, quando se faz referência a palavra presunto, associa-se ao produto comercialmente designado como presunto cozido, devido a ser este o produto mais consumido dessa classe. Em países Europeus, onde a indústria cárnea atende a um mercado mais tradicional, entende-se somente por presunto, o produto obtido de pernil suíno sem a injeção de salmoura, curado a seco por meses. O presunto de Parma, da Itália e o presunto ibérico, da Espanha são exemplos de produtos apreciados em seus países. Nesses mercados também são comercializados presuntos injetados, assim nomeados, que são considerados produtos menos nobres aos olhos do consumidor.

No presunto cozido consumido no Brasil existem algumas características peculiares: é permitida pela legislação adição de até 2% de proteínas de origem animal ou vegetal, contudo, é proibida a adição de amido, diferentemente de outros países como Japão e Estados Unidos. Em relação à injeção de salmoura, não existem diferentes classificações em relação à porcentagem de adição, como ocorre na Europa, mas limitações na relação água/proteína para diferentes tipos de presuntos. Ainda assim, no mercado nacional, o presunto cozido é considerado um produto nobre, de alto valor agregado, característico por sua coloração levemente rosada e sua aparência suculenta.

Na Europa utiliza-se corriqueiramente matéria-prima congelada para a fabricação de produtos cárneos nobres, em locais onde não há restrição imposta pelas Diretrizes de Denominação de Origem. No Brasil, porém, mesmo não havendo proibição por parte da legislação, não é prática comum entre as indústrias a utilização de pernil congelado para a produção de presunto.

Muitos estudos tratam das perdas geradas na qualidade das propriedades funcionais de carnes congeladas, principalmente em relação à capacidade de retenção de água. Entretanto, existem poucos estudos sobre o uso de matéria-prima congelada em produtos específicos, para averiguar se, mesmo sob condições adversas, a utilização é tecnologicamente apropriada.

Dessa forma, o presente trabalho apresenta duas frentes de estudo, relatadas em forma de capítulos. Um dos temas estudados aborda a qualidade de presunto cozidos comercializados no mercado nacional e sua classificação por meio de análise multivariada. O outro tema trata da produção de presuntos cozidos utilizando matéria-prima congelada por diferentes métodos de congelamento.

1.2 - OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade de amostras de presunto cozido comercializadas, e *analisar* a influência do uso de matéria-prima congelada/ descongelada na produção de presunto cozido.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- *Avaliar* a qualidade dos presuntos cozidos comercializados no mercado nacional utilizando técnicas de análise multivariada;
- *Conhecer* o perfil dos consumidores de presunto cozido;
- *Avaliar* a utilização de matéria-prima congelada por método lento (tradicional) e por método rápido (nitrogênio líquido) na formulação de presunto cozido;
- *Caracterizar* a matéria-prima submetida a cada um dos métodos de congelamento, e compará-las à matéria-prima resfriada, antes de sua utilização na fabricação do presunto;
- *Desenvolver* as formulações com e sem incorporação do exsudado liberado no descongelamento, para cada um dos métodos de congelamento aplicados;
- *Comparar* as formulações testadas com a formulação tradicional, com uso de 100% de matéria-prima resfriada;
- *Avaliar* a qualidade dos presuntos cozidos desenvolvidos, por meio de análises físico-químicas, estruturais (reológicas e histológicas), tecnológicas e sensoriais.

1.3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.3.1 - ORIGEM DO CONSUMO DE CARNES

Há muitas evidências que a carne de animais selvagens e domesticados tem desempenhado um papel significativo na nutrição de humanos desde os tempos antigos (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009).

De acordo com Milton (2003) o consumo de carne foi decisivo na evolução da espécie humana, tanto do ponto de vista morfológico quanto social. Há milhões de anos, o homem deixou de competir com os primatas por fontes de alimentos vegetais, por questões de demanda e sazonalidade e baseou sua alimentação em fontes de origem animal. Os alimentos de origem animal, por serem ricos em nutrientes, com alto teor de proteína, aminoácidos e vitaminas, favoreceram uma redução na quantidade de alimento ingerido para suprir as necessidades diárias, o que pode ser apontado como a principal causa da diminuição do tamanho do sistema digestório humano quando comparado ao dos primatas.

Milton (2003) postula que a redução do tamanho do sistema digestório possibilitou o aumento de tamanho de outro órgão importante na diferenciação entre as espécies: o cérebro, e que as diferenças hoje estabelecidas entre primatas e humanos, como tamanho corporal, peso e capacidade de raciocínio podem ter sido originadas pela mudança na dieta da espécie humana. A sociabilidade dos humanos e o interesse por desenvolvimento tecnológico também é citada como consequência da inclusão de carne na dieta, pois para obtenção de alimentos, o homem precisou se organizar em grupos para caça, e com o passar dos anos, desenvolver ferramentas e técnicas de preparo, que tornassem o consumo de carne mais atrativo.

Produtos cárneos curados, como presunto, linguiças e bacon faziam parte do suprimento do exército romano para garantir a alimentação dos soldados durante os longos períodos de guerra (SWATLAND, 2010).

1.3.2– COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA MUSCULAR

O tecido muscular magro suíno, segundo Varnam e Sutherland (1998), contém de 68 a 70% de água, 19 a 20% de proteínas, 9 a 11% de lipídios e 1,4% de cinzas. No conteúdo total de proteínas, estão incluídos 1 a 1,5% de substâncias nitrogenadas não proteicas, tais como aminoácidos, nucleotídeos, creatina e traços de outros compostos nitrogenados. As substâncias solúveis não nitrogenadas são carboidratos, minerais e vitaminas (SCHMIDT, 1994).

Olivo (2006) descreve que as proteínas representam de 18 a 23% da carne, sendo classificadas como miofibrilares (55% do total), sarcoplasmáticas (35%) e proteínas do estroma ou do tecido conectivo (3 a 5%).

As proteínas miofibrilares, representadas em maior quantidade por miosina e actina, são responsáveis principalmente pela contração muscular. São insolúveis em água, porém, solúveis em soluções salinas de alta concentração. São as principais proteínas da carne e as mais importantes na formação de liga de carnes processadas. As proteínas sarcoplasmáticas, solúveis em soluções salinas de baixa força iônica, incluem as enzimas oxidativas e glicolíticas, mioglobina e outros pigmentos. Boa parte destas proteínas é perdida com a ocorrência de exsudação. As proteínas do tecido conjuntivo fazem parte da estrutura do músculo, sendo representadas principalmente pelos colágenos, os quais tem grande influência na qualidade dos produtos processados (OLIVO, 2006; SCHMIDT, 1994).

Conforme citado por Purslow (2005) existem três estruturas principais que compõem o tecido conjuntivo ou conectivo. O endomísio, que corresponde à fina camada de tecido conectivo que separa individualmente a fibra muscular; o perimísio, que agrega as fibras musculares em feixes; e o epimísio, que recobre várias unidades de feixes de fibras, formando o músculo. Todas essas estruturas, apresentadas na Figura 1.1, são compostas principalmente por moléculas agregadas de colágeno.

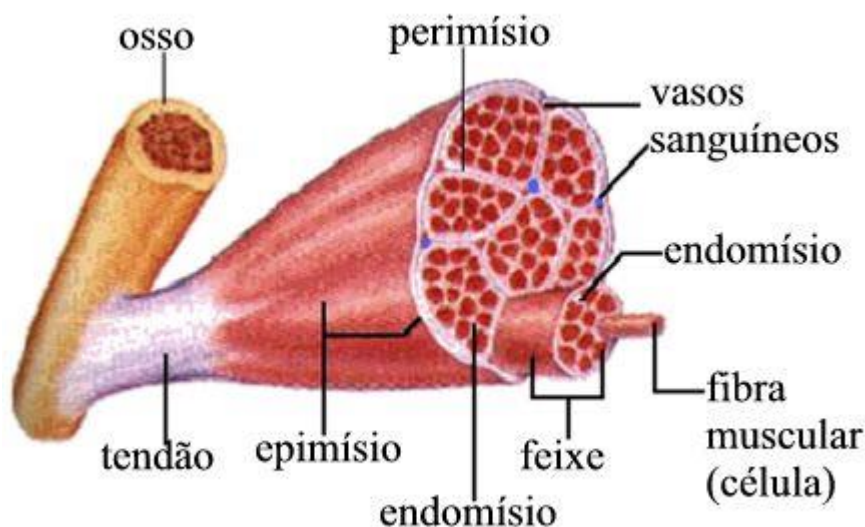


Figura 1.1 - Esquema da estrutura muscular e seus agrupamentos envolvidos por proteínas do tecido conectivo (epimísio, perimísio e endomísio)

Fonte: Belitz, Grosch e Schieberle (2009)

As fibras musculares constituem de 75-92% do volume total do músculo, e possuem estruturas filiformes longas, as miofibrilas (TORNBERG, 2005). As miofibrilas são compostas de filamentos grossos de miosina, que se apresentam organizados em bandas escuras, chamadas anisotrópicas (banda A), e de filamentos finos de actina, agrupado em bandas claras, chamadas isotrópicas (banda I). A banda A contém uma faixa central, denominada zona H, e a banda I apresenta uma linha central, chamada linha Z. Conforme demonstrado na Figura 1.2, o intervalo entre duas linhas Z constituem o sarcômero, a unidade contrátil da célula muscular. Na contração muscular ocorre o deslizamento dos filamentos de actina sobre os de miosina, diminuindo o tamanho do sarcômero (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009).

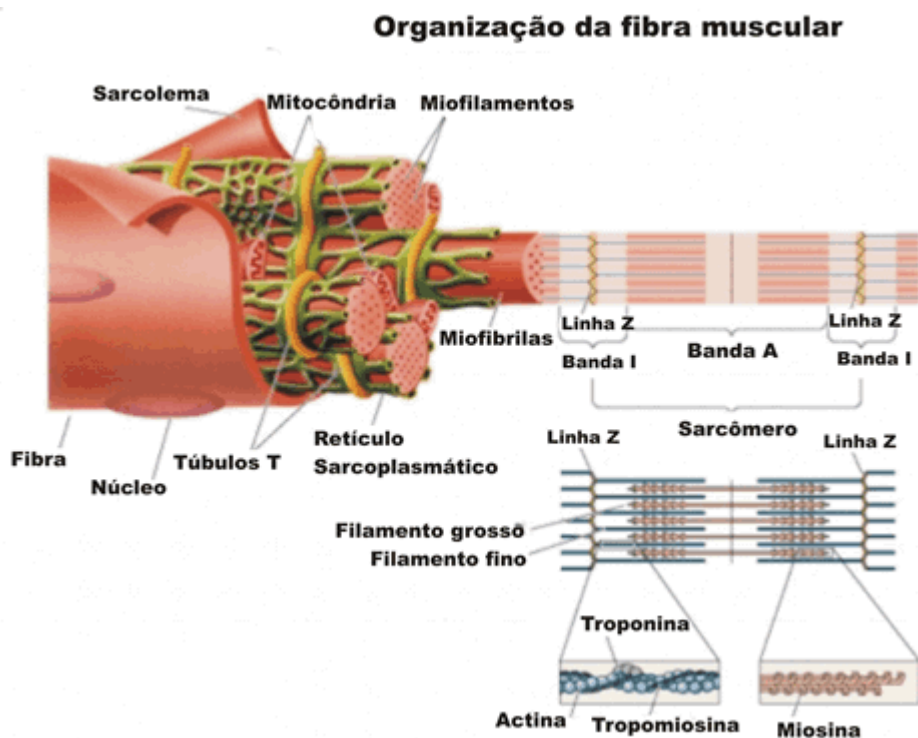


Figura 1.2 - Representação esquemática da organização da fibra muscular e seus constituintes, com destaque na composição da miofibrila.

Fonte: Price (1994).

Segundo Olivo (2006), as proteínas, juntamente com a umidade e a gordura, são os três constituintes que influenciam na qualidade da carne para processamento. As proteínas são as maiores responsáveis pela formação de liga. A umidade natural da carne tem importância na obtenção de rendimento e da qualidade final do produto, contribuindo para a suculência e palatabilidade. E os lipídios conferem características desejáveis de suculência, sabor e aroma. A quantidade, o tipo e o estado físico-químico desses três componentes tem grande impacto nas propriedades funcionais da carne, como capacidade de retenção de água, capacidade de emulsificação, capacidade de geleificação, coesão, estrutura e textura. Essas propriedades são de extrema importância na aplicação tecnológica e apresentam relação com questões sensoriais e econômicas dos produtos.

1.3.4 - *RIGOR MORTIS*

A conversão do musculo em carne marca a transição do animal vivo até o alimento. Logo após o abate, iniciam-se os processos metabólicos no músculo que alteram sua natureza *in vivo*. Quando a circulação cessa, os músculos já não obtém energia por meio da respiração.

Como consequência, o glicogênio, principal fonte de reserva energética do músculo, se converte em ácido láctico em anaerobiose (VARNAM; SUTHERLAND 1998). No processo chamado glicólise anaeróbica, a glicose, originária da dissociação do glicogênio, converte-se em duas moléculas de ácido láctico e duas moléculas de ATP (adenosina trifosfato) (FAUCITANO, 2000).

Em comparação com a respiração, a glicólise anaeróbia iniciada após a morte do animal é ineficaz na geração de energia, fornecendo 2-3 mols de ATP por mol de glicose, contra 36-37 mols de ATP por mol de glicose gerado pela respiração celular (VARNAM; SUTHERLAND 1998).

No momento da morte do animal, a concentração de ATP é elevada e dependente da concentração de glicogênio presente no músculo. Conforme a glicólise anaeróbica prossegue aumenta a produção de ácido láctico e ocorre uma diminuição do pH (FAUCITANO, 2000).

Quando as reservas de glicogênio se esgotam não há mais formação de ATP, e estabelece-se o *rigor mortis*. Nesse momento não há ATP disponível para permitir a separação (descontração) das miofibrilas actina e miosina, que permanecem contraídas formando a actomiosina, responsável pela rigidez dos músculos (VARNAM; SUTHERLAND 1998).

1.3.5 - QUALIDADE DA CARNE

Atualmente, tem sido comum a classificação de carnes para processamento de acordo com suas características de coloração, textura e exsudação. A carne RFN (*reddishpink* – rosa avermelhado, *firm* – firme, *non-exudative* – não exsudativa), considerada ideal para processamento, apresenta coloração, textura e capacidade de retenção de água adequadas (TOMOVIC et al., 2013).

Para obtenção dessas características, as condições *post mortem* necessárias são um pH entre 6,0 e 6,5 e temperatura do músculo inferior a 40°C, ambos 45 minutos após o abate. O não atendimento desses parâmetros leva a condições adversas da glicólise anaeróbia e a formação de defeitos de qualidade conhecidos como PSE (*pale* - pálida, *soft* - mole, *exudative* - exsudativa) e DFD (*dark* - escura, *firm* - dura, *dry* - seca) (FAUCITANO, 2000).

Entre outras causas, como genética, espécie e idade dos animais, o estresse a que o animal venha a ser submetido imediatamente antes do abate pode influenciar a ocorrência de carne PSE. A resposta do animal ao estresse resulta no acúmulo de lactato nas fibras musculares. Logo após o abate, o pH do músculo se encontra em valores mais baixos que o normal, devido ao acúmulo de ácido láctico. Esta rápida queda de pH na carne ainda em alta temperatura, produz uma desnaturação acentuada de proteínas musculares, e consequente redução na retenção de água e nas propriedades funcionais da carne (FAUCITANO, 2000).

As carnes DFD originam-se de animais submetidos a estresse crônico antes do abate, caracterizado por longos períodos de jejum e transporte. Nessas condições o músculo consome sua reserva de glicogênio ainda antes do abate, e após a morte do animal, não há glicólise anaeróbia por tempo suficiente para diminuição do pH. O pH final da carne, então, é mais alto que o esperado, e a carne apresenta característica de coloração escura e alta retenção de água (FAUCITANO, 2000).

Carnes PSE (pH final inferior a 5,8) não são indicadas para fabricação de presuntos, pois além de não terem a capacidade desejada de retenção de água, tendem a elevadas perdas de cozimento, originando um produto seco e de consistência dura. Carnes DFD (pH superior a 6,4) também não são apropriadas, pois apesar de apresentarem melhor fixação de água que as PSE, apresentam menor fixação de sal e desenvolvimento de aparência desagradável, devido a coloração escura (WIRTH; LEISTNER; RODEL, 1981).

A carne pode ser considerada um alimento altamente protéico e a alta qualidade da proteína deve-se a similaridade entre os aminoácidos presentes na carne como alimento e os requeridos para o crescimento e manutenção dos tecidos humanos. Dentre os aminoácidos essenciais, a carne possui grande quantidade de lisina e treonina e quantidades adequadas de metionina e triptofano, além de ser uma excelente fonte de vitaminas do complexo B, ferro e fósforo (VARNAM; SUTHERLAND 1998). De acordo com Verbeke et al. (2010) de maneira geral, as pessoas consideram a carne um alimento saudável e importante na composição da dieta.

1.3.7 - CONGELAMENTO DA CARNE

A prática de congelar carne para prolongar a vida útil tem sido realizada por milhares de anos, apesar da maioria dos avanços nessa área ter ocorrido no último século. Indústrias exportadoras de carne movimentam bilhões de dólares por ano, e a maior parte dessa receita provém da exportação de carne congelada, dada a necessidade de a indústria garantir a segurança alimentar e de ser capaz de fornecer seu produto a todas as regiões do mundo (PIETRASIK; JANZ, 2009; LEYGONIE; BRITZ; HOFFMAN, 2012a).

As vantagens da conservação de alimentos por congelamento (retenção de voláteis, mudança mínima de propriedades sensoriais, ausência de crescimento microbiano) são, em certa medida contrabalançadas pelo dano causado pela formação de gelo no interior do tecido (MARTINO et al., 1998).

O congelamento da carne inicia-se a temperaturas inferiores a $-1,5^{\circ}\text{C}$. A formação de cristais de gelo, sua quantidade e tamanho estão relacionados à velocidade de congelamento. Quanto mais rápido, maior será o número de pequenos cristais que se formarão nas fibras musculares e nos espaços intercelulares. No congelamento lento a água intercelular é a primeira a congelar, e parte da água das células migra para o exterior, formando cristais grandes, que causam danos na estrutura dos tecidos (WIRTH; LEISTNER; RODEL, 1981).

A velocidade de congelamento depende da composição da carne e da temperatura do meio congelante. Entende-se por velocidade de congelamento o avanço do congelamento (em cm) por unidade de tempo (em horas), desde a superfície até o centro do produto. Assim, pode-se considerar como congelamento lento a velocidade de 0,2 a 1 cm/h, congelamento rápido, de 1 a 5 cm/h, e congelamento ultrarrápido, acima de 5 cm/h (WIRTH; LEISTNER; RODEL, 1981).

O tamanho e a localização de cristais de gelo formados durante o congelamento afetam os parâmetros de qualidade importantes, como a textura, exsudato e cor dos tecidos congelados (MARTINO et al., 1998).

Congelamento ultrarrápido

Entre métodos de congelamento rápido comumente aplicados a nível industrial destacam-se congelamento a ar, em placas, leite fluidizado e congelamento criogênico (ANESE et al., 2012).

Os métodos criogênicos de congelamento ultrarrápido utilizam gases condensados como o nitrogênio líquido e produzem cristais de gelo muito pequenos, que resultam num mínimo dano a estrutura do tecido, e conseqüentemente um produto de maior qualidade, comparado ao produto submetido por congelamento lento (URBAN; CAPBELL, 1994). A alta velocidade de congelamento se deve primordialmente a baixa temperatura inicial do gás, que se liquefaz a -196°C .

Sanz et al. (1999) demonstraram a diferença no tamanho e posição dos cristais de gelo durante o congelamento em nitrogênio líquido, por meio de análise histológica de três porções de diferentes profundidades no músculo: na superfície, no centro e em área equidistante entre a superfície e o centro. Foi observado que os cristais de gelo formados na superfície são menores que os cristais formados no centro do músculo, devido à maior taxa de congelamento. Também foi demonstrado que os cristais de gelo formados na superfície, por serem de pequenas dimensões, não ocasionaram alteração nas fibras quando comparadas às fibras do músculo resfriado.

A formação de pequenos cristais de gelo para evitar danos nas fibras musculares tem sido estudada também com aplicação de congelamento por alta pressão, que causa abaixamento instantâneo da temperatura para promover a nucleação. O controle do tamanho dos cristais formados durante o congelamento pode ser realizado por aplicação de ultrassom e de radiofrequência (ANESE et al., 2012).

Descongelamento

De um modo geral, a qualidade dos alimentos congelados está intimamente relacionada aos processos de congelamento e descongelamento (LI; SUN, 2002; PIETRASIK; JANZ, 2009). Cristais grandes são indesejáveis por causarem danos na estrutura dos tecidos, principalmente diminuindo a possibilidade de reidratação das células musculares durante o

descongelamento, originando perdas elevadas por exsudação (WIRTH; LEISTNER; RODEL, 1981).

A taxa de congelamento e a formação de pequenos cristais de gelo durante o congelamento são críticos para minimizar os danos nos tecidos e perda de líquido no descongelamento. Como o descongelamento ocorre mais lentamente do que o congelamento, durante essa etapa os alimentos estão sujeitos a danos causados por mudanças físico-químicas e microbiológicas (LI; SUN, 2002).

Belitz, Grosch e Schieberle (2009) afirmam que o descongelamento lento a baixas temperaturas é considerado mais adequado que o descongelamento rápido a altas temperaturas por permitir a reabsorção parcial da água congelada pelas fibras musculares. Contudo processos inovadores de descongelamento como alta pressão, micro-ondas, descongelamento ôhmico e acústico podem diminuir o tempo de descongelamento, sem causar aumento de exsudado e perdas da qualidade de produto (LI; SUN, 2002).

O descongelamento de carnes a temperatura ambiente e descongelamento em água, apesar de bastante estudados (LEYGONIE, BRITZ; HOFFMAN, 2012; GAMBUTÉANU et al., 2013; XIA et al., 2009) e ainda hoje aplicados em âmbito doméstico não são recomendados por acelerarem o crescimento microbológico. A legislação brasileira determina que o descongelamento deve ocorrer em câmaras com circulação de ar a no máximo 5°C (BRASIL, 1995).

Ciclos de congelamento/descongelamento que podem ocorrer, intencionalmente ou não, durante a distribuição dos produtos na cadeia de frio, ou por ação domiciliar dos consumidores, também podem potencializar alterações e perdas na qualidade do produto (PIETRASIK; JANZ, 2009).

Exsudado

No exsudado, líquido liberado durante descongelamento de carnes, predominam as proteínas sarcoplasmáticas, solúveis em água, que incluem as enzimas, conforme analisado por Savage; Warris e Jolley (1990). Assim, o exsudado pode ser relacionado à oxidação de proteínas do músculo, que podem afetar o pH, a coloração e a dureza (JOO et al., 1999).

Ngapo et al. (1999) ao estudarem diferentes taxas de congelamento, tempos de armazenamento e taxas de descongelamento em pequenos corte de carne suína (aproximadamente 6 g.), não encontraram diferença significativa na concentração de proteínas do exsudado e no padrão de proteínas estudado por eletroforese.

Poucos estudos foram realizados para analisar a influência do exsudado em carnes descongeladas. Kim et al. (2013) estudaram o efeito da presença de exsudado em carne suína em relação a parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os resultados indicaram que não houve diferença na concentração de proteínas, apesar de haver diferença na quantidade de exsudado de carnes congelada e resfriada.

Apesar da legislação nacional não proibir o uso de exsudado, em muitos casos as autoridades sanitárias não permitem sua reincorporação durante a industrialização de produtos cárneos, principalmente quando sua coleta não ocorre em condições satisfatórias de higiene. As empresas, por sua vez, muitas vezes não investem recursos nem esforços para garantir um descongelamento que permita a coleta higiênica do exsudado para uso posterior.

A maioria dos trabalhos que citam a industrialização de produtos cárneos com matéria-prima congelada/descongelada não detalha sobre a incorporação ou não do exsudado liberado no descongelamento.

Uso de carne congelada para processamento

De acordo com Leygonie; Britz e Hoffman (2012a) em geral, há concordância entre vários pesquisadores em relação à diminuição da capacidade de retenção de água da carne submetida a congelamento e descongelamento devido à ruptura de fibras musculares, assim como modificação e/ou desnaturação de proteínas.

Porém, contraditoriamente, Ngapo et al. (1999), sugerem que a desnaturação de proteínas não contribui significativamente na perda da qualidade da carne. Em um estudo sobre congelamento de carne suína, esses autores demonstram não haver diferença significativa na quantidade e composição das proteínas presentes no exsudato liberado de amostras resfriadas e de amostras congeladas e descongeladas.

Miller; Ackerman e Palumbo (1980) demonstraram que o congelamento de carnes afeta as propriedades estruturais e químicas dos músculos, principalmente com mudanças nas fibras musculares, lipídios e proteínas, influenciando os atributos de qualidade de produtos cárneos. Ainda assim recomendam que, para produção de produtos cárneos onde a matéria-prima for utilizada na forma cominuída, a mesma seja armazenada sob congelamento por curto período de tempo. Esses autores observaram experimentalmente que, a partir de sete semanas de congelamento, provadores treinados foram capazes de identificar diferenças entre um produto cárneo (salsicha tipo frankfurter) produzido com carne resfriada e outro produzido com carne congelada.

Sakata et al. (1995) concluíram em seu estudo de congelamento de carne suína, que carne armazenada por um mês sob congelamento, após ter sido submetida a processo de congelamento a -20°C e a -80°C , não apresenta diferenças significativas em relação a carne resfriada nos parâmetros: capacidade de retenção de água, oxidação lipídica, cor, formação de metamioglobina e fragmentação de miofibrilas.

Apesar da legislação brasileira não restringir o uso de carne congelada para a produção de presuntos, seu uso não é comum na indústria nacional. Na Europa, porém, o uso de matéria-prima congelada e descongelada é corriqueiro devido a inúmeras vantagens, como por exemplo, a possibilidade de produção de lotes mais homogêneos a partir da seleção de pernis previamente congelados com características físico-químicas similares (UTRERA et al., 2012). O uso de carne congelada apresenta a vantagem do longo tempo de estocagem comparado à carne resfriada e da possibilidade de um melhor controle dos níveis de produção (PEÑA; CID; BELLO, 1998).

Estudos têm sido feitos comprovando a compatibilidade de uso de matéria-prima congelada em diversos tipos de produtos cárneos. Bañón et al. (1999) confirmaram a aceitação global por provadores de presunto cru produzido com matéria-prima congelada, comparado a presunto cru produzido com matéria-prima resfriada. Peña; Cid e Bello (1998) comprovaram por meio de comparação de características físico-químicas e perfil de proteínas, a possibilidade de utilização de carne congelada em presunto cozido espanhol. Sakata et al. (1995), em estudo sobre o uso de carne congelada em salsicha, demonstraram haver diferença somente na dureza das amostras, enquanto a coesividade e a elasticidade não diferiram nas amostras produzidas com matéria-prima congelada em relação as amostras com matéria-prima resfriadas.

Vários autores pesquisam a influencia do congelamento da matéria-prima nas características de produtos cárneos. Em presunto cozido, a oxidação de proteínas decorrente do congelamento foi estudado por Utrera et al. (2012), em relação ao efeito na cor e textura, e por Estevez (2011) em relação à capacidade de retenção de água. Em presunto cru ibérico, o efeito do uso de pernil congelado foi estudado na oxidação lipídica e perfil de ácidos graxos e no perfil de compostos voláteis (PÉREZ-PALACIOS et al., 2009; PÉREZ-PALACIOS et al., 2010).

Essas pesquisas têm sido conduzidas com a intenção de demonstrar a viabilidade da utilização de carnes congeladas-descongeladas na produção de derivados cárneos mesmo considerando a perda de qualidade das características químicas e das propriedades funcionais dos cortes congelados em comparação aos cortes resfriados.

1.3.8 - CARACTERÍSTICAS E PROCESSAMENTO DE PRESUNTO COZIDO

Segundo a ABIPECS (2013), o Brasil produziu 3,49 milhões de toneladas de carne suína em 2012, contribuindo com a oferta de 600 mil empregos. O consumo *per capita* de carne suína aumentou de 13,7 kg/ano em 2009, para 15,1 kg/ano em 2012, sendo a classe denominada presuntaria, que inclui presuntos crus e cozidos, presuntos de aves, apresuntados e fiambres, responsável por 8,7% desse montante, ou 1,31 kg/ano (ABIPECS, 2012). Dados nacionais sobre presunto cozido especificamente não estão disponíveis, mas o consumo ainda é baixo quando comparado a outros países, como Itália, Espanha e França, onde o consumo *per capita* é de 4,9 kg/ano (CASIRAGHI; ALAMPRESE; POMPEI, 2007).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2000), entende-se por Presunto Cozido, o produto cárneo industrializado obtido exclusivamente com o pernil de suínos, desossado, adicionado de ingredientes, e submetido a um processo de cozimento adequado. Trata-se de um produto curado, cozido ou semi-cozido, defumado ou não. Em sua composição, constam como ingredientes obrigatórios: carne de pernil de suíno, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio em forma de salmoura; e como ingredientes opcionais: proteínas de origem animal e/ou vegetal (limitada ao máximo de 2%), açúcares, maltodextrina, condimentos, aromas e especiarias e aditivos intencionais.

No Brasil, a quantidade de salmoura injetada é controlada pela relação água/proteína, e é um dos parâmetros utilizados para a classificação de presunto conforme Tabela 1.1:

Tabela 1.1 - Características físico-químicas de presuntos cozidos

Classificação	Relação Umidade/ Proteína (máx.)	Proteína % (min.)	Carboidratos % (máx.)
Presunto Cozido Superior	4,5	16,5	1,0
Presunto Cozido	5,35	14	2,0

Fonte: BRASIL, 2000

Na Europa, segundo Terra (2000), a quantidade de salmoura injetada define a qualidade do presunto elaborado. Assim os presuntos injetados são classificados em: qualidade europeia *standard*, com adição de 15% de água; qualidade industrial, com 25% de água; qualidade econômica, com 50% de água e qualidade de baixo custo, com adição de 75% de água.

A qualidade do produto final depende tanto da qualidade da matéria-prima utilizada, como também do processamento, que inclui injeção de salmoura, tambleamento e cozimento (DESMOND et al., 2000). A tecnologia utilizada para processamento apresenta efeito significativo na cor, capacidade de retenção de água (CRA) e textura, influenciando a aceitação do consumidor (McDONALD et al., 2001).

A tecnologia de processamento de presunto cozido está representada em forma de fluxograma na Figura 1.3 e as principais operações e transformações decorrentes do processamento estão descritas a seguir.

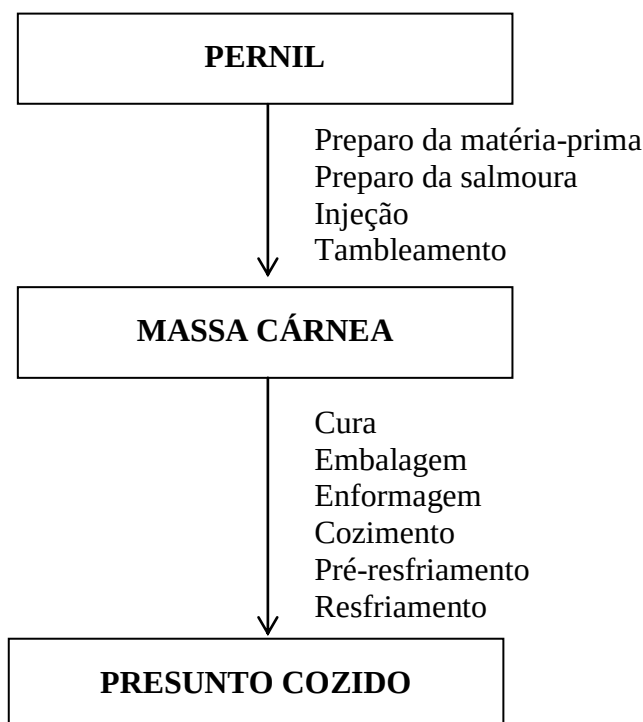


Figura 1.3 - Fluxograma do processo de fabricação de presunto cozido

Fonte: Monteiro e Terra (1999) com adaptações do autor.

PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA CÁRNEA E INJEÇÃO DE SALMOURA

De acordo com a legislação brasileira presunto cozido deve ser produzido com utilização de pernis inteiros (BRASIL, 2000). Assim, os grupamentos musculares *semimembranosus*, *bíceps femoris* e *semitendinosus* devem estar presentes em proporção natural. A utilização de matérias-primas cominuídas e emulsionadas não são permitidas, e o refile, remoção de ossos, cartilagens, gordura, tendões, varia de acordo com a qualidade esperada do produto.

A salmoura injetada à matéria-prima assegura a distribuição de cloreto de sódio, nitritos e outros possíveis ingredientes, como açúcares, temperos e polifosfatos (CASIRAGHI; ALAMPRESE; POMPEI, 2007), contribuindo para a suculência e o sabor característicos do produto.

A injeção de salmoura é bastante variável entre países produtores. Na Europa muitos estudos apontam a produção de presuntos cozidos injetados a 20% (TOMOVIC et al., 2013,

(VÁLKOVÁ et al., 2007). No Brasil atende-se à legislação no parâmetro água/proteína com a adição de 40 a 45% de salmoura.

Gillett; Cassidy e Simon (1982) atribuíram escores subjetivos à intensidade e uniformidade da coloração proveniente da cura em presuntos com diferentes níveis de injeção de salmoura. Presuntos injetados a 20%, segundo esse estudo, não produzem coloração com intensidade e uniformidade adequada; a 25% a intensidade da coloração é desejável, mas a uniformidade ainda é inferior à de presunto com 30 a 35% de injeção.

Ingredientes utilizados na salmoura

Sal

Adicionado na salmoura para que se tenha ao redor de 2% no produto final, o sal contribui com a redução da atividade de água e solubilização das proteínas miofibrilares, além de conferir sabor ao produto (TOLDRÁ, 2011).

A contribuição do sal na extração de proteínas deve-se a ação dos íons cloreto, que elevam a carga negativa das proteínas miofibrilares, aumentando as forças eletrostáticas repulsivas entre os filamentos. Isso permite a penetração da salmoura nos espaços interfilamentosos das moléculas de proteína iniciando um afrouxamento parcial das cadeias polipeptídicas (KATSARAS; BUDRAS, 1993).

O uso de sal como conservante em carnes tem sido aplicado desde o século XIX, para diminuir a atividade de água e inibir a deterioração por micro-organismos (HONIKEL, 2008).

Nitrato e nitrito

Nitratos e nitritos são considerados os mais importantes ingredientes adicionados a produtos curados por serem responsáveis pela formação da cor e sabor característicos, e por sua capacidade de inibição de micro-organismos, principalmente *C. botulinum* (PRANDL et al., 1994).

A coloração vermelha desenvolve-se após várias reações complexas até a formação de nitrosomioglobina (HONIKEL, 2008). Algumas das diferenças no sabor de produtos curados podem ser atribuídas à supressão da oxidação lipídica por nitritos. O efeito antimicrobiano do nitrito na inibição de *C. botulinum* depende do pH, da presença de agentes redutores (ascorbatos e eritorbatos), sal, fosfato e do processamento térmico (SEBRANEK; BACUS,

2007). Esses levantamentos serão detalhados neste trabalho na descrição da cura como uma etapa do processamento.

O uso de 40 a 50 ppm de nitrito é geralmente considerado aceitável para o desenvolvimento da cor (SEBRANEK; BACUS, 2007). A legislação nacional estabelece em 150 ppm a quantidade máxima de nitratos e nitritos no produto final (BRASIL, 2000). Segundo Hustad et al. (1973) o nitrito inicialmente adicionado sofre perdas durante o processamento influenciado pela composição do produto, pH e temperatura de estocagem, e a quantidade presente no produto final pode chegar a apenas 33% da quantidade adicionada.

Proteína

Proteínas não-cárneas podem interagir diretamente com as proteínas extraídas pela injeção e tamberamento, contribuindo para a formação do gel. Especificamente em produtos com baixos teores de gordura, a capacidade de retenção de água das proteínas não-cárneas desempenha um papel fundamental na formação da massa cárnea e na estabilidade do produto no cozimento (PIETRASIK; JARMOLUK; SHAND, 2006).

Em presuntos cozidos, a legislação brasileira permite adição de até 2,0% de proteína vegetal (BRASIL, 2000). A proteína de soja, na forma concentrada ou isolada, tem sido a mais usada devido a sua alta capacidade de formar géis, aliado ao sua disponibilidade e baixo custo (HSU; SUN, 2006).

Açúcar

A importância do açúcar na produção de embutidos em geral baseia-se no seu uso como fonte de energia para as bactérias que reduzem nitrato a nitrito. Em presuntos cozidos a adição de açúcar reduz o gosto amargo proveniente do nitrato e exerce função saborizante (TOLDRA, 2011).

Fosfatos

Os fosfatos elevam o pH do meio, distanciando-o do ponto isolétrico das proteínas e causando aumento da carga negativa das cadeias (PIETRASIK; JANZ, 2009). Dessa maneira, os fosfatos melhoram a maciez das carnes curadas por atuarem no intumescimento das fibras musculares, contribuindo para a estabilidade da rede proteica formada e contribuem para o aumento da retenção de água, assim como alguns ingredientes não-cárneos, como caseína, leite em pó, proteína de soja e carragenas (TOLDRA, 2011).

Ascorbato

O ácido ascórbico, ácido eritórbico e seus sais ascorbato e eritorbato têm sido estudados e utilizados como aceleradores da cura, devido a sua ação redutora, que acelera a formação do óxido nítrico proveniente do nitrato/nitrito (HONIKEL, 2008). O óxido nítrico (NO) reage com o ferro da mioglobina na formação dos pigmentos da carne (SEBRANEK; BACUS, 2007).

Os ascorbatos atuam como antioxidantes, retardando o desenvolvimento de rancidez oxidativa e inibem a formação de nitrosaminas (TOLDRÁ, 2011).

TAMBLEAMENTO

O tambleamento, conforme revisado por Gillett; Cassidy e Simon (1982) causa rompimento no sarcolema das fibras musculares, facilitando a migração dos ingredientes da salmoura em nível extra e intracelular. O endomísio ao redor das células representa uma barreira fisiológica e o grau de intumescimento das fibras musculares depende de um balanço entre a facilidade da miofibrila inchar e da resistência do sistema endomísio-sarcolema. Para a produção de presuntos faz-se necessário o enfraquecimento e a destruição parcial dessa resistência, por ação mecânica do tambleamento (KATSARAS; BUDRAS, 1993).

No tambleamento, a desintegração celular é observada próxima à superfície externa do músculo. A incorporação da salmoura, especialmente pela ação do NaCl, aumenta a quantidade de miofibrilas inchadas/intumescidas e promove extração de proteínas da célula muscular, formando um exsudado viscoso. A ação continua do tambleamento não só produz mais exsudado, como também o distribui ao redor das peças de carne e nos espaços internos, resultando numa massa cárnea (KATSARAS; BUDRAS, 1993).

Em relação aos parâmetros de processamento, Gillett; Cassidy e Simon (1982) apontaram 7°C como a temperatura ideal para possibilitar uma distribuição uniforme de salmoura e desenvolvimento adequado da cura.

O tempo de tambleamento, que pode variar de 2 a 48 horas, depende de fatores da carne a ser processada – espécie, idade do animal, pH, tamanho do músculo, grupo muscular - e do tipo de processo aplicado - contínuo ou intermitente, da velocidade do *tumbler*, do uso de

vácuo durante a operação, entre outros. A condução da operação sob sistema de vácuo permite uma melhor absorção dos ingredientes da salmoura e reduz a formação de bolhas entre os músculos, gerada pela rotação (KATSARAS; BUDRAS, 1993; LI et al., 2011; LACHOWICZ et al., 2003).

A extração de proteínas miofibrilares na superfície do músculo, sem causar danos à estrutura interna das fibras é uma das principais diferenças do tampleamento em relação a outros métodos de mistura de carnes, e confere ao presunto uma característica importante de percepção de pedaços íntegros de carne no produto final.

CURA

A cura refere-se ao uso de nitritos e/ou nitratos em produtos cárneos, combinados ou não com outros ingredientes. Desde o fim do século XIX já era conhecida a capacidade do nitrito de atuar na formação da coloração e na estabilidade da carne. Desde então, esse é considerado um dos principais métodos de conservação e transformação de produtos cárneos (HONIKEL, 2008).

Além do efeito na coloração dos produtos, o uso de nitrito inibe o crescimento de *Clostridium botulinum* e ainda contribui para o desenvolvimento de aromas e retarda a oxidação e a produção de *off-flavor* durante a estocagem (WEISS et al., 2010).

As transformações de coloração da carne são causadas pelas reações da mioglobina na presença de oxigênio ou agentes oxidantes, como o óxido nítrico, proveniente do nitrito (HONIKEL, 2008), como mostra a Figura 1.4.

O nitrito em meio aquoso com pH entre 5,4 e 5,6 transforma-se em ácido nitroso, e esse em óxido nítrico, um composto altamente volátil que ganha estabilidade ao se ligar à mioglobina, formando a nitrosomioglobina, composto de coloração característica de carnes curadas. Quando nitrato é adicionado à salmoura, a primeira etapa da reação é a redução desse a nitrito, por meio de bactérias presentes na carne (SEBRANEK; BACUS, 2007).

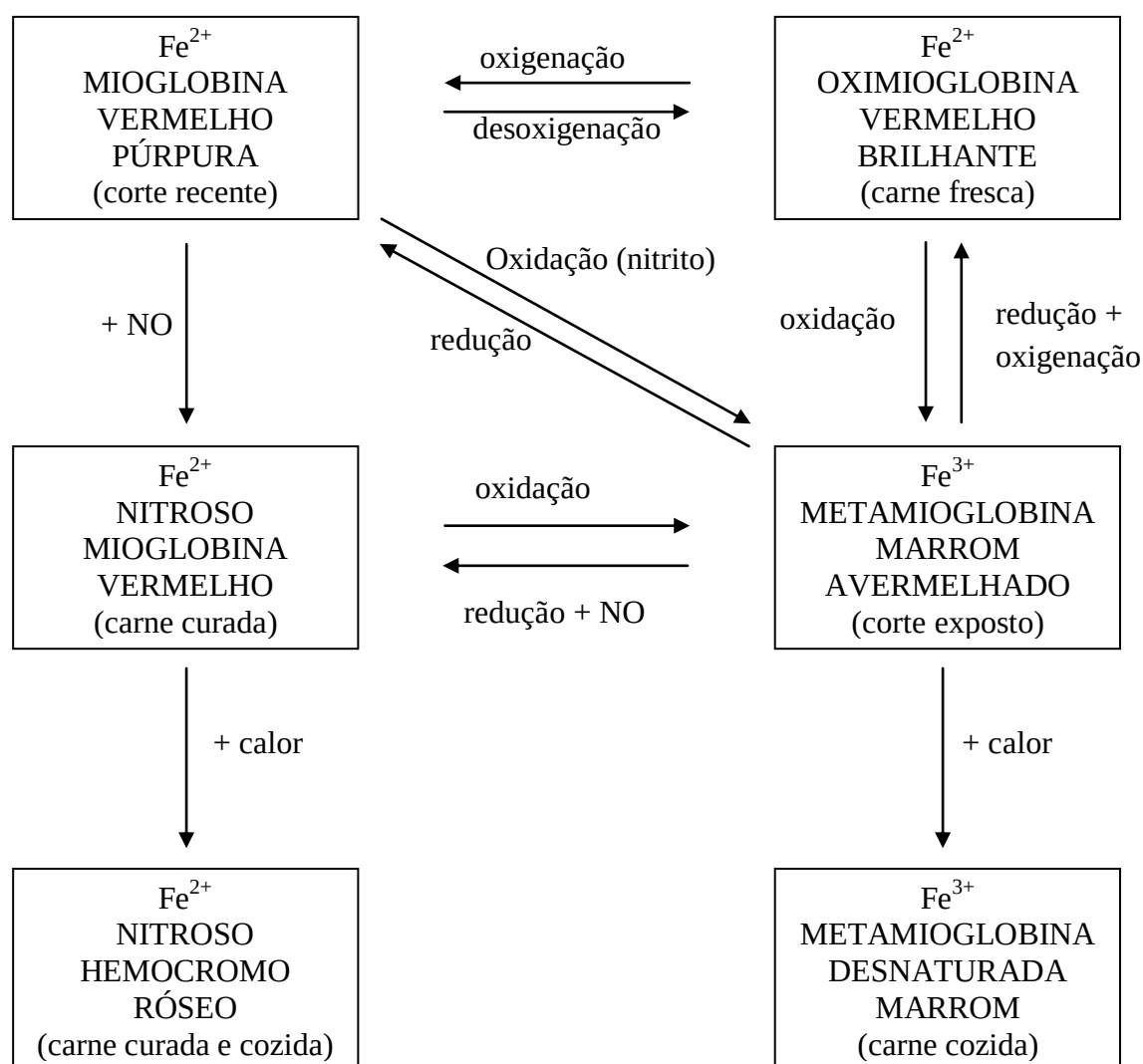


Figura 1.4 - Transformações da mioglobina na formação de cor em carne e produtos cárneos

Fonte: Forrest et al. (1979).

De acordo revisado por Weiss et al. (2010) o nitrito inibe a ação de enzimas necessárias ao metabolismo das bactérias e atua no consumo de oxigênio, fosforilação oxidativa e transporte de prótons, inviabilizando a ocorrência de *C. botulinum* em produtos curados. Além da inibição de *C. botulinum* o nitrito também contribui para o controle de outras bactérias como *Listeria monocytogenes*, sendo apontada como a responsável pela manutenção da estabilidade de produtos cárneos curados ao longo do armazenamento (SEBRANEK; BACUS, 2007).

COZIMENTO

O cozimento contribui com aparecimento de atributos de produtos cárneos, incluindo qualidade sensorial, aceitação do consumidor e estabilidade físico-química e microbiológica (LI et al., 2011). As proteínas miofibrilares extraídas e rearranjadas pelo tambleamento coagulam após o tratamento térmico, promovendo a união dos pedaços de carne e, assim, contribuem para a coesão e firmeza do presunto cozido (KATSARAS; BUDRAS, 1993).

Conforme revisado por Tornberg (2005) durante o aquecimento as proteínas da carne desnaturam e causam mudanças estruturais, como destruição das membranas celulares, encolhimento transversal e longitudinal das fibras, agregação e formação de gel, encolhimento e solubilização do tecido conectivo.

A matriz proteica formada pelo cozimento é construída pelas interações entre as proteínas miofibrilares, sarcoplasmáticas e tecido conectivo. A estrutura secundária em hélice das proteínas miofibrilares começa a ser rompida a cerca de 30°C. A aproximadamente 65°C há um aumento na hidrofobicidade da superfície, permitindo que sejam formadas interações proteína-proteína que conduzem a formação de uma rede de agregados, um gel. Concomitante à desnaturação das miofibrilas, entre 40 e 60°C ocorre a agregação das proteínas sarcoplasmáticas. Entre 53 e 63°C ocorre a desnaturação do colágeno, que envolve primeiro a quebra as ligações de hidrogênio, com a contração do comprimento da molécula em até 25%. Se o colágeno não for estabilizado pelas ligações intermoleculares com as demais estruturas proteicas (miofibrilares e sarcoplasmáticas), o que ocorre entre 60 e 70°C, ele se dissolverá e formará aparência de gelatina no produto final, quando esse for submetido a outros processos térmicos (TORNBERG, 2005).

Estudos sugerem que o cozimento em água tem muitas vantagens frente ao cozimento em estufa, como aumento na maciez e no rendimento dos produtos (CHENG, SUN; SCANNELL, 2005). O aumento da maciez depende das interações proteicas acima descritas, que ocorrem em distintas faixas de temperatura. O cozimento escalonado, com elevação da temperatura em determinados intervalos de tempo possibilita o fechamento dos poros da massa proteica e evita a migração da água para a superfície, causando redução na perda de peso e aumento da suculência e da textura do produto (OLIVO, 2006).

O processo de cozimento *cook-in* de presuntos, além de apresentar vantagens em relação à coesão das peças de carne e aumento do rendimento também garante um produto

com vida útil prolongada (MONTEIRO; TERRA, 1999). Mantidos na embalagem original e sob refrigeração adequada presuntos cozidos podem apresentar vida útil de até 120 dias. Presuntos fatiados no ponto de venda, bastante comercializados no Brasil, tem sua vida útil reduzida para cerca de três a cinco dias, devido a manipulação pós cozimento.

RESFRIAMENTO

Para garantir a segurança microbiológica de produtos cárneos, o cozimento deve ser rapidamente seguido do resfriamento. Muitos países inclusive regulamentam parâmetros de tempo e temperatura de resfriamento. Porém como os métodos tradicionais de resfriamento – em água ou ar – ocorrem por condução de calor, o tempo de resfriamento é dependente do peso e das dimensões do produto (CHENG; SUN; SCANNELL, 2005).

Independente do processo aplicado – resfriamento em água, em corrente de ar, a vácuo - a temperatura final do produto não deve ser inferior a -2°C para que não ocorra o congelamento (DESMOND et al., 2000).

1.3.9 - ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial possibilita o estudo de propriedades organolépticas, podendo ser aplicada para verificação da qualidade de produtos durante o desenvolvimento, descrição das propriedades sensoriais dos alimentos e para comparação entre produtos concorrentes (LATREILLE et al., 2006).

A análise sensorial tem sido utilizada desde a década de 40, mas somente a partir dos anos 70 foram definidos os principais conceitos, como a definição dos atributos primários e sua relação com os órgãos sensoriais, estabelecimento dos métodos de avaliação e o tratamento estatístico dos dados. Os métodos sensoriais podem ser classificados em: testes subjetivos ou afetivos, que buscam verificar a aceitação dos produtos pelos consumidores; testes discriminativos, que visam determinar a diferença entre amostras; e análises descritivas, utilizadas para especificar as diferenças (DUTCOSKY, 2011).

Testes afetivos são utilizados usualmente para se medir o posicionamento de um grande número de consumidores com respeito as suas preferências, gostos e opiniões. O teste

de aceitação, incluído nessa categoria, mede a resposta do provador pelo uso de escalas, que podem ser classificadas em: intensidade, hedônica, do ideal e de atitude. Os julgadores, entre 50 e 100, não precisam ser treinados bastando serem consumidores do produto em avaliação (IAL, 2005).

Os testes sensoriais discriminativos ou de diferença são considerados métodos objetivos utilizados em análise sensorial de alimentos e bebidas, que medem atributos específicos pela discriminação simples, indicando por comparações, se existem ou não diferenças estatísticas entre amostras. Dentre esses testes, a análise de comparação múltipla avalia, simultaneamente, uma ou mais amostras quanto a um atributo específico, determinando a diferença e o grau da diferença em relação a um controle (IAL, 2005). Essa técnica pode ser empregada para avaliar o efeito das variações de uma formulação, a substituição de um ingrediente, a influência de embalagens e as condições do processamento (ANZALDÚA-MORALES, 1994).

Em produtos cárneos, a complexa relação dos constituintes químicos, como umidade, proteína, gordura e sal, proporcionam atributos sensoriais esperados, como maciez, coesividade, mastigabilidade, cor, textura. Muitos estudos têm sido conduzidos para estabelecer relações entre as características físico-químicas de produtos cárneos e os atributos de qualidade desejados pelo consumidor (CHENG; SUN, 2005; MORETTI et al., 2008).

1.3.10 – QUIMIOMETRIA

A quimiometria é uma ciência multidisciplinar que abrange técnicas estatísticas multivariadas, modelos matemáticos e tecnologia da informação para a classificação, interpretação e previsão de conjunto de dados (CRUZ et al., 2011). Dentre as ferramentas mais utilizadas em quimiometria destacam-se a Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA) e Análise de Componentes Principais (PCA), que permitem a interpretação multivariada de conjuntos de dados grandes e complexos por meio de gráficos bi ou tridimensionais. Estes gráficos expressam as possíveis inter-relações entre as variáveis, facilitando a interpretação multivariada do comportamento das amostras. Ambos são classificados como exploratórios ou não supervisionados, visto que nenhuma informação com relação à identidade das amostras é levada em consideração na análise (CORREIA; FERREIRA, 2007).

A HCA classifica-se como um processo hierárquico no qual, a cada passo a matriz de dados sofre diminuição de uma dimensão, pela reunião de pares semelhantes, até a reunião de todos os pontos em um único grupo. O objetivo da HCA é exibir os dados em um espaço bidimensional de maneira a enfatizar os seus agrupamentos e padrões naturais. Os resultados são apresentados na forma de um dendrograma, no qual amostras ou variáveis são agrupadas em função da similaridade (SOUZA; JESUS, 2012). Quanto menor a distância observada pela projeção no eixo das abcissas, maior a similaridade entre as amostras.

A PCA, geralmente utilizada com o objetivo de visualizar a estrutura dos dados, encontrar similaridades entre amostras e detectar amostras anômalas (*outliers*), permite a redução da dimensionalidade através da representação do conjunto de dados em um novo sistema de eixos, denominados componentes principais (PC). No espaço original, as amostras são pontos localizados em um espaço n-dimensional, sendo n igual ao número de variáveis. Com a redução de dimensionalidade proporcionada pela PCA, as amostras passam a ser pontos localizados em espaços de dimensões reduzidas, por exemplo, bi- ou tridimensionais, definidos pelas PCs. Determina-se o número de componentes principais utilizados no modelo PCA pela porcentagem de variância explicada, selecionando-se um número de componentes de tal maneira que a maior porcentagem da variação presente no conjunto de dados originais seja capturada (SOUZA; JESUS, 2012).

A análise dos gráficos obtidos por HCA e PCA é complementar e, portanto, recomenda-se a utilização conjunta dessas ferramentas nos estudos não supervisionados de reconhecimento de padrões. Além de aumentar a consistência das interpretações, o entendimento do conjunto de dados torna-se mais fácil e as inter-relações entre as variáveis ficam mais evidentes (CORREIA; FERREIRA, 2007).

O uso dessas técnicas multivariadas tem sido frequente para analisar a autenticidade de alimentos, visto à crescente preocupação com fraudes e contaminações, e para explorar a qualidade de produtos com base nas suas características físico-químicas e de processamento (CORREIA; FERREIRA, 2007). A classificação de presuntos cozidos de acordo com a origem da matéria-prima e da porcentagem de injeção foi investigada aplicando essas ferramentas por Casiraghi; Alamprese e Pompei (2007) e Moretti et al. (2009).

1.3.11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEPCS. Relatório ABIEPCS 2012. Disponível em: http://www.abiepcs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIEPCS_relatorio_2011_pt.pdf. Acesso em 02/07/2012.

ABIEPCS. Relatório ABIEPCS 2013. Disponível em: http://www.abiepcs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIEPCS_relatorio_2012_pt.pdf. Acesso em 29/08/2013.

ANESE, M.; MANZOCCO, L.; PANOZZO, A.; BERALDO, P.; FOSCHIA, M.; NICOLI, M. C. Effect of radiofrequency assisted freezing on meat microstructure and quality. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 50-54, 2012.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Acribia : Zaragoza, 1994, 198p.

BAÑÓN, S.; CAYUELA, J. M.; GRANADOS, M. V.; GARRIDO, M. D. Pre-cure freezing affects proteolysis in dry-cured hams. **Meat Science**, n. 51, p. 11-16, 1999.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. Springer-Verlag: Berlim, 4thEd, 2009, 1114p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Normas Técnicas de Instalações e Equipamentos para Abate e Industrialização de Suínos**. Portaria nº711, de 1º de novembro de 1995. Diário Oficial, Brasília, 1995.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Presunto**. Instrução Normativa nº20, de 31 de julho de 2000. Diário Oficial, Brasília. seção 1, p.7-12, 2000.

CASIRAGHI, E.; ALAMPRESE, C.; POMPEI, C. Cooked ham classification on the basis of brine injection level and pork breeding country. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 1, p. 164-169, 2007.

CHENG, Q.; SUN, D.-W.; SCANNELL, A. G. M. Feasibility of water cooking for pork ham processing as compared with traditional dry and wet air cooking methods. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 4, p. 427-433, 2005.

CORREIA, P. R. M.; FERREIRA, M. M. C. Reconhecimento de padrões por métodos não supervisionados: explorando procedimentos quimiométricos para tratamento de dados analíticos. **Química Nova**, v.30, n.2, p. 481-487, 2007.

CRUZ, A.; CADENA, R.; ALVARO, M.; SANT'ANA, A.; OLIVEIRA, C.; FARIA, J.; BOLINI, H.; FERREIRA, M. Assessing the use of different chemometric techniques to discriminate low-fat and full-fat yogurts. **Food Science and Technology**, n.50, p. 210-214, 2013.

DESMOND, E. M.; KENNY, T. A.; WARD, P.; SUN, D. W. Effect of rapid and conventional cooling methods on the quality of cooked ham joints. **Meat Science**, n. 56, p. 271-277, 2000.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Champagnat : Curitiba, 3ªEd, 2011, 426p.

ESTEVEZ, M. Protein carbonyls in meat systems: A review. **Meat Science**, n. 89, p. 259–279, 2011.

FAUCITANO, L. influencia do período *ante mortem* sobre o bem-estar e a qualidade da carne suína. In: TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. Unisinos: São Leopoldo, 2000.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de Ciencia de la Carne**. Zaragoza : Acribia, 1979, 364p.

GAMBUTEANU, C.; BORDA, D.; ALEXE, P. The Effect of Freezing and Thawing on Technological Properties of Meat: Review. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, v. 19, n.1, p. 88-93, 2013.

GILLET, T. A.; CASSIDY, R. D.; SIMON, S. Ham massaging. Effect of massaging cycle, environmental temperature and pump level on yield, blind, and color of intermittently massaged hams. **Journal of Food Science**, n. 47, p. 1083–1088, 1982.

HONIKEL, K. O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Science**, v. 78, n. 1-2, p. 68-76, 2008.

HSU, K. Y.; SUN, L. Y. Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat. **Journal of Food Engineering**, n.74, p. 47–53, 2006.

HUSTAD, G. O.; CERVENY, J. G.; TRENK, H.; DEIBEL, R. H.; KAUTTER, D. A.; FAZIO, T.; JOHNSTON, R. W.; KOLARI, O. E. Effect of sodium nitrite and sodium nitrate on botulinal toxin production and nitrosamine formation in wieners. **Applied Microbiology**, v. 26, n. 1, p. 22-26, 1973.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020p.

JOO, S. T ; KAUFFMAN, R. G.; KIM, B. C.; PARK, G. B. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. **Meat Science**, n.52, p. 291-297, 1999.

KATSARAS, K.; BUDRAS, K.-D. The Relationship of the Microstructure of Cooked Ham to its Properties and Quality. **LWT - Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 229-234, 1993.

KIM, G. D.; JUNG, E. Y.; LIM, H. J.; YANG, H. S.; SEON, T. J.; JEONG, J. Y. Influence of meat exudates on the quality characteristics of fresh and freeze-thawed pork. **Meat Science**, v. 95, n. 2, p. 323-329, 2013.

LACHOWICZ, K.; SOBCZAK, M.; GAJOWIECK, L.; ZYCH, A. Z. Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. **Meat Science**, n. 63, p. 225–233, 2003.

LATREILEE, J.; MAUGER, E.; AMBROISINE, L.; TENENHAUS, M.; VINCENT, M.; NAVARRO, S.; GUINOT, C. Measurement of the reliability of sensory panel performances. **Food Quality and Preference**, n. 17, p. 369-375, 2006.

LEYGONIE, C.; BRITZ, T. J.; HOFFMAN, L. C. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: review. **Meat Science**, v. 91, n. 2, p. 93-8, 2012.

LI, B.; SUN, D. W. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods – a review. **Journal of Food Engineering**, n.54, p. 175–182, 2002.

LI, C.; SZCZPANIAK, S.; STEEN, L.; GOEMAERE, O.; IMPENS, S.; PAELINCK, H.; ZHOU, G. Effect of tumbling time and cooking temperature on quality attributes of cooked ham. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 10, p. 2159-2163, 2011.

MARTINO, M. N.; OTERO, L.; SANZ, P. D.; ZARITZKY, N. E. Size and location of ice crystals in pork frozen by high-pressure-assisted freezing as compared to classical methods. **Meat Science**, v. 50, n. 3, p. 303-313, 1998.

McDONALD, K.; SUN, D. W.; KENNY, T. The effect of injection level on the quality of a rapid vacuum cooled cooked beef product. **Journal of Food Engineering**, n. 47, p.139-147, 2001.

MILLER, A. J.; ACKERMAN, S. A.; PALUMBO, S. A. Effects of frozen storage on functionality of meat for processing. **Journal of Food Science**, v.45, p. 1466-1471, 1980.

MILTON, K. The critical role played by animal source foods in human (Homo) evolution. **Journal of Nutrition**, v.133, n. 11, p. 3886S-3892S, 2003.

MONTEIRO, E. M.; TERRA, N. N. Processamento do presunto “*cook in*” de cordeiros. **Ciência Rural**, v.29, n.4, p. 721-725, 1999.

MORETTI, V.; BELLAGAMBA, F.; PALEARI, M. A.; BERETTA, G.; BUSETTO, M. L.; CAPRINO, F. Differentiation of cured cooked hams by physico-chemical properties and chemometrics. **Journal of Food Quality**, n. 32, p. 125-140, 2009.

NGAPO, T. M.; BABARE, I. H.; REYNOLDS, J.; MAWSON, R. F. Freezing and thawing rate effects on drip loss from samples of pork. **Meat Science**, v. 53, n. 3, p. 149-158, 1999.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam as características das matérias-primas cárneas e suas implicações tecnológicas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo : Varela, 2006.

PEÑA, M. M.; CID, M. C.; BELLO, J. A Method for Identification of Frozen Meat used for Production of Cooked Ham. **Meat Science**, v. 48, n. 314, p. 251-264, 1998.

PÉREZ-PALACIOS, T.; RUIZ, J.; BARAT, J. M.; ARISTOY, M. C.; ANTEQUARA, T. Influence of pre-cure freezing of Iberian ham on proteolytic changes throughout the ripening process. **Meat Science**, n. 85, p. 121–126, 2010.

PÉREZ-PALACIOS, T.; RUIZ, J.; GRAU, R.; FLORES, M.; ANTEQUERA, T. Influence of pre-cure freezing of Iberian hams on lipolytic changes and lipid oxidation. **International Journal of Food Science and Technology**, n. 44, p. 2287–2295, 2009.

PIETRASIK, Z.; JANZ, J. A. M. Influence of freezing and thawing on the hydration characteristics, quality, and consumer acceptance of whole muscle beef injected with solutions of salt and phosphate. **Meat Science**, n. 81, p. 523–532, 2009.

PIETRASIK, Z.; JARMOLUK, A.; SHAND, P. J. Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. **LWT - Food Science and Technology**, n. 40, p. 915-920, 2007.

PRANDL, O.; FISCHER, A.; SCHIMIDHOFER, T.; SINELL, H-J. **Tecnología e Higiene de la Carne**. Zaragoza : Acribia, 1994. 854p.

PRICE, J.; SCHWELGERT, B. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Zaragoza: Acribia, 1994, 581p.

PURSLOW, P. P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 435-47, Jul 2005.

SAKATA, R.; OSHIDA, T.; MORITA, H.; NAGATA, Y. Physico-Chemical and Processing Quality of Porcine *M. longissimus dorsi* Frozen at Different Temperatures. **Meat Science**, n. 39, p. 277-284, 1995.

SANZ, P. D.; ELVIRA, C.; MARTINO, M.; ZARITZKY, N.; OTERO, L.; CARRASCO, J. A. Freezing rate simulation as an aid to reducing crystallization damage in foods. **Meat Science**, v. 52, n. 3, p. 275-278, 1999.

SAVAGE, A. W. J.; WARRIS, P. D.; JOLLEY, P. D. The Amount and Composition of the Proteins in Drip from Stored Pig Meat. **Meat Science**, n.27, p. 289-303, 1990.

SCHILLING, M. W.; MINK, L. E.; GOCHENOUR, P. S.; MARRIOTT, N. G.; ALVARADO, C. Z. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. **Meat Science**, v. 65, n. 1, p. 547-553, 2003.

SCHMIDT, G. R. Comportamiento funcional de los componentes de la carne durante el processado. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2ªed. Zaragoza: Acribia, 1994.

SEBRANEK, J. G.; BACUS, J. N. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? **Meat Science**, v. 77, n. 1, p. 136-47, 2007.

SOUZA, A. M.; JESUS, R. J. Quimiometria para Análise Exploratória de óleos vegetais comestíveis por Espectroscopia no Infravermelho Médio e Análise de Componentes Principais: um tutorial, Parte I. **Química Nova**, v. 35, n. 1, 223-229, 2012.

SWATLAND, H. J. Meat products and consumption culture in the West. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 80-85, 2010.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 2000, 216p.

TOLDRÁ, F. **Handbook of meat processing**. Iowa: Blackwell, 2011. 632p.

TOMOVIC, V. M.; JOKANOVIC, M. R.; PETROVIC, L. S.; TOMOVIC, M. S.; TASIC, T. A.; IKONIC, P. M.; SUMIC, Z. M.; SOJIC, B. V.; SKALJAC, S. B.; SOSO, M. M. Sensory, physical and chemical characteristics of cooked ham manufactured from rapidly chilled and earlier deboned M. semimembranosus. **Meat Science**, v. 93, n. 1, p. 46-52, 2013.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005.

URBAN, W. M.; CAMPBELL, J. F. La conservación de la carne. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2ªed. Zaragoza: Acribia, 1994.

UTRERA, M.; ARMENTEROS, M.; VENTANAS, S.; SOLANO, F.; ESTÉVEZ, M. Pre-freezing raw hams affects quality traits in cooked hams: potential influence of protein oxidation. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 596-603, 2012.

VÁLKOVÁ, V.; SALÁKOVÁ, A.; BUCHTOVÁ, H.; TREMLOVÁ, B. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. **Meat Science**, v. 77, n. 4, p. 608-15, 2007.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1998. 423p.

VERBEKE, W.; PÉREZ-CUETO, F. J. A.; BARCELLOS, M. D.; KRYSTALLIS, A.; GRUNERT, K. G. European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 284-292, 2010.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, n. 86, p. 196-213, 2010.

WIRTH, F.; LEISTNER, L.; RODEL, W. **Valores normativos de la tecnología carnica**. Zaragoza: Acribia, 1981, 127p.

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. 239-45, 2009.

CAPÍTULO II

CLASSIFICAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL DE PRESUNTOS COZIDOS COMERCIALIZADOS NO BRASIL UTILIZANDO TÉCNICAS MULTIVARIADAS

2.1 - RESUMO

O presunto cozido pode ser considerado um produto nobre e de alto valor agregado devido à qualidade da carne utilizada. Apesar do consumo de 1,31 kg/ano ainda ser baixo no Brasil, há uma tendência de aumento com o incremento do poder de compra da população. Neste contexto, este estudo teve por objetivo avaliar a qualidade microbiológica, físico-química e reológica de presuntos cozidos disponíveis no mercado brasileiro e estudar o perfil de consumidores deste tipo de produto. Todas as amostras apresentaram resultado microbiológico dentro dos padrões estabelecidos pela legislação nacional. Das onze amostras estudadas, oito atenderam as exigências da legislação em relação a parâmetros físico-químicos, duas puderam ser consideradas fraudadas pela adição de amido, e uma amostra apresentou teor de sódio acima do declarado no rótulo. O resultado de umidade das amostras variou de 74,66 a 78,71%, o valor médio de proteína foi de 14,21%, e o teor de gordura foi de 0,89 e 2,05%. A Análise Hierárquica de Agrupamento permitiu a classificação das amostras em três grupos de qualidade distinta, com diferença significativa no teor de umidade, cromaticidade, perdas por sinérese, aquecimento e congelamento. A Análise de Componentes Principais demonstrou que as amostras mais aceitas pelos consumidores em relação à aceitação global e sabor foram aquelas que apresentaram maiores teores de umidade, proteína, gordura e luminosidade. Este trabalho confirmou a eficácia do uso de técnicas multivariadas na avaliação da qualidade de presuntos cozidos disponíveis no mercado e na indicação dos parâmetros físico-químicos associados à percepção da qualidade do produto.

PALAVRAS-CHAVE: microbiologia, qualidade, HCA, PCA

ABSTRACT

Cooked ham can be considered a noble and high-value product due to the quality of its raw material. Although consumption of 1.31 kg / year is still low in Brazil, there is an increasing trend with increasing purchasing power of the population. This study aimed to assess the microbiological, physico-chemical and rheological qualities of cooked hams marketed in Brazil and study the profile of consumers of this type of product. All samples showed microbiological results within the standards established by national legislation. Eight from eleven samples studied met all the requirements of the legislation, two could be considered rigged by the addition of starch, and one sample presented sodium content above stated on the label. The moisture content of the samples ranged from 74.66 to 78.71%, the mean value to protein was 14.21%, and fat content was 0.89 and 2.05%. The Hierarchical Cluster Analysis allowed the classification of the samples into three groups of distinct quality, with a significant difference in moisture content, chromaticity, losses by syneresis, heating and freezing. The Principal Components Analysis showed that the most accepted samples regarding to flavor and overall acceptability were the samples with higher levels of moisture, protein, fat and luminosity. This study confirmed the efficacy of the use of multivariate techniques in assessing the quality of cooked hams available in the market and in the indication of the physicochemical parameters associated with the perception of product quality.

KEY-WORDS: Microbiology, quality, HCA, PCA

2.2 - INTRODUÇÃO

O segmento de carne suína nacional caracteriza-se pela produção em sistema vertical, em que as indústrias controlam a operação desde a criação dos animais, por meio de integração dos produtores, passando pelo abate, processamento e distribuição dos itens produzidos (EMBRAPA, 2014).

Nesse contexto, os custos para entrada de novos processadores é elevado, visto que não representa somente a aquisição de matéria-prima, mas a participação em todas as etapas de sua obtenção. Além do custo de aquisição de matéria-prima, outra limitação para novos produtores industriais é a forte concorrência a ser enfrentada com marcas já estabelecidas, e que oferecem produtos de qualidade reconhecida pelo consumidor (HUE, 2011).

Esse panorama econômico pode ser confirmado pelos números da Associação Brasileira de Produtores de Carne Suína. No Brasil apenas oito empresas produzem doze marcas comerciais de presuntos cozidos (ABIEPCS, 2013). Dados nacionais sobre o consumo de presunto cozido especificamente não estão disponíveis. A classe de produtos denominada presuntaria, de acordo com ABIEPCS (2012), representa 8,7% do consumo de 15,1 kg/ano de carne suína. O consumo dessa classe, que inclui presuntos cozidos, presuntos crus, presuntos de aves, apresuntados e fiambres, representa aproximadamente 1,31 kg/ano, aquém dos níveis encontrados em outros países. Na Itália, um dos maiores consumidores de presunto cozido da Europa, juntamente com Espanha e França, o consumo *per capita* é de 4,9 kg/ano (CASIRAGHI; ALAMPRESE; POMPEI, 2007).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2000), entende-se por Presunto Cozido, o produto cárneo industrializado obtido exclusivamente com o pernil de suínos, desossado, adicionado de ingredientes, e submetido a um processo de cozimento adequado. Não é permitida a adição de amido ou amido modificado, mas permite-se o uso de outros polissacarídeos, como alginatos, ágar, carragena, e algumas gomas, de acordo com a Instrução Normativa 51/2006 (BRASIL, 2007). Em relação às características físico-químicas, o presunto cozido deve apresentar relação umidade/proteína máxima de 5,35, no mínimo 14,0% de proteína e no máximo 2,0% de carboidratos.

Dos produtos cárneos industrializados nacionais, o presunto pode ser considerado como um dos mais nobres, devido à qualidade da carne utilizada, constituída de peças íntegras de quartos traseiros (pernis); da ausência de matéria-prima de menor valor, como refiles,

miúdos e pele, e do menor percentual de gordura quando comparado a outros tipos de embutidos. No Brasil, presunto cozido é considerado um produto cárneo de alta qualidade e alto valor agregado, não havendo limitação imposta pela legislação em relação à quantidade de salmoura injetada, desde que respeitada a relação umidade/proteína.

Apesar do presunto não poder conter amido em sua composição, diversos outros produtos cárneos similares comumente apresentam este ingrediente, como por exemplo, apresuntados, lanches e produtos de massas finas (mortadelas e salsichas) (PEDROSO; DEMIATE, 2008). Segundo a legislação, os apresuntados podem apresentar as seguintes características: utilização de cortes de matéria-prima dianteira ou traseira, cominuídos ou não; teor mínimo de 13% de proteína e máximo de 12 % de gordura; e adição de no máximo 2% de amido (BRASIL, 2000).

Existe uma relação muito complexa entre os constituintes dos produtos cárneos tais como umidade, proteína, gordura e sal que proporcionam os atributos sensoriais esperados, especialmente em termos de maciez, coesividade, mastigabilidade, cor, textura. Muitos estudos têm sido conduzidos para estabelecer relações entre as características físico-químicas de produtos cárneos e os atributos de qualidade desejados pelo consumidor (CHENG; SUN; SCANNELL, 2005).

A quimiometria é uma ciência multidisciplinar que abrange técnicas estatísticas multivariadas, modelos matemáticos e tecnologia da informação no estudo de dados químicos (CRUZ et al., 2013). A Análise de Componentes Principais e Análise Hierárquica de Agrupamentos, ferramentas da quimiometria, têm sido empregadas para análises de produtos cárneos. Ferreira et al. (2000) utilizaram quimiometria na análise de minerais e ácidos graxos de produtos industrializados de peru. A classificação de presuntos cozidos de acordo com a origem da matéria-prima e da porcentagem de injeção foi investigada aplicando essas ferramentas por Casiraghi; Alamprese e Pompei, (2007) e Moretti et al. (2009).

Baseado nas considerações acima mencionadas e sabendo que o consumo de presunto é crescente no Brasil, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica, físico-química e reológica de presuntos cozidos disponíveis no mercado brasileiro utilizando técnicas multivariadas para classificação das amostras, e estudar o perfil de consumidores deste tipo de produto.

2.3 - MATERIAL E MÉTODOS

Perfil dos consumidores de presunto cozido

O levantamento do perfil de consumidores de presunto cozido foi realizado pela aplicação de um formulário eletrônico (Google Docs), disponibilizado aos participantes via e-mail e mídias sociais (Anexo I), para obtenção de dados de natureza pessoal, de hábitos de consumo, e posicionamento no ato da compra.

As questões relativas a hábitos de consumo abordaram: preferência por presunto cozido ou apresuntado; frequência de consumo de presunto cozido, excluindo-se produtos cárneos semelhantes e forma de consumo (*in natura*, em lanches ou pratos prontos). Para avaliar o posicionamento no ato da compra foram elaboradas questões quanto à fidelidade em relação a uma marca comercial qualquer; razão da fidelidade (qualidade, disponibilidade do produto ou confiança na marca); motivações para a compra quando não há fidelidade (qualidade, preço ou confiança na marca) e características do produto que influenciam a decisão de compra (cor, sabor, pedaços de carne aparente, gordura aparente e baixo quantidade de sal).

O questionário foi aplicado utilizando-se amostragem por conveniência, no período de fevereiro a maio de 2013.

Avaliação da qualidade de amostras comerciais

Análises físico-químicas

Para avaliação da qualidade dos presuntos cozidos foram coletadas onze amostras disponíveis na região de Ponta Grossa – PR, representando mais de 90% das marcas disponíveis em nível nacional (ABIECS, 2013). As amostras foram coletadas em peças inteiras, com peso aproximado de 3,4 kg e levadas imediatamente ao local de análise, onde foram armazenadas sob refrigeração até o momento da avaliação. Conforme declarado na rotulagem das amostras, 27% dos presuntos cozidos avaliados apresentavam vida útil de 75 dias, 55% de 90 dias, e 18% de 120 dias. Para caracterização físico-química, as amostras foram analisadas, em triplicata, de acordo com metodologia do IAL (2008) e a AOAC (1990), para os seguintes ensaios: pH, por método potenciométrico com utilização de pHmetro de

bancada marca Labmeter, modelo PHS-3B; umidade, por Gravimetria Indireta a 105°C; cinzas, por Incineração a 550 °C por 6 horas em mufla modelo 2310 (Jung, Blumenau, SC, BR); proteínas, por Método de Kjeldahl, utilizando fator de conversão de 6,25; lipídios, por Método de Soxhlet, com extração por solvente hexano; sódio, por digestão nítrico-perclórica, seguido de leitura em Fotômetro de Chama, modelo 7000 (Tecnow, São Paulo, BR) (AOAC, 1990). A atividade de água das amostras foi determinada em aparelho Aqualab, Modelo 3TE (Decagon Device Inc. , Pullman, WA, USA). A indicação qualitativa de amido foi realizada por teste de Lugol (BRASIL, 2006).

Análise instrumental da cor

A análise instrumental da cor foi realizada em espectrofotômetro Mini Scan EZ modelo 4500L (HunterLab, Reston, VA, USA), com iluminante D65 e ângulo de observação de 10 °C. O equipamento foi calibrado utilizando-se placas padrão nas cores preto e branco (X: 82,30; Y: 87,38; Z: 93,37). As amostras foram cortadas em fatias de 2,5 cm no sentido transversal da peça e as leituras foram realizadas em sete repetições em cada face. Os parâmetros foram avaliados de acordo com o sistema CIE $L^*a^*b^*$: L^* (luminosidade); a^* (intensidade de cor vermelha – índice de verde a vermelho) e b^* (intensidade de cor amarela – índice de azul a amarelo) e a partir desses foram calculados os índices de saturação (C) e tonalidade (h), de acordo com as fórmulas (3.1) e (3.2):

$$C_{ab} = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (3.1)$$

$$h = \tan^{-1}(b/a) \quad (3.2)$$

Análises reológicas

As análises de textura instrumental foram realizadas em texturômetro universal modelo TA.XTplus (*Stable Micro Systems*, Godalming, UK), a 20 °C, em cinco repetições, com resultados fornecidos pelo *software Texture Exponent Lite* (*Stable Micro Systems*). Para análise do perfil de textura (TPA), de acordo com Tabilo et al. (1999), as amostras foram preparadas em cubos de 2 cm, e submetidas a uma compressão dupla de 20% utilizando-se prato de compressão de 75 mm de diâmetro, a uma velocidade constante de 1,0 mm.s⁻¹, com intervalo de 5 segundos entre a primeira e a segunda compressão.

De acordo com curva de TPA gerada, foram avaliados os seguintes parâmetros: dureza (N), determinada pela área total ou pico de força máxima durante a primeira compressão;

adesividade (N.mm), área negativa da curva, após a primeira compressão; coesividade, razão entre as áreas da segunda e da primeira compressão; elasticidade (mm), apontada pela distância entre o fim da primeira compressão e o pico da segunda compressão; mastigabilidade (N.mm) obtida pelo produto da dureza, coesividade e flexibilidade; resiliência, calculada pela razão entre a área da primeira descompressão e a área da primeira compressão (TABILO et al., 1999).

Para avaliação da força de cisalhamento as amostras foram preparadas nas dimensões de 1,5 x 1,5 x 4cm e foi utilizada lâmina *Warner-Bratzler Blade* a velocidade de 2,0 mm.s⁻¹. Para análise da força de compressão foi utilizado corpo de prova P36/R, a velocidade de 1,5 mm.s⁻¹, com compressão de 66,67% das amostras preparadas a 1,5 x 1,5 x 2 cm (PEDROSO; DEMIATE, 2008).

Análise de propriedades tecnológicas

A Capacidade de Retenção de Água (CRA) das amostras foi avaliada de acordo com método utilizado por Prestes; Carneiro e Demiate (2012). As amostras foram cortadas em formato cilíndrico, de 3 cm de diâmetro x 2,5 cm de altura, pesadas e comprimidas com peso de 3 kg por 15 minutos. Após a compressão, as amostras foram secas em papel toalha e pesadas novamente. A retenção de água foi calculada por diferença de peso em percentual.

A avaliação de perdas por congelamento foi realizada de acordo com método de Lee et al. (2002), adaptado por Prestes et al. (2013). As amostras foram preparadas em cilindros de 3 cm de diâmetro x 1cm de altura, pesadas, embaladas individualmente em papel alumínio, e congeladas a -18°C por 72 horas. Após esse período as amostras foram descongeladas, por 4 horas, a temperatura ambiente, embaladas em papel filtro de 12,5 cm de diâmetro e prensadas por 5 minutos com peso de 2 kg. Após a prensagem as amostras foram retiradas do papel filtro e pesadas novamente. A perda de massa por congelamento foi dada pela diferença de peso em porcentagem.

O método proposto por Hachmeister e Herald (1998) foi utilizado para avaliação das perdas por aquecimento. As amostras foram cortadas com dimensões de 2,0 x 2,0 x 6,0 cm aproximadamente e pesadas. Após preparo dos cortes, as amostras foram emersas em 400 mL de água em ebulição em béquer de 500 mL coberto com vidro de relógio, por 6 min. Decorrido o tempo de aquecimento, as amostras foram retiradas da água, secas em papel

toalha e colocadas sob refrigeração ($\pm 7^{\circ}\text{C}$) por 6 minutos. O percentual de perda por aquecimento foi calculado pela diferença de peso em porcentagem.

Para avaliação de sinérese foi seguido o método utilizado por Prestes; Carneiro e Demiate (2012). As amostras foram cortadas em cubos de 2 x 2 cm, pesadas e embaladas a vácuo em sacos de polietileno com 0,05 mm de espessura, e armazenadas refrigeradas ($\pm 7^{\circ}\text{C}$), por sete dias. A cada dois dias as amostras eram retiradas da refrigeração e mantidas a temperatura ambiente por duas horas, para simular condições de estresse a que o produto possa estar sujeito nos pontos de venda. Após o período de sete dias as amostras foram retiradas da embalagem, secas em papel toalha e pesadas. O percentual de sinérese foi calculado pela diferença de peso em porcentagem.

Análise microbiológica

As amostras foram submetidas às seguintes análises microbiológicas de acordo com a RDC12 (BRASIL, 2002): Coliformes Termotolerantes a 45°C ; *Salmonella* sp; *Staphylococcus* coagulase positiva e Clostrídios sulfito redutores. Todas as análises foram realizadas em triplicata, anteriormente às sessões de análise sensorial. No momento da avaliação microbiológica as amostras apresentavam vida útil de 17 a 32 dias após a sua produção.

Avaliação sensorial

Para avaliação sensorial foi aplicado o teste de aceitabilidade, de acordo com IAL (2005), com 60 avaliadores não treinados, para os atributos cor, sabor, aspecto visual e aceitação global, com escala hedônica de 9 pontos, ancoradas nas extremidades em desgostei extremamente (1) e gostei extremamente (9) (Anexo II). O estudo, previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (COEP) da UEPG (parecer nº CAAE: 11190013.1.0000.0105), foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, em cabines individuais. As amostras foram preparadas em cubos de aproximadamente 2 cm a temperatura inferior de 10°C e apresentadas de forma monádica em códigos de três dígitos, em blocos incompletos balanceados, em três sessões distintas. Para limpeza do palato, os avaliadores foram orientados a consumir água e/ou biscoito água e sal entre as avaliações.

Análise estatística

Os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão. A correlação entre as variáveis físico-químicas, reológicas, microbiológicas e sensoriais foi analisada por método de Spearman, visto que os dados não apresentaram distribuição normal (GRANATO, CALADO; JARVIS, 2014).

Análise hierárquica de agrupamentos (HCA) é uma técnica estatística não supervisionada que busca por grupos naturais entre amostras, para reconhecimento de um padrão entre os agrupamentos (GRANATO et al., 2011). Para HCA foram utilizados os resultados das análises de caracterização físico-química, reológica, cor instrumental, e propriedades tecnológicas, num total de 34 análises avaliadas. Os dados foram autoescalados, e como parâmetros preliminares foram utilizados método de ligação de Ward e distância Euclidiana (GRANATO, KATAYAMA; CASTRO, 2012). Os resultados foram expressos graficamente, em dendrogramas de variáveis e de amostras, para avaliação da associação entre as variáveis estudadas e para separação das amostras em grupos, respectivamente. A homogeneidade de variância entre os grupos obtidos pela HCA foi verificada por teste de Levene, e as diferenças estatísticas foram determinadas por Anova unifatorial (ANOVA) ou teste de Kruskal-Wallis Anova para dados paramétricos e não-paramétricos, respectivamente. Ainda para os dados paramétricos que apresentaram diferença significativa a 95% de confiança foi aplicado o teste de médias de Fisher.

Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada em duas etapas. Na primeira PCA as amostras foram classificadas de acordo com os seguintes resultados físico-químicos e instrumentais: preço de venda, umidade, teor de proteína, lipídios, sódio, L*, a*, b*, C, h, perdas por sinérese, congelamento, aquecimento, capacidade de retenção de água, dureza e mastigabilidade. Outra PCA foi construída para dados sensoriais de cor, sabor, visual e aceitação global. Para ambas as PCAs os resultados das análises foram adotados como colunas e as amostras como linhas. Foram usadas duas componentes principais (PC1 e PC2) para projeção dos dados e foram obtidos os autovalores e a variância explicada. Todos os resultados foram previamente autoescalados para igualar a importância estatística das variáveis (GRANATO et al., 2013). Para análise estatística foi utilizado o Software Statistica versão 7.0 (Statsoft Inc., Tulsa, USA) e Excel versão 2010 (Microsoft, Redmond, WA, USA).

2.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil de consumidores de presunto cozido

O questionário foi respondido por 384 pessoas, 39% com idade entre 21 e 30 anos, 28% entre 31 e 40 anos, 15% entre 41 e 50 anos, 12 % acima de 50 anos e 6% abaixo de 20 anos. A maioria dos participantes declarou alto grau de escolaridade, com 58% pós-graduados, 32% graduados, 6% com ensino médio e 3% com ensino fundamental.

Os resultados obtidos (Figura 2.1) podem ser considerados expressivos devido à elevada frequência de consumo dos participantes: 35% dos respondentes consomem uma ou duas vezes por semana e 19% consomem três vezes por semana ou mais. A preferência por presunto cozido foi apontada por 90% das pessoas, frente ao apresuntado, produto similar de menor preço de venda. Notou-se que apenas uma pequena parcela (7%) dos participantes declarou não perceber diferença entre presunto cozido e apresuntado. Podem-se ressaltar como principais diferenças tecnológicas entre os dois produtos: a utilização de matéria-prima, cominuída ou não, de músculo dianteiro, em apresuntados, frente à utilização de músculos íntegros de pernil em presunto cozido; e a utilização de amido em apresuntados e a proibição desse ingrediente em presuntos (BRASIL, 2000).

Apesar da predominância de poucas marcas comerciais no mercado nacional, a maioria dos participantes da pesquisa (60%) não declarou fidelidade a uma marca específica, apontando a qualidade global do produto como a principal motivação para compra (74% das respostas). Outros 19% dos respondentes afirmaram ser o preço de venda o principal critério na escolha do produto. Fatores extrínsecos à qualidade do produto, como, preço de venda, atividades promocionais, disponibilidade e posicionamento do produto no local de venda tem grande influência na decisão de compra (DAWSON, 2013).

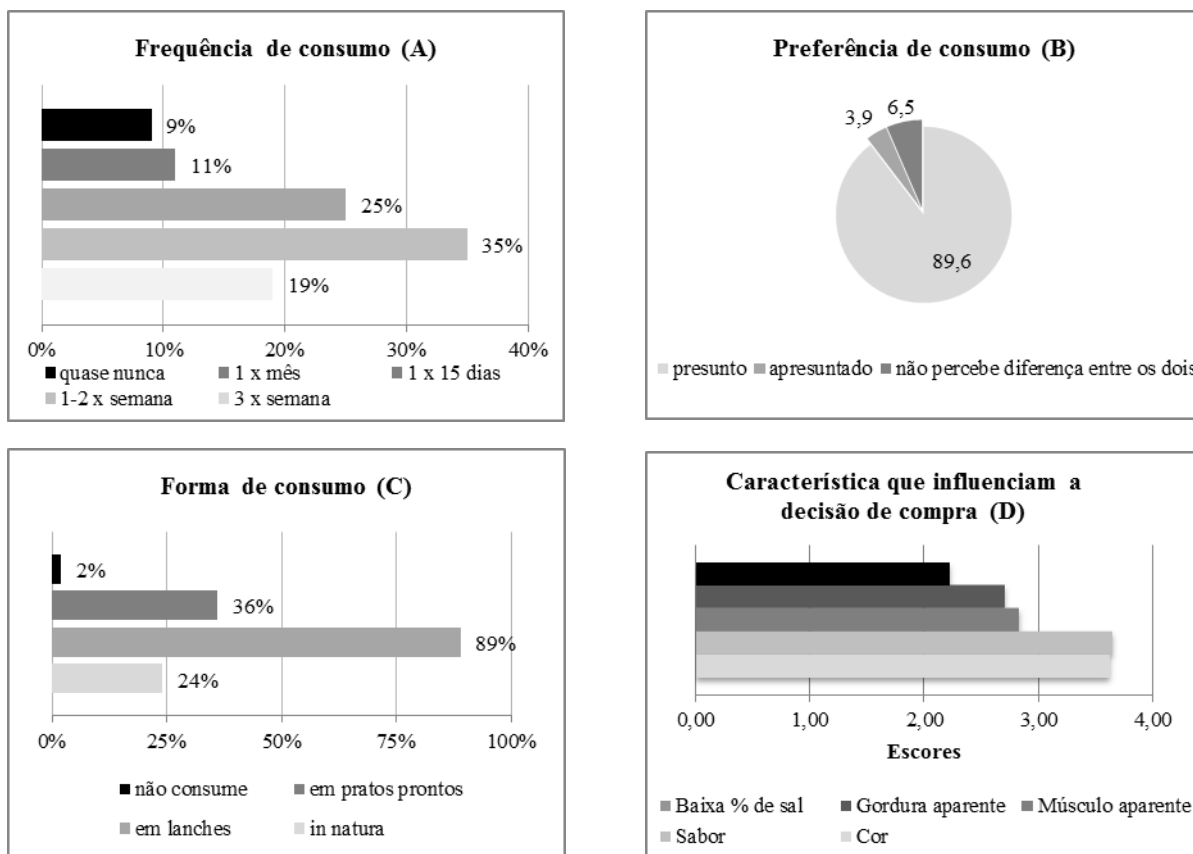


Figura 2.1 - Perfil de consumidores de presunto cozido

Nota - (A) Frequência de consumo; (B) Preferência de consumo por similaridade de produto; (C) Forma de consumo. Obs. A somatória pode ultrapassar 100%, porque mais de uma alternativa poderiam ser escolhidas no momento da resposta; (D) Características de qualidade do produto que influenciam a decisão de compra – escores: médias das notas atribuídas de 1 a 5.

Quanto às características do produto esperadas pelo consumidor, as respostas do questionário aplicado (Figura 2.1D) apontaram o sabor e a cor como as mais importantes no momento da compra. Segundo Li (2011), a cor é uma das características mais importantes em presunto cozido fatiado, com grande influência sobre a intenção de compra do consumidor. Issanchou (1996), em um estudo sobre presunto cozido, concluiu que 60% dos consumidores apresentaram preferência por presuntos com fatias coesas, com coloração levemente rosada e com corte de aparência regular.

Avaliação da qualidade de amostras comerciais

Todas as amostras apresentaram-se dentro do padrão microbiológico determinado pela legislação brasileira (BRASIL, 2002). Este resultado era esperado, por se tratar de uma obrigação legal das empresas, que devem garantir a segurança microbiológica do produto durante toda a vida útil declarada.

Os resultados obtidos para composição centesimal das amostras estão apresentados na Tabela 2.1. O teor de umidade das amostras variou de 74,66 a 78,71%. O teor de proteína médio foi de 14,21%, mas foi possível observar que uma amostra apresentou resultado abaixo do exigido pela legislação ($11,57\% \pm 0,51$). Duas amostras apresentaram resultados acima do permitido para a relação água/proteína ($5,73 \pm 0,36$ e $6,48 \pm 0,28$), indicando uma maior adição de água no produto. Ainda, duas amostras apresentaram resultado positivo para o teste qualitativo de presença de amido, indicando uma provável fraude econômica. No geral, oito das onze amostras avaliadas atenderam todos os parâmetros físico-químicos definidos pela legislação.

Os resultados encontrados para gordura, entre 0,89 e 3,57% confirmam que o presunto cozido pode ser considerado um produto cárneo com baixo teor de gordura quando comparado a apresuntados e linguças. Baggio e Bragnanolo (2008) compararam esses três tipos de produtos comercializados no Brasil e concluíram que o presunto apresentou o menor teor de lipídios, com resultados entre 2,1 a 3,7%, enquanto que apresuntados apresentaram resultados entre 3,9 e 8,0% e linguça tipo Toscana apresentaram teor de lipídios de 13,4 a 29,0%.

Os valores encontrados para teor de sódio das amostras, que variaram de 0,79 a 1,35%, foram comparados aos declarados no rótulo dos produtos, aplicando-se teste *t* para amostra única. Duas amostras apresentaram resultados significativamente diferentes dos declarados nas embalagens: a amostra 2 continha teor de sódio superior ao informado ($p = 0,023$) e a amostra 9 apresentou resultado inferior ($p = 0,008$). Os presuntos cozidos comercializados no Brasil apresentaram menor teor de sódio que presuntos cozidos de outros países. Casiraghi; Alamprese e Pompei (2007) encontraram teores de sódio médio de 2,2% em presuntos cozidos produzidos na Dinamarca e França, enquanto na República Tcheca, Válková et al. (2007) encontraram valores entre 2,16 a 3,48%.

As análises físico-químicas, determinação de cor, análises de perdas, avaliação da qualidade tecnológica e avaliação sensorial foram tratadas estatisticamente por Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA). O dendrograma apresentado na Figura 2.2 mostra a associação entre as variáveis estudadas e a Figura 2.3 apresenta o dendrograma das amostras.

Tabela 2.1 - Resultados físico-químicos (médias $\pm$ DP) para as amostras comerciais de presunto cozido.

Amostras	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Relação Água/Proteína	Lipídios (%)	Sódio (g.kg ⁻¹)	Amido
1	74,66 $\pm$ 0,11	3,90 $\pm$ 0,01	11,53 $\pm$ 0,51	6,48 $\pm$ 0,28	0,89 $\pm$ 0,01	1,09 $\pm$ 0,11	presente
2	76,01 $\pm$ 0,70	3,97 $\pm$ 0,01	14,05 $\pm$ 1,72	5,44 $\pm$ 0,65	3,57 $\pm$ 0,16	1,35 $\pm$ 0,14	ausente
3	78,18 $\pm$ 0,14	3,57 $\pm$ 0,01	14,61 $\pm$ 0,21	5,35 $\pm$ 0,08	2,22 $\pm$ 0,39	0,96 $\pm$ 0,11	ausente
4	77,74 $\pm$ 0,16	3,39 $\pm$ 0,03	15,13 $\pm$ 0,04	5,14 $\pm$ 0,02	1,80 $\pm$ 0,08	0,85 $\pm$ 0,13	ausente
5	78,17 $\pm$ 0,75	3,52 $\pm$ 0,19	14,52 $\pm$ 0,32	5,38 $\pm$ 0,17	1,43 $\pm$ 0,29	1,04 $\pm$ 0,15	ausente
6	77,12 $\pm$ 0,36	3,88 $\pm$ 0,01	14,42 $\pm$ 0,15	5,35 $\pm$ 0,05	2,06 $\pm$ 0,15	1,19 $\pm$ 0,07	ausente
7	77,19 $\pm$ 0,29	3,73 $\pm$ 0,04	14,45 $\pm$ 0,29	5,35 $\pm$ 0,12	2,32 $\pm$ 0,04	1,05 $\pm$ 0,09	ausente
8	78,71 $\pm$ 0,15	3,09 $\pm$ 0,03	13,77 $\pm$ 0,86	5,73 $\pm$ 0,36	2,94 $\pm$ 0,04	0,79 $\pm$ 0,19	ausente
9	78,70 $\pm$ 0,09	3,57 $\pm$ 0,03	14,97 $\pm$ 1,80	5,31 $\pm$ 0,62	1,56 $\pm$ 0,18	1,03 $\pm$ 0,04	ausente
10	75,30 $\pm$ 0,36	4,10 $\pm$ 0,12	14,44 $\pm$ 0,40	5,22 $\pm$ 0,14	1,29 $\pm$ 0,10	1,25 $\pm$ 0,19	presente
11	77,56 $\pm$ 0,31	3,70 $\pm$ 0,02	14,41 $\pm$ 1,03	5,40 $\pm$ 0,37	2,41 $\pm$ 0,11	1,12 $\pm$ 0,18	ausente
Padrão ¹	NE	NE	mín 14%	máx. 5,35	NE	NE	ausente
p- valor	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,003*	<0,001*	0,002*	

Nota - ¹ BRASIL, 2000; NE – Não estabelecido; P-valor Anova/ teste de Welch - * significativo a 95% de confiança.

Pelo dendrograma da Figura 2.2 pode-se observar associação entre preço de venda e proteína, apesar de essas variáveis não apresentarem correlação significativa por análise de Spearman ($\rho = 0,49$, $p = 0,13$). Valkóvá et al. (2007), em um estudo de presunto cozido comercializado em supermercados na República Tcheca, afirmaram que quanto maior o teor de proteína em presuntos, melhor sua qualidade. De fato, em muitos países incluindo o Brasil, o teor de proteína é um dos principais fatores que regulam e classificam os diversos tipos de presunto cozido (BRASIL, 2000).

Os parâmetros L* e teor de lipídios apresentaram correlação positiva ($\rho = 0,90$; $p < 0,001$) e também apresentaram forte associação, como mostrado na Figura 2.2. O teor de lipídios pode ser correlacionado negativamente ao parâmetro a* ($\rho = -0,93$; $p < 0,001$). Esses resultados foram similares aos encontrados por Tomovic et al. (2013) ao avaliarem presuntos cozidos com 20% de injeção. Esses autores encontraram correlação positiva entre L* e lipídios ($r = 0,49$; $p < 0,05$) e correlação negativa entre L* e a* ($r = -0,88$; $p < 0,01$), e entre a* e teor de lipídios ($r = -0,93$; $p < 0,001$), confirmando que o aumento do teor de lipídios aumenta a luminosidade do produto, mas diminui a coloração rósea característica, proveniente da mioglobina. O teor de proteína apresentou correlação negativa com b* ($\rho = -0,62$; $p = 0,05$), indicando que quanto maior o teor de proteína menor a predominância da cor amarela.

Tomovic et al. (2013), ainda afirmaram que quanto maior o teor de proteína, maior a intensidade de cor vermelha do produto, visto encontrarem correlação significativamente positiva entre proteína e o parâmetro a^* ($r = 0,53$; $p < 0,05$), devido a maior presença de mioglobina. A luminosidade (L^*) é considerada um dos principais parâmetros de qualidade de produtos cárneos e que mais contribui para a intensidade de coloração rósea, juntamente com a^* (BREWER et al., 2001). O parâmetro a^* é o mais sensível gerado pela análise instrumental de cor, e ao caracterizar a cor vermelha, avalia a estabilidade de produtos cárneos (GARCIA-ESTEBAN, 2003).

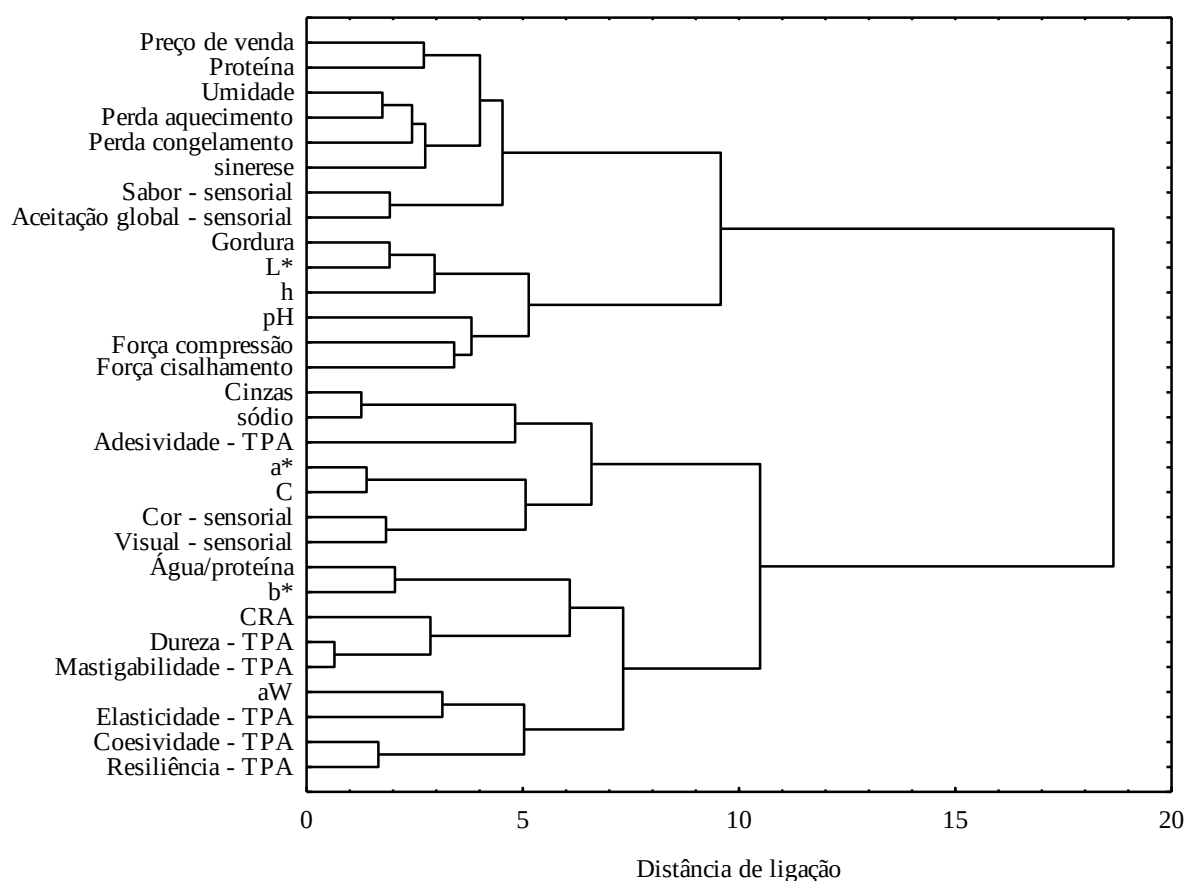


Figura 2.2 - Análise Hierárquica de Agrupamentos aplicada às variáveis estudadas

Os parâmetros reológicos avaliados em texturômetro apresentaram correlação entre si, conforme esperado, por serem calculados a partir de uma mesma variável, e correlação com algumas propriedades tecnológicas.

A dureza apresentou correlação positiva com CRA ($\rho = 0,71$; $p = 0,02$). As proteínas miofibrilares extraídas criam uma rede proteica densa e retêm água. A combinação com ingredientes que incorporam água, como o amido, aumenta ainda mais a rede proteica (TORNBERG, 2005). Prestes et al. (2013) relataram aumento na capacidade de retenção de água e na força de compressão de amostras de presunto adicionadas de ingredientes que atuam como gelificantes. A CRA pode ser correlacionada negativamente às perdas por congelamento ($\rho = -0,71$; $p = 0,02$) e aquecimento ($\rho = -0,63$; $p = 0,04$). Foi observado que quanto maior a capacidade do produto reter água na matriz proteica, menor a perda de água durante o processamento.

A força de cisalhamento mostrou correlação negativa com a relação água/proteína ($\rho = -0,70$; $p = 0,02$), indicando que quanto maior a relação água/proteína menor a força é necessária para o corte, ou seja, mais macio o produto.

Os parâmetros sensoriais avaliados não apresentaram correlação estatística significativa com os parâmetros instrumentais e físico-químicos, provavelmente devido à avaliação com consumidores. Esse resultado pode ter relação com o fato do presunto cozido, no Brasil, ser consumido em lanches, como sanduíches e pratos prontos, como pizzas, lasanhas, entre outros, como mostra o resultado do questionário aplicado (Figura 2.1 C). Segundo Granato; Calado e Jarvis (2014), diferenças em hábitos de consumo e preparo do produto podem afetar os resultados da análise de correlação.

Conforme apresentado na Figura 2.3, as amostras foram separadas em três grupos, de acordo com a similaridade de suas características físico-químicas.

A Tabela 2.2, que apresenta os resultados da ANOVA para os grupos obtidos na HCA, mostra que houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos parâmetros umidade, cromaticidade, perda por sinérese, perda por congelamento, perda por aquecimento e aceitação sensorial.

O grupo 1, nomeado como “Grupo de preço e qualidade inferior”, apresentou resultados significativamente inferiores para as análises de umidade ($p = 0,011$), perda por sinérese ($p = 0,010$), perda por congelamento ($p = 0,030$) e perda por aquecimento ($p = 0,006$). As amostras desse grupo foram as únicas a apresentar resultado positivo para a análise qualitativa de amido. Visto que a adição de amido em presuntos é proibida pela legislação brasileira, esse resultado indicou uma fraude econômica com provável objetivo de reter mais água ao produto para aumentar seu rendimento industrial, melhorar o desempenho dessas

amostras durante o seu processamento e na industrialização de pratos prontos, e melhorar a estabilidade durante a vida útil.

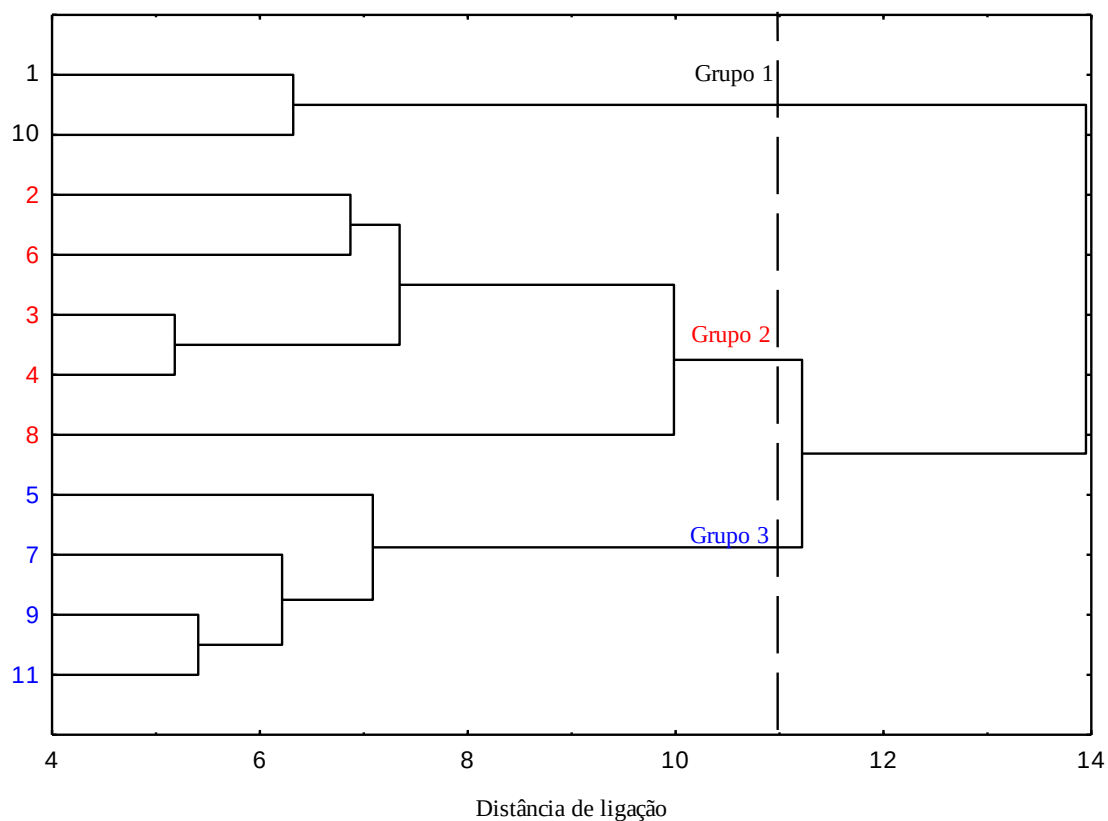


Figura 2.3 - Análise Hierárquica de Agrupamentos aplicada às amostras de presunto cozido

Pedroso e Demiate (2008) demonstraram, em trabalho experimental, que a adição de amido na formulação de presuntos de peru apresentou efeito significativo negativo para a perda por aquecimento, ou seja, que a adição de amido diminui a perda por aquecimento. Esses autores estudaram o uso isolado e combinado de amido de mandioca e carragena em presunto de peru, concluindo que há uma melhora nas características de processamento do produto, como diminuição de perdas e aumento da capacidade de retenção de água. Prestes et al. (2013) afirmaram que a adição de 2% de amido modificado em presunto de peru proporcionou diminuição nas perdas por aquecimento e congelamento; e que a adição de uma mistura de 2% de amido modificado, 2% de colágeno hidrolisado e 0,3% de goma guar apresentou o menor resultado para sinérese.

O grupo 2, classificado como “Grupo de preço e qualidade intermediários” apresentou o maior teor de lipídios ($p = 0,06$) e o menor valor para cromaticidade (C) ($p = 0,009$), ressaltando a alta correlação negativa ($\rho = -0,90$, $p < 0,001$) entre essas duas variáveis, de acordo com análise de Spearman. Mesmo não havendo correlação significativa entre os parâmetros sensoriais e os demais parâmetros de qualidade analisados, os grupos 2 (“Grupo de preço e qualidade intermediários”) e 3 (“Grupo de preço e qualidade superior”), que apresentaram maiores valores de perdas por sinérese, congelamento e aquecimento e maiores teores de umidade, apresentaram escores para aceitação sensorial significativamente superiores ao grupo 1 ($p = 0,021$), o que pode demonstrar uma maior aceitação por produtos com maior umidade.

A PCA demonstrada na Figura 2.4 apresenta a representação gráfica das amostras em relação às análises físico-químicas e reológicas. As componentes principais 1 (PC1, autovalor 6,75) e 2 (PC2, autovalor 4,02) explicaram 67,3% da variância dos dados.

Na área à direita da PC1 encontraram-se as amostras com maior preço de venda, maiores teores de umidade, proteína e gordura, e maiores perdas por sinérese, congelamento e aquecimento, e maior luminosidade. Na área à esquerda as amostras alocadas apresentaram maior cromaticidade, maior CRA e maior dureza. Em relação a PC2, a área superior concentrou as amostras com maior gordura, maior luminosidade e tonalidade, e maior CRA; na área inferior localizaram-se as amostras com maior cromaticidade.

Tabela 2.2 - Resultados (média) das análises físico-químicas, reológicas e sensorial dos grupos sugeridos na Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA).

	Grupo 1 – Preço e qualidade inferior (n=2)	Grupo 2 – Preço e qualidade intermediários (n=5)	Grupo 3 – Preço e qualidade altos (n=4)	DPM	p-valor Levene	p-valor Anova/Kruskall-Wallis
Preço (R\$/kg)	11,45	15,63	18,02	3,459	0,726	0,072
Umidade (%)	74,98 ^b	77,55 ^a	77,91 ^a	1,354	0,419	0,011*
Cinzas (%)	4,00	3,58	3,63	0,288	0,122	0,213
Proteína (%)	12,99	14,39	14,59	0,964	0,601	0,426
Água/proteína	5,85	5,40	5,36	0,368	0,772	0,969
Lipídios (%)	1,09	2,52	1,93	0,771	0,153	0,060
aW	0,98	0,98	0,98	0,005	0,159	0,582
pH	6,48	6,49	6,46	0,091	0,342	0,924
Sódio (g.kg ⁻¹)	1,17	1,03	1,06	0,164	0,567	0,484
L*	63,48	66,77	64,72	2,128	0,611	0,119
a*	13,74	11,95	13,12	1,133	0,258	0,097
b*	9,75	8,60	8,81	0,757	0,378	0,196
C	16,86 ^a	14,76 ^b	15,83 ^a	1,000	0,587	0,009*
h	35,32	35,93	34,02	3,454	0,786	0,751
CRA (%)	99,51	97,70	98,56	1,262	0,062	0,063
Sinerese (%)	1,17 ^b	5,01 ^a	6,56 ^a	2,391	0,247	0,010*
PC (%)	2,50 ^b	11,21 ^a	10,52 ^a	4,476	0,200	0,030*
PA (%)	5,44 ^b	17,22 ^a	15,21 ^a	5,296	0,538	0,006*
Dureza (N)	14,77	11,05	13,36	2,362	0,150	0,110
Adesividade ³	-0,10	-0,16	-0,63	0,366	0,063	0,098
Elasticidade ²	0,93	0,90	0,95	0,036	0,054	0,055
Coesividade ³	0,87	0,87	0,88	0,009	0,070	0,202
Mastigabilidade ¹	11,83	8,70	11,19	2,025	0,254	0,063
Resiliência ³	0,55	0,55	0,58	0,022	0,171	0,141
FCO (N)	33,76	50,01	38,93	10,632	0,363	0,108
FCI (N)	10,23	17,68	11,03	5,754	0,302	0,056
Cor ⁴	7,40	7,01	7,51	0,365	0,270	0,097
Sabor ⁴	6,79	7,30	7,24	0,300	0,129	0,102
Visual ⁴	7,16	7,07	7,48	0,291	0,304	0,088
Aceitação ⁴	6,81 ^b	7,19 ^a	7,42 ^a	0,283	0,320	0,021*

Nota - DPM – desvio padrão médio; * significativo a 95% de confiança; letras diferentes na mesma linha indicam diferença nas amostras; CRA – capacidade de retenção de água; PC – perda por congelamento; PA – perda por aquecimento; FCO – Força de compressão; FCI – Força de cisalhamento; 1 – expresso em N.mm; 2 – expresso em mm; 3 – parâmetro adimensional; 4 – escore de 1 a 9.

A PCA para análise sensorial apresentou variância explicada de 95,8% nas duas dimensões e está representada na Figura 2.5, que demonstra o posicionamento gráfico das amostras e a projeção das variáveis analisadas pelos avaliadores.

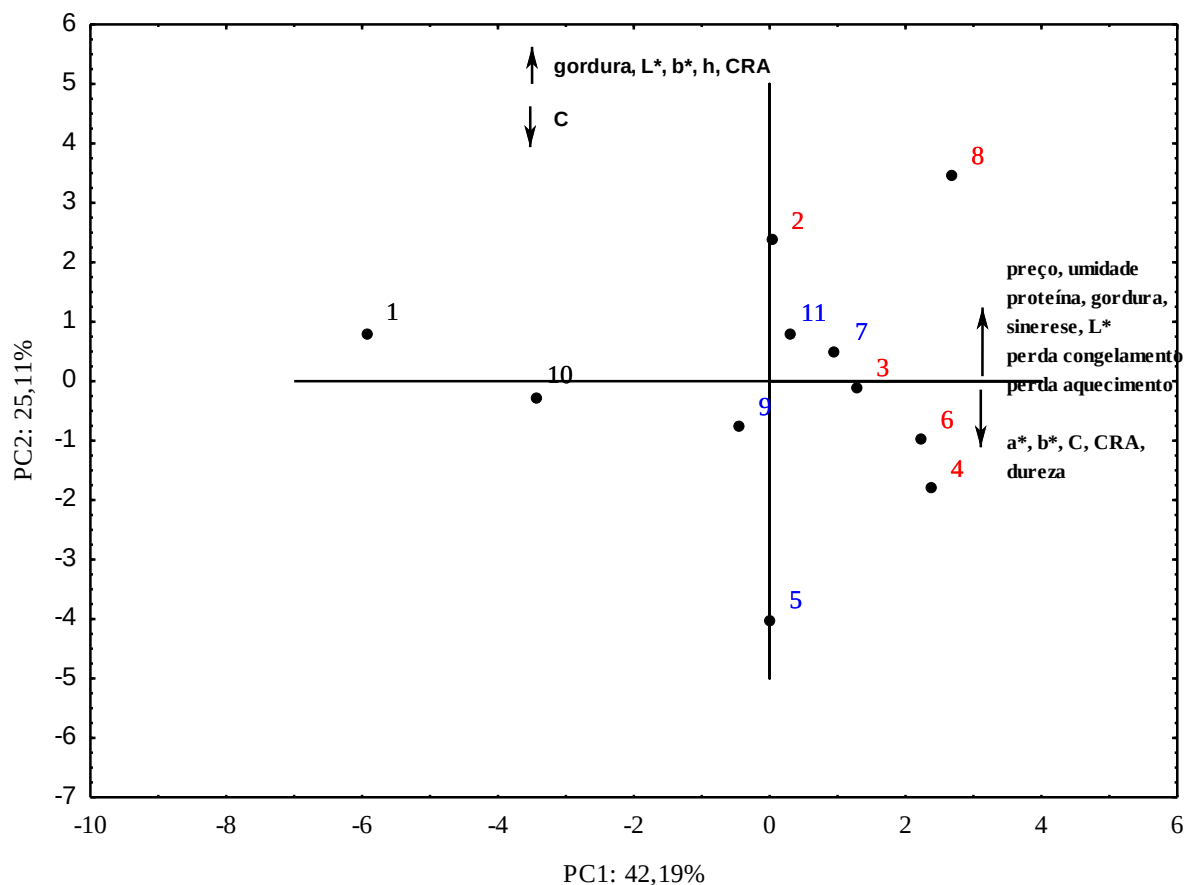


Figura 2.4 - Gráficos de escores da PC1 x PC2 das amostras comerciais de presunto cozido em relação às análises físico-químicas e reológicas

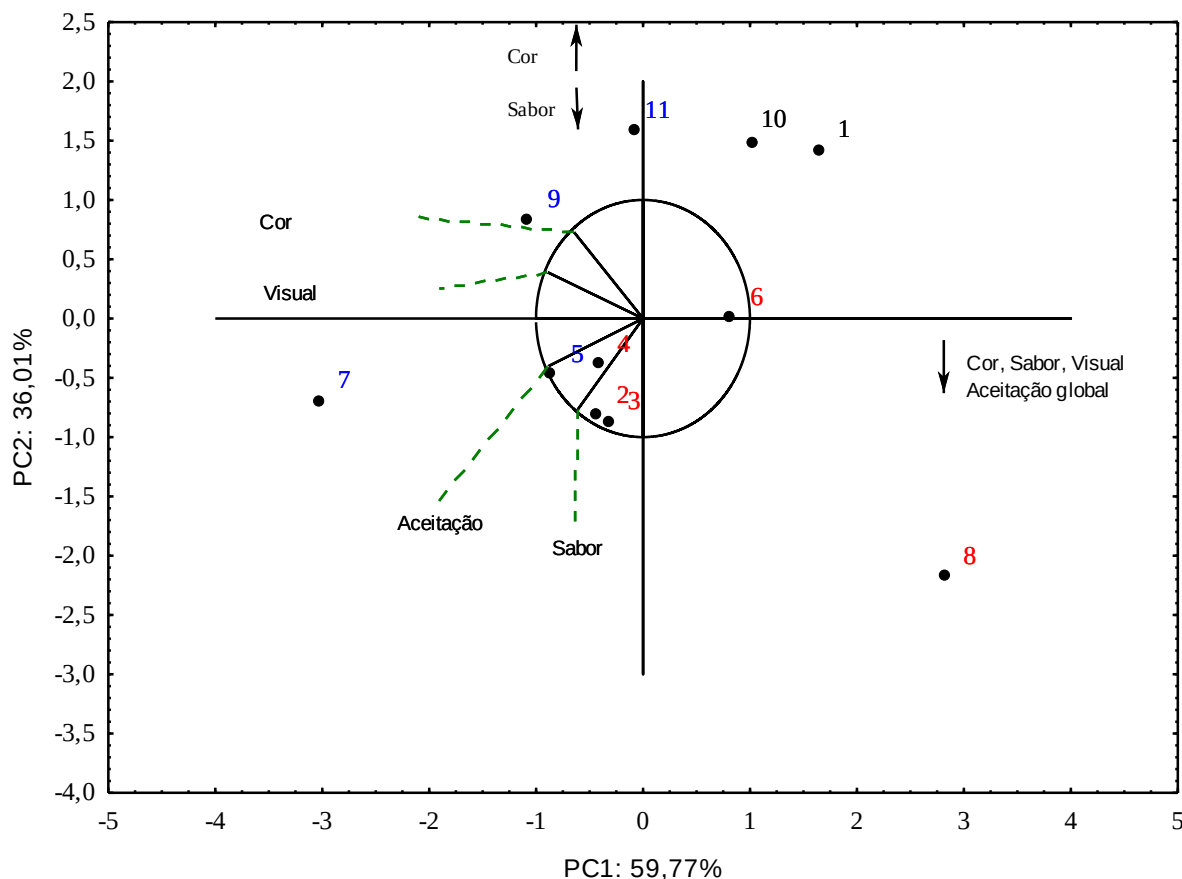


Figura 2.5 - Gráfico de escores da PC1 x PC2 das amostras comerciais de presunto cozido com projeção dos atributos sensoriais avaliados

As amostras com maiores escores nos atributos sabor e aceitação global agruparam-se no 3º quadrante e corresponderam a algumas das amostras segmentadas nos grupos 2 e 3 da HCA. As amostras mais aceitas pelos consumidores em relação a esses atributos foram as que apresentaram altos teores de umidade, proteína, gordura e luminosidade (amostras 2, 3, 4, 5 e 7). No lado oposto, 1º quadrante, estão posicionadas as amostras do grupo 1 da HCA, que apresentaram menores valores na avaliação sensorial.

2.5 – CONCLUSÕES

O estudo do perfil de consumidores demonstrou que a escolha do presunto cozido no momento da compra é motivada pela qualidade global do produto, sendo o sabor e a cor as características mais apreciadas. Os participantes declararam não haver preferência por uma marca específica, apesar do mercado brasileiro ser dominado por poucos processadores e poucas marcas comerciais.

Em relação à qualidade dos presuntos comercializados foi possível observar que oito das onze amostras atenderam todas as especificações determinadas pela legislação. Duas amostras foram consideradas fraudadas por adição de amido. Todas as amostras apresentaram resultados microbiológicos satisfatórios quanto à legislação vigente.

A análise de Cluster permitiu a classificação das amostras em três grupos, que apresentaram diferença significativa no teor de umidade, cromaticidade, perdas por sinérese, aquecimento e congelamento. A classificação desses grupos pode ser confirmada pela análise de Componentes Principais, que indicou que as amostras mais aceitas pelos consumidores em relação ao sabor e aceitação global foram aquelas que apresentaram maiores teores de umidade, proteína, gordura e luminosidade.

Este trabalho demonstrou que técnicas multivariadas foram eficazes na avaliação da qualidade de presuntos cozidos disponíveis no mercado e na indicação dos parâmetros físico-químicos associados à percepção da qualidade do produto. Os resultados obtidos por essas ferramentas podem ser interessantes para as indústrias processadoras na manutenção da qualidade de seus produtos e no desenvolvimento de novos produtos que atendam às necessidades do consumidor.

2.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEPCS. Relatório ABIEPCS 2012. Disponível em: http://www.abiepcs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIEPCS_relatorio_2011_pt.pdf. Acesso em 02/07/2012.

ABIEPCS. Relatório ABIEPCS 2013. Disponível em: http://www.abiepcs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIEPCS_relatorio_2012_pt.pdf. Acesso em 29/08/2013.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the association of analytical Chemists. 40 ed. Washington, DC.

BAGGIO, S. R.; BRAGAGNOLO, N. Lipid Fraction Quality Evaluation of Brazilian Meat-based Products. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 19, n. 3, 463-470, 2008.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. RDC nº12, de 2 de Janeiro de 2002. Diário Oficial. Brasília, p.68, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos**. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Diário Oficial, Brasília. seção 1, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Presunto**. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Diário Oficial, Brasília. seção 1, p.7-12, 2000.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Atribuição de Aditivos**. Instrução Normativa nº 51, de 29 de dezembro de 2006. Diário Oficial, Brasília. seção 1, 2007.

BREWER, M. S.; ZHU, L. G.; BIDNER, B.; MEISINGER, D. J.; McKEITH, F. K. Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. **Meat Science**, v.57, p. 169-176, 2001.

CASIRAGHI, E.; ALAMPRESE, C.; POMPEI, C. Cooked ham classification on the basis of brine injection level and pork breeding country. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 1, p. 164-169, 2007.

CHENG, Q.; SUN, D.-W.; SCANNELL, A. G. M. Feasibility of water cooking for pork ham processing as compared with traditional dry and wet air cooking methods. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 4, p. 427-433, 2005.

CRUZ, A.; CADENA, R.; ALVARO, M.; SANT'ANA, A.; OLIVEIRA, C.; FARIA, J.; BOLINI, H.; FERREIRA, M. Assessing the use of different chemometric techniques to discriminate low-fat and full-fat yogurts. **Food Science and Technology**, n.50, p. 210-214, 2013.

DAWSON, J. Retailer activity in shaping food choice. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 339-347, 2013.

EMBRAPA. **Sistemas de Produção 2003**. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos>. Acesso em 18/01/2014

FERREIRA, M. M. C.; MORGANO, M. A.; QUEIROZ, S. C. N.; MANTOVANI, D. M. B. Relationships of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. **Food Chemistry**, n.69, p.259-265, 2000.

GARCIA-ESTEBAN, M.; ANSORENA, D.; GIMENO, O.; ASTIASARA, I. Optimization of instrumental colour analysis in dry-cured ham. **Meat Science**, v. 63, p. 287–292, 2003.

GRANATO, D.; BRANCO, G. F.; FARIA, J. A. F.; CRUZ, A. G. Characterization of Brazilian lager and brown ale beers based on color, phenolic compounds, and antioxidant activity using chemometrics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 3, p. 563-71, 2011.

GRANATO, D.; OLIVEIRA, C. C.; CARUSO, M. S. F.; NAGATO, L. A. F.; ALABURDA, J. Feasibility of different chemometric techniques to differentiate commercial Brazilian sugarcane spirits based on chemical markers. **Food Research International**, 2013. No prelo.

GRANATO, D.; CALADO, V. M.; JARVIS, B. Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology. **Food Research International**, v. 55, p. 137-149, 2014.

GRANATO, D.; KATAYAMA, F. C.; DE CASTRO, I. A. Characterization of red wines from South America based on sensory properties and antioxidant activity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 526-533, 2012.

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

HUE, C. **O mercado de frios no Brasil: uma estimação de demanda a partir de um modelo aids em três estágios**. 2011, 61f. Dissertação (Mestrado profissional em Finanças e Economia). Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020p.

ISSANCHOU, S. Consumer Expectations and Perceptions of Meat and Meat Product Quality. **Meat Science**, v. 45, p. 5-19, 1996.

LEE, M. H.; BACK, M. H.; CHA, D. S.; PARK, H. J.; LIM, S. T. Freeze-thaw stabilization of sweet potato starch gel by polysaccharide gums. **Food Hydrocolloids**, n.16, p.345-352, 2002.

MORETTI, V.; BELLAGAMBA, F.; PALEARI, M. A.; BERETTA, G.; BUSETTO, M. L.; CAPRINO, F. Differentiation of cured cooked hams by physico-chemical properties and chemometrics. **Journal of Food Quality**, n. 32, p. 125-140, 2009.

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p. 24-31, 2008.

PRESTES, R. C.; GRABOSKI, A.; ROMAN, S. S.; KEMPKA, A. P.; TONIAZZO, G.; DEMIATE, I. M.; DI LUCCIO, M. Effects of the addition of collagen and degree of comminution in the quality of chicken ham. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 4, p. 885-903, 2013.

PRESTES, R. C.; CARNEIRO, E. B.; DEMIATE, I. M. Hydrolyzed collagen, modified starch and guar gum addition in turkey ham. **Ciência Rural**, v.42, n. 7, p. 1307-1313, 2012.

TABILO, G.; FLORES, M.; FISZMAN, S. M.; TOLDRÁ, F. Postmortem meat quality and sex affect textural properties and protein breakdown of dry-cured ham. **Meat Science**, v. 51, n. 3, p. 255-260, 1999.

TOMOVIC, V. M; JOKANOVIC, M. R.; PETROVIC, L. S.; TOMOVIC, M. S.; TASIC, T. A.; IKONIC, P. M.; SUMIC, Z. M.; SOJIC, B. V.; SKALJAC, S. B.; SOSO, M. M. Sensory, physical and chemical characteristics of cooked ham manufactured from rapidly chilled and earlier deboned M. semimembranosus. **Meat Science**, v. 93, n. 1, p. 46-52, 2013.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005.

VÁLKOVÁ, V.; SALÁKOVÁ, A.; BUCHTOVÁ, H.; TREMLOVÁ, B. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. **Meat Science**, v. 77, n. 4, p. 608-15, 2007.

CAPÍTULO III

USO DE MATÉRIA-PRIMA CONGELADA POR MÉTODO LENTO E RÁPIDO NA PRODUÇÃO DE PRESUNTO COZIDO

3.1 - RESUMO

O uso de carne congelada/descongelada na produção de presunto cozido pode ser interessante do ponto de vista industrial, por aumentar a flexibilidade na aquisição de matéria-prima e permitir a utilização de matéria-prima com características homogêneas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do congelamento lento (tradicional) e rápido (nitrogênio líquido) do pernil suíno, e do uso do exsudado liberado no descongelamento, nas características físico-químicas, estruturais (reológicas e histológicas), tecnológicas e sensoriais de presunto cozido. O congelamento tradicional ocorreu por manutenção da carne em freezer industrial a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, e o congelamento rápido por imersão da matéria-prima em nitrogênio líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. As amostras congeladas foram mantidas em freezer a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 22 semanas, e após esse período descongeladas a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para uso no processamento de presunto cozido. Não foi observada diferença significativa ($p>0,05$) em relação às análises físico-químicas, cor (L^* , a^* , b^*), microbiológicas e na avaliação sensorial. Quanto à textura, apenas os parâmetros dureza e mastigabilidade apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) em relação ao controle produzido com matéria-prima resfriada. A análise de microscopia de luz das amostras de presunto cozido mostrou que houve alteração nos tecidos causada pelo congelamento e descongelamento das matérias-primas. O efeito da incorporação do exsudado foi significativo apenas para os parâmetros força de compressão e teor de sódio, mas ainda assim, essa diferença não foi percebida sensorialmente. Considerando os resultados obtidos pode-se comprovar a viabilidade do uso de matéria congelada/descongelada nas condições testadas em presuntos cozidos, independente do método de congelamento estudado. A possibilidade de utilização de pernil congelado/descongelado na produção de presuntos aumenta a flexibilidade das plantas de processamento sem prejuízo à qualidade esperada do produto.

PALAVRAS-CHAVE: Histologia, análise sensorial, congelamento lento, congelamento rápido

ABSTRACT

The use of meat frozen / thawed in the production of cooked ham may be interesting from an industrial point of view, for greater flexibility in acquisition of raw materials and allowing the use of raw material with homogeneous characteristics. This study aimed to evaluate the effect of slow freezing (traditional) and fast freezing (liquid nitrogen) for pig shank, and the use of exudate released upon thawing, on physico-chemical characteristics, structural (rheological and histological), technological and sensory characteristics of cooked ham. The slow freezing occurred by handling meat on an industrial freezer at -18°C , and the fast freezing by using liquid nitrogen. The samples were kept frozen at -18°C for 22 weeks and thereafter thawed at 5°C for use in the processing of cooked ham. No significant difference ($p>0,05$) was observed in the samples, in relation to physicochemical, instrumental color, microbiological and sensory analysis. For texture analysis, only the hardness and chewiness parameters showed significant differences ($p<0,05$) when compared to the control sample, produced with fresh meat (not frozen). Light microscopy of cooked ham's samples showed that there were changes in the tissues caused by freezing and thawing the raw materials. The effect of exudate was significant only for the sodium content and compression force parameters, but still, this difference was not perceived in the sensory analysis. The results obtained prove the feasibility of using frozen / thawed raw material, in the tested conditions , to produce cooked hams, regardless of freezing method studied. The possibility of using frozen / thawed meat could increases flexibility ham's processing plants keeping the high product quality

KEY-WORDS: Histology, sensory analysis, slow freezing, rapid freezing

3.2 - INTRODUÇÃO

As vantagens da conservação de alimentos por congelamento (retenção de voláteis, mudança mínima de propriedades sensoriais, ausência de crescimento microbiano) são em certa medida contra balanceadas pelos danos causados pela formação de gelo no interior do tecido (MARTINO et al., 1998). Miller; Ackerman e Palumbo (1980) foram um dos pioneiros a demonstrar que o congelamento de carnes afeta as propriedades estruturais e químicas dos músculos, principalmente com mudanças nas fibras musculares, lipídios e proteínas, influenciando os atributos de qualidade de produtos cárneos.

Os métodos de congelamento ultrarrápidos, que utilizam gases condensados como o nitrogênio líquido, produzem cristais de gelo muito pequenos, que resultam em mínimo dano à estrutura do tecido, e consequentemente um produto de maior qualidade, quando comparado ao produto submetido ao congelamento lento (URBAN; CAPBELL, 1994).

A taxa de congelamento determina o tamanho dos cristais de gelo formados, fator crítico para minimizar os danos nos tecidos e perda de líquido no descongelamento (LI; SUN, 2002). Cristais grandes são indesejáveis por causarem danos na estrutura dos tecidos, principalmente diminuindo a possibilidade de reidratação das células musculares durante o descongelamento, originando perdas elevadas por exsudação (WIRTH; LEISTNER; RODEL, 1981).

Belitz, Grosch e Schieberle (2009) afirmam que o descongelamento lento a baixas temperaturas é considerado mais adequado que o descongelamento rápido a altas temperaturas, por permitir a reabsorção parcial da água congelada pelas fibras musculares. A legislação brasileira determina que o descongelamento deva ocorrer em câmaras com circulação de ar a no máximo 5°C (BRASIL, 1995).

No exsudado liberado no descongelamento, conforme analisado por Savage; Warris e Jolley (1990) predominam as proteínas sarcoplasmáticas, solúveis em água, que incluem as enzimas. Assim, o exsudado pode ser relacionado à oxidação de proteínas do músculo, que podem afetar o pH, a coloração e a dureza (JOO et al., 1999).

Na prática industrial, muitas vezes não se utiliza o exsudado na fabricação de produtos cárneos, devido à sua coleta insatisfatória, ou até mesmo inexistente, durante o descongelamento. A maioria dos trabalhos que citam a industrialização de produtos cárneos

com matéria-prima congelada/descongelada não detalha sobre a incorporação ou não do exsudado liberado no descongelamento.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade define Presunto Cozido como o produto cárneo industrializado obtido com o pernil de suínos, desossado, adicionado de ingredientes e submetido a um processo de cozimento adequado (BRASIL, 2000).

A qualidade do presunto cozido depende da qualidade da matéria-prima utilizada e também do processamento, que inclui injeção de salmoura, tambleamento e cozimento. A injeção de salmoura assegura a uniformidade na distribuição de cloreto de sódio, nitritos e outros possíveis ingredientes, como açúcares, condimentos, polifosfatos (CASIRAGHI; ALAMPRESE; POMPEI, 2007). O processo de tambleamento, combinado com a cura do produto, causa desintegração da estrutura do tecido conectivo, bem como uma extração desejada das fibras musculares. Essa desintegração da musculatura facilita a rápida penetração e a distribuição uniforme da salmoura. As proteínas miofibrilares extraídas e rearranjadas pelo tambleamento coagulam após o tratamento térmico, promovendo a união dos pedaços de carne e assim contribuindo para a coesão e firmeza do presunto cozido (KATSARAS; BUDRAS, 1993). O cozimento contribui com aparecimento de atributos de qualidade sensorial esperados, como coloração e sabor característicos, e ainda assegura estabilidade físico-química e microbiológica (LI et al., 2011).

Diversos estudos têm sido feitos comprovando a compatibilidade de uso de matéria-prima congelada em vários tipos de produtos cárneos. Bañón et al. (1999) confirmaram a aceitação global por provadores de presunto cru produzido com matéria-prima congelada, comparado a presunto cru produzido com matéria-prima resfriada. Peña; Cid e Bello (1998) comprovaram por meio de comparação de características físico-químicas e perfil de proteínas, a possibilidade de utilização de carne congelada em presunto cozido espanhol. Sakata et al. (1995), em estudo sobre o uso de carne congelada em salsicha, demonstraram haver diferença somente na dureza das amostras, enquanto a coesividade e a elasticidade não diferiram nas amostras produzidas com matéria-prima congelada em relação as amostras obtidas com matéria-prima resfriadas. Em presunto cru ibérico, o efeito do uso de pernil congelado foi estudado na oxidação lipídica, no perfil de ácidos graxos e no perfil de compostos voláteis (PÉREZ-PALACIOS et al., 2009; PÉREZ-PALACIOS et al., 2010). O efeito do congelamento da matéria-prima na cor, textura e capacidade de retenção de água em presunto cozido foi estudado por Utrera et al. (2012) e Estevez (2011).

Apesar da legislação brasileira não restringir o uso de carne congelada para a produção de presuntos, essa não é uma prática comum na indústria nacional. Na Europa, porém, o uso de matéria-prima congelada e descongelada é corriqueiro devido a inúmeras vantagens, como por exemplo, a possibilidade de produção de lotes mais homogêneos a partir da seleção de pernis previamente congelados, com características físico-químicas similares (UTRERA et al., 2012). O uso de carne congelada apresenta a vantagem do longo tempo de estocagem comparado à carne resfriada, e da possibilidade de um melhor controle dos níveis de produção (PEÑA; CID; BELLO 1998).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do congelamento lento (-18 °C) e rápido (nitrogênio líquido) em pernil suíno e o efeito do uso dessa matéria-prima congelada/descongelada, com ou sem incorporação do exsudado, nas características físico-químicas, estruturais (reológicas e histológicas), tecnológicas e sensoriais de presunto cozido.

3.3 - MATERIAL E MÉTODOS

Congelamento da carne

A carne utilizada no experimento foi doada por um frigorífico inspecionado localizado em Ponta Grossa (PR). Pernis de suínos da raça Topigs 20 (híbrido das raças Large White e Landrace), com 160 dias de idade e aproximadamente 100 kg foram desossados após 24 horas de resfriamento da carcaça.

A matéria-prima foi transportada sob refrigeração até o laboratório de processamento da Universidade Estadual de Ponta Grossa, e então refilada para a remoção de pele, cartilagens e excesso de gordura. O pernil refilado foi cortado em pedaços de 150-200 g aproximadamente, pesados e embalados individualmente em sacos de polietileno de baixa densidade de 0,05 mm de espessura.

O congelamento tradicional da carne ocorreu por manutenção das amostras em freezer (Metalfrio, Porto Alegre, BR) a -18°C , por oito horas. Para um congelamento uniforme, as amostras, denominadas CCT, foram dispostas de maneira a não ficarem sobrepostas umas a outras. Para o congelamento rápido, as amostras CCN foram submersas em um tanque contendo nitrogênio líquido a -196°C por aproximadamente três minutos. As amostras congeladas foram mantidas em freezer a -18°C por 22 semanas, tempo considerado interessante do ponto de vista industrial, por permitir flexibilidade aos processos de obtenção e utilização de matéria-prima. Após esse período as amostras foram descongeladas na embalagem, a 5°C (BRASIL, 1995), em refrigerador (Electrolux, Curitiba, BR), até atingir a temperatura de 2°C no interior das peças (XIA et al., 2009). A legislação brasileira regulamenta em até 7°C a temperatura de utilização de matérias-primas para processamento, para garantia da segurança microbiológica dos produtos (BRASIL, 1995). Para a coleta do exsudado liberado durante o descongelamento, as amostras foram acondicionadas em recipiente dotado de grade coletora. Após descongelamento, e imediatamente antes do uso, as amostras foram pesadas individualmente para avaliação da perda de líquido. O volume de exsudado liberado foi medido em proveta.

As amostras de carne foram submetidas à caracterização físico-químicas (umidade, cinzas, atividade de água - aW, pH, proteína e gordura) segundo IAL (2008) e AOAC (1990),

substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico – TBARS conforme Tarladgis, Watts e Younathan(1960) e cor (L^* , a^* , b^*).

Produção das amostras de Presuntos Cozidos

A produção das amostras de presunto cozido foi realizada com formulação similar à utilizada nas indústrias processadoras, para obtenção de um produto com características próximas às dos produtos disponíveis no mercado.

A formulação base para todas as amostras correspondeu a 70% de matéria-prima cárnea, 23,88% de água gelada; 2,2% de sal (Diana, Curitiba, BR); 2% de proteína isolada de soja a 95% (ADM., Decatur, EUA); 0,5% de açúcar (União, São Paulo, BR); 0,5% de tripolifosfato; 0,2% de glutamato monossódico; 0,1% de eritorbato de sódio; 0,03% de corante carmim de cochonilha a 3%; 0,015% de nitrito de sódio, fornecidos pela Empresa Nutract (Chapecó, BR); e 0,5% de carragena e 0,08% de condimento para presunto fornecidos pela Empresa Doremus (Guarulhos, BR).

Os ingredientes foram homogeneizados com água a 1 °C em liquidificador industrial (Siemens, Brusque, BR) e a salmoura foi adicionada à carne diretamente em *tumbler* (Silveira, Chapecó, BR) com capacidade para 27 L. O tambleamento foi realizado por 6 h, a 22 rpm, sob refrigeração, na ausência de vácuo, seguido de cura por 12 horas a 4 °C (LACHOWICZ et al., 2003). As amostras foram então embaladas em sacos de poliamida leitoso, em peças de aproximadamente 700 g, seladas a 80% de vácuo (Jetvac, São Caetano do Sul, BR) e moldadas em formas de inox de 155 x 115 x 90 mm (Zeus, São Paulo, BR). O cozimento foi realizado em tanque de água (Silveira, Chapecó, BR) de acordo com os parâmetros citados por Terra (2000): 30 minutos a 60 °C, 30 minutos a 70 °C e 30 minutos a 80 °C, assegurando 72 °C no centro térmico da peça. Após cozimento as amostras foram pré-resfriadas em água gelada até 20 °C, desenformadas e resfriadas em refrigerador (Electrolux, Curitiba, BR) a 4 °C, onde permaneceram até o momento das análises.

As amostras de presunto cozido foram produzidas variando-se o congelamento empregado para a matéria-prima e a utilização de exsudado, de acordo com a Tabela 3.1. O experimento foi realizado em três repetições, nos meses de fevereiro, julho e setembro de 2013, sob as mesmas condições. Nos tratamentos em que foi utilizado o exsudado, o mesmo foi considerado como matéria-prima cárnea. Para a produção do tratamento controle (R) a

carne resfriada foi coletada e refilada no dia anterior ao processamento e seguiu-se a mesma formulação e processamento dos demais tratamentos.

Tabela 3.1 - Experimentos conduzidos para a produção das amostras de presuntos cozidos

Experimentos	Congelamento	Exsudado
CT1	tradicional	ausência
CT2	tradicional	presença
CN1	rápido	ausência
CN2	rápido	presença
R	NA (MP resfriada)	NA (MP resfriada)

Nota - CT1 – amostra produzida com carne congelada por método tradicional, sem incorporação de exsudado;
 CT2 – amostra produzida com carne congelada por método tradicional, com incorporação de exsudado;
 CN1 – amostra produzida com carne congelada por congelamento rápido, sem incorporação de exsudado;
 CN2 – amostra produzida com carne congelada por congelamento rápido, com incorporação de exsudado;
 R – amostra produzida com carne resfriada - Controle

Caracterização das amostras

Análises físico-químicas

A composição físico-química das amostras de presunto cozido foi avaliada de acordo com metodologia do IAL (2008) e a AOAC (1990), em triplicata, para as análises: umidade, por Gravimetria Indireta a 105°C; cinzas, por Incineração a 550°C por 6 horas em mufla modelo 2310 (Jung, Blumenau, SC, BR); pH, por método potenciométrico com utilização de pHmetro de bancada marca Labmeter, modelo PHS-3B; lipídios, por método de Soxhlet, com extração por solvente hexano; proteínas, por método de Kjeldahl, utilizando fator de conversão de 6,25; nitrito de sódio, por Método Espectrofotométrico; sódio, por digestão nítrico-perclórica, seguido de leitura em Fotômetro de Chama, modelo 7000 (Tecnow, São Paulo, BR) (AOAC, 1990). A atividade de água foi determinada em aparelho Aqualab, Modelo 3TE (Decagon Device Inc., Pullman, WA, USA).

Análise instrumental da cor

A avaliação da cor foi realizada de acordo com o sistema CIEL*a*b*, para os parâmetros medidos L^* (luminosidade); a^* (intensidade da cor vermelha) e b^* (palidez), e calculados C (saturação) e h (tonalidade), de acordo com as fórmulas (4.1) e (4.2)

$$C_{ab} = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (4.1)$$

$$h = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (4.2)$$

As amostras foram cortadas em fatias de 2,5 cm, e as leituras foram realizadas em sete repetições em cada face, utilizando-se espectrofotômetro portátil Mini Scan EZ modelo 4500L (HunterLab, Reston, VA, USA), com iluminante D65 e ângulo de observação de 10°C. A calibração do equipamento foi realizada utilizando-se placas padrão nas cores preto e branco (X: 82,30; Y: 87,38; Z: 93,37) imediatamente antes das medições.

Análises reológicas

As análises de textura instrumental foram realizadas em texturômetro universal modelo TA.XTplus (*Stable Micro Systems*, Godalming, UK), à 20 °C, em triplicata, com resultados foram fornecidos pelo *software Texture Exponent Lite* (*Stable Micro Systems*). A análise do perfil de textura (TPA) foi realizada utilizando-se prato de compressão de 75 mm de diâmetro. As amostras, cubos de presunto de 2 cm, foram submetidas a compressão dupla de 20%, com intervalo de 5 s, a velocidade constante de 1,0 mm.s⁻¹ (TABILO et al., 1999). Os parâmetros avaliados foram: dureza (N), coesividade, adesividade (N.mm), elasticidade (mm), mastigabilidade (n.mm) e resiliência.

A Força de Cisalhamento foi analisada em amostras preparadas nas dimensões de 1,5 x 1,5 x 4 cm, com lâmina *Warner-Bratzler Blade* a velocidade de 2,0 mm.s⁻¹. Para a análise da Força de Compressão, as amostras preparadas a 1,5 x 1,5 x 2 cm foram comprimidas a 66,67 %, a velocidade de 1,5 mm.s⁻¹, utilizado corpo de prova P36/R (PEDROSO; DEMIATE, 2008).

Avaliação das propriedades tecnológicas

As análises de propriedades tecnológicas realizadas neste estudo visaram avaliar o comportamento das amostras durante o seu processamento, como a capacidade de retenção de água (CRA), e na sua utilização posterior em pratos prontos, como em produtos congelados e reaquecidos para consumo, e ainda avaliar a liberação de líquido proveniente de exposição do produto a resfriamento em condições adversas (PEDROSO, DEMIATE, 2008).

A Capacidade de Retenção de Água (CRA) das amostras foi avaliada de acordo com método utilizado por Prestes; Carneiro e Demiate (2012). As amostras foram cortadas em formato cilíndrico, de 3 cm de diâmetro x 2,5 cm de altura, pesadas e comprimidas com peso de 3 kg por 15 min. Após a compressão, as amostras foram secas em papel toalha e pesadas novamente. A retenção de água foi calculada por diferença de peso, em percentual.

Para avaliação da sinérese as amostras foram cortadas em cubos de 2 x 2 cm., pesadas e embaladas a vácuo em sacos de polietileno com 0,05 mm de espessura. Os cubos foram armazenados refrigerados ($\pm 7\text{ }^{\circ}\text{C}$), por sete dias. Durante esse período, as amostras foram retiradas da refrigeração e mantidas a temperatura ambiente por duas horas, a cada dois dias. Ao final dos sete dias as amostras foram retiradas da embalagem, secas em papel toalha e pesadas para calculado da diferença de peso. Essa técnica foi realizada de acordo com método utilizado por Prestes; Carneiro e Demiate (2012). A perda por congelamento foi avaliada conforme Prestes et al. (2013). Cilindros de 3 cm de diâmetro x 1 cm de altura foram pesados e embalados individualmente em papel alumínio. As amostras foram levadas a congelamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 72 horas e posteriormente descongeladas a temperatura ambiente, por 4 horas, embaladas em papel filtro de 12,5 cm de diâmetro e prensadas por 5 minutos com peso de 2 kg. Após a prensagem as amostras foram retiradas do papel filtro e pesadas novamente, para cálculo da perda de massa por diferença de peso.

A perda por aquecimento foi determinada por método proposto por Hachmeister e Herald (1998). Após preparo dos cortes de 2,0 x 2,0 x 6,0 cm aproximadamente, as amostras foram imersas em 400 mL de água em ebulição em bquer de 500 mL coberto com vidro de relógio, por 6 min. Posteriormente as amostras foram retiradas da água, secas em papel toalha e mantidas sob refrigeração ($\pm 7\text{ }^{\circ}\text{C}$) por 6 minutos. As amostras foram novamente pesadas e o percentual de perda por aquecimento foi calculado pela diferença de peso.

A avaliação da fatiabilidade foi realizada seguindo o método sugerido por O'Neill et al. (2003). Em fatiadeira comercial (Arbel, São José do Rio Preto, BR) foram cortadas 10 fatias de cada amostra, com aproximadamente 2 mm de espessura. As fatias foram avaliadas quanto à integridade ao corte, em uma escala de 10 pontos, com 10 sendo fatiamento excelente e 0 sendo fatiamento extremamente deficiente (com fatias totalmente quebradiças). Os resultados da fatiabilidade foram expressos em porcentagem.

Análise histológica

A análise histológica das amostras de presunto cozido foram realizadas no Laboratório de Histologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim, para verificar se os danos decorrentes do congelamento e descongelamento, e a presença de exsudado apresentariam influência na estrutura das fibras após o processamento, e se essa alteração seria percebida por microscopia de luz.

As amostras de presunto foram fixadas em formol a 10% e preparadas seguindo-se as etapas de desidratação gradativas, diafanização, infiltração e emblocamento em parafina. A partir de cada bloco de parafina obteve-se lâminas histológicas com cortes de 4 µm de espessura para posterior coloração pela técnica de Hematoxilina-Eosina.

As análises dos cortes histológicos foram realizadas em microscópico (Lambda Lqt – 3) e as imagens foram fotografadas pelo software Motic Images Plus 2.0. O campo histológico de cada lâmina foi avaliado utilizando-se lentes objetivas de 4 e 10 vezes de aumento e ocular de 10 vezes de aumento, proporcionando aumento final de 40 e 100 vezes.

Avaliação sensorial

Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (COEP) da UEPG, conforme parecer nº CAAE: 11190013.1.0000.0105, foi realizada a avaliação sensorial, no Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Tecnologia de Alimentos da Universidade de Ponta Grossa.

Para verificar se as amostras produzidas com matéria-prima congelada diferem da amostra controle foi realizado Teste de Comparação Múltipla (IAL, 2005) para os atributos maciez e gosto salgado, com 68 avaliadores não treinados, mas selecionados de acordo com a aptidão para percepção desses atributos (Anexo III). Dutcosky (2011) recomenda que sejam realizados de 20 a 50 julgamentos para essa análise.

As amostras foram preparadas em cubos de 2 cm, identificadas em código de três dígitos, e servidas à temperatura inferior a 10 °C, em cabines individuais. As cinco amostras produzidas foram apresentadas simultaneamente aos avaliadores para comparação com o padrão (amostra produzida com matéria-prima resfriada). Foi utilizada escala de nove pontos, com extremos em (1) extremamente menos macio/salgado que o padrão, e (9) extremamente mais macio/salgado que o padrão, e foram servidos água e biscoito água e sal para limpeza do palato. Os resultados foram avaliados por Análise de Variância seguido de teste de Dunnett, com o objetivo de identificar diferença significativa entre os tratamentos.

Anteriormente às sessões de análise sensorial, as amostras foram analisadas microbiologicamente de acordo com a RDC 12 (BRASIL, 2002) para Coliformes Termotolerantes a 45°C; *Salmonella* sp; *Staphylococcus* coagulase positiva e Clostrídios sulfito redutores.

Avaliação da vida útil

Para avaliação da estabilidade microbiológica das amostras, foram realizadas análises de Bactérias Lácticas e as determinadas por legislação: Coliformes Termotolerantes a 45°C; *Salmonella* sp; Staphylococcus coagulase positiva e Clostrídios sulfito redutores (BRASIL, 2002), nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias após a produção. A análise de Bactérias Lácticas, que predominam na ausência de oxigênio, apesar de não obrigatória por legislação, foi realizada para complemento do estudo da estabilidade microbiológica, visto serem consideradas o principal grupo de bactérias associado à deterioração de produtos cárneos curados embalados a vácuo, causando alterações de cor, sabor, produção de gás e limo, e diminuição de pH durante a estocagem (BORCH; BLIXT, 1996). As amostras ainda foram avaliadas quanto a pH, sinérese e oxidação lipídica.

A análise de índice de peróxidos foi realizada para medir a oxidação lipídica inicial das amostras (BRASIL, 1999). O método de TBARS (substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico) desenvolvido por Tarladgis, Watts e Younathan(1960) foi utilizado para determinação dos produtos secundários da oxidação. Essa técnica fundamenta-se na reação de 2 mols de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) com 1 mol de malonaldeído (MDA), um dos principais produtos da oxidação de ácidos graxos poliinsaturados, originando um composto de coloração vermelha, que pode ser lido espectrofotometricamente a 532 nm. Para evitar a interferência de nitritos na formação da cor, foi adicionada sulfanilamida, conforme recomendado por Zipser; Kwon e Watts, (1964). Os resultados foram comparados com a curva de calibração, construída com um padrão de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP), e foram expressos em mg de malonaldeído por kg de amostra, denominado “número de TBARS”.

Análise estatística

Os resultados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão. A análise da quantidade de exsudado liberado após descongelamento foi realizada por teste de Mean Whitney, para comparação das duas amostras.

Os demais dados, depois de submetidos à verificação da normalidade por Shapiro-Wilk, e a homogeneidade de variância por teste de Levene, foram avaliados por Anova unifatorial, seguido de teste de Fisher, quando paramétricos; ou teste de Kruskal-Wallis, quando não-paramétricos (GRANATO; CALADO; JARVIS, 2014). Os efeitos dos métodos de congelamento e do uso de exsudado foram analisados por regressão múltipla. Para análise

estatística foi utilizado o Software Statistica versão 7.0 (Statsoft Inc., Tulsa, USA) e Excel versão 2010 (Microsoft, Redmond, WA, USA).

3.4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Congelamento da carne

A matéria-prima submetida a congelamento por nitrogênio líquido (CCN) apresentou quantidade de exsudado ($6,34\% \pm 3,25$) significativamente menor ($p < 0,001$) que a matéria-prima submetida a congelamento tradicional - CCT ($8,80\% \pm 3,94$). Sakata et al. (1995) compararam o congelamento de carne suína a -20°C e a -80°C , por um mês, com carne resfriada e não encontraram diferença significativa na quantidade de exsudado dessas amostras, após descongelamento a -2°C . Em contrapartida, Mortensen et al. (2006) obtiveram resultados de exsudado menor para carne suína congelada a -80°C que para carne congelada a -20°C , ambas estocadas por 30 meses, e afirmaram a tendência de maior perda por descongelamento quando se aplica congelamento lento, comparando-se ao congelamento rápido.

Añón e Calvelo (1980) demonstraram que a quantidade de exsudado liberado após descongelamento varia em relação ao tempo de congelamento, mais especificamente ao tempo que a carne leva para migrar de -1°C , temperatura de início de congelamento, até -7°C , temperatura em que 80% da água do músculo encontra-se congelada. Esses autores afirmaram que em um tempo de congelamento de 10 minutos, entre essas temperaturas, foi observada a formação de pequenos cristais de gelo intracelulares, enquanto que em 20 minutos os cristais formados eram maiores e exclusivamente extracelulares. Uma vez que os cristais extracelulares são formados, eles aumentam de tamanho absorvendo a água das células, gerando desidratação das células e concentração dos solutos. No descongelamento a água congelada é liberada e pode interagir novamente com as proteínas musculares. No congelamento lento as células sofrem rompimento e as proteínas alteram na força iônica, e menos água é reabsorvida, aumentando o exsudado durante o descongelamento. Quando os cristais são predominantemente intracelulares há uma competição pela água do meio intracelular e extracelular. Isso evita o rompimento celular e a migração da água para o meio externo, e quando ocorre o descongelamento, a água, que não migrou para fora das fibras, pode ser absorvida mais facilmente, diminuindo o exsudado.

Caracterização da matéria-prima

A Tabela 3.2 mostra os resultados das análises físico-químicas das amostras de carne. A umidade das amostras variou de 71,49 a 73,06%, o teor de proteínas variou de 21,07 a

22,81%. O pH das amostras variou de 5,69 a 5,79 e não apresentou diferença estatística entre os métodos de congelamento e o padrão resfriado. Evans et al. (1998) não perceberam redução no pH de carnes resfriadas em relação a carnes congeladas, assim como Kim et al. (2013). Porém, segundo Leygonie; Britz e Hoffman (2012a), o pH de carnes congeladas e descongeladas tende a ser inferior que o de carnes resfriadas, pois a desnaturação das proteínas causada pelo congelamento libera hidrogênios e reduz o pH.

O resultado do teor de lipídios pode ser explicado pela variação existente entre os lotes de animais e por provável variação na padronização do refile das amostras. Além disso, não há um valor máximo ou mínimo de lipídios determinado pela legislação brasileira. As amostras submetidas a congelamento (CCN e CCT) foram refiladas no mesmo dia e pertenciam ao mesmo lote, e não apresentaram diferença estatística entre si, ao contrário da amostra resfriada (CR), que foi coletada e refilada no dia anterior ao processamento e às análises.

Em relação à avaliação da cor instrumental, a cromaticidade (C) apresentou diferença significativa entre as amostras congeladas e a amostra resfriada. Esse resultado deve-se ao parâmetro medido a^* , que apresentou diferença estatística entre as três amostras ($p < 0,001$). (Tabela 3.2). Kim et al. (2013) ao estudarem a estabilidade da carne congelada a -20°C observaram após o descongelamento que o parâmetro a^* sofreu redução de 10,24 para 8,69, apresentando diferença estatística ($p < 0,01$). A perda da coloração avermelhada ocorre em amostras congeladas/descongeladas devido a fatores combinados, conforme revisado por Leygonie; Britz e Hoffman (2012a). A desnaturação da mioglobina durante as etapas congelamento, do armazenamento à temperaturas negativas e do descongelamento (AÑÓN; CALVELO, 1980), é acelerada pelo aumento de radicais livres originários pela oxidação lipídica, e pela diminuição da atividade do sistema enzimático de redução da metamioglobina. A presença de metamioglobina não reduzida enzimaticamente a deoximioglobina e posteriormente a oximioglobina parece ser a responsável pelo decréscimo no valor de a^* em carnes congeladas (XIA et al., 2009).

A redução da cor vermelha ocorreu simultaneamente ao aumento de TBARS, conforme também observado por Xia et al. (2009). A análise de TBARS apresentou resultados significativamente superiores para as amostras CCT e CCN, que não diferiram entre si, mas apresentaram diferença em relação à amostra CR.

Tabela 3.2 - Resultados da caracterização físico-química das amostras de carne submetidos a diferentes processos de congelamento

Parâmetros físico-químicos	CCN	CCT	CR	anova
Umidade (%)	73,06 ± 0,87	72,14 ± 1,11	71,49 ± 0,11	0,139
Cinzas (%)	2,34 ± 0,23	2,29 ± 0,43	2,01 ± 0,03	0,363
Proteína (%)	22,81 ± 0,43	21,44 ± 0,11	21,07 ± 0,94	0,067
Lipídios (%)	3,13 ^b ± 0,12	3,37 ^b ± 0,49	4,07 ^a ± 0,26	0,030*
aW	0,995 ± 0,001	0,994 ± 0,005	0,993 ± 0,003	0,842
pH	5,89 ± 0,04	5,92 ± 0,01	5,92 ± 0,01	0,532
TBARS ¹	3,30 ^a ± 0,06	2,97 ^a ± 0,09	0,57 ^b ± 0,03	0,027*
L*	50,98 ± 6,38	47,54 ± 4,21	50,84 ± 3,46	0,345
a*	5,62 ^c ± 1,23	7,86 ^b ± 1,01	11,61 ^a ± 1,32	<0,001*
b*	11,57 ± 4,84	14,25 ± 1,96	15,39 ± 1,82	0,099
C	13,06 ^b ± 4,36	16,31 ^b ± 1,89	19,35 ^a ± 1,32	<0,001*
h	64,55 ± 12,99	61,35 ± 4,10	53,46 ± 5,44	0,084

Nota: CCN – Carne submetida a congelamento rápido (nitrogênio líquido); CCT – Carne submetida a congelamento tradicional; CR – Carne resfriada; * significativo a 95% de confiança; letras diferentes na mesma linha indicam diferença nas amostras. 1 – TBARS – resultados expressos em mg malonaldeído/kg amostra.

Sakata et al. (1995) não encontraram diferença estatística em TBARS de carne suína congelada por 30 dias a -20 °C e a -80°C. Xia et al. (2009) estudaram o aumento do TBARS em carne submetida a cinco ciclos de congelamento e descongelamento, e observaram um significativo acréscimo nos valores de malonaldeído. Ao contrário, Kim et al. (2013) afirmaram que o efeito congelamento-descongelamento não foi significativo em carne suína congelada a -20 °C por 24 h e imediatamente descongelada.

O congelamento afetou os resultados de TBARS, C e a*, porém apenas para esse último houve diferença significativa entre as três amostras.

Caracterização dos presuntos

Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas dos presuntos cozidos estão demonstrados na Tabela 3.3. Nenhum dos parâmetros físico-químicos avaliados apresentou diferença significativa em relação às modificações propostas na matéria-prima. Esse resultado condiz com outros estudos sobre o efeito do congelamento da matéria-prima na produção de

presuntos. Peña, Cid e Bello (1998) não encontraram diferença significativa na atividade de água e umidade, e Utrera et al. (2012) observaram não haver diferença estatística nos resultados de umidade, proteína, gordura e pH.

Tabela 3.3 - Resultado da caracterização físico-química das amostras de presunto produzidas com matéria-prima submetida a diferentes métodos de congelamento

	CT1	CT2	CN1	CN2	R	ANOVA
pH	6,25 ± 0,01	6,30 ± 0,07	6,35 ± 0,03	6,36 ± 0,03	6,34 ± 0,09	0,339
Umidade (%)	74,19 ± 1,57	73,67 ± 1,51	74,62 ± 1,81	75,50 ± 2,40	75,31 ± 1,98	0,743
Cinzas (%)	3,47 ± 0,59	3,55 ± 0,70	3,65 ± 0,44	3,58 ± 0,58	3,78 ± 0,23	0,977
Proteína (%)	18,33 ± 1,39	18,69 ± 0,44	18,11 ± 1,03	18,62 ± 0,55	18,42 ± 0,81	0,936
Relação água/proteína	4,06 ± 0,30	3,94 ± 0,13	4,13 ± 0,32	4,06 ± 0,20	4,10 ± 0,29	0,919
Lipídios (%)	2,28 ± 0,39	2,42 ± 0,15	2,12 ± 0,35	1,63 ± 0,40	2,19 ± 0,24	0,093
aW	0,984 ± 0,003	0,980 ± 0,001	0,981 ± 0,005	0,982 ± 0,003	0,981 ± 0,003	0,627
Sódio (g.kg ⁻¹)	1,19 ± 0,11	1,36 ± 0,05	1,19 ± 0,15	1,28 ± 0,12	1,18 ± 0,03	0,136
Nitrito (ppm)	45,28 ± 0,41	45,60 ± 0,50	45,63 ± 0,32	45,05 ± 0,23	45,32 ± 0,47	0,404
L*	66,11 ± 2,85	62,38 ± 3,19	64,29 ± 3,16	61,42 ± 1,11	65,55 ± 2,89	0,248
a*	11,20 ± 1,83	12,71 ± 0,51	11,61 ± 1,23	12,75 ± 0,42	11,32 ± 1,17	0,337
b*	11,00 ± 0,48	10,94 ± 0,32	10,90 ± 1,11	10,84 ± 0,42	9,67 ± 0,14	0,115
C	15,78 ± 1,03	16,79 ± 0,60	16,01 ± 0,84	16,77 ± 0,10	14,92 ± 0,94	0,072
h	45,16 ± 5,76	40,92 ± 0,19	43,67 ± 4,90	41,65 ± 2,96	40,80 ± 2,70	0,656

Nota: CT1 – amostra produzida com carne congelada por método tradicional, sem incorporação de exsudado;
 CT2 – amostra produzida com carne congelada por método tradicional, com incorporação de exsudado;
 CN1 – amostra produzida com carne congelada por congelamento rápido, sem incorporação de exsudado;
 CN1 – amostra produzida com carne congelada por congelamento rápido, com incorporação de exsudado;
 R – amostra produzida com carne resfriada – Controle

O pH das amostras variou de 6,24 a 6,35, e assim como o pH das matérias-primas, não apresentou diferença significativa. Esse resultado assemelha-se aos resultados obtidos por Tomovic et al. (2013), que encontraram valores entre 6,20 e 6,25 para pH de presunto cozidos com 20% de injeção. Honkavaara (1988), ao produzir presuntos cozidos defumados com carne suína PSE e não-PSE encontrou valores para pH que variaram de 6,2 a 6,3. Li et al. (2011) encontraram valor médio de pH de 6,24 para presuntos tambeados por 6 horas, similar ao tempo de tambeamento deste estudo. Por outro lado, Peña, Cid e Bello (1998) concluíram, aplicando teste t-student, que o pH de presunto cozido produzido com matéria-prima congelada/descongelada apresentou valores significativamente inferiores ao pH de presuntos com matéria-prima resfriada.

O teor de umidade variou de 73,7 a 75,5 %. Utrera et al. (2012) não constatarem diferença significativa nos teores de umidade de presuntos cozidos, com 20% de injeção, produzidos com carne resfriada e congelada/descongelada. Casiraghi; Alamprese e Pompei (2007) encontraram valores de teor de umidade de 66,1, 68,6 e 70,6 % para presuntos com injeções de salmoura de 25, 30 e 35%, respectivamente. Em estudo prévio (resultados não mostrados) a umidade de presuntos comercializados no mercado brasileiro apresentou variação de 74,66 a 78,71%.

O teor médio encontrado de proteína nas amostras foi de $18,43\% \pm 0,799$, superior ao valor mínimo exigido pela legislação para presuntos cozidos, de 14,0%, e até mesmo acima do valor exigido para presunto cozido superior, de 16,5% (BRASIL, 2000). Ainda conforme a legislação, a relação água/proteína média das amostras ($4,059 \pm 0,228$) também demonstra a alta qualidade dos produtos, estando abaixo do máximo permitido para presunto cozido e também para presunto cozido superior, de 5,35 e 4,5, respectivamente. Mesmo com esses dois parâmetros apontando a qualidade das amostras comparável a presunto cozido superior, as amostras não devem ser classificadas como tal, devido ao uso intencional de proteína de soja. Em presunto cozido permite-se a adição de proteínas não cárneas em até 2,0%, enquanto que em presunto cozido superior é proibida a adição de proteína não carne, com exceção de caseinato de sódio em até no máximo de 1,0% (BRASIL, 2000).

Os valores de proteína encontrados são similares aos encontrados por Casiraghi; Alamprese e Pompei (2007) para presuntos cozidos com 25% de injeção, e por Tomovic et al. (2012) para presuntos com 20 % de injeção e superiores ao valor médio (14,21 %) encontrado em presuntos produzidos no Brasil, de acordo com estudo prévio.

O teor de lipídios das amostras variou de 2,20 a 3,10 %, compatíveis com os valores encontrados por Válková et al. (2007), de 1,56 a 4,04 %, e com o valor médio relatado por Cheng; Sun e Scannell (2005), de 1,89 %. Utrera et al. (2012) demonstraram que o teor de lipídios de presuntos cozidos apresenta diferença significativa em relação ao músculo do pernil utilizado para o processamento e não em relação ao uso de matéria-prima congelada/descongelada comparada à matéria-prima resfriada. Utilizando matéria-prima congelada/descongelada, esses autores encontraram valores de 6,01, 2,15 e 3,28 % para *bíceps femoris*, *quadriceps femoris* e *semimembranosus*, respectivamente.

O valor médio encontrado para sódio foi de $1,23 \% \pm 0,12$. Apesar das amostras produzidas com as matérias-primas submetidas a diferentes tipos de congelamento não terem

apresentado diferença significativa para esse parâmetro, foi possível observar, por análise de regressão múltipla, que o fator exsudado apresentou efeito significativo ($p = 0,023$) no teor de sódio (Tabela 3.4). Peña, Cid e Bello (1998) relataram que presuntos produzidos com matéria-prima congelada/descongelada apresentaram menor teor de sal que presuntos com matéria-prima resfriada.

Tabela 3.4 - Efeito do congelamento e do uso de exsudado nas características dos presuntos cozidos

Efeitos	Sódio			Força de compressão		
	Efeito	Erro padrão	p	Efeito	Erro padrão	p
Média/Interação	1,229	0,027	0	48,168	3,796	0
(1) Congelamento	-0,065	0,06	0,298	-3,001	8,489	0,73
(2) Exsudado	0,157	0,06	0,023*	-20,25	8,489	0,036*
1 x 2	-0,015	0,06	0,799	-19,41	8,489	0,043

Nota: * significativo a 95% de confiança

Os valores residuais de nitrito, analisado após 30 dias da fabricação, variaram de 45,050 a 45,633 ppm. De acordo com Hustad et al. (1973), após a adição de nitrito à carne a concentração deste diminui imediatamente em 16%, e durante o processamento outros 51% são perdidos, restando ao final do processo apenas 33% da quantidade inicialmente adicionada. A perda de nitrito é influenciada pela composição do produto, processamento, pH e temperatura de estocagem.

Apesar da análise de cor das amostras de carne ter apresentado diferença significativa nos parâmetros a^* e C, não houve diferença estatística entre os parâmetros de cor avaliados nas amostras de presunto. A presença de sais de cura e de corante na formulação podem ter corrigido quaisquer alterações na coloração do produto final, decorrente da diferença de cor nas matérias-primas (COSTA et al., 2007). Os valores encontrados de L^* variaram de 61,42 a 66,11, similares aos relatados por Válková et al. (2007), entre 61,57 a 65,79; e Li et al. (2011) de 61,80.

Análises reológicas

A Tabela 3.5 mostra os resultados da caracterização reológica das amostras. A amostra controle (R) apresentou valor para dureza significativamente inferior, demonstrando ser mais macia quando comparadas às demais. Dentre as amostras que utilizaram matéria-prima congelada, pode-se observar que a amostra CT1 apresentou o maior resultado para dureza, seguido da amostra CN1, e que essas duas amostras não diferiram significativamente entre si.

A incorporação do exsudado liberado no descongelamento diminuiu o valor da dureza das amostras CT2 e CN2 quando comparadas às amostras em que não houve sua utilização, CT1 e CN1, respectivamente. Esse resultado demonstra que a carne resfriada proporciona maior maciez ao presunto, mas que a utilização de carne congelada com incorporação do exsudado também pode ser uma alternativa interessante para o processamento. Esse resultado era esperado devido à concordância de que a carne resfriada, por não ter sofrido danos nas fibras musculares proveniente do congelamento, apresenta maior CRA, ou seja, tem a capacidade de reter sua própria água e também de absorver salmoura mais efetivamente que carnes submetidas a congelamento (WIRTH; LEISTNER; RODEL, 1981).

Tabela 3.5 - Resultado da caracterização reológica das amostras de presunto produzidas com matéria-prima submetida a diferentes métodos de congelamento

Parâmetros	CT1	CT2	CN1	CN2	R	ANOVA
Dureza (N)	18,75 ^a ± 1,18	15,94 ^b ± 2,65	16,39 ^{ab} ± 0,82	15,11 ^b ± 0,58	12,46 ^c ± 0,22	0,003*
Adesividade (N.mm)	- 0,09 ± 0,01	- 0,05 ± 0,02	- 0,20 ± 0,14	- 0,11 ± 0,07	- 0,1 ± 0,08	0,512
Elasticidade (mm)	0,86 ± 0,00	0,86 ± 0,08	0,87 ± 0,02	0,91 ± 0,05	0,89 ± 0,01	0,508
Coesividade ¹	0,76 ± 0,01	0,80 ± 0,06	0,82 ± 0,04	0,83 ± 0,04	0,78 ± 0,01	0,247
Mastigabilidade (N.mm)	12,36 ^a ± 0,87	10,67 ^b ± 0,16	11,61 ^{ab} ± 0,36	11,29 ^{ab} ± 0,90	8,58 ^c ± 0,09	<0,001*
Resiliência ¹	0,40 ± 0,01	0,45 ± 0,08	0,47 ± 0,07	0,50 ± 0,06	0,42 ± 0,02	0,219
Força de compressão (N)	50,7 ± 6,58	49,86 ± 17,65	67,10 ± 20,30	27,44 ± 19,13	45,73 ± 6,69	0,104
Força de cisalhamento (N)	25,06 ± 2,84	32,51 ± 10,23	27,73 ± 12,15	17,64 ± 6,23	30,99 ± 3,44	0,234
CRA (%)	97,58 ± 0,57	97,84 ± 0,24	98,23 ± 0,08	98,50 ± 0,54	97,89 ± 0,87	0,316
Perda por Sinerese (%)	5,20 ± 0,78	4,47 ± 0,76	4,69 ± 0,35	4,03 ± 0,80	5,16 ± 0,79	0,302
Perda por Congelamento (%)	9,97 ^a ± 1,45	6,80 ^c ± 0,27	9,08 ^{ab} ± 0,66	7,35 ^{bc} ± 1,02	8,89 ^{ab} ± 1,30	0,02*
Perda por Aquecimento (%)	15,62 ± 1,81	16,17 ± 2,74	16,04 ± 1,95	16,61 ± 2,20	15,82 ± 1,30	0,979
Perda por resfriamento (%)	12,18 ^a ± 1,27	11,53 ^a ± 1,31	12,63 ^a ± 1,11	12,88 ^a ± 0,87	6,69 ^b ± 0,89	0,002*
Fatiamento ²	8,33 ± 1,53	7,67 ± 0,58	7,67 ± 0,58	8,33 ± 1,53	9,67 ± 0,58	0,268

Nota: CT1 – amostra produzida com carne congelada por método tradicional, sem incorporação de exsudado;
 CT2 – amostra produzida com carne congelada por método tradicional, com incorporação de exsudado;
 CN1 – amostra produzida com carne congelada por congelamento rápido, sem incorporação de exsudado;
 CN1 – amostra produzida com carne congelada por congelamento rápido, com incorporação de exsudado;
 R – amostra produzida com carne resfriada – Controle

* significativo a 95% de confiança; letras diferentes na mesma linha indicam diferença nas amostras; 1 – parâmetro adimensional; 2 – escore de 0 a 10; CRA – capacidade de retenção de água

Tabela 3.4 - Efeito do congelamento e do uso de exsudado nas características dos presuntos cozidos

A mastigabilidade, por ser um parâmetro calculado a partir da dureza apresentou resultados semelhantes, com diferença significativa indicando a amostra controle (R) com a de menor valor, e amostra CT1 como a de maior valor. A força de compressão e a força de cisalhamento não apresentaram diferenças significativas entre as amostras em função dos métodos de congelamento e da presença ou não de exsudado. Utrera et al. (2012) demonstraram que, independente do músculo de pernil suíno utilizado, a dureza, assim como a mastigabilidade, aumentaram em presuntos produzidos com carne congelada e descongelada, quando comparada a presuntos em que carne resfriada foi utilizada.

A ausência de diferença significativa na dureza das amostras produzidas com matéria-prima congelada por método lento (CT1) e rápido (CN1) pode ser atribuída à recristalização durante a estocagem, ou seja, ao aumento dos pequenos cristais de gelo formados pelo congelamento rápido (BEVILACQUA; ZARITZKY, 1982). Ngapo et al. (1999), ao estudarem o efeito de diferentes taxas de congelamento em carne suína, concluíram que os cristais formados atingem um pico máximo de tamanho no congelamento lento, mas que os cristais pequenos formados durante o congelamento rápido, atingem esse pico, através da recristalização. De acordo com Mortensen et al. (2006), os pequenos cristais de gelo formados pelo congelamento rápido podem sofrer recristalização e aumento de tamanho durante o armazenamento a temperaturas de -20 °C.

As perdas por resfriamento apresentaram resultados significativamente superiores nas amostras com matéria-prima congelada do que na amostra resfriada. Isso pode ser explicado devido ao fato da carne congelada reter menos água na matriz proteica quando comparada a carne resfriada, devido ao encolhimento causado nas proteínas miofibrilares, que diminui as forças capilares que mantêm a água ligada nos espaços inter-filamentosos (LIU; XIONG; BUTTERFIELD, 2000). O aumento da concentração de solutos durante o congelamento leva à desnaturação de proteínas sarcoplasmáticas, influenciando a retenção de água durante o processamento pós-descongelamento (LEYGONIE, BRITZ e HOFFMAN, 2012b).

Ainda assim, a capacidade de retenção de água (CRA), bem como a sinérese, perda por congelamento, perda por aquecimento e fatiamento das amostras de presunto não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 3.5). Mesmo havendo perda de proteínas sarcoplasmáticas em carnes congeladas e descongeladas (SAVAGE; WARRIS; JOLLEY, 1990), segundo Schmidt (1994) essa classe de proteína tem menor influência na formação da liga que as proteínas miofibrilares. Segundo Tornberg (2005), as proteínas miofibrilares, especialmente a miosina, apresentam alta capacidade de formação de gel, mesmo em baixas

concentrações (a partir de 0,5%), enquanto as proteínas sarcoplasmáticas precisam de uma concentração de 3,0% (em peso do músculo) para participar da liga de massas cárneas. Esses parâmetros também podem ter sido influenciados pela adição ingredientes que melhoram as características de liga no produto (PIETRASIK; JARMOLUK; SHAND, 2006; HSU; SUN, 2006), como carragena e proteína isolada de soja a 95%, e pela ação do tambeamento, que melhora as características reológicas de produtos cárneos devido à extração das proteínas miofibrilares (TORNBERG, 2005).

Esses resultados podem despertar interesse do ponto de vista industrial e tecnológico, pois indica a possibilidade de utilização de matéria-prima congelada por método lento ou rápido, e descongelada a 5°C na produção de presunto cozido sem que haja perdas do produto no processamento posterior em pratos prontos para o consumo, e nos pontos de venda onde o produto passa por fracionamento.

Análise histológica

A Figura 3.1 apresenta as fotomicrografias das amostras de presunto, onde se pode observar a alteração nos tecidos causada pelo congelamento e descongelamento das matérias-primas.

A amostra controle (R) mostrou estrutura com matriz proteica mais íntegra e coesa, e fibras musculares intactas, semelhante aos resultados encontrados por Prestes et al. (2013) para presunto de frango sem adição de colágeno.

A amostra CT1 apresentou tecido muscular desestruturado, com células dispersas pela matriz extracelular. Pode-se notar células musculares intactas ao lado de células dispersas, porém todas com estriações citoplasmática, indicando que o congelamento lento causou, como esperado, alteração na estrutura celular. A amostra CT2 apresentou tecido muscular organizado, com células musculares intactas de aspecto normal ao lado de células com estriações citoplasmáticas (edema).

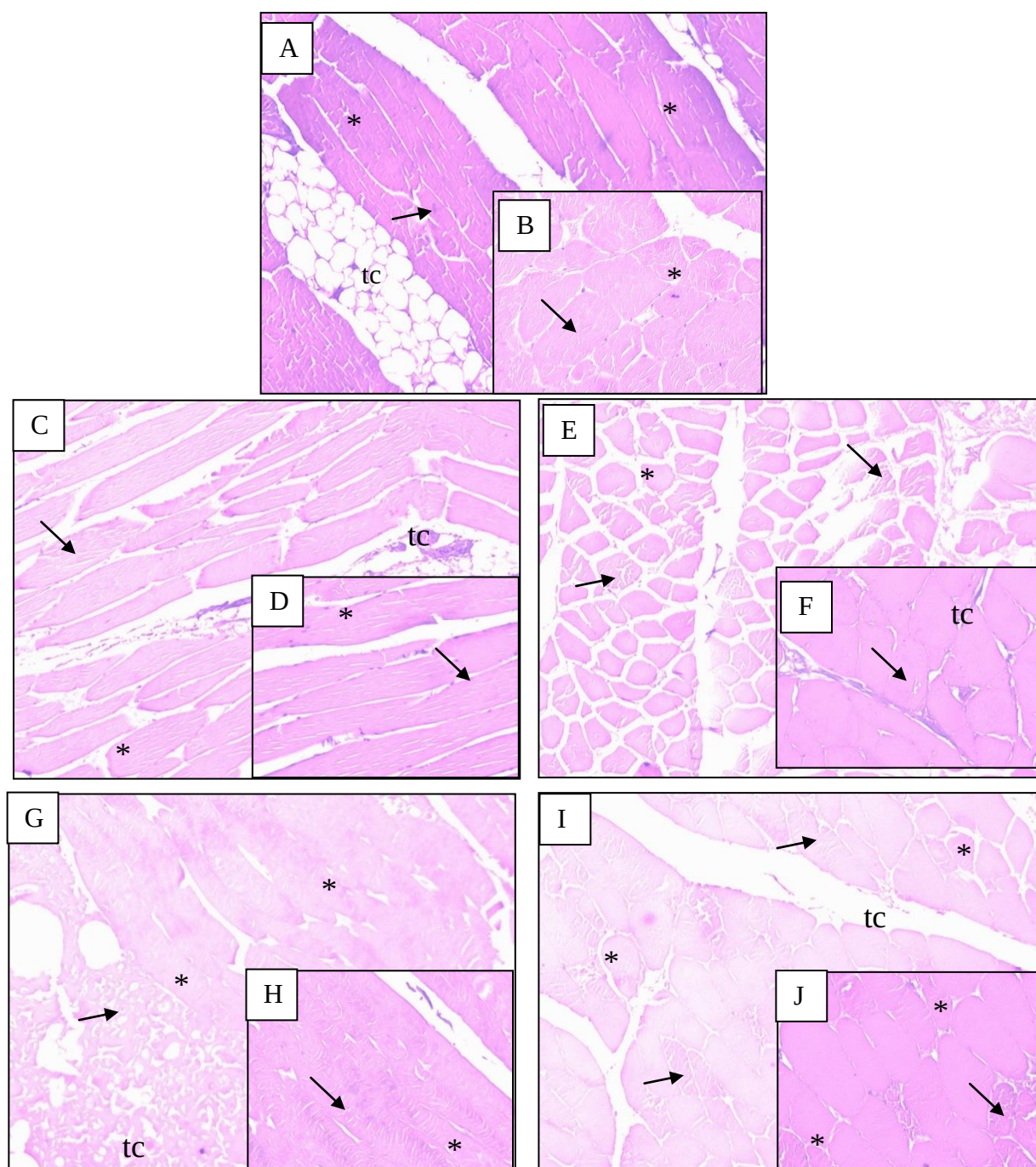


Figura 3.1 - Fotomicrografias das amostras de presunto cozido, com um detalhe à direita

Nota: A e B – amostra controle (R); C e D – amostra CT1 – congelamento por método lento, sem exsudado; E e F – amostra CT2 - congelamento por método lento, com exsudado; G e H – amostra CN1 – congelamento por método rápido, sem exsudado; I e J – amostra CN2 - congelamento por método rápido, com exsudado. tc = tecido conectivo; flecha = estriação celular; * = célula de aspecto normal. Aumento: 40x e 100x.

A amostra CN1 caracterizou-se por células musculares grandes (inchadas) e bem interligadas e com citoplasma com intensa estriação transversal, aparentemente com edema, pouco tecido adiposo intersticial e presença de tecido conjuntivo desestruturado ao redor do

tecido muscular. Esperava-se que a matéria-prima congelada por método rápido apresentasse pequenos cristais de gelo e estrutura celular uniforme, e que essa aparência fosse percebida na amostra CN1. Contudo, o aparecimento das células musculares grandes pode ser explicado novamente pelo armazenamento da carne a temperaturas mais altas (-18°C) que a temperatura de congelamento por nitrogênio líquido, causando recristalização dos cristais de gelo (Mortensen *et al.*, 2006). A amostra CN2 mostrou tecido muscular bem organizado em lóbulos de aspecto normal. As células musculares apresentam estriações pouco distintas e em menor intensidade que na amostra CN1, com pequenas áreas de desestruturação.

Por esses resultados é possível afirmar que a amostra controle (R) apresentou melhor resultado para estrutura muscular. Foi possível observar alteração na estrutura celular dos tratamentos CT1 e CN1, e com menor intensidade nos tratamentos CT2 e CN2, esses últimos, possivelmente devido à reincorporação do exsudado, e ao efeito do tangleamento (KATSARA; BUDRAS, 1993). Os danos observados nas microfotografias das amostras produzidas com matéria-prima submetida ao congelamento podem ser relacionados à maior dureza, conforme demonstrado na Tabela 3.5.

A utilização do exsudado, composto predominantemente por proteínas sarcoplasmáticas, representadas em grande parte pela mioglobina, pode também explicar o fato das lâminas das amostras CT2 e CN2 apresentarem coloração mais intensa que as lâminas das amostras CT1 e CN1.

Anese *et al.* (2012) mostraram que a fotomicrografia de carne suína resfriada apresentou-se mais regular, sem distorção de fibras e sem aparência de inchamento quanto comparadas a fotomicrografia de carne submetida a congelamento em corrente de ar, que mostrou cristais de gelo extracelulares, como esperado, e submetida a congelamento por nitrogênio líquido, que apresentou cristais de gelo intracelulares.

Avaliação sensorial

O grupo de avaliadores participantes da análise sensorial foi composto de mulheres (85%) e homens (15%) entre 18 e 67 anos. Os atributos maciez e gosto salgado foram avaliados por estarem relacionados aos parâmetros força de compressão e teor de sódio, para os quais houve efeito significativo do uso do exsudado. Apesar dos resultados instrumentais de textura terem apresentado valores significativamente diferentes para a dureza (Tabela 3.5) e da amostra resfriada ter apresentado melhor aspecto estrutural de acordo com análise

histológica (Figura 3.1), na avaliação sensorial não foram percebidas diferenças estatísticas (teste de Dunnet) entre os tratamentos e o padrão, tanto para maciez quanto gosto salgado.

Utrera et al. (2012) relataram que a diferença na dureza e mastigabilidade de presuntos produzidos com pernil congelado/descongelado foi percebida em painel sensorial com provadores treinados. No presente estudo, a análise sensorial indica que a substituição de matéria-prima resfriada por matéria-prima congelada/descongelada, com ou sem incorporação de exsudado, não influenciaria a percepção da maciez e do gosto salgado.

Avaliação da vida útil

As análises microbiológicas para Coliformes Termotolerantes a 45°C, *Salmonella sp*, *Staphylococcus coagulase positiva* e Clostrídios sulfitorreduzidores apresentaram resultados dentro do padrão estabelecido pela legislação durante toda a vida útil. Os resultados para Bactérias Láticas de todas as amostras foram inferiores a 10^2 UFC/g durante o armazenamento. Bressan et al. (2007) consideraram como 10^3 UFC/g o limite de contagem padrão em placa, que inclui as bactérias láticas, em presuntos fatiados.

A variação nas análises de sinérese, pH e oxidação lipídica durante os 90 dias de vida útil estão apresentadas na Figura 3.2. De maneira geral, todas as amostras apresentaram redução nas perdas por sinérese, indicando a estabilidade do produto durante seu período de armazenamento.

Pode-se observar que o pH aos 90 dias de estocagem aumentou em relação ao tempo 0, para todas as amostras. Bressan et al. (2007) relataram aumento no pH de presuntos fatiados durante a estocagem por 35 dias. Esse resultado pode ser relacionado à ausência de crescimento de Bactérias Láticas nas amostras no decorrer do tempo, o que não causou diminuição de pH.

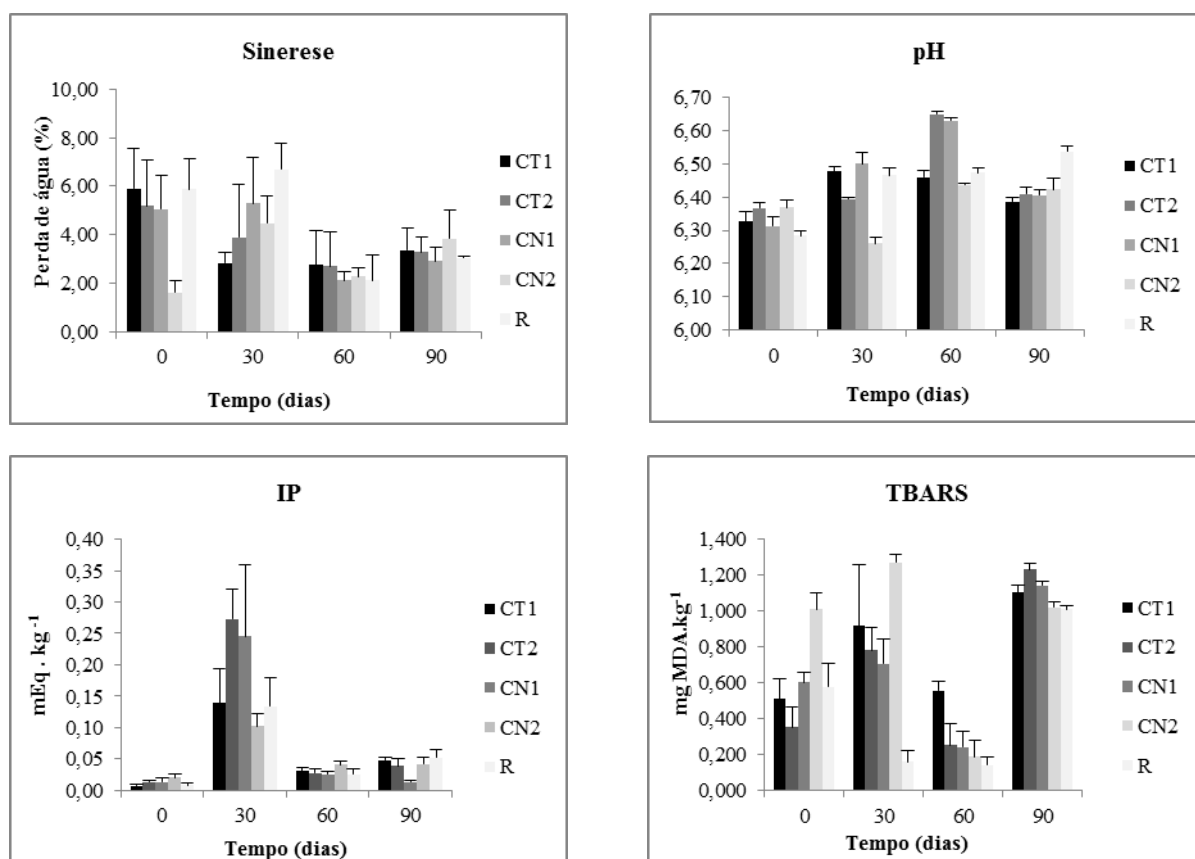


Figura 3.2 - Resultados das análises de vida útil das amostras de presunto cozido

Nota: CT1 – amostra produzida com carne congelada por método tradicional, sem incorporação de exsudado;
 CT2 – amostra produzida com carne congelada por método tradicional, com incorporação de exsudado;
 CN1 – amostra produzida com carne congelada por congelamento rápido, sem incorporação de exsudado;
 CN2 – amostra produzida com carne congelada por congelamento rápido, com incorporação de exsudado;
 R – amostra produzida com carne resfriada – Controle.

Os índices de peróxidos aumentaram aos 30 dias de estocagem e diminuíram após esse período para todas as amostras, conforme demonstrado na Figura 3.2. Esse comportamento era esperado devido à natureza das reações envolvendo o processo de oxidação lipídica. No estágio inicial da oxidação, os lipídios, mais precisamente os ácidos graxos insaturados da molécula, reagem com oxigênio livre na presença de catalisadores como ferro, cobre, enzimas, luz ou calor, formando peróxidos. Os peróxidos, por serem altamente instáveis e reativos, podem reagir com outras moléculas de lipídios, para formar compostos secundários da oxidação, como alcanos, aldeídos e cetonas, compostos voláteis, responsáveis pelas características de odor e sabor rançoso dos alimentos. Assim, o IP tende a aumentar durante a fase inicial de oxidação, quando a taxa de formação de hidroperóxidos é maior que a taxa de decomposição. Após o atingimento de um valor de pico, o IP decresce como resultado da

baixa disponibilidade de substrato para sua formação, e da instabilidade das moléculas de peróxido (PEREIRA DE ABREU et al., 2010).

Georgantelis et al. (2007) encontraram um valor máximo de IP em salsicha suína adicionada de extrato de alecrim, seguido de um decréscimo até o fim do tempo de estocagem. Mathias et al. (2010) observaram que, tanto em presunto de peru submetido a tratamento com alta pressão hidrostática, quanto em presunto não pressurizado, os peróxidos foram os primeiros compostos a serem produzidos, com máximo detectado aos 30 dias, acompanhado da produção de malonaldeído.

Todas as amostras apresentaram aumento do TBARS concomitante ao decréscimo do IP, conforme (Figura 3.2), mas mostraram uma queda nos resultados de TBARS aos 60 dias. Maqsood; Benjakul e Balange (2012) encontraram valores crescentes de TBARS até o 12º dia de estocagem de salsichas de peixe, seguido de um decréscimo desse valor até o fim da estocagem, aos 20 dias, e relacionaram esse resultado a reações das TBARS com aminoácidos livres, proteínas e peptídios presentes na amostra e a perda de produtos voláteis da oxidação durante o período de estocagem.

Os valores de TBARS aos 90 dias de vida útil variaram de 1,01 a 1,23 mg malonaldeído.kg⁻¹. Esses valores podem ser considerados satisfatórios quanto à estabilidade do produto, visto que, de acordo com Torres e Okani (1997), valores de TBARS de até 1,59 mg MDA/kg de amostra não causam alterações sensoriais perceptíveis, tampouco danos a saúde do consumidor. Greene e Curnuze (1982) estabeleceram 2,0 mg/kg como limite aceitável de malonaldeído em produtos cárneos, e Al-Katahni et al. (1996) afirmaram que valores acima de 3,0 mg MDA/kg podem ser percebidos sensorialmente.

3.5 – CONCLUSÕES

A matéria-prima submetida a congelamento rápido apresentou menor liberação de exsudado que a matéria-prima congelada por método lento. A análise de TBARS apresentou resultados significativamente superiores para as amostras congeladas, que não diferiram entre si, mas apresentaram diferença em relação à amostra resfriada. Apenas para o parâmetro a^* houve diferença significativa entre as três amostras de matéria-prima.

Em relação às amostras de presunto cozido nenhum dos parâmetros físico-químicos avaliados apresentou diferença significativa em relação às modificações propostas na matéria-prima e à incorporação de exsudado.

O perfil de textura (TPA) demonstrou que as amostras com matéria-prima congelada/descongelada apresentaram maiores valores para dureza e mastigabilidade quando comparados à amostra com matéria-prima resfriada, mas que a incorporação do exsudado liberado no descongelamento causou redução nesses parâmetros.

As perdas por resfriamento apresentaram resultados significativamente superiores nas amostras com matéria-prima congelada do que na amostra resfriada. A capacidade de retenção de água (CRA), a sinérese, perda por congelamento, perda por aquecimento e fatiamento das amostras de presunto não apresentaram diferença significativa entre as amostras.

Por microscopia de luz foi possível observar a alteração nos tecidos causada pelo congelamento e descongelamento das matérias-primas.

O efeito do exsudado foi significativo apenas para os parâmetros dureza e teor de sódio, entretanto essa diferença não foi percebida sensorialmente.

Considerando os resultados obtidos pode-se comprovar a viabilidade do uso de matéria congelada/descongelada nas condições testadas em presuntos cozidos, independente do método de congelamento estudado. A possibilidade de utilização de pernil congelado/descongelado na produção de presuntos aumenta a flexibilidade das plantas de processamento sem prejuízo à qualidade esperada do produto.

3.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TARBOUSH, H. M.; ATIA, M.; BAJABER, A. S.; AHMED, M. A.; EL-MOJADDIDI, M. A. Chemical changes after irradiation and post-irradiation in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, v.61, n.4, 729–733, 1996.

ANESE, M.; MANZOCCO, L.; PANOZZO, A.; BERALDO, P.; FOSCHIA, M.; NICOLI, M. C. Effect of radiofrequency assisted freezing on meat microstructure and quality. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 50-54, 2012.

AÑÓN, M. C.; CALVELO, A. Freezing rate effects on the drip loss of frozen beef. **Meat Science**, v. 4, n. 1, p. 1-14, 1980.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the association of analytical Chemists. 40 ed. Washington, DC.

BAÑÓN, S.; CAYUELA, J. M.; GRANADOS, M. V.; GARRIDO, M. D. Pre-cure freezing affects proteolysis in dry-cured hams. **Meat Science**, n. 51, p. 11-16, 1999.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. Springer-Verlag: Berlim, 4ª ed, 2009, 1114p.

BEVILACQUA, A. E.; ZARITZKY, N. E. Ice recrystallization in frozen beef. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 1410-1414, 1982.

BORCH, E.; KANT-MUERMANS, M. L.; BLIXT, Y. Bacterial spoilage of meat products and cured meat. **International Journal of Food Microbiology**, v. 33, p. 103-120, 1996.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. RDC nº12, de 2 de Janeiro de 2002. Diário Oficial. Brasília, p.68, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes**. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. Diário Oficial, Brasília. seção 1, 1999.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Normas Técnicas de Instalações e Equipamentos para Abate e Industrialização de Suínos**. Portaria nº711, de 1º de novembro de 1995. Diário Oficial, Brasília, 1995

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Presunto**. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Diário Oficial, Brasília. seção 1, p.7-12, 2000.

BRESSAN, M. C; LODI, F.; FERREIRA, M. W.; ANDRADE, P. L.; BOARIS, C. A.; PICCOLI, R. H. Influência da embalagem na vida útil de presuntos fatiados. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 433-438, 2007.

CASIRAGHI, E; ALAMPRESE, C.; POMPEI, C. Cooked ham classification on the basis of brine injection level and pork breeding country. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, n. 40, p. 164–169, 2007.

CHENG, Q.; SUN, D.-W.; SCANNELL, A. G. M. Feasibility of water cooking for pork ham processing as compared with traditional dry and wet air cooking methods. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 4, p. 427-433, 2005.

COSTA, M. R; BERGAMIN FILHO, W.; CIPOLLI, K. M.; SILVEIRA, E; FELICIO, P. E. Perfil sensorial e aceitação de presuntos crus produzidos por métodos tradicionais e acelerado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 170-176, 2007.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Champagnat : Curitiba, 3ªEd, 2011, 426p.

ESTEVEZ, M. Protein carbonyls in meat systems: A review. **Meat Science**, n. 89, p. 259–279, 2011.

EVANS, S. D.; NOTT, H. P.; KSHIRSAGAR, A. A.; HALL, L. D. The effect of freezing and thawing on the magnetic resonance imaging parameters of water in beef, lamb and pork meat. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 33, p. 317-328, 1998.

GEORGANTELIS, D.; AMBROSIADIS, I.; KATIKOU, P.; BLEKAS, G.; GEORGAKIS, S. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. **Meat Science**, v.76, p. 172-181, 2007.

GRANATO, D.; CALADO, V. M.; JARVIS, B. Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology. **Food Research International**, v. 55, p. 137-149, 2014.

GREENE, B. E.; CUMUZE, T. H. Relationship between TBA numbers and inexperienced panelist's assessments of oxidized flavor in cooked beef. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 52–58, 1982.

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

HONKAVAARA, M. Influence of PSE pork on the quality and economics of cooked, cured ham and fermented dry sausage manufacture. **Meat Science**, v. 24, p. 201-207, 1988.

HSU, K. Y.; SUN, L. Y. Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat. **Journal of Food Engineering**, n.74, p. 47–53, 2006.

HUSTAD, G. O.; CERVENY, J. G.; TRENK, H.; DEIBEL, R. H.; KAUTTER, D. A.; FAZIO, T.; JOHNSTON, R. W.; KOLARI, O. E. Effect of sodium nitrite and sodium nitrate on botulinal toxin production and nitrosamine formation in wieners. **Applied Microbiology**, v. 26, n. 1, p. 22-26, 1973.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020p.

JOO, S. T ; KAUFFMAN, R. G.; KIM, B. C.; PARK, G. B. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. **Meat Science**, n.52, p. 291-297, 1999.

KATSARAS, K.; BUDRAS, K.-D. The Relationship of the Microstructure of Cooked Ham to its Properties and Quality. **LWT - Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 229-234, 1993.

KIM, G. D.; JUNG, E. Y.; LIM, H. J.; YANG, H. S.; SEON, T. J.; JEONG, J. Y. Influence of meat exudates on the quality characteristics of fresh and freeze-thawed pork. **Meat Science**, v. 95, n. 2, p. 323-329, 2013.

LACHOWICZ, K.; SOBCZAK, M.; GAJOWIECK, L.; ZYCH, A. Z. Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. **Meat Science**, n. 63, p. 225–233, 2003.

LEYGONIE, C.; BRITZ, T. J.; HOFFMAN, L. C. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: review. **Meat Science**, v. 91, n. 2, p. 93-8, 2012a.

LEYGONIE, C.; BRITZ, T. J.; HOFFMAN, L. C. Meat quality comparison between fresh and frozen/thawed ostrich *M. iliofibularis*. **Meat Science**, v. 91, n. 3, p. 364-368, 2012b.

LI, B.; SUN, D. W. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods – a review. **Journal of Food Engineering**, n.54, p. 175–182, 2002.

LI, C.; SZCZPANIAK, S.; STEEN, L.; GOEMAERE, O.; IMPENS, S.; PAELINCK, H.; ZHOU, G. Effect of tumbling time and cooking temperature on quality attributes of cooked ham. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 10, p. 2159-2163, 2011.

LIU, G.; XIONG, Y. L.; BUTTERFIELD, D. A. Chemical, physical, and gel-forming properties of oxidized myofibrils and whey- and soy-protein isolates. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 811-818, 2000.

MAQSOOD, S., BENJAKUL, S., BALANGE, A. K. Effect of tannic acid and kiam wood extract on lipid oxidation and textural properties of fish emulsion sausages during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 130, p. 408-416, 2012.

MARTINO, M. N.; OTERO, L.; SANZ, P. D.; ZARITZKY, N. E. Size and location of ice crystals in pork frozen by high-pressure-assisted freezing as compared to classical methods. **Meat Science**, v. 50, n. 3, p. 303-313, 1998.

MATHIAS, S. P.; ROSENTHAL, A.; GASPAR, A. DELIZA, R.; SLONGO, A. P.; VICENTE, J.; MASSON, L. M.; BARBOSA, C. Alterações oxidativas (cor e lipídios) em presunto de peru tratado por Alta Pressão Hidrostática (APH). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 852-857, 2010.

MILLER, A. J.; ACKERMAN, S. A.; PALUMBO, S. A. Effects of frozen storage on functionality of meat for processing. **Journal of Food Science**, v.45, p. 1466-1471, 1980.

MORTENSEN, M.; ANDERSEN, H. J.; ENGELSEN, S. A.; BERTRAM, H. C. Effect of freezing temperature, thawing and cooking rate on water distribution in two pork qualities. **Meat Science**, v. 72, n. 1, p. 34-42, 2006.

NGAPO, T. M.; BABARE, I. H.; REYNOLDS, J.; MAWSON, R. F. Freezing and thawing rate effects on drip loss from samples of pork. **Meat Science**, v. 53, n. 3, p. 149-158, 1999.

O'NEILL, D. J.; LYNCH, P. B.; TROY, D. J.; BUCKLEY, D. J.; KERRY, J. P. Effects of PSE on the quality of cooked hams. **Meat Science**, v. 64, p. 113-118, 2003.

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p. 24-31, 2008.

PEÑA, M. M.; CID, M. C.; BELLO, J. A Method for Identification of Frozen Meat used for Production of Cooked Ham. **Meat Science**, v. 48, n. 314, p. 251-264, 1998.

PEREIRA DE ABREU, D. A.; PASEIRO LOSADA, P.; MAROTO, J.; CRUZ, J. M. Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Food Research International**, v. 43, p. 1277-1282, 2010.

PÉREZ-PALACIOS, T.; RUIZ, J.; BARAT, J. M.; ARISTOY, M. C.; ANTEQUARA, T. Influence of pre-cure freezing of Iberian ham on proteolytic changes throughout the ripening process. **Meat Science**, n. 85, p. 121-126, 2010.

PÉREZ-PALACIOS, T.; RUIZ, J.; GRAU, R.; FLORES, M.; ANTEQUERA, T. Influence of pre-cure freezing of Iberian hams on lipolytic changes and lipid oxidation. **International Journal of Food Science and Technology**, n. 44, p. 2287-2295, 2009.

PIETRASIK, Z.; JARMOLUK, A.; SHAND, P. J. Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. **LWT - Food Science and Technology**, n. 40, p. 915-920, 2007.

PRESTES, R. C.; GRABOSKI, A.; ROMAN, S. S.; KEMPKA, A. P.; TONIAZZO, G.; DEMIATE, I. M.; DI LUCCIO, M. Effects of the addition of collagen and degree of comminution in the quality of chicken ham. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 4, p. 885-903, 2013.

PRESTES, R. C.; CARNEIRO, E. B.; DEMIATE, I. M. Hydrolyzed collagen, modified starch and guar gum addition in turkey ham. **Ciência Rural**, v.42, n. 7, p. 1307-1313, 2012.

SAKATA, R.; OSHIDA, T.; MORITA, H.; NAGATA, Y. Physico-Chemical and Processing Quality of Porcine *M. longissimus dorsi* Frozen at Different Temperatures. **Meat Science**, n. 39, p. 277-284, 1995.

SAVAGE, A. W. J.; WARRIS, P. D.; JOLLEY, P. D. The Amount and Composition of the Proteins in Drip from Stored Pig Meat. **Meat Science**, n.27, p. 289-303, 1990.

SCHMIDT, G. R. Comportamiento funcional de los componentes de la carne durante el processado. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2ªed. Zaragoza: Acribia, 1994.

TABILO, G.; FLORES, M.; FISZMAN, S. M.; TOLDRÁ, F. Postmortem meat quality and sex affect textural properties and protein breakdown of dry-cured ham. **Meat Science**, v. 51, n. 3, p. 255-260, 1999.

TARLADGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNATHAN, M. T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 37, p. 44-48, 1960.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 2000, 216p.

TOMOVIC, V. M.; JOKANOVIC, M. R.; PETROVIC, L. S.; TOMOVIC, M. S.; TASIC, T. A.; IKONIC, P. M.; SUMIC, Z. M.; SOJIC, B. V.; SKALJAC, S. B.; SOSO, M. M. Sensory, physical and chemical characteristics of cooked ham manufactured from rapidly chilled and earlier deboned M. semimembranosus. **Meat Science**, v. 93, n. 1, p. 46-52, 2013

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005.

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.

URBAN, W. M.; CAMPBELL, J. F. La conservación de la carne. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2ªed. Zaragoza: Acribia, 1994.

UTRERA, M.; ARMENTEROS, M.; VENTANAS, S.; SOLANO, F.; ESTÉVEZ, M. Pre-freezing raw hams affects quality traits in cooked hams: potential influence of protein oxidation. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 596-603, 2012.

VÁLKOVÁ, V.; SALÁKOVÁ, A.; BUCHTOVÁ, H.; TREMLOVÁ, B. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. **Meat Science**, v. 77, n. 4, p. 608-15, 2007.

WIRTH, F.; LEISTNER, L.; RODEL, W. **Valores normativos de la tecnologia carnica**. Zaragoza: Acribia, 1981, 127p.

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. 239-45, 2009.

ZIPSER, M. W.; KWON, T.; WATTS, B. M. Oxidative changes in cured and uncured frozen cooked pork. **Agricultural and Food Chemistry**, v.12, n. 2, p. 105-109, 1964.

CAPÍTULO IV

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do perfil de consumidores demonstrou a preferência por presunto cozido frente ao produto similar de menor custo (apresentado), e que a escolha do produto no momento da compra é motivada pela sua qualidade global, sendo a sabor e cor as características mais apreciadas. Apesar do mercado brasileiro ser dominado por poucos processadores e poucas marcas comerciais, os participantes declararam não haver preferência por uma marca específica.

A avaliação da qualidade de presuntos cozidos comercializados no mercado nacional demonstrou que oito das onze amostras estudadas apresentavam-se em conformidade com todos os requisitos da legislação brasileira, mas que duas amostras foram fraudadas por adição de amido, com o provável intuito de melhorar rendimento e características tecnológicas pós-processamento.

A análise de Cluster permitiu a classificação das amostras em três grupos, que apresentaram diferença significativa no teor de umidade, cromaticidade, perdas por sinérese, aquecimento e congelamento. Os grupos foram classificados como: Grupo de preço e qualidade inferior; Grupo de preço e qualidade intermediários e Grupo de preço e qualidade alta.

A análise de Componentes Principais indicou que a aceitabilidade em relação à aceitação global e sabor foi maior nas amostras que apresentaram maiores teores de umidade, proteína, gordura e luminosidade, e que correspondem a algumas das amostras segmentadas nos grupos 2 e 3, de preço e qualidade intermediárias e alta. Ao contrário, as amostras que apresentaram os menores escores sensoriais foram as do grupo de preço e qualidade inferior.

As técnicas multivariadas de Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA) e Análise de Componentes Principais (PCA) mostraram-se complementares e pertinentes para uso da avaliação da qualidade de presuntos cozidos. Os resultados obtidos por essas ferramentas podem ser interessantes para as indústrias processadoras na manutenção da qualidade de seus produtos e no desenvolvimento de novos produtos que atendam às necessidades do consumidor e à demanda do mercado.

O estudo do congelamento da matéria-prima demonstrou que a amostra congelada por método lento (tradicional) apresentou liberação de exsudado significativamente superior à

amostra submetida a congelamento rápido (nitrogênio líquido). Entre as amostras congeladas e a amostra resfriada não houve diferença significativa nos parâmetros umidade, cinzas, proteína, aW, pH, L*, b* e h, mas houve diferença estatística no teor de lipídios e na cromaticidade (C). A amostra resfriada apresentou maiores valores para intensidade de vermelho (a*) que as amostras congeladas, e entre essas, o valor de a* foi significativamente superior na amostra congelada por método lento quando comparada ao método rápido.

Os presuntos cozidos produzidos com matéria-prima submetidas a diferentes métodos de congelamento, com ou sem incorporação do exsudado liberado no descongelamento, não apresentaram diferença estatística nas análises físico-químicas de umidade, cinzas, proteína, lipídios, pH, aW, sódio, nitrito e cor. A amostra controle (com matéria-prima resfriada) apresentou melhor resultado para estrutura muscular e para os parâmetros dureza e mastigabilidade da análise de perfil de textura. A capacidade de retenção de água (CRA), sinérese, perda por congelamento, perda por aquecimento e fatiamento das amostras de presunto não apresentaram diferença significativa entre si. Pela análise de regressão múltipla foi possível observar que o efeito exsudado e foi significativo apenas para os parâmetros força de compressão e teor de sódio, mas ainda assim, essa diferença não foi percebida sensorialmente no teste de comparação múltipla.

Pode-se afirmar que as diferenças encontradas nos parâmetros avaliados deve-se a menor capacidade de retenção de água (CRA) da carne congelada em relação à carne resfriada, devido aos danos sofridos nas fibras musculares durante o congelamento. Porém entre os métodos de congelamento não foram observadas diferenças significativas, o que pode ter relação com a recristalização dos cristais de gelo, ou seja, ao seu aumento de tamanho, durante a estocagem a -18°C.

Mesmo com a perda de proteínas sarcoplasmáticas do exsudado nas carnes congeladas, obteve-se bons resultados na produção de presunto cozido. Isso pode estar relacionado à capacidade de formação de liga das proteínas miofibrilares superior a das proteínas sarcoplasmáticas; a ação de ingredientes que melhoram a capacidade de retenção de água no produto e ao tambeamento, que atua na extração das proteínas miofibrilares para a formação de uma rede proteica.

Esses resultados podem despertar interesse do ponto de vista industrial e tecnológico, pois indica a possibilidade de utilização de matéria-prima congelada por método lento ou rápido, e descongelada a 5°C na produção de presunto cozido sem que haja perdas do

produto no processamento posterior em pratos prontos para o consumo, e nos pontos de venda onde o produto passa por fracionamento.

4.2 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ABIEPCS. Relatório ABIEPCS 2012. Disponível em: http://www.abiepcs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIEPCS_relatorio_2011_pt.pdf. Acesso em 02/07/2012.

ABIEPCS. Relatório ABIEPCS 2013. Disponível em: http://www.abiepcs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIEPCS_relatorio_2012_pt.pdf. Acesso em 29/08/2013.

AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TARBOUSH, H. M.; ATIA, M.; BAJABER, A. S.; AHMED, M. A.; EL-MOJADDIDI, M. A. Chemical changes after irradiation and post-irradiation in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, v.61, n.4, 729–733, 1996.

ANESE, M.; MANZOCCO, L.; PANOZZO, A.; BERALDO, P.; FOSCHIA, M.; NICOLI, M. C. Effect of radiofrequency assisted freezing on meat microstructure and quality. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 50-54, 2012.

AÑÓN, M. C.; CALVELO, A. Freezing rate effects on the drip loss of frozen beef. **Meat Science**, v. 4, n. 1, p. 1-14, 1980.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Acribia : Zaragoza, 1994, 198p.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the association of analytical Chemists. 40 ed. Washington, DC.

BAGGIO, S. R.; BRAGAGNOLO, N. Lipid Fraction Quality Evaluation of Brazilian Meat-based Products. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 19, n. 3, 463-470, 2008.

BAÑÓN, S.; CAYUELA, J. M.; GRANADOS, M. V.; GARRIDO, M. D. Pre-cure freezing affects proteolysis in dry-cured hams. **Meat Science**, n. 51, p. 11-16, 1999.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. Springer-Verlag: Berlim, 4thEd, 2009, 1114p.

BEVILACQUA, A. E.; ZARITZKY, N. E. Ice recrystallization in frozen beef. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 1410-1414, 1982.

BORCH, E.; KANT-MUERMANS, M. L.; BLIXT, Y. Bacterial spoilage of meat products and cured meat. **International Journal of Food Microbiology**, v. 33, p. 103-120, 1996.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. RDC nº12, de 2 de Janeiro de 2002. Diário Oficial. Brasília, p.68, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos**. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Diário Oficial, Brasília. seção 1, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes**. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. Diário Oficial, Brasília. seção 1, 1999.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Normas Técnicas de Instalações e Equipamentos para Abate e Industrialização de Suínos**. Portaria nº711, de 1º de novembro de 1995. Diário Oficial, Brasília, 1995.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Presunto**. Instrução Normativa nº20, de 31 de julho de 2000. Diário Oficial, Brasília. seção 1, p.7-12, 2000.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Atribuição de Aditivos**. Instrução Normativa nº 51, de 29 de dezembro de 2006. Diário Oficial, Brasília. seção 1, 2007.

BRESSAN, M. C; LODI, F.; FERREIRA, M. W.; ANDRADE, P. L.; BOARIS, C. A.; PICCOLI, R. H. Influência da embalagem na vida útil de presuntos fatiados. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 433-438, 2007.

BREWER, M. S.; ZHU, L. G.; BIDNER, B.; MEISINGER, D. J.; McKEITH, F. K. Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. **Meat Science**, v.57, p. 169-176, 2001.

CASIRAGHI, E.; ALAMPRESE, C.; POMPEI, C. Cooked ham classification on the basis of brine injection level and pork breeding country. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 1, p. 164-169, 2007.

CHENG, Q.; SUN, D.-W.; SCANNELL, A. G. M. Feasibility of water cooking for pork ham processing as compared with traditional dry and wet air cooking methods. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 4, p. 427-433, 2005.

CORREIA, P. R. M.; FERREIRA, M. M. C. Reconhecimento de padrões por métodos não supervisionados: explorando procedimentos quimiométricos para tratamento de dados analíticos. **Química Nova**, v.30, n.2, p. 481-487, 2007).

COSTA, M. R; BERGAMIN FILHO, W.; CIPOLLI, K. M.; SILVEIRA, E; FELICIO, P. E. Perfil sensorial e aceitação de presuntos crus produzidos por métodos tradicionais e acelerado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 170-176, 2007.

CRUZ, A.; CADENA, R.; ALVARO, M.; SANT'ANA, A.; OLIVEIRA, C.; FARIA, J.; BOLINI, H.; FERREIRA, M. Assessing the use of different chemometric techniques to discriminate low-fat and full-fat yogurts. **Food Science and Technology**, n.50, p. 210-214, 2013.

DAWSON, J. Retailer activity in shaping food choice. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 339-347, 2013.

DESMOND, E. M.; KENNY, T. A.; WARD, P.; SUN, D. W. Effect of rapid and conventional cooling methods on the quality of cooked ham joints. **Meat Science**, n. 56, p. 271-277, 2000.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Champagnat : Curitiba, 3ªEd, 2011, 426p.

EMBRAPA. **Sistemas de Produção 2003**. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos>. Acesso em 18/01/2014

ESTEVEZ, M. Protein carbonyls in meat systems: A review. **Meat Science**, n. 89, p. 259–279, 2011.

EVANS, S. D.; NOTT, H. P.; KSHIRSAGAR, A. A.; HALL, L. D. The effect of freezing and thawing on the magnetic resonance imaging parameters of water in beef, lamb and pork meat. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 33, p. 317-328, 1998.

FAUCITANO, L. influencia do período *ante mortem* sobre o bem-estar e a qualidade da carne suína. In: TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. Unisinos: São Leopoldo, 2000.

FERREIRA, M. M. C.; MORGANO, M. A.; QUEIROZ, S. C. N.; MANTOVANI, D. M. B. Relationships of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. **Food Chemistry**, n.69, p.259-265, 2000.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de Ciencia de la Carne**. Zaragoza : Acribia, 1979, 364p.

GAMBUTEANU, C.; BORDA, D.; ALEXE, P. The Effect of Freezing and Thawing on Technological Properties of Meat: Review. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, v. 19, n.1, p. 88-93, 2013.

GARCIA-ESTEBAN, M.; ANSORENA, D.; GIMENO, O.; ASTIASARA, I. Optimization of instrumental colour analysis in dry-cured ham. **Meat Science**, v. 63, p. 287–292, 2003.

GEORGANTELIS, D.; AMBROSIADIS, I.; KATIKOU, P.; BLEKAS, G.; GEORGAKIS, S. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. **Meat Science**, v.76, p. 172-181, 2007.

GILLET, T. A.; CASSIDY, R. D.; SIMON, S. Ham massaging. Effect of massaging cycle, environmental temperature and pump level on yield, blind, and color of intermittently massaged hams. **Journal of Food Science**, n. 47, p. 1083–1088, 1982.

GRANATO, D.; BRANCO, G. F.; FARIA, J. A. F.; CRUZ, A. G. Characterization of Brazilian lager and brown ale beers based on color, phenolic compounds, and antioxidant activity using chemometrics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 3, p. 563-71, 2011.

GRANATO, D.; CALADO, V. M.; JARVIS, B. Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology. **Food Research International**, v. 55, p. 137-149, 2014.

GRANATO, D.; KATAYAMA, F. C.; DE CASTRO, I. A. Characterization of red wines from South America based on sensory properties and antioxidant activity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 526-533, 2012.

GRANATO, D.; OLIVEIRA, C. C.; CARUSO, M. S. F.; NAGATO, L. A. F.; ALABURDA, J. Feasibility of different chemometric techniques to differentiate commercial Brazilian sugarcane spirits based on chemical markers. **Food Research International**, 2013. No prelo.

GREENE, B. E.; CUMUZE, T. H. Relationship between TBA numbers and inexperienced panelist's assessments of oxidized flavor in cooked beef. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 52-58, 1982.

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

HONIKEL, K. O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Science**, v. 78, n. 1-2, p. 68-76, 2008.

HONKAVAARA, M. Influence of PSE pork on the quality and economics of cooked, cured ham and fermented dry sausage manufacture. **Meat Science**, v. 24, p. 201-207, 1988.

HSU, K. Y.; SUN, L. Y. Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat. **Journal of Food Engineering**, n.74, p. 47-53, 2006.

HUE, C. **O mercado de frios no brasil: uma estimacão de demanda a partir de um modelo aids em três estágios**. 2011, 61f. Dissertao (Mestrado profissional em Finanças e Economia). Escola de Economia de São Paulo, Fundao Getúlio Vargas, São Paulo, 2011.

HUSTAD, G. O.; CERVENY, J. G.; TRENK, H.; DEIBEL, R. H.; KAUTTER, D. A.; FAZIO, T.; JOHNSTON, R. W.; KOLARI, O. E. Effect od sodium nitrite and sodium nitrate on botulinal toxin production and nitrosamine formation in wieners. **Applied Microbiology**, v. 26, n. 1, p. 22-26, 1973.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Qmicos para Análises de Alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020p.

ISSANCHOU, S. Consumer Expectations and Perceptions of Meat and Meat Product Quality. **Meat Science**, v. 45, p. 5-19, 1996.

JOO, S. T ; KAUFFMAN, R. G.; KIM, B. C.; PARK, G. B. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. **Meat Science**, n.52, p. 291-297, 1999.

KATSARAS, K.; BUDRAS, K.-D. The Relationship of the Microstructure of Cooked Ham to its Properties and Quality. **LWT - Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 229-234, 1993.

KIM, G. D.; JUNG, E. Y.; LIM, H. J.; YANG, H. S.; SEON, T. J.; JEONG, J. Y. Influence of meat exudates on the quality characteristics of fresh and freeze-thawed pork. **Meat Science**, v. 95, n. 2, p. 323-329, 2013.

LACHOWICZ, K.; SOBCZAK, M.; GAJOWIECK, L.; ZYCH, A. Z. Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. **Meat Science**, n. 63, p. 225–233, 2003.

LATREILEE, J.; MAUGER, E.; AMBROISINE, L.; TENENHAUS, M.; VINCENT, M.; NAVARRO, S.; GUINOT, C. Measurement of the reliability of sensory panel performances. **Food Quality and Preference**, n. 17, p. 369-375, 2006.

LEE, M. H.; BACK, M. H.; CHA, D. S.; PARK, H. J.; LIM, S. T. Freeze-thaw stabilization of sweet potato starch gel by polysaccharide gums. **Food Hydrocolloids**, n.16, p.345-352, 2002.

LEYGONIE, C.; BRITZ, T. J.; HOFFMAN, L. C. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: review. **Meat Science**, v. 91, n. 2, p. 93-8, 2012a.

LEYGONIE, C.; BRITZ, T. J.; HOFFMAN, L. C. Meat quality comparison between fresh and frozen/thawed ostrich M. iliofibularis. **Meat Science**, v. 91, n. 3, p. 364-368, 2012b.

LI, B.; SUN, D. W. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods – a review. **Journal of Food Engineering**, n.54, p. 175–182, 2002.

LI, C.; SZCZPANIAK, S.; STEEN, L.; GOEMAERE, O.; IMPENS, S.; PAELINCK, H.; ZHOU, G. Effect of tumbling time and cooking temperature on quality attributes of cooked ham. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 10, p. 2159-2163, 2011.

LIU, G.; XIONG, Y. L.; BUTTERFIELD, D. A. Chemical, physical, and gel-forming properties of oxidized myofibrils and whey- and soy-protein isolates. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 811-818, 2000.

MAQSOOD, S., BENJAKUL, S., BALANGE, A. K. Effect of tannic acid and kiam wood extract on lipid oxidation and textural properties of fish emulsion sausages during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 130, p. 408-416, 2012.

MARTINO, M. N.; OTERO, L.; SANZ, P. D.; ZARITZKY, N. E. Size and location of ice crystals in pork frozen by high-pressure-assisted freezing as compared to classical methods. **Meat Science**, v. 50, n. 3, p. 303-313, 1998.

MATHIAS, S. P.; ROSENTHAL, A.; GASPAR, A. DELIZA, R.; SLONGO, A. P.; VICENTE, J.; MASSON, L. M.; BARBOSA, C. Alterações oxidativas (cor e lipídios) em presunto de peru tratado por Alta Pressão Hidrostática (APH). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 852-857, 2010.

McDONALD, K.; SUN, D. W.; KENNY, T. The effect of injection level on the quality of a rapid vacuum cooled cooked beef product. **Journal of Food Engineering**, n. 47, p.139-147, 2001.

MILLER, A. J.; ACKERMAN, S. A.; PALUMBO, S. A. Effects of frozen storage on functionality of meat for processing. **Journal of Food Science**, v.45, p. 1466-1471, 1980.

MILTON, K. The critical role played by animal source foods in human (Homo) evolution. **Journal of Nutrition**, v.133, n. 11, p. 3886S-3892S, 2003.

MONTEIRO, E. M.; TERRA, N. N. Processamento do presunto “cook in” de cordeiros. **Ciência Rural**, v.29, n.4, p. 721-725, 1999.

MORETTI, V.; BELLAGAMBA, F.; PALEARI, M. A.; BERETTA, G.; Busetto, M. L.; CAPRINO, F. Differentiation of cured cooked hams by physico-chemical properties and chemometrics. **Journal of Food Quality**, n. 32, p. 125-140, 2009.

MORTENSEN, M.; ANDERSEN, H. J.; ENGELSEN, S. A.; BERTRAM, H. C. Effect of freezing temperature, thawing and cooking rate on water distribution in two pork qualities. **Meat Science**, v. 72, n. 1, p. 34-42, 2006.

NGAPO, T. M.; BABARE, I. H.; REYNOLDS, J.; MAWSON, R. F. Freezing and thawing rate effects on drip loss from samples of pork. **Meat Science**, v. 53, n. 3, p. 149-158, 1999.

O’NEILL, D. J.; LYNCH, P. B.; TROY, D. J.; BUCKLEY, D. J.; KERRY, J. P. Effects of PSE on the quality of cooked hams. **Meat Science**, v. 64, p. 113-118, 2003.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam as características das matérias-primas carneas e suas implicações tecnológicas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo : Varela, 2006.

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p. 24-31, 2008.

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p. 24-31, 2008.

PEÑA, M. M.; CID, M. C.; BELLO, J. A Method for Identification of Frozen Meat used for Production of Cooked Ham. **Meat Science**, v. 48, n. 314, p. 251-264, 1998.

PEREIRA DE ABREU, D. A.; PASEIRO LOSADA, P.; MAROTO, J.; CRUZ, J. M. Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Food Research International**, v. 43, p. 1277-1282, 2010.

PÉREZ-PALACIOS, T.; RUIZ, J.; BARAT, J. M.; ARISTOY, M. C.; ANTEQUARA, T. Influence of pre-cure freezing of Iberian ham on proteolytic changes throughout the ripening process. **Meat Science**, n. 85, p. 121–126, 2010.

PÉREZ-PALACIOS, T.; RUIZ, J.; GRAU, R.; FLORES, M.; ANTEQUERA, T. Influence of pre-cure freezing of Iberian hams on lipolytic changes and lipid oxidation. **International Journal of Food Science and Technology**, n. 44, p. 2287–2295, 2009.

PIETRASIK, Z.; JANZ, J. A. M. Influence of freezing and thawing on the hydration characteristics, quality, and consumer acceptance of whole muscle beef injected with solutions of salt and phosphate. **Meat Science**, n. 81, p. 523–532, 2009.

PIETRASIK, Z.; JARMOLUK, A.; SHAND, P. J. Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. **LWT - Food Science and Technology**, n. 40, p. 915-920, 2007.

PRANDL, O.; FISCHER, A.; SCHIMIDHOFFER, T.; SINELL, H-J. **Tecnologia e Higiene de la Carne**. Zaragoza : Acribia, 1994. 854p.

PRESTES, R. C.; GRABOSKI, A.; ROMAN, S. S.; KEMPKA, A. P.; TONIAZZO, G.; DEMIATE, I. M.; DI LUCCIO, M. Effects of the addition of collagen and degree of comminution in the quality of chicken ham. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 4, p. 885-903, 2013.

PRESTES, R. C.; CARNEIRO, E. B.; DEMIATE, I. M. Hydrolyzed collagen, modified starch and guar gum addition in turkey ham. **Ciência Rural**, v.42, n. 7, p. 1307-1313, 2012.

PRICE, J.; SCHWELGERT, B. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Zaragoza: Acribia, 1994, 581p.

PURSLOW, P. P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 435-47, Jul 2005.

SAKATA, R.; OSHIDA, T.; MORITA, H.; NAGATA, Y. Physico-Chemical and Processing Quality of Porcine *M. longissimus dorsi* Frozen at Different Temperatures. **Meat Science**, n. 39, p. 277-284, 1995.

SANZ, P. D.; ELVIRA, C.; MARTINO, M.; ZARITZKY, N.; OTERO, L.; CARRASCO, J. A. Freezing rate simulation as an aid to reducing crystallization damage in foods. **Meat Science**, v. 52, n. 3, p. 275-278, 1999.

SAVAGE, A. W. J.; WARRIS, P. D.; JOLLEY, P. D. The Amount and Composition of the Proteins in Drip from Stored Pig Meat. **Meat Science**, n.27, p. 289-303, 1990.

SCHILLING, M. W.; MINK, L. E.; GOCHENOUR, P. S.; MARRIOTT, N. G.; ALVARADO, C. Z. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. **Meat Science**, v. 65, n. 1, p. 547-553, 2003.

SCHMIDT, G. R. Comportamento funcional de los componentes de la carne durante el processado. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2ªed. Zaragoza: Acribia, 1994.

SEBRANEK, J. G.; BACUS, J. N. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? **Meat Science**, v. 77, n. 1, p. 136-47, 2007.

SOUZA, A. M.; JESUS, R. J. Quimiometria para Análise Exploratória de óleos vegetais comestíveis por Espectroscopia no Infravermelho Médio e Análise de Componentes Principais: um tutorial, Parte I. **Química Nova**, v. 35, n. 1, 223-229, 2012.

SWATLAND, H. J. Meat products and consumption culture in the West. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 80-85, 2010.

TABILO, G.; FLORES, M.; FISZMAN, S. M.; TOLDRÁ, F. Postmortem meat quality and sex affect textural properties and protein breakdown of dry-cured ham. **Meat Science**, v. 51, n. 3, p. 255-260, 1999.

TARLADGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNATHAN, M. T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 37, p. 44-48, 1960.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 2000, 216p.

TOLDRÁ, F. **Handbook of meat processing**. Iowa: Blackwell, 2011. 632p.

TOMOVIC, V. M.; JOKANOVIC, M. R.; PETROVIC, L. S.; TOMOVIC, M. S.; TASIC, T. A.; IKONIC, P. M.; SUMIC, Z. M.; SOJIC, B. V.; SKALJAC, S. B.; SOSO, M. M. Sensory, physical and chemical characteristics of cooked ham manufactured from rapidly chilled and earlier deboned M. semimembranosus. **Meat Science**, v. 93, n. 1, p. 46-52, 2013.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005.

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.

URBAN, W. M.; CAMPBELL, J. F. La conservación de la carne. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2ªed. Zaragoza: Acribia, 1994.

UTRERA, M.; ARMENTEROS, M.; VENTANAS, S.; SOLANO, F.; ESTÉVEZ, M. Pre-freezing raw hams affects quality traits in cooked hams: potential influence of protein oxidation. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 596-603, 2012.

VÁLKOVÁ, V.; SALÁKOVÁ, A.; BUCHTOVÁ, H.; TREMLOVÁ, B. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. **Meat Science**, v. 77, n. 4, p. 608-15, 2007.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1998. 423p.

VERBEKE, W.; PÉREZ-CUETO, F. J. A.; BARCELLOS, M. D.; KRYSTALLIS, A.; GRUNERT, K. G. European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 284-292, 2010.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, n. 86, p. 196-213, 2010.

WIRTH, F.; LEISTNER, L.; RODEL, W. **Valores normativos de la tecnología carnica**. Zaragoza: Acribia, 1981, 127p.

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. 239-45, 2009.

ZIPSER, M. W.; KWON, T.; WATTS, B. M. Oxidative changes in cured and uncured frozen cooked pork. **Agricultural and Food Chemistry**, v.12, n. 2, p. 105-109, 1964.

ANEXOS

Preferência de consumo de presunto cozido

Essa pesquisa é de finalidade exclusivamente acadêmica. O objetivo é o levantamento de dados para estudo no mestrado da aluna Francine Gomes Basso Los, da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A pesquisa não possui vínculo com nenhuma empresa ou marca de presunto.

O questionário é composto de 10 perguntas.

Responda as questões e click em "submit".

Caso você esteja visualizando apenas 9 perguntas, responda-as normalmente e click em "submit".

O questionário será gerado novamente, desta vez com as 10 perguntas. Responda a 10ª questão e click novamente em "submit".

1 - Idade *

menos de 20 anos ▼

2 - Escolaridade *

ensino fundamental ▼

3 - Trabalha ou estuda na área de alimentos? *

- ☐ sim
☐ não

4 - Qual dos produtos abaixo é seu preferido? *

- ☐ Presunto
☐ Apresuntado
☐ não percebo a diferença entre os dois

5 - Com que frequência você consome presunto cozido? *

Por favor, considere apenas o consumo de presunto, excluindo o consumo de apresuntado, peito de peru, lanches, fiambres e outros derivados cárneos.

- ☐ 3 vezes por semana ou mais
☐ 1 ou 2 vezes por semana
☐ a cada 15 dias
☐ 1 vez por mês
☐ quase nunca

6 - De que maneira você costuma consumir presunto? *

Marque quantas opções achar necessário

- ☐ in natura (puro)
- ☐ em lanches (sanduiches, pasteis, pizzas]
- ☐ em pratos prontos em geral (lasanha, caneloni, macarrão, etc)
- ☐ não consumo

7 - Você é fiel a alguma marca de presunto?

Não é necessário citar a marca

- ☐ Sim
- ☐ Não

8 - Em caso de resposta "sim" à pergunta 7: Qual o principal motivo de sua fidelidade?

- ☐ qualidade do produto
- ☐ disponibilidade do produto no mercado
- ☐ confiança na marca

9 - Em caso de resposta "não" à pergunta 7: Como você escolhe o presunto ao comprá-lo?

- ☐ pela qualidade
- ☐ pelo preço
- ☐ pela confiança na marca

10 - Quais características do produto influenciam sua decisão de compra? *

Para cada característica (coluna) escolha uma nota (linha) de 1 a 5, sendo 1 a mais importante e 5 a menos importante. Não repita a mesma nota para outra coluna.

	cor	sabor	pedaços de carne aparente	gordura aparente	baixa % de sal
1	☐	☐	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐	☐	☐
4	☐	☐	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐	☐	☐

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome:

Idade:

Data:

Sexo: () M () F

Com que frequência você consome presunto?

() 1 vez/semana () 2 vezes ou mais/semana () com menos frequência

Por favor, avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos sensoriais do produto, dando notas de acordo com a escala abaixo:

- 9 Gostei extremamente
- 8 Gostei muito
- 7 Gostei moderadamente
- 6 Gostei ligeiramente
- 5 Indiferente
- 4 Desgostei ligeiramente
- 3 Desgostei moderadamente
- 2 Desgostei muito
- 1 Desgostei extremamente

Código da amostra:	698	823	405
Atributo	Nota	Nota	Nota
Cor			
Sabor			
Visual			
Aceitação geral			

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA

Nome: _____ Data: _____

Sexo: _____ Idade: _____

Você está recebendo uma amostra controle (C) e cinco amostras codificadas.
Compare cada amostra com o controle em relação à MACIEZ e GOSTO SALGADO,
usando a escala abaixo:

MACIEZ

- 9 Extremamente mais macio que o padrão
- 8 Muito mais macio que o padrão
- 7 Moderadamente mais macio que o padrão
- 6 Ligeiramente mais macio que o padrão
- 5 Igual ao padrão
- 4 Ligeiramente menos macio que o padrão
- 3 Moderadamente menos macio que o padrão
- 2 Muito menos macio que o padrão
- 1 Extremamente menos macio que o padrão

Amostra	Nota

GOSTO SALGADO

- 9 Extremamente mais salgado que o padrão
- 8 Muito mais salgado que o padrão
- 7 Moderadamente mais salgado que o padrão
- 6 Ligeiramente mais salgado que o padrão
- 5 Igual ao padrão
- 4 Ligeiramente menos salgado que o padrão
- 3 Moderadamente menos salgado que o padrão
- 2 Muito menos salgado que o padrão
- 1 Extremamente menos salgado que o padrão

Amostra	Nota

Comentários: