

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES**  
**URI ERECHIM**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS DO PROCESSO EMULSIFICAÇÃO DE**  
**MORTADELA DE FRANGO**

**DANIEL FRIGERI CENCI**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Erechim.

**ERECHIM, RS - BRASIL**

**MAIO DE 2013**

# **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS DO PROCESSO EMULSIFICAÇÃO DE MORTADELA DE FRANGO**

Daniel Frigeri Cenci

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Elisandra Rigo, D. SC  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Mónica B. A. Soares, D. SC  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Darlene Cavalheiro, D. SC

---

Prof<sup>a</sup>. Eunice Valduga, D. SC

Erechim, 13 de Maio de 2013.

NESTA PÁGINA DEVERÁ SER INCLUÍDA A FICHA CATALOGRÁFICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. ESTA FICHA SERÁ ELABORADA DE ACORDO COM OS PADRÕES DEFINIDOS PELO SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECADA URI – CAMPUS DE ERECHIM.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a minha esposa Josiane, pelo apoio e incentivo durante todos os momentos difíceis que passamos desde que nos conhecemos, principalmente nesta fase do mestrado.

A minha família, especialmente aos meus pais Terezinha e Israel, que muitas vezes abriram mão de seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus e não mediram esforços para que eu chegasse a mais uma etapa da minha vida. A vocês minha eterna gratidão.

As minhas orientadoras Elisandra Rigo e Mônica B. A. Soares pela orientação e ajuda na realização das análises. Aproveito para agradecer também a todos os professores que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

A empresa brasileira de pesquisa agropecuária EMPRAPA, pelo apoio para a realização das análises de textura.

A empresa Aurora Alimentos pela estrutura cedida e os recursos disponibilizados para a realização dessa dissertação.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

*Dedico esta conquista em especial ao meu filho Bernardo e minha esposa Josiane.*

Você vai descobrir mais cedo ou mais tarde  
que o tempo pra ser feliz é curto, e cada  
instante que vai embora não volta mais.

(Arnaldo Jabor)

Resumo da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

## **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS DO PROCESSO EMULSIFICAÇÃO DE MORTADELA DE FRANGO**

Daniel Frigeri Cenci

Maio/2013

Orientadoras: Dra. Elisandra Rigo

Dra. Mônica B. A. Soares

O mercado de produtos alimentícios passa por constantes readequações, considerando que a cada dia os consumidores tornam-se mais exigentes, fazendo com que as indústrias realizem melhorias contínuas em seu processo produtivo, mesmo dos já consolidados no mercado. Neste sentido, a presente pesquisa surge com a proposta de verificar a influência, na produção de mortadela de frango em escala industrial, da temperatura da água adicionada na formulação (20 à 44°C), de diferentes proporções de matéria-prima carne resfriada:congelada e da velocidade do processo de emulsificação (600 à 800 rpm), pela técnica de planejamento experimental. A influência destes parâmetros de processo foram verificados pela análise de textura do produto, do perfil de pH, proteína e oxidação lipídica ao longo da vida útil, bem como pela verificação das suas características sensoriais. Os resultados indicaram que não houve influência significativa ( $p < 0,05$ ) dos parâmetros de processo avaliados na produção de mortadela de frango, considerando as análises químicas (pH, oxidação lipídica, proteína total, gordura total) realizadas, nas peças elaboradas segundo os ensaios propostos no planejamento experimental. Contudo, na análise física, da força de cisalhamento observou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos em relação à proporção de matéria prima carne resfriada:congelada, pois com o aumento da proporção de matéria prima resfriada é benéfica para as características sensoriais do produto. A análise sensorial, pelo teste de aceitação da mortadela de frango, revelou diferença

significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos estudados, sendo o tratamento “T9” (ponto central), tratamento com a emulsificação à 700 rpm da mesma proporção de matéria-prima cárnea congelada:resfriada (50:50) e com adição de água à 32°C, resultando na temperatura da massa emulsificada de 1,5 °C, que apresentou maior aceitabilidade de 82,07%.

**Palavras-chave:** mortadela de frango, temperatura, emulsificação

Abstract of dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master in Food Engineering.

## **STUDY ON THE INFLUENCE OF PROCESS VARIABLES EMULSIFICATION MORTADELLA OF CHICKEN**

Daniel Frigeri Cenci

Maio/2013

Advisors:     Doctor. Elisandra Rigo  
                  Doctor. Mónica B. A. Soares

The market for food products undergoes constant readjust, considering that every day consumers become more demanding, making industries undertake continuous improvements in its production process, even those already established in the market. In this sense, this research comes up with the proposal to determine the influence on the production of chicken bologna on an industrial scale, the temperature of the water added in the formulation (20 to 44 ° C), different proportions of raw meat mixture cooled: frozen speed emulsification process (600 to 800 rpm), the experimental design technique. The influence of these process parameters were checked by analysis of product texture, pH profile, protein and lipid oxidation throughout life, as well as the verification of their sensory characteristics. The results showed no significant influence ( $p < 0.05$ ) of the process parameters used in the production of chicken bologna, considering the chemical analyzes (pH, lipid oxidation, total protein, total fat) performed in pieces prepared in accordance with testing proposed in the experimental design. However, the physical analysis, the shear force was observed significant difference ( $p < 0.05$ ) between treatments in the proportion of raw meat mixture cooled: frozen, because with the increase of the proportion of raw material is cooled beneficial to the sensory characteristics of the product. The organoleptic test, the acceptance of chicken bologna, showed a significant difference ( $p < 0.05$ ) among treatments, and the treatment "T9" (midpoint),

treatment with emulsification at 700 rpm in the same proportion of Frozen raw meat mixture: temperature (50:50) with addition of water to 32 ° C, resulting in the emulsified mass temperature of 1.5 ° C, which had a higher acceptability of 82.07%.

**Key-words:** Chicken mortadella, temperature profile.

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>AOAC</b>	Association of Official Analytical Chemists
<b>Aw</b>	Atividade de Água
<b>CMS</b>	Carne Mecanicamente Separada
<b>CRA</b>	Capacidade de Retenção de Água
<b>DIPOA</b>	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
<b>MAPA</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>mm</b>	Milímetros
<b>P &amp; D</b>	Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>PIQ</b>	Padrão de Identidade e Qualidade
<b>ppm</b>	Partes Por Milhão
<b>PSE</b>	Pale Soft and Exudative (Pálida, Flácida e Exsudativa)
<b>RIISPOA</b>	Regulamento para Inspeção Industrial e Sanitária para Alimentos de Origem Animal
<b>RPM</b>	Rotações Por Minuto
<b>SBCTA</b>	Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>UBABEF</b>	União Brasileira de Avicultura
<b>USDA</b>	United States Department of Agriculture

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do processo industrial de produção de mortadela de frango..	17
Figura 2. Fluxograma das principais etapas da realização dos experimentos de produção das mortadelas de frango.....	32
Figura 3. Moedor das matérias-primas cárneas utilizado no preparo da massa das mortadelas de frango. ....	33
Figura 4. Equipamento de mistura das matérias-primas, ingredientes e aditivos.....	34
Figura 5. Equipamento utilizado para retirada do ar e emulsificação da massa de mortadela de frango. ....	35
Figura 6. Esquema de seqüência de peças, discos e navalhas do equipamento denominado emulgador: (1- Impulsionador da massa, 2 – Pré-cortador, 3 – Disco com orifícios de 1,2 mm, 4 – Suporte de navalhas, 5 – Anéis separadores, 6 – Bucha de aperto, 7 - Pré-cortador, 8 – Disco com orifícios de 3,2 mm, 9 - Suporte de navalhas, 10 – Bucha de aperto). FONTE: Manual Equipamentos Cozzini (2000)...	35
Figura 7. Emulgador, usado para emulsificação da massa das mortadelas de frango, sem a tampa de entrada da massa. ....	36
Figura 8. Processo de embutimento das peças de mortadelas de frango.....	37
Figura 9. Carrinhos das peças de mortadelas de frango preparadas para o processo de cozimento.....	37
Figura 10. Equipamento utilizado para realização da análise de textura. ....	41
Figura 11. Representação gráfica do processo de cozimento da mortadela de frango (500 gramas): linha preta (passo do cozimento com aumento de 5°C da temperatura da estufa a cada estágio); linha vermelha (registro da temperatura no núcleo do produto); linha azul escuro (umidade relativa interna da estufa); linha azul claro (temperatura do bulbo úmido); linha rosa (bulbos secos entrada da estufa) e linha amarela (bulbo seco saída da estufa). ....	45
Figura 12: Diagrama de pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação no pH após 2 (A), 30 (B), 45 (C) e 60 (D) dias da produção da mortadela de frango. ....	47
Figura 13: Diagrama de pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima resfriada – congelada, velocidade de emulsificação e temperatura da água	

adicionada à formulação em relação à oxidação lipídica no 2º (A), 30º (B), 45º (C) e 60º (D) dia após a produção da mortadela de frango.....	50
Figura 14: Perfil do teor de proteína (%) para cada formulação da mortadela de frango após 60 dias de fabricação. ....	51
Figura 15: Diagrama de pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação no teor de proteína no 60º dia após a produção da mortadela de frango. ....	52
Figura 16: Perfil do teor de gordura (%) para cada formulação da mortadela de frango após 60 dias de fabricação. ....	54
Figura 17: Diagrama de pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação no teor de gordura no 60º dia após a produção da mortadela de frango.....	54
Figura 18. Diagrama de pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação na tensão de cisalhamento no 2º (A), 30º (B), 45º (C) e 60º (D) dia após a produção da mortadela de frango.....	57
Figura 19. Histograma de freqüência das amostras de mortadela de frango.....	60
Figura 20. Aceitabilidade das amostras de mortadela de frango.....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Padrões físico-químicos e microbiológicos determinados pela legislação para mortadelas. ....	16
Tabela 2. Variáveis independentes e níveis utilizados no planejamento fatorial $2^3$ para elaboração de mortadelas de frango.....	31
Tabela 3. Matriz do planejamento fatorial $2^3$ com valores reais e codificados e resultados da temperatura da massa submetida à emulsificação e da obtida após a emulsificação.....	43
Tabela 4. Definição do perfil de pH, para as formulações da mortadela de frango avaliada ao longo da vida útil. ....	46
Tabela 5. Definição do perfil de oxidação lipídica (Tbars), para as formulações da mortadela de frango avaliada ao longo da vida útil. ....	49
Tabela 6. Avaliação microbiológica das mortadelas com 60 dias de estocagem à 5°C. ....	55
Tabela 7. Definição do perfil de textura (força de cisalhamento), para as formulações da mortadela de frango avaliada ao longo da vida útil. ....	56
Tabela 8. Análise de variância (ANOVA) da avaliação sensorial das mortadelas no atributo textura. ....	59
Tabela 9. Médias das pontuações dos provadores obtidas na avaliação sensorial teste de escala hedônica das formulações de mortadela.....	59

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 Carne de frango .....	3
2.1.1 Qualidade da carne de frango .....	3
2.1.2 Carne mecanicamente separada de frango (CMS) .....	5
2.1.3 Gordura abdominal de frango.....	7
2.2 Produtos cárneos .....	7
2.3 Emulsões cárneas.....	9
2.3.1 Estabilidade de uma emulsão cárnea.....	10
2.4 Mortadelas .....	14
2.4.1 Definição, classificação e padrões de identidade e qualidade da mortadela.....	14
2.4.2 Mortadela de Frango .....	16
2.4.3 Proteína Animal .....	17
2.4.4 Água .....	18
2.4.5 Aditivos .....	19
2.4.6 Moagem.....	19
2.4.7 Mistura.....	20
2.4.8 Emulsificação.....	20
2.4.9 Embutimento.....	21
2.4.10 Cozimento .....	21
2.4.11 Refrigeração .....	22
2.5 Características de textura da mortadela.....	23
2.6 Defeitos em mortadelas .....	25
2.6.1 Instabilização da emulsão cárnea em mortadela.....	26
2.6.2 Rancificação .....	26
2.6.3 Coloração e textura das mortadelas .....	26
2.7 Análise sensorial .....	27
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	29
3.1 Matéria-prima .....	29
3.2 Delineamento Experimental .....	30
3.3 Elaboração das mortadelas.....	32
3.3.1 Moagem das matérias primas.....	32

3.3.2	Pesagem e mistura dos ingredientes.....	33
3.3.3	Vacuomização e emulsificação.....	34
3.3.4	Embutimento.....	36
3.3.5	Cozimento .....	38
3.4	Análises das mortadelas de frango .....	38
3.4.1	Análises físico químicas .....	39
3.4.2	Análises microbiológicas .....	40
3.4.3	Análise de textura .....	41
3.4.4	Análise estatística.....	42
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	43
4.1	Processo de Emulsificação das Mortadelas de Frango.....	43
4.2	Processo de cozimento das mortadelas de frango .....	45
4.3	Análises Físico-químicas.....	46
4.3.1	Determinação de pH.....	46
4.3.2	Análise Microbiológica .....	55
4.3.3	Avaliação da textura .....	56
5.	CONCLUSÕES.....	63
6.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	65
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
8.	ANEXOS.....	76

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos, atualmente devido à competitividade existente no mercado globalizado, busca a manutenção e a ampliação do mercado consumidor pela satisfação dos clientes. Assim, faz-se necessário a melhoria contínua dos produtos ofertados, considerando que a cada dia os consumidores tornam-se mais informados e mais exigentes, impulsionando as empresas a disponibilizarem produtos padronizados, com qualidade crescente a preços acessíveis (SILVA, 2011).

Neste contexto, os alimentos de origem animal por possuírem propriedades que os torna alvo fácil de deterioração, apresentam processos industriais já consolidados que resultam em produtos que satisfazem os consumidores e prolongam a sua vida útil. Assim, este segmento é passível à constante aprimoramento e desenvolvimento de novos produtos pela tecnologia, aliada aos ingredientes adicionais aos processos produtivos, até mesmo do uso de partes do animal de difícil comercialização *in natura* na elaboração de alimentos cárneos de boa aceitação no mercado (TERRA, 1998; ORDÓÑEZ, 2005).

Os derivados cárneos consistem em produtos alimentícios preparados total ou parcialmente com carnes, miúdos ou gorduras, e subprodutos comestíveis procedentes dos animais de abate e, eventualmente, ingredientes de origem vegetal, como também condimentos, especiarias e aditivos autorizados (ORDÓÑEZ, 2005).

Dentre os produtos cárneos comercializados no Brasil, ressalta-se a mortadela, amplamente produzida especialmente por ser um produto elaborado a partir de carnes de várias espécies de animais permitindo diferentes classificações, segundo a legislação (BRASIL, 2000), o que possibilita disponibilizar ao mercado uma grande variedade de formulações (BORTOLUZZI, 2009).

Neste sentido, as mortadelas de frango destacam-se entre os emulsionados cozidos, devido ao seu apelo de comercialização, o religioso, ao mercado que apresenta restrições alimentícias a outras espécies animais, como suíno (FEINER, 2006), e de saúde para aqueles que consideram a carne de ave mais saudável em comparação a de bovino e suíno, destacando o produto, principalmente sob a percepção dos consumidores que possuem uma maior preocupação com a saúde (RESURRECION, 2003).

Algumas características da mortadela de frango, como seu sabor característico, textura uniforme e resistência ao fatiamento e à mastigação, com maior maleabilidade em relação a outras mortadelas como a elaborada a base de carne suína, a torna um embutido bastante apreciado pelo mercado consumidor. Assim, a manutenção e o aprimoramento da identidade deste produto tornam-se necessárias, ressaltando ao cliente algumas de suas peculiaridades, como a adição tênue de especiarias, que proporcionam sabor e odor suave, além do fato de ser um produto elaborado com carne branca. Contudo a estabilidade da emulsão cárnea é um ponto primordial para produção deste embutido, necessitando de bom controle de processo para garantir a produção com qualidade (TERRA, 1998; ORDÓÑEZ, 2005; SHIMOKOMAKI e OLIVO, 2006; YUNES 2011).

Sendo assim, ressalta-se que a sobrevivência das empresas no mercado atual está diretamente ligada à produção de itens que apresentem qualidade, apelo ao mercado consumidor e valor competitivo. Desta forma, os processos utilizados para a obtenção de produtos industrializados, além de visar a redução de custo de produção, devem buscar a melhoria constante da qualidade dos produtos sem alterar as características dos já consolidados no mercado consumidor, bem como, desenvolver alternativas para o setor alimentício acompanhando a evolução dos consumidores (SILVA, 2011).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de parâmetros (temperatura da água adicionada na formulação, proporções de matéria-prima cárnea resfriada:congelada e da velocidade de emulsificação) no processo de emulsificação da mortadela de frango em planta industrial, buscando verificar a relação desta nas características químicas (pH, proteína, gordura e oxidação lipídica), física (textura) e sensorial ao longo da vida útil do produto, obtido segundo condições pré-estabelecidas empregando metodologia de planejamento de experimentos, vislumbrando melhorias e padronização da qualidade deste embutido.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre produtos cárneos, mais especificamente embutidos cozidos, sua origem, as características, legislações e o processo produtivo com ênfase nos parâmetros envolvidos. Além disso, serão contemplados, também, os principais aspectos sobre as matérias primas, ingredientes e aditivos utilizados na produção de mortadela de frango.

### 2.1 Carne de frango

A demanda por produtos industrializados a base de carne de aves nas últimas quatro décadas, tem proporcionado um aumento considerável na produção desses animais. A produção de carne de frango chegou a 13 milhões de toneladas em 2011, em um crescimento de 6,8% em relação a 2010. Do volume total de frangos produzido pelo país, 69,8% foi destinado ao consumo interno, e 30,2% para Exportações, sendo que da produção destinado ao mercado interno, 92% foi comercializado *in natura* e 8% foi industrializado (UBABEF, 2011).

Salle et al. (1998) citam que a oferta de carne de frango a um custo relativamente baixo, tornou esta uma das fontes protéicas mais baratas e certamente uma das mais acessíveis proteínas cárneas. Da mesma forma, a que a produção de produtos industrializados de carne de frango vem crescendo.

Uma grande parte deste aumento no consumo deve-se às exigências dos consumidores por produtos derivados de frango que levou as indústrias a investirem em embalagens, preço e diversificação da linha de produtos. Os produtos de frango são vistos de forma diferenciada pelo consumidor, possuem uma imagem saudável, e de proteína de fácil digestão (RESURRECCION, 2003; FEINER, 2006).

#### 2.1.1 Qualidade da carne de frango

A qualidade de uma carne envolve propriedades tecnológicas, sensoriais e funcionais, com padrões estáveis que garantam o desenvolvimento de produtos

finais de boa qualidade e rentabilidade (BRESSAN, 1998). Os principais atributos de qualidade são a aparência, que está relacionada principalmente a cor dos cortes, bem como a capacidade de retenção de água e a textura que se relacionam com a maciez e o pH final. Os maiores desafios para a indústria de carnes é oferecer produtos macios, suculentos, com cor e sabor agradáveis (FLETCHER, 2002), fator que implica na obtenção de produtos com estas qualidades são as carnes PSE.

As carnes PSE apresentam características de cor pálida, textura macia e pobre capacidade de retenção de água (CRA), apresentando dificuldades para a produção de mortadelas, pois o PSE resulta de uma taxa de glicólise *post mortem* extremamente elevada, levando a um valor de pH muscular relativamente baixo, geralmente inferior a 5,8, a queda do pH causa a desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, levando a excessiva perda de exsudato prejudicando as propriedades funcionais, tecnológicas e sensoriais da carne (BREWER & McKEITH, 1999; CANDEK-POTOCAR et al., 1998).

O PSE resulta em carnes com alta perda de exsudado, sendo inadequada para o processamento, ou seja, a qualidade tecnológica é inferior, e isto causa prejuízos para o setor avícola. Esses prejuízos aumentam com a comercialização de produtos industrializados, pois a ocorrência da carne PSE compromete as propriedades funcionais que são utilizadas para agregar valor à industrialização. Entretanto, o valor nutricional da carne PSE não é alterado e esta carne não causa dano ou risco para a saúde do consumidor (OLIVO et al., 2006; KOMIYAMA et al., 2009).

A composição média, aproximada, da carne de frango segundo USDA (2005) é 74,76 % de água, 23,09 % de proteína, 1,24 % de lipídeos e 1,02 % de cinzas. No trabalho realizado por Galvão (1992) a carne de coxa e sobrecoxa de frango apresentou 74,8 % de umidade, 5,1 % de gordura, 19,1 % de proteína, 1,0 % de cinzas e o pH encontrado foi de 6,35. Estes resultados condizem com os relatados por Ordóñez et al. (2005).

Segundo Feiner (2006) a carne da coxa de frango apresenta colágeno que contribui para a textura do produto final, entretanto, apresenta uma estrutura mais difícil de processar que a do peito.

As carnes e seus derivados estão sujeitos a alterações por reações químicas, físicas e microbiológicas. As alterações físicas e químicas decorrem principalmente da degradação de proteínas e lipídios, que é provocada tanto pela ação de agentes

naturais, quanto por agentes produzidos pelos microorganismos, fazendo da carne um alimento de alta perecibilidade (MURADIAN e PENTEADO, 2007).

### 2.1.2 Carne mecanicamente separada de frango (CMS)

Ao lado das carnes de frango, bovina e suína, destaca-se a carne mecanicamente separada de frango (CMS) como matéria-prima amplamente utilizada na fabricação dos produtos cárneos submetidos ao cozimento. Seu baixo custo recomenda-a, sempre que for necessário, para a redução do custo de fabricação dos produtos cárneos (TERRA, 1998).

O uso da CMS deve ser consciente, pois os efeitos sobre a qualidade final de embutidos, como defeitos de mastigabilidade, arenosidade e fenômenos de perda de água, estão atrelados, entre outros fatores, ao uso da CMS de baixa qualidade (RODRIGUES et al., 2012).

A partir dos anos 1990, a CMS de frango passou a ser uma matéria prima muito importante para a indústria, conquistando lugar como ingrediente para a emulsão de embutidos de massa fina, como salsichas, patês e mortadelas (RODRIGUES et al., 2012).

De acordo com a Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000, a CMS se define como carne obtida por processo mecânico de moagem e separação de ossos de animais de açougue, destinada a elaboração de produtos cárneos. Na composição da CMS serão utilizados unicamente ossos, carcaças ou partes de carcaças de animais de açougue (Aves, Bovinos e Suínos), que tenham sido aprovados para consumo humano pelo SIF (Serviço de Inspeção Federal) não ultrapassando o limite de máximo de 30 % de gordura e ter no mínimo 12 % de proteína. Não poderão ser utilizadas cabeças, pés e patas (BRASIL, 2000).

De acordo com a Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000 (ANVISA, 2000), deve-se seguir os seguintes padrões para conservação da Carne Mecanicamente Separada:

a) Se a carne mecanicamente separada não for utilizada diretamente como ingrediente de um produto cárneo logo após o processo de separação mecânica, a mesma deverá ser refrigerada a uma temperatura não superior a + 4°C por no máximo de 24 horas;

b) Se a CMS for armazenada no máximo até 0°C poderá ser utilizada em até 72 horas após sua obtenção;

c) A CMS que for congelada deverá ser em blocos com espessura máxima de 15 cm e conservada em temperatura não superior a -18°C no prazo máximo de 90 dias.

A composição centesimal da CMS é variável em virtude, principalmente, do tipo de matéria-prima utilizada na sua fabricação. Dos seus constituintes, merece atenção a gordura, capaz de apresentar variação no seu conteúdo, que se reflete diretamente tanto na estabilidade da emulsão cárnea, como nos processos oxidativos (TERRA, 1998).

Os fatores que influenciam no rendimento, composição e características da CMS são o tipo e origem da matéria-prima, relação carne-osso, teor de pele e gordura na matéria-prima, métodos de abate e desossa e condições operacionais do equipamento (OLIVO, 2006).

Atualmente, o processo mais comumente utilizado consiste em cortar a matéria-prima inicial (OLIVO, 2006), entre estas, destacam-se aquelas de baixo valor comercial, como o dorso e o pescoço, o que garante baixo custo à produção de CMS. A separação mecânica envolve basicamente a trituração da carne e ossos, forçando a mistura a passar por peneiras dos trituradores, separando assim, a carne dos ossos (MELLO, 1998).

O que se especifica para um separador mecânico seriam o alto rendimento e a boa qualidade da carne separada. Boa qualidade da carne, num sentido amplo, significa carne com baixo teor de gordura, alto teor de proteína e boas propriedades funcionais (incorporação de água e emulsificação de gorduras), que não tenham sido alteradas por aquecimento durante a separação mecânica, e com fibrosidade (BERAQUET, 2000).

Ao utilizar CMS na elaboração de embutidos, por exemplo, deve-se saber que a mesma é passível de modificações que poderão comprometer a qualidade final do produto. Um dos principais defeitos em embutidos relacionados ao uso da CMS é a quebra de emulsão com a conseqüente liberação de líquido, a qual é resultado do desequilíbrio entre teores de água, gordura e proteínas solúveis (TERRA, 1998).

Outro fato que deve ser considerado é não somente a baixa capacidade emulsionante como o coeficiente de ligação da CMS, esta deve ser suplementada com o uso de adequado estabilizador da emulsão cárnea (OLIVEIRA, 1988).

### 2.1.3 Gordura abdominal de frango

As gorduras fazem parte de um grupo de compostos chamados lipídios, distribuídos nas carnes de forma intramuscular, intermuscular e subcutânea. A maioria está presente como ésteres de gliceróis (triacilgliceróis), mas também são encontradas como colesterol, fosfolipídios e ésteres de ácidos graxos (GONÇALVES, 2002). A gordura abdominal de frango é um subproduto, que possui rica composição lipídica, elevado teor energético, baixo custo e propriedades físico-químicas desejáveis (MING, 2001).

Gorduras de origem vegetal ou animal contêm mistura de ácidos graxos saturados e insaturados. Os ácidos graxos insaturados são mono ou poliinsaturados, dependendo das ligações entre os átomos de carbono (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2001).

A oxidação é um dos principais fatores envolvidos na deterioração dos componentes lipídicos da carne, sobretudo dos ácidos graxos insaturados, em virtude da presença de duplas ligações. À medida que as duplas ligações aumentam, mais curto é o tempo de conservação das gorduras. As carnes brancas, como as de aves e de peixes, se caracterizam por terem concentração relativamente elevada de ácidos graxos insaturados, que são mais suscetíveis a deterioração oxidativa, em comparação a outros tipos de carnes (MAGGIONI, ROTTA e PRADO, 2008).

A emulsificação da gordura, ao torná-la invisível, possibilita sua importante participação no sabor e na textura do produto cárneo (TERRA, 1998). A mortadela é um produto cárneo industrializado, que está sujeito a vários fatores que influenciam a sua estabilidade e afetam sua vida de prateleira. A oxidação lipídica é apontada como uma das principais causas desta deterioração por alterar a qualidade sensorial e o valor nutritivo, afetando negativamente a aceitabilidade pelo consumidor (SILVA, 1999).

## 2.2 Produtos cárneos

A carne fresca, devido sua composição química e elevada atividade de água, é um produto altamente perecível. Uma vez sacrificado o animal, a carne fica

exposta à contaminação por uma diversidade de microorganismos que levam, inexoravelmente, à sua alteração. A tudo isso, é preciso acrescentar ainda o risco da presença de microorganismos patogênicos e de substâncias tóxicas. Conseqüentemente, a vida útil da carne fresca pode ser muito curta (ORDÓÑEZ, 2005), bem como dos miúdos obtidos no processo de abate, os quais não são facilmente comercializáveis, tendo como principal destino a participação da formulação de alguns produtos cárneos (TERRA, 1998).

De acordo com Pardi (2001), a carne se caracteriza pela natureza das proteínas que a compõem. Além de sua riqueza em aminoácidos essenciais, ela contém umidade, gordura, vitaminas, glicídios e sais minerais, como elementos nutritivos complementares. Segundo Terra (1998), devido ao seu elevado valor nutricional e a grande quantidade de água disponível, o emprego de aditivos, do calor e do frio, bem como o uso das boas práticas de fabricação, possibilitam a obtenção de produtos cárneos saudáveis e seguros.

Assim, surgem os derivados cárneos, produtos alimentícios preparados total ou parcialmente com carnes, miúdos ou gorduras, e subprodutos comestíveis procedentes dos animais de abate e, eventualmente, ingredientes de origem vegetal, como também condimentos, especiarias e aditivos autorizados (ORDÓÑEZ, 2005).

Com o aumento no consumo de produtos cárneos e o surgimento de diversas empresas nesta área, houve a necessidade de regulamentação destes industrializados então, no ano de 1952 foi elaborado e aprovado pelo MAPA, o RIISPOA, pelo Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1952, o qual, segundo o artigo 412, determina como sendo embutido todo produto elaborado com carne ou órgãos comestíveis, curado ou não, condimentado, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, tendo como envoltório tripa, bexiga ou outra membrana animal e permitido no emprego de películas artificiais no preparo de embutidos, desde que aprovado pelo órgão regulamentador (MARINI, 2008).

No ano de 2000 a Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura do Abastecimento e Pecuária visando responder à necessidade de instituir medidas que normatizem a industrialização de produtos de origem animal, garantindo condições de igualdade entre os produtores e assegurando a transparência na produção, processamento e comercialização, aprovou o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carnes Mecanicamente

Separada, Mortadela, Lingüiça e de Salsicha em conformidade com Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000 (MARINI, 2008).

As mortadelas, chopped e salsichas são consideradas produtos cárneos tratados pelo calor elaborados à base de carne e ou miúdos comestíveis acrescidos ou não de especiarias e condimentos e submetidos à ação do calor, alcançando em seu interior temperatura suficiente para realizar a coagulação total das proteínas cárneas (ORDÓÑEZ, 2005). Cabe ainda ressaltar, que estes são embutidos de massa fina curada que se caracterizam pelo elevado grau de divisão dos seus constituintes. Durante a sua fabricação ocorrem transformações de extrema relevância na qualidade tais na emulsão, na cura e no cozimento (TERRA, 1998).

### 2.3 Emulsões cárneas

De acordo com Terra (1998) e Ordóñez (2005), uma emulsão cárnea pode ser considerada uma mistura na qual os constituintes da carne, são finamente divididos e dispersam-se de modo análogo a uma emulsão de gordura em água, sendo o processo de emulsão da gordura o precursor do sabor e textura do produto cárneo.

A emulsão cárnea é constituída de duas fases, uma delas descontínua representada pelas gotículas de gordura, e a outra a fase contínua constituída por uma solução aquosa de sais e proteínas, com proteínas insolúveis em suspensão, porções de fibras musculares, ainda dentro do sarcolema e restos de tecido conjuntivo. Essas duas fases, apesar de imiscíveis, são estabilizadas por meio da ação de um agente estabilizante, que recobre integralmente as gotículas de gordura (TERRA, 1998; ORDÓÑEZ, 2005).

Ainda cabe ressaltar, que as proteínas miofibrilares, fundamentalmente a miosina, devido ao seu caráter polar, atuam como ponte de ligação entre a água e a gordura; tendem a colocar-se na interfase água/gordura com sua parte hidrófoba voltada para a gordura e a parte hidrófila para a água; associando-se umas às outras formando na superfície de gota de gordura uma matriz protéica ou película dotada de viscoelasticidade que lhe confere resistência mecânica. A área limite para que exista essa resistência é conhecida com o nome de área superficial crítica, onde acima desta, a membrana perde sua resistência mecânica (ORDÓÑEZ, 2005).

Assim, as proteínas miofibrilares solúveis em presença de sal, são consideradas agentes emulsificantes eficientes na estabilização da emulsão, dentre estas a miosinas e as proteínas sarcoplasmáticas são as que colaboram na formação da matriz protéica (SHIMOKOMAKI e OLIVO, 2006).

### 2.3.1 Estabilidade de uma emulsão cárnea

O principal fator de qualidade de uma massa cárnea é a estabilidade final. A estabilidade está relacionada com a retenção de água e gordura. Uma importante característica dos produtos cárneos é sua habilidade de ligar vários componentes e proporcionar a coesividade do produto, conferindo textura firme ao fatiamento e à mastigação (BAILEY e LIGHT, 1989). Um importante parâmetro econômico para a indústria processadora é que a estabilidade da emulsão se mantenha durante as etapas de processamento (SHIMOKOMAKI e OLIVO, 2006). A seguir apresentam-se os fatores dos quais depende a estabilidade da emulsão cárnea.

#### 2.3.1.1 Temperatura

Segundo Ordóñez (2005) a temperatura em que se prepara uma emulsão é extremamente importante. Comprovou-se que se a temperatura da emulsão ultrapassar de 15 °C, esta se rompe facilmente. Neste sentido, buscando a máxima estabilidade da emulsão, referencia-se que a temperatura de trabalho deve ser mantida na faixa entre 3 e 11°C, evitando problemas de processo.

Dentre os efeitos da temperatura sobre a emulsão cárnea alguns devem ser ressaltados, tais como (ORDÓÑEZ, 2005):

- A estabilidade da emulsão decresce quando a viscosidade diminui, como consequência do uso de temperaturas relativamente elevadas;
- Com o aumento da temperatura, as gotículas de gordura fundem-se e tendem a aumentar de tamanho e, com isso, aumenta a área superficial crítica, isto é, a necessidade de proteína emulsificante;
- As temperaturas elevadas favorecem a desnaturação das proteínas e, portanto, contribuem para a redução de sua capacidade emulsificante;

- As temperaturas elevadas favorecem a coalescência (reagregação) das gotículas de gordura.

#### 2.3.1.2 Tamanho das partículas de gordura

Durante a emulsificação, a gordura presente nos componentes cárneos deve subdividir-se em partículas cada vez menores até formar uma emulsão. Contudo, à medida que se diminui o tamanho da partícula de gordura, há aumento proporcional da área da superfície total ocupada pelas partículas de gordura e, por isso, requer-se quantidade maior de proteína emulsificante para recobrir a totalidade das partículas de gordura (ORDÓÑEZ, 2005).

Quando se formam emulsões excessivamente particuladas e/ou picadas, gera-se uma grande área superficial, resultando na deficiência de proteína disponibilizadas para a estabilização adequada da emulsão, sendo portanto, necessário um controle criterioso da fragmentação da partículas de gordura (ORDÓÑEZ, 2005).

#### 2.3.1.3 pH

O valor do pH afeta a emulsificação devido ao seu efeito sobre as proteínas. As proteínas miofibrilares alcançam sua máxima capacidade emulsificante quando o pH está próximo da neutralidade. Considerando a faixa de pH normal dos produtos cárneos (5,8 a 6), a capacidade emulsificante das proteínas cárneas pode ser aumentada com o uso de alguns sais, seja separadamente ou em combinação, melhora-se a eficácia das proteínas miofibrilares (ORDÓÑEZ, 2005).

O cloreto de sódio, neste processo de emulsificação, é responsável pela solubilização das proteínas. Os íons cloro aumentam a carga negativa nos polipeptídeos, com elevação do pH (distanciando o pH do ponto isoelétrico da proteína) e provocando repulsão da cadeia molecular, mudando a conformação da proteína de “enovelada” para “solubilizada” (SHIMOKOMAKI e OLIVO, 2006).

#### 2.3.1.4 Qualidade da carne após o abate

A carne em *pré rigor* tem maior capacidade emulsificante, do que a carne *post-rigor*. Esse efeito é atribuído ao fato de que a quantidade de proteína solúvel em solução salina é maior que na carne *post rigor* (50% a mais), mas também que a quantidade de gordura emulsificada por unidade de proteína é 60% superior (ORDÓÑEZ, 2005).

Segundo o processo de maturação da carne *post-mortem*, pode-se gerar a carne PSE, a qual possui valor de pH baixo, em geral menor do que 5,8, devido ao rápido declínio do pH no período *post-mortem* enquanto a temperatura da carcaça está elevada, resultando na desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, comprometendo as propriedades funcionais da carne e a sua qualidade, tornando-a indesejável para o processamento (BARBUT, 1997; OLIVO et al., 2001).

Assim fica claro que as características de qualidade tecnológica e sensorial da carne são importantes para destinar sua industrialização (SIMÕES et al., 2009). Nos últimos tempos, a produção de industrializados a base de carne de frango fez com que a PSE ganhasse importância e as propriedades funcionais e sensoriais das carnes afetadas por esse fenômeno fossem estudadas (SHIMOKOMAKI et al., 2006; KISSEL et al., 2009).

Há alguns estudos da carne PSE em frango realizados com provadores não treinados (GARCIA et al., 2010) e outros com provadores treinados (KOMIYAMA, 2006; ODA 2006), porém não há pesquisas demonstrando que o consumidor consegue identificar cortes de frangos com características PSE, tanto na forma “in natura” como na forma preparada para o consumo.

#### 2.3.1.5 Viscosidade da emulsão

A viscosidade das emulsões cárneas é dependente de alguns fatores, como da quantidade de água acrescentada, sendo que quando esta for aumentada a viscosidade tende a reduzir. Outro fator seria a concentração de sal, a qual ocasiona um aumento na viscosidade até a concentração salina da ordem de 6%. A viscosidade é ainda depende do pH, pois relaciona a capacidade de retenção de

água ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, as quais auxiliam na estabilidade da emulsão (ORDÓÑEZ, 2005).

Cabe ainda ressaltar, que a água é um importante ingrediente no processo de emulsificação e conseqüentemente na determinação da viscosidade da emulsão, pois funciona como solvente para o sal necessário para solubilizar as proteínas. Se a umidade presente não for suficiente, o potencial de capacidade de emulsificação pode tornar-se restrito (PRICE e SCHWEIGERT, 1987).

#### 2.3.1.6 Géis Cárneos

Uma vez que a gordura é recoberta pelas proteínas, a emulsão permanece estável durante algumas horas. Assim a estabilidade das emulsões por longo período (ligação) é obtida pela desnaturação das proteínas mediante a aplicação de tratamento térmico (produtos cárneos cozidos) a fim de facilitar as interações intermoleculares que formam uma rede tridimensional de fibras protéicas, ocorrendo a formação do gel cárneo (ORDÓÑEZ, 2005). Diversos ingredientes, como proteínas, carboidratos e hidrocolóides, são usados para auxiliar nesta estabilização, reforçando a consolidação do gel da matriz e proporcionando a estabilização do sistema (SHIMOKOMAKI e OLIVO, 2006).

A formação de géis requer, portanto, a desnaturação parcial das proteínas com desdobramento das cadeias polipeptídicas que, depois, se associam para formar redes tridimensionais por meio de pontes de hidrogênio, forças eletrostáticas, Van de Waals, pontes dissulfeto e interações hidrofóbicas. Essas redes possuem a capacidade de reter e imobilizar a água e outros componentes do sistema, principalmente a gordura (ORDÓÑEZ, 2005).

Entre os parâmetros críticos que determinam a formação do gel, encontram-se a temperatura, o pH, a concentração de sal e a de proteína. Os géis mais importantes a nível tecnológico no setor de emulsionados cárneos são aqueles formados pela miosina, proteína cárnea emulsificante por excelência. A desnaturação da miosina realizada na indústria ocorre normalmente em concentrações salinas de 3 a 4%, valor de pH 6 e a temperatura de 45°C; resultando em agregações entre as partes das moléculas de miosina, proporcionando maior firmeza em presença de concentrações salinas ideais (ORDÓÑEZ, 2005).

## 2.4 Mortadelas

A mortadela surgiu como um embutido que demonstra claramente como o advento da tecnologia dos produtos cárneos possibilitou o acesso à proteína cárnea de um contingente populacional que não tinha condições de suprir a quantidade mínima diária recomendada de proteína, consumindo carne. O segmento das mortadelas, por sua excelente relação custo/benefício, representa expressiva parcela do total do volume comercializado de produtos cárneos emulsionados (OLIVO, 2006).

No Brasil, o consumo se popularizou, especialmente por ser um produto elaborado a partir de carnes de várias espécies animais e por possuir uma legislação que permite sua vasta classificação. O consumo *per capita* de mortadela no Brasil é de 1,15 Kg/ano, e o de embutidos emulsionados em geral 2 Kg/ano, considerando os produtos elaborados com carne bovina ou de aves (GUERRA, 2010).

Conhecida pela cor rosa, sabor delicado de massa fina, aroma suave e como ingrediente de lanches, a mortadela apresenta uma procura maior entre os itens alimentícios, segundo estimativas de analistas do setor de alimentos a produção apresenta uma média que ultrapassa 100 mil toneladas anuais no País (HANNA, 2007).

### 2.4.1 Definição, classificação e padrões de identidade e qualidade da mortadela

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

Segundo a Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000 do MAPA (BRASIL, 2000), as mortadelas podem ser classificadas de acordo com a composição da matéria-prima e das técnicas de fabricação:

- Mortadela - Carnes de diferentes espécies de animais de açougue, carnes mecanicamente separadas, até o limite máximo de 60%, miúdos comestíveis de diferentes espécies de animais de açougue

(estômago, coração, língua, fígado, rins, miolos), pele e tendões no limite de 10% (máx) e gorduras;

- Mortadela Tipo Bologna - Carnes Bovina e/ou suína e/ou ovina e carnes mecanicamente separadas até o limite máximo de 20%, miúdos comestíveis de bovino e/ou suíno e/ou ovino (estômago, coração, língua, fígado, rins, miolos), pele e tendões no limite de 10% (máx) e gorduras;
- Mortadela Bologna – Porções musculares de carnes bovina e/ou suína e toucinho, embutida na forma arredondada, não sendo permitida a adição de amido;
- Mortadela Italiana – Porções musculares de carnes de diferentes espécies de animais de açougue e toucinho, não sendo permitida a adição de amido;
- Mortadela de Carne de Ave - Carne de ave, carne mecanicamente separada, no máximo de 40%, até 5% de miúdos comestíveis de aves (fígado, moela e coração) e gordura.

Segundo esta mesma legislação, os ingredientes obrigatórios na produção de mortadelas são: carne das diferentes espécies animais de açougue e sal, sendo que nas Mortadelas "Italiana" e "Bologna" o toucinho em cubos deverá ser aparente ao corte. Os ingredientes considerados opcionais são: água, gordura animal e/ou vegetal, proteína vegetal e/ou animal, aditivos intencionais, agentes de liga, açúcares, aromas, especiarias, condimentos, vegetais (amêndoas, pistache, frutas, azeitonas, etc.) e queijos.

A adição de proteínas não cárneas permitidas para adição nas mortadelas não deve exceder 4,0%, considerando que seria uma proteína agregada. Estas não podem ser adicionadas nas mortadelas Bologna e Italiana, sendo que além das cárneas este tipo de mortadela pode ser adicionada de proteínas lácteas. Na Tabela 1 podem ser observados os padrões físico-químicos e microbiológicos obrigatórias para mortadelas segundo o (PIQ) Padrão de Identidade e Qualidade para Mortadela (BRASIL, 2000).

**Tabela 1.** Padrões físico-químicos e microbiológicos determinados pela legislação para mortadelas.

<b>Parâmetros</b>	<b>Limites</b>
Carboidratos totais	Máx. 10 %
Amido	Inferior a 5%
Umidade	Máx. 65 %
Gordura	Máx. 30 %
Proteína	Mín. 12 %
Clostrídios sulfito redutores	Máx. $5 \times 10^2$ UFC /g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Máx. $3 \times 10^3$ UFC /g
Coliformes Termotolerantes	Máx. $3 \times 10^3$ UFC /g
<i>Salmonella</i>	Ausência

FONTE: BRASIL (2000)

Nota: para as Mortadelas Bologna e Italiana o teor máximo de carboidratos totais é 3% e gordura 35%.

#### 2.4.2 Mortadela de Frango

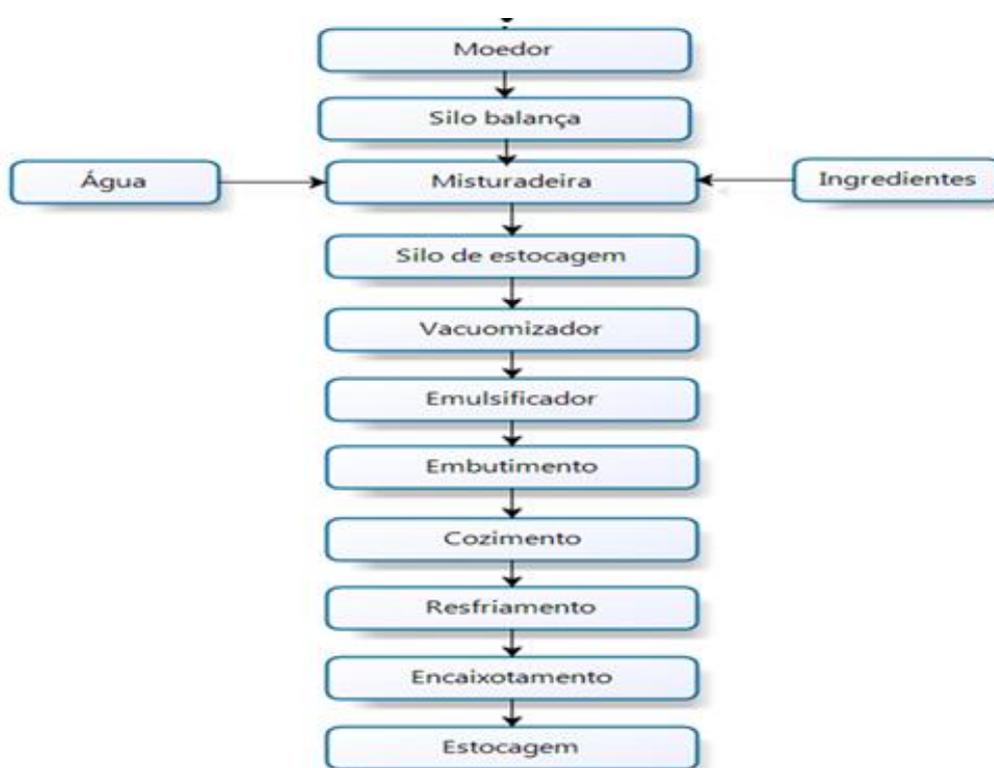
A mortadela de frango possui uma grande vantagem se for comparada com a legislação dos outros tipos de mortadelas, pois ela pode ser considerada a que possui legalmente o menor percentual de miúdos comestíveis e também um dos maiores percentuais de carne de animais da espécie do seu gênero de produto (BRASIL, 2000).

A principal característica da mortadela de frango é sua textura, mais firme, à qual é normalmente relacionada a maior quantidade de carnes usadas em sua formulação em comparação ao CMS empregado (TERRA, 1998). Assim, considera-se que proporções maiores de CMS adicionadas nas formulações podem causar efeitos deletérios na formação da emulsão do produto e conseqüentemente afetando sua textura, tornando esta mais arenosa (RODRIGUES et al., 2012).

Outro fator bastante favorável se deve ao fato de que as mortadelas de frango não possuem toucinhos em cubos acrescidos a sua massa, pois a legislação do produto preconiza o uso de apenas matérias primas de aves, isto inclui também a gordura (BRASIL, 2000), como a gordura do frango não possui estabilidade térmica às temperaturas utilizadas no cozimento do produto (HEDRICK et al., 1994), sua

adição é feita apenas em menor volume para formação da emulsão da massa do produto. O fato do produto não possuir pedaços de toucinho expostos na massa, reforça ainda mais o aspecto saudável para o consumidor.

O processamento da mortadela compreende nas etapas de pesagem e seleção de ingredientes, moagem, pré-mistura das matérias primas e ingredientes, emulsificação, mistura de toucinho (se houver), embutimento, cozimento e defumação (se houver), resfriamento e embalagem (OLIVO, 2006). O processamento da mortadela de frango ocorre conforme apresentado na Figura 1, sendo que as principais operações serão detalhadas posteriormente.



**Figura 1.** Fluxograma do processo industrial de produção de mortadela de frango (Fonte: Indústria de Alimentos Alvo da Presente Pesquisa, 2013)

#### 2.4.3 Proteína Animal

A proteína de origem animal usada nas formulações das mortadelas, especificamente para mortadela de frango, foi detalhada no item 2.1 onde foram descritas a carne de frango, CMS de frango e a gordura abdominal de frango, ingredientes definidos segundo a legislação, descrita neste documento no item 2.4.1.

A matéria prima animal para formulação de emulsionados é primordial considerando que a proteína auxilia na retenção de água e estabilidade da emulsão (ORDÓÑEZ, 2005).

#### 2.4.4 Água

A água é o ingrediente fundamental na produção dos produtos emulsionados cozidos, sendo que a legislação brasileira permite o máximo de 70% de umidade (BRASIL, 2000). A água é importante, pois funciona como solvente para o sal necessário para solubilizar as proteínas. Se a umidade presente não for suficiente, o potencial de capacidade de emulsificação pode tornar-se restrito (PRICE e SCHWEIGERT, 1994).

Ao analisar a composição da carne pela quantidade de seus compostos, a água é o mais importante constituinte. Em carne magra, mais de 76% do peso é água, e esta ao ser usada em produtos, possibilita que mais água seja absorvida quando, por exemplo, a carne é transformada em emulsão para embutidos. Sendo tão abundante, a água tem uma profunda importância na qualidade da carne, principalmente a sua suculência e também na maciez, cor e gosto (RODRIGUES, 1978).

Assim, água pode ser encontrada em percentuais de 65 a 80%, sendo que desta, 45% está no interior da célula fortemente ligada às proteínas. Em torno de 25% não está ligada ou está fracamente ligada por forças físicas, podendo exsudar sob pressão, durante processos tecnológicos ou armazenamento e transporte das matérias primas. Desta forma, a umidade natural da carne é indispensável para a obtenção do rendimento e da qualidade final do produto, contribuindo para a textura, suculência, sabor e palatabilidade do alimento (SHIMOKOMAKI e OLIVO, 2006).

A habilidade de retenção de água é importante sob aspecto econômico e sensorial, em produtos cárneos, quando não ocorre a desnaturação das proteínas, elas continuam a ligar a água durante a conversão do músculo em carne e, continuam a absorção, durante as diversas fases da cadeia do produto (SHIMOKOMAKI e OLIVO, 2006).

#### 2.4.5 Aditivos

Segundo Evangelista (2005), os aditivos são definidos como substâncias não nutritivas com a finalidade de melhorar a aparência, sabor, textura e tempo de armazenamento de um produto. Entretanto, em certos casos, as substâncias químicas incluídas para melhorar esta qualidade podem elevar a capacidade nutritiva do alimento.

Estão descritos a seguir os principais aditivos que utilizados para produção de mortadela de frango e suas funções.

Segundo Terra (1998), a função do cloreto de sódio é aumentar a solubilidade das proteínas e diminuir a interação entre elas. Enquanto os polifosfatos aumentam a velocidade de adsorção e liberam as proteínas dos seus complexos ao seqüestrarem o cálcio. De acordo com Jay (2005), Nitrito e nitrato servem para estabilizar a cor vermelha da carne, contribuem para o sabor da carne curada, retardam a rancidez. A legislação brasileira permite a utilização de até 50 mg/kg, para o produto final o teor residual máximo da soma de nitrito e nitrato é de 150 ppm (BRASIL, 2000). O eritorbato de sódio serve para estabilizar a cor, acelerar a cura e torná-la mais uniforme. O açúcar está relacionado com a estabilização da cor, sabor e serve como substrato para a fermentação láctica, além de moderar o sabor do NaCl. Os fosfatos aumentam a retenção de água (JAY, 2005). Já o amido é considerado um dos mais importantes biopolímeros com propriedades funcionais sendo adicionado em produtos cárneos e pescados cominutados (HERMANSSON e SVEGMARK, 1996).

#### 2.4.6 Moagem

A moagem consiste em utilizar energia mecânica para desorganizar a estrutura dos tecidos pelas operações de corte, achatamento e ruptura. Este processo leva a formação de grãos constituídos de células mais ou menos intactas. Depois de cominuídos, a proteína animal pela continuidade da ação libera componentes que interagem com o meio e formam novas estruturas como géis e emulsões (GIRARD, 1991).

Esta etapa é de extrema importância devido à liberação das proteínas actina e miosina da célula muscular, resultando em uma intensa solubilização dos componentes (PEARSON e GILLET, 1999). A actina e a miosina se encontram envolvidas por uma membrana de tecido conectivo (sarcolema) (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2008), onde esta na forma intacta proporciona a actina e miosina reter apenas a própria água existente na carne e na célula. Já com a moagem, os fragmentos livres da estrutura protéica podem incorporar a água adicional e formar uma emulsão com a gordura (WIRTH et al., 1992). Ainda segundo Ordóñez (2005) a pré-mistura dos ingredientes de cura, antes da adição da matéria prima, tem efeito positivo na capacidade emulsificante das proteínas.

#### 2.4.7 Mistura

A mistura é definida como operação unitária na qual uma mistura homogênea é obtida de dois ou mais componentes, pela dispersão de um ou outro (FELLOWS, 2006). Segundo Olivo (2006) a misturadeira apresenta capacidade de extração protéica das matérias primas cárneas e pela fricção pode acarretar a fusão da gordura e desnaturação protéica preliminar, além de proporcionar a mistura das matérias primas cárneas dos aditivos e a água (SHIMOKOMAKI e OLIVO, 2006; BARRETO, 2007).

Na etapa da mistura, a temperatura próxima de 7°C é benéfica, pois auxilia a solubilidade das proteínas e aumenta a capacidade de escoamento da massa (BAILEY e LIGHT, 1989). A ocorrência da elevação da temperatura nesta fase, de acordo com Betanho, Shimokomaki e Olivo (1994), pode causar efeitos deletérios, que serão detectados na etapa de cozimento. Estes efeitos são caracterizados pela quebra da emulsão, podendo gerar liberação de gordura na superfície do produto.

#### 2.4.8 Emulsificação

A capacidade de se produzir emulsões cárneas estáveis é muito importante para a indústria, fazendo com que seja um processo pesquisado exaustivamente, principalmente a respeito dos fatores que contribuem para estabilidade das emulsões (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002).

Considerando que, o fator principal de uma emulsão cárnea, consiste na estabilidade final da massa, uma importante característica das proteínas animais é a sua habilidade em ligarem-se aos vários componentes e proporcionar a coesividade do produto, conferindo textura firme ao fatiamento e à mastigação (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002), já que a estabilidade da emulsão está relacionada com a retenção de água e gordura da mistura.

Durante a emulsificação, merecem atenção especial a temperatura de trabalho, o grau de divisão da gordura, o cloreto de sódio e os polifosfatos. Visto que a proteína atua como estabilizante, somente enquanto solúvel. Portanto a temperatura de trabalho deve ser inferior à de desnaturação das proteínas. Além disso, o tempo de trabalho deve ser o suficiente para obter uma massa “sedosa” (TERRA, 1998). De acordo com Duas Rodas Condimentos e Aditivos (2005) deve-se trabalhar à temperaturas de até 15°C.

#### 2.4.9 Embutimento

O processo de embutimento consiste em conduzir a massa já preparada para tripa previamente selecionada, e disposta para esse fim. Para isso, utilizam-se embutidoras que podem trabalhar de forma descontínua (a pistão) ou contínua (a vácuo), dependendo das necessidades do processo (ORDÓÑEZ, 2005).

A massa crua possui textura tipo pasta, que, durante o cozimento, é transformada em uma matriz rígida. Antes e durante o cozimento, apresenta-se muito frágil, podendo ocorrer a separação da gordura, conhecida como “quebra da emulsão”, causando sérios defeitos ao produto e prejuízos aos fabricantes (QUINT, 1987).

#### 2.4.10 Cozimento

Segundo Li (2006) o objetivo do cozimento para produtos curados e cozidos é o desenvolvimento das características sensoriais desejadas: sabor, textura e cor. O cozimento é aplicado para conferir maior vida útil, associado também à destruição das formas vegetativas dos microorganismos, a eliminação de outros

microorganismos que causam mudanças de cor e inativação de enzimas cárneas que poderiam causar alterações posteriores no produto.

A coagulação das proteínas da carne é a maior transformação que ocorre no cozimento de um produto emulsionado. Tal transformação dá-se em torno dos 60°C, contudo outros fatores foram considerados para definição da temperatura final de cozimento destes embutidos, na faixa entre 68 e 72°C, dentre estes, o fato de conter nas formulações o amido, e por este coagular em torno de 67°C, além de que para o aparecimento da textura desejada necessita-se de temperatura entre de 65 a 70°C, e ainda a inativação de enzimas e a destruição das formas vegetativas dos microorganismos ocorrer entre 60 a 70°C e acima de 72°C respectivamente (ORDÓÑEZ, 2005).

Outra variável importante a ser considerada para a seleção do método de cozimento consiste no tipo de envoltório (tripa), além do tipo do produto, custo do processo e capacidade de produção. As estufas mais modernas oferecem uma boa gama de possibilidade de trabalho, desde o calor seco até o calor com umidade relativa controlada, o que traz grandes vantagens tecnológicas quando bem explorado. Assim, o cozimento pode ser dividido em etapas, onde as temperaturas e os tempos variam de acordo com o equipamento utilizado, o calibre e o peso da peça. É importante que não seja ultrapassado o limite de 90°C na estufa ou meio de cozimento, para que não ocorra quebra da emulsão e outros defeitos que levariam a perda total do lote (Terra et al., 2004).

A qualidade final da mortadela depende diretamente do seu processo de cozimento, pois em elevadas temperaturas e/ou um período muito longo de permanência, nestas temperaturas pode acarretar má formação do gel e também separação da gordura (Terra et al., 2004).

#### 2.4.11 Refrigeração

Entende-se por refrigeração, a redução e a manutenção da temperatura dos alimentos acima de seu ponto de congelamento, sendo mais usuais as temperaturas compreendidas entre -1 e 8°C, o que implica apenas em mudanças no calor sensível do produto (ORDÓÑEZ, 2005).

Assim, as mortadelas após o tratamento térmico são conduzidas ao resfriamento rápido das peças de preferência em banhos ou duchas de água fria (0 a 4°C), seguido de armazenamento em temperatura de até 10°C (MULLER, 1990).

A refrigeração não tem ação esterilizante sobre os microorganismos e por isso não pode melhorar as condições sanitárias do alimento, apenas retardar e impedir o surgimento de novos agentes deteriorantes (EVANGELISTA, 2005). Assim, a refrigeração e o armazenamento são considerados métodos suaves de conservação. Os alimentos refrigerados geralmente são considerados frescos e de boa qualidade, sendo essa a razão de sua grande aceitação pelos consumidores (ORDÓÑEZ, 2005).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DE TEXTURA DA MORTADELA

De acordo com Fellows (2006) a textura dos alimentos tem uma influencia substancial na percepção da qualidade pelos consumidores. Durante a mastigação, informações sobre as modificações da textura dos alimentos são transmitidas ao cérebro pelos sensores na boca, pela audição e pela memória para construir uma imagem das propriedades de textura do alimento. Isso pode ocorrer em algumas fases:

1. Uma avaliação inicial da dureza, da capacidade de quebrar e da consistência durante a primeira mordida;
2. Uma percepção da mastigabilidade, da adesividade e da umidade e da oleosidade do alimento, além de uma avaliação do tamanho e da geometria dos pedaços individuais do alimento;
3. Uma percepção da taxa, na qual o alimento se quebra durante a mastigação, dos tipos de pedaços formados, da liberação ou absorção de umidade ou de qualquer cobertura na boca e na língua pelo alimento;

A textura de um alimento é determinada principalmente pelos teores de umidade e gordura, pelos tipos e quantidades de carboidratos estruturais (celulose, amidos e materiais pécticos) e pelas proteínas presentes. Alterações na textura são causadas pela perda de umidade ou gordura, formação ou quebra de emulsões e géis, hidrólise de carboidratos poliméricos e coagulação ou hidrólise de proteínas (FELLOWS, 2006).

Hoje é amplamente aceito pelos fabricantes de alimentos que a análise de textura instrumental é a melhor abordagem para prover informações rápidas e repetitivas. Tudo com o intuito de determinar os efeitos da qualidade da matéria prima e dos ingredientes no processamento de todas variáveis até a chegada na aceitação do produto acabado. As maiores empresas de alimentos, por exemplo, não só aplicam rotineiramente técnicas de análise de textura no desenvolvimento de novos produtos como também no controle da qualidade para manter, aperfeiçoar ou criar derivações de produtos alimentícios já consagrados no mercado (EXTRALAB, 2012).

Freqüentemente é preferível utilizar métodos instrumentais de avaliação de textura ao invés dos métodos sensoriais porque eles podem ser conduzidos sob condições muito mais definidas e controladas, permitindo o estabelecimento de quantificações extremamente precisas. Desta maneira, a análise de textura instrumental elimina os aspectos subjetivos que são típicos da análise sensorial humana, constituindo uma ferramenta valiosíssima na busca do aperfeiçoamento do controle da qualidade nas empresas e instituições ao redor do mundo (EXTRALAB, 2012).

Colmenero et al. (1995), ao analisarem a influência do conteúdo protéico e de gordura sobre a textura de mortadela Bologna, verificaram que o conteúdo protéico foi a variável que mais influenciou as características do produto, e que ambas as porcentagens de gordura e proteína geralmente apresentam o efeito linear direto e significativo nos parâmetros instrumentais de textura.

Hughes et al. (1998), ao avaliarem a textura de salsichas formuladas com 12% de gordura, 50% de água e gelo em relação à carne, e adicionadas de 3% de CPS com teor de proteína de 35%, verificaram que a dureza das salsichas aumentou ( $P=0,0004$ ) da formulação controle.

Cofrades et al. (2000), ao avaliarem a textura em mortadelas Bologna adicionadas de diferentes níveis de proteína de plasma de sangue, constataram que o aumento na adição de proteína de plasma produziu embutidos com dureza maior, o que, segundo os autores, pode ser explicado pelas propriedades ligantes e de geleificação que os concentrados protéicos de plasma possuem.

Freitas et al. (2004) comprovaram a redução de dureza, elasticidade e coesividade com o aumento da porcentagem de CMS (de 0 a 100%) em substituição

à porção cárnea nas formulações das mortadelas, indicando que o CMS produziu ligações protéicas mais débeis nas emulsões de mortadelas.

Andrès et al. (2006) evidenciaram que o aumento no nível de adição de CPS (contendo 40% de proteína) gerou diminuição ( $p < 0,05$ ) de dureza de embutidos emulsionados de frangos.

Cengiz e Gokoglu (2007), ao avaliarem o efeito sobre a textura, quando a quantidade de gordura em formulações de salsicha Frankfurter foi reduzida, verificaram que o valor de dureza decresce com a diminuição de 20 para 5% de gordura, e que a adição de concentrado protéico de soja aumentou o parâmetro dureza nas salsichas elaboradas com 20% de gordura.

Devitte e Dinon (2011) constataram que com a adição de fibras (1%) e com substituição parcial da gordura por carragena e pectina (0,5, 0,3 e 0,1%) a textura da mortadela ficou mais suave em relação ao padrão, uma vez que as mesmas possuem maior capacidade de retenção de água. Bortoluzzi (2009) observou que a fibra de laranja e a adição de água afetaram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) a textura de mortadelas de frango, onde quanto maior a concentração da fibra e água, menor a firmeza obtida no produto final.

Hughes, Cofrades e Troy (1997) citado por Bortoluzzi (2009) avaliaram o efeito da redução do teor de gordura (5, 12 e 30%) e da adição de 2% de fibra de aveia e de 1% de carragena em salsichas. A adição 0,5% de carragena e de 1% fibra de aveia compensou parcialmente algumas mudanças que normalmente ocorrem em salsichas com baixo teor de gordura, especialmente aquelas relativas à textura.

Segundo Orsolin (2013) a faixa de variação da força de cisalhamento entre os diferentes tratamentos de mortadela de frango, em função da temperatura da massa e do tempo de cozimento, ao longo da vida de prateleira foi de 0,24 a 0,30 N.

## 2.6 Defeitos em mortadelas

As mortadelas podem apresentar alguns defeitos de processo, entre eles, alguns são descritos por Terra et al., (2004), dentre estes os possíveis de serem detectados ainda durante a fabricação, e os perceptíveis logo após a fabricação das

mortadelas. Cabe ressaltar, que estas alterações podem ser evitadas com padronização do processo e controle de qualidade dos ingredientes.

#### 2.6.1 Instabilização da emulsão cárnea em mortadela

Os fatores que influem decisivamente na instabilidade de emulsão cárnea são a quantidade de água, proteínas miofibrilares, gordura, bem como as condições de processamento. Nestas condições, dá-se ênfase especial a temperatura na etapa de emulsificação, não devendo ultrapassar 12°C, considerando que acima desta pode ocorrer desnaturação das proteínas miofibrilares, insolubilizando-as. O excessivo tratamento térmico durante o cozimento, também é um fator altamente significativo na instabilização da emulsão cárnea (Terra et al., 2004).

#### 2.6.2 Rancificação

A oxidação lipídica em embutidos cárneos ocorre normalmente em três fases. A inicial é a fase na qual o processamento pode interferir, controlando-a através da correta utilização dos antioxidantes. Esta fase caracteriza-se pela produção dos radicais livres que desencadeiam uma sequência de reações responsáveis pela produção e decomposição dos hidroperóxidos. Nessa etapa a oxidação dos lipídeos, o calor, a luz, o oxigênio e os cátions divalentes atuam com catalisadores. Após esta fase, inicia-se a propagação, caracterizada pela formação e decomposição dos peróxidos e hidroperóxidos. Na última fase, tem-se a combinação dos radicais livres (Terra et al., 2004).

#### 2.6.3 Coloração e textura das mortadelas

A cor do produto cárneo é um dos itens de maior importância por ocasião de sua comercialização. É o primeiro apelo diante do consumidor. Sua formação depende da quantidade dos reagentes como carne magra possuidora da mioglobina e dos sais de cura geradores do óxido nítrico. Esta reação de cura, responsável pela

estabilidade da coloração rósea, é acelerada pela presença de antioxidantes e pelo aquecimento (Terra et al., 2004).

Este aquecimento deve atingir uma certa temperatura por um certo tempo para que sua eficácia seja atingida. É prática corrente a utilização da temperatura de 80°C/kg de produto/hora. É de fundamental importância que a temperatura interna do produto cárneo atinja a temperatura de 73°C, buscando-se também a segurança alimentar. Temperaturas inferiores conduzem também à perda de textura por parte do embutido, enquanto que temperaturas excessivas conduzem à quebra de emulsão com liberação de água e gordura e perda de coloração original do produto (Terra et al., 2004).

Falhas no processo que resultam na incorporação de ar na massa desencadeiam reações de oxidação que podem ser retratadas pela formação de coloração verde no produto final. Neste caso a presença da cor verde é integralmente química sem qualquer participação de microorganismos. O mau funcionamento da bomba de vácuo na etapa de embutimento, pode também resultar defeitos de textura no produto. Estes defeitos podem ser evitados pela retirada do ar ocluso na massa com o auxílio da bomba de vácuo incorporada a embutideira (Terra et al., 2004).

## 2.7 Análise sensorial

A análise sensorial é uma ferramenta importante para avaliar a qualidade e a aceitação de produtos alimentícios. É uma metodologia usada para interpretar reações nos alimentos e materiais pelo homem por meio dos órgãos dos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993).

Para o consumidor, os atributos de qualidade mais importantes são suas características sensoriais (textura, sabor, aroma, forma e cor). Elas determinam a preferência individual por produtos específicos, e pequenas diferenças entre marcas de alimentos similares podem ter uma influência substancial na aceitação. Um objetivo contínuo dos fabricantes de alimentos é buscar melhorias no processamento, que retenham ou criem qualidades sensoriais desejáveis ou reduzam os danos causados pelo processamento (FELLOWS, 2006). Assim, a análise sensorial de alimentos em desenvolvimento e/ou reformulados passa a ser

imprescindível, sendo alguns estudos realizados neste sentido, relatados no decorrer do texto.

Meullenet et al. (1994) produziram salsichas do tipo Frankfurt contendo CMS de frango, condimentos, aditivos, água (10, 15, 20, 25 e 30%) e fibras de colágeno (0, 2, 4, 6 e 8%). O ótimo de firmeza, verificado no perfil de textura sensorial e instrumental, foi obtido com adição de 2% de colágeno e de 20% de água.

Devitte e Dinon (2011) no atributo textura do estudo de adição de linhaça (1%), pectina e carragena (0,5, 0,3 e 0,1%) em mortadelas, verificaram que de acordo com as médias obtidas, todas as amostras são estatisticamente semelhantes. Pode-se observar que a adição de 1% linhaça nas formulações não afetou a textura da mortadela em relação ao controle sem linhaça, considerando-se a avaliação sensorial.

Em avaliação realizada por Bortoluzzi (2009), da adição (1 e 3%) de fibra de laranja e controle sem adição, gordura (4,16 e 24% para o controle) e água (20, 34 e 14% para o controle) em formulações de mortadela de frango, não foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formulações para o atributo textura.

Neste sentido é importante avaliar o efeito que as variáveis do processo, podem produzir sobre a qualidade das mortadelas, identificando os pontos que podem ser melhorados e ajustados a fim de obter um produto com melhor qualidade.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo serão descritos os procedimentos experimentais adotados para este estudo, detalhando a metodologia utilizada para as análises físico-químicas, microbiológica e avaliação sensorial das mortadelas de frango.

Os experimentos foram realizados em uma indústria, situada no município de Chapecó - SC, portanto em escala industrial, seguindo formulação padrão de mortadela de frango da respectiva empresa.

#### 3.1 Matéria-prima

As matérias primas utilizadas para elaboração da mortadela de frango, bem como o protocolo de conservação seguiram as normas estabelecidas nas legislações vigentes para cortes de frango (BRASIL, 2001) e CMS (BRASIL, 2000). A fonte de proteína animal usada nas formulações foi disponibilizada pela unidade industrial que abate exclusivamente frangos na cidade de Maravilha (SC), sendo que após o corte, as matérias primas foram imediatamente congeladas (-18 °C) e ou resfriadas (3 °C) e mantidas nestas condições durante o transporte, recebimento e estocagem na unidade de Chapecó (SC) onde foram realizados os ensaios de produção.

Assim estas foram mantidas em câmara de estocagem de matérias primas resfriadas entre 3 à 5 °C e na de congeladas entre -23 à -25 °C, até o momento de da elaboração das formulações de mortadelas. As matérias primas usadas, bem como o detalhamento das temperaturas de manutenção serão descritas a seguir:

- CMS Frango resfriada (2,3 à 4,1 °C) e congelada (-16,5 à -18,9 °C);
- Recortes de Frango sem osso c/ pele (coxas e sobrecoxas) resfriada (2,3 à 4,1 °C);
- Recortes de Frango sem osso s/ pele resfriada (2,3 à 4,1 °C) e congelada (-16,5 à -18,9 °C);
- Gordura de ave congelada (-16,5 à -18,9 °C).

Cabe ressaltar que em todas as formulações desenvolvidas neste trabalho, foram mantidas as mesmas quantidades de cada matéria-prima usada. Apenas as

proporções das matérias primas cárneas foram alteradas conforme seu estado físico, resfriadas e/ou congeladas, buscando avaliar a influência destas na temperatura do processo de emulsificação e conseqüentemente no produto acabado, de acordo com o estabelecido no planejamento experimental.

### 3.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental aplicado nesta etapa do trabalho buscou avaliar as condições no processo produtivo da mortadela de frango em nível industrial, relacionadas as condições de conservação das matérias primas protéicas, vislumbrando simular variações que ocorram em momentos de adversidades do dia-dia da indústria beneficiadora de carnes, verificando sua influência no produto final, considerando que estas são disponibilizadas para formulação da mortadela de frango na forma resfriada e/ou congelada.

A indústria busca o controle das condições de processo, e neste caso em específico o delineamento das condições extremas da produção da mortadela de frango em termos da temperatura da água adicionada à formulação e a velocidade de emulsificação em relação ao estado físico das proteínas animais adicionadas ao processo, mantendo o padrão estabelecido da temperatura da massa garantindo o processo produtivo padronizado em termos da emulsificação da massa.

Assim o ponto de partida para a presente pesquisa foi a realização de um planejamento experimental fatorial  $2^3$  com as variáveis independentes e os níveis avaliados descritos na Tabela 3, buscando identificar a condição ideal para elaboração da mortadela de frango em escala industrial, em detrimento da alteração das proporções das proteínas animais em estado congelado:resfriado.

**Tabela 2.** Variáveis independentes e níveis utilizados no planejamento fatorial 2<sup>3</sup> para elaboração de mortadelas de frango.

Variáveis independentes	Níveis		
	-1	0	1
Congelado/Resfriado (%)*	65:35	50:50	35:65
Temperatura água (°C)	20	32	44
Velocidade de emulsificação (%)	75	87	100

\* Matéria prima animal (CMS, Recortes e gordura de frango)

As respostas ou variáveis dependentes estudadas nas peças de mortadelas produzidas de acordo com as condições estabelecidas nos ensaios do planejamento experimental foram: textura instrumental, pH , proteína total, oxidação lipídica e lipídios, com as metodologias definidas e descritas no decorrer desta sessão.

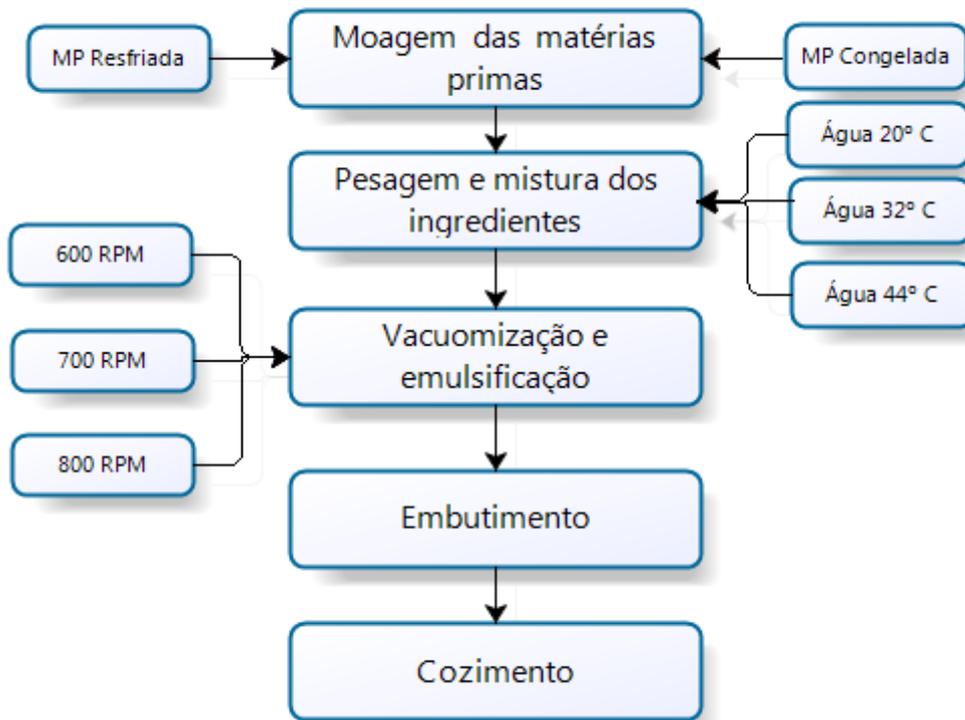
Os níveis estabelecidos foram baseados em situações adversas ocorridas na indústria, bem como seguindo as limitações do aparato industrial da linha de produção da mortadela de frango, na pior e na melhor condição de proporção de matéria-prima congelada e resfriada que o equipamento suporta, sendo que a utilização de proporções de matéria-prima congelada acima de 65% poderia causar danos ao equipamento de mistura da massa.

Em contrapartida o uso de quantidades superiores de 65% de matéria prima resfriada, a temperatura da massa ficaria elevada e a emulsão poderia ultrapassar temperatura de 15°C, limite máximo que a empresa preconiza, pois esta não utiliza gelo em suas formulações. Portanto, no delineamento experimental foram seguidas as seguintes proporções de matéria-prima (65% congelada com 35% resfriada, 50% congelada com 50% resfriada e 35% congelada com 65% resfriada).

O desenvolvimento dos experimentos foi realizado com três repetições do ponto central e os ensaios realizados em triplicata de análise.

### 3.3 Elaboração das mortadelas

A Figura 2 apresenta as principais etapas, parâmetros e condições operacionais utilizados para elaboração das mortadelas, segundo as condições estabelecidas nos ensaios descritos no planejamento experimental. Cada uma das etapas ilustradas na Figura 2 será detalhada no decorrer desta sessão.



**Figura 2.** Fluxograma das principais etapas da realização dos experimentos de produção das mortadelas de frango.

#### 3.3.1 Moagem das matérias primas

As matérias-primas utilizadas na produção das mortadelas foram primeiramente trituradas em equipamento denominado quebrador de blocos e posteriormente cominuídos em moedor com disco 8 mm conforme apresentado na Figura 3 (Marca Weiler com caracol helicoidal), onde as matérias primas foram transformadas em pequenas partículas, facilitando posteriormente a mistura e absorção dos condimentos. Nesta etapa foi realizado o balanço das proporções de

matéria-prima resfriada e congelada para os 11 experimentos delineados segundo o planejamento experimental (Tabela 3).



**Figura 3.** Moedor das matérias-primas cárneas utilizado no preparo da massa das mortadelas de frango.

### 3.3.2 Pesagem e mistura dos ingredientes

Após a moagem das matérias-primas as mesmas foram destinadas para o silo balança, equipamento onde foi realizada a conferência do peso da formulação, para posteriormente seguir ao processo de mistura de acordo com a Figura 4 em misturadeira (Marca cozzini com dois eixos do tipo pá, com rotação em sentidos opostos).

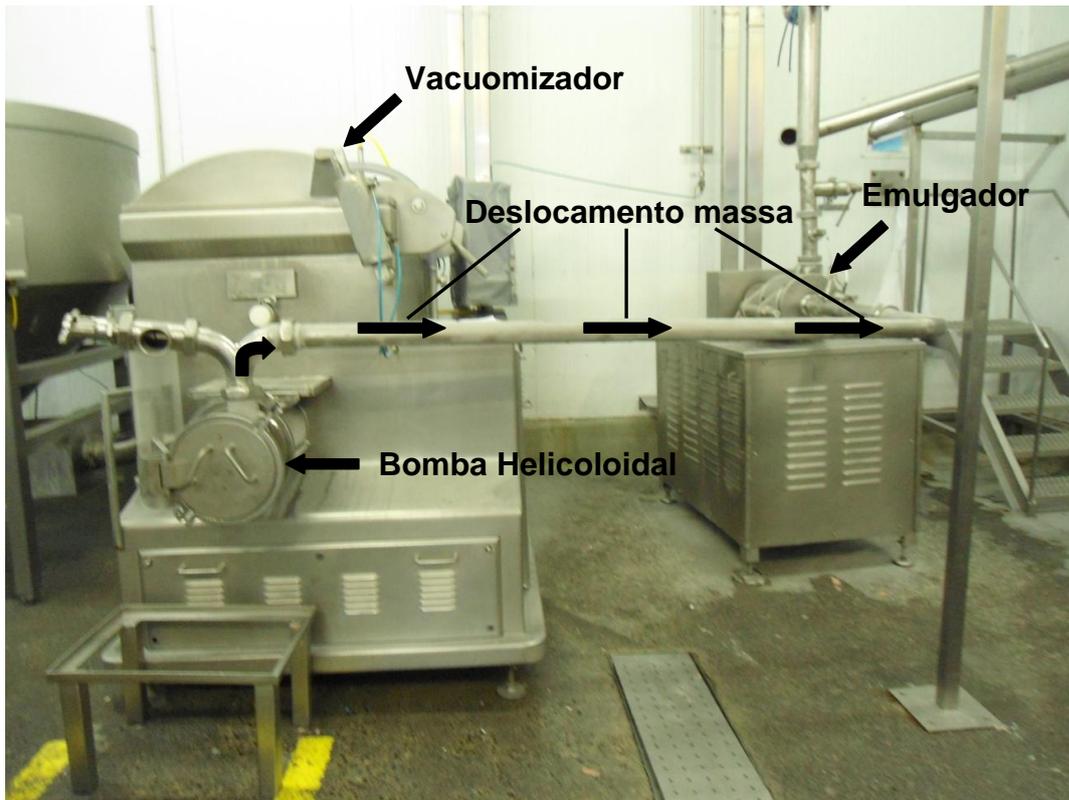
Nesta etapa foi realizada a adição de água à cada formulação na temperatura segundo as variáveis do planejamento fatorial (Tabela 3). Na etapa de mistura foi seguida a ordem de adição dos ingredientes e aditivos bem como tempo de mistura segundo padrões pré-estabelecidos pela empresa.



**Figura 4.** Equipamento de mistura das matérias-primas, ingredientes e aditivos.

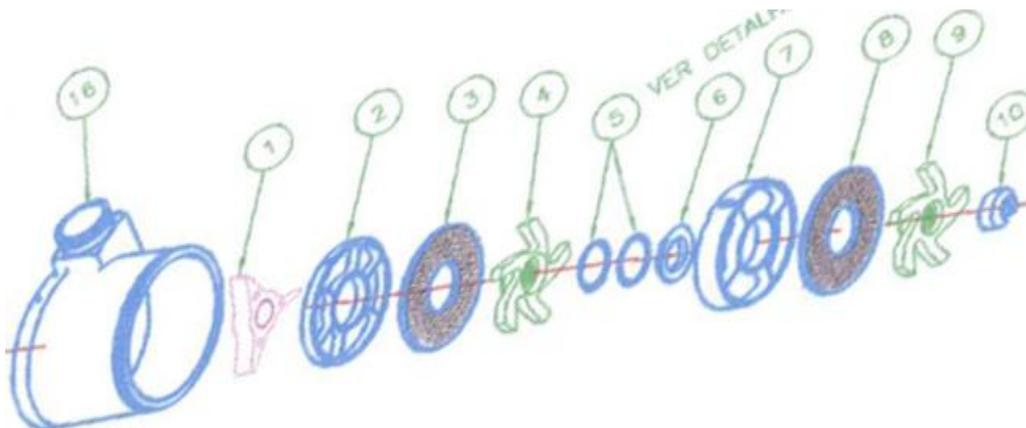
### 3.3.3 Vacuomização e emulsificação

Após a mistura dos ingredientes, a massa foi conduzida ao equipamento denominado vacumizador (Marca Cozzini com misturador do tipo pá e bomba de vácuo dupla) para retirada de ar da massa (Figura 3). Na sequência da linha de produção a massa foi transferida por bomba coloidal para o processo de emulsificação, realizado em emulgador (Marca Cozzini com cortador de cartilagem e válvula agulha). Nesta etapa, realizou-se a regulagem da velocidade de emulsificação, pelo ajuste da velocidade da bomba que alimenta o emulgador, segundo os valores definidos no planejamento experimental (Tabela 3), considerando que o emulgador trabalha em velocidade fixa. Neste mesmo equipamento onde é feito a regulagem da velocidade, também são registradas as temperaturas de entrada e de saída da massa, por termômetro acoplado ao equipamento, com visor de temperatura digital, registradas no momento da passagem da massa pelo equipamento. Assim, pelo uso do sistema de monitoramento do emulgador, realizou-se a coleta de dados das temperaturas da massa submetidas ao processo de emulsificação bem como a de saída, ou seja, do produto emulsionado, sendo que estas podem ser observadas segundo a Tabela 3. Detalhes desta etapa do processo podem ser verificados na Figura 5.



**Figura 5.** Equipamento utilizado para retirada do ar e emulsificação da massa de mortadela de frango.

Na Figura 6 está apresentado o esquema com a identificação da seqüência das peças do equipamento denominado emulgador constituído por peças estacionárias e suportes de navalhas que giram a uma rotação de 3200 rpm.



**Figura 6.** Esquema de seqüência de peças, discos e navalhas do equipamento denominado emulgador: (1- Impulsionador da massa, 2 – Pré-cortador, 3 – Disco com orifícios de 1,2 mm, 4 – Suporte de navalhas, 5 – Anéis separadores, 6 – Bucha de aperto, 7 - Pré-cortador, 8 – Disco com orifícios de 3,2 mm, 9 - Suporte de navalhas, 10 – Bucha de aperto). FONTE: Manual Equipamentos Cozzini (2000).

A Figura 7 apresenta o emulgador após o processo produtivo da mortadela.



**Figura 7.** Emulgador, usado para emulsificação da massa das mortadelas de frango, sem a tampa de entrada da massa.

#### 3.3.4 Embutimento

Após a fase de emulsificação a massa foi conduzida para o processo de embutimento conforme demonstrado na Figura 8 (Embutideira da Marca Hantdmann e Granpeadeira da Marca Poly-Clip), onde a mesma foi embutida em tripas artificiais da marca Viscofan, previamente hidratadas conforme orientação do fornecedor. Todas as peças de mortadelas elaboradas neste estudo consistiram em peças com peso de 500 gramas e calibre de 62 mm.



**Figura 8.** Processo de embutimento das peças de mortadelas de frango.

As peças embutidas foram distribuídas uniformemente em varas metálicas e posicionadas em carrinhos, conforme demonstrado na Figura 9, para serem enviadas ao cozimento. As peças foram posicionadas de forma a evitar o contato entre as mesmas, buscando uniformidade do processo de cozimento.



**Figura 9.** Carrinhos das peças de mortadelas de frango preparadas para o processo de cozimento.

### 3.3.5 Cozimento

Em seguida as peças de mortadela foram destinadas ao processo de cozimento, realizado em estufas (Marca MAURER com injeção de vapor direto). As mortadelas foram cozidas até que a temperatura no núcleo do produto alcançasse o mínimo 72°C permanecendo nesta temperatura pelo tempo mínimo 10 minutos para todos os experimentos. Esta condição segue o procedimento estabelecido pela empresa para produção de produto emulsionado cozido, sendo que os estágios de cozimento são controlados e ocorrem da seguinte forma:

- Estágio 1 – 60°C durante 10 minutos;
- Estágio 2 – 65°C durante 10 minutos;
- Estágio 3 – 70°C durante 20 minutos;
- Estágio 4 – 75°C durante 20 minutos;
- Estágio 5 – 80°C até a temperatura do núcleo da mortadela atingir 75°C.

Após o cozimento as peças foram resfriadas com ducha de água à temperatura ambiente (aproximadamente 22°C) até atingir no núcleo do produto a temperatura de 28°C. Por fim as mortadelas foram acondicionadas em caixas de papelão e armazenadas em câmara de estocagem sob temperatura entre 4 à 7°C.

O processo de cozimento e resfriamento foi acompanhado e registrado pelo programa específico que acompanha os equipamentos (marca Maurer) seguindo o processo produtivo definido pela indústria, variando apenas os parâmetros definidos pelo planejamento experimental. O programa busca monitorar os processos de temperatura aplicados ao produto, buscando verificar a garantia da cocção uniforme do produto, sendo estes representados pela demonstração gráfica da condução do processo.

## 3.4 ANÁLISES DAS MORTADELAS DE FRANGO

As análises físico-químicas foram realizadas nos laboratórios da Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim (RS).

As análises microbiológicas e sensoriais desenvolvidas nos laboratórios da empresa onde realizou-se a pesquisa. A análise física de textura foi realizada no

laboratório de análises de carnes da empresa Embrapa em Concórdia (SC). As metodologias seguidas para estas análises serão descritas na seqüência.

#### 3.4.1 Análises físico químicas

As análises de textura, pH, e oxidação lipídica foram realizadas em triplicata para cada tratamento definido no planejamento experimental, ao longo da vida útil das mortadelas de frango avaliadas (2, 30, 45 e 60 dias após a data de fabricação). As peças para a realização das análises foram coletadas nas varras dispostas nos carros transportadores que estavam dispostos nas extremidades e no centro da estufa. O processo de cozimento foi constituído de dez carros transportadores. As coletas foram realizadas nas peças que estavam no centro do carro.

A análise de proteína e gordura foi também realizada em triplicata para cada tratamento, contudo somente no final da vida útil, ou seja, 60 dias após a data de fabricação.

Para a realização das análises as peças de mortadelas foram fracionadas retirando amostras nas extremidades e no centro das peças, a fim de se obter uma melhor homogeneidade nos resultados.

##### 3.4.1.1 Análise de pH

A análise de pH foi realizada triturando-se 10 gramas da mortadela retiradas de diferentes pontos da peça de mortadela acrescidas de 100 ml de água destilada e agitadas por 1 minuto. O valor do pH foi determinado em potenciômetro digital, previamente calibrado a pH 4 e 7 (AOAC, 1996).

##### 3.4.1.2 Oxidação lipídica

Para avaliar a oxidação lipídica ocorrida nos tratamentos, realizou-se o teste das substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBARS) de acordo com RAHARJO, SOFOS E SCHIDT (1992), modificado por Yang et al. (2002) em relação a interferência do açúcar na reação e seguindo recomendações no que se refere a

adição de sulfanilamida para as amostras que contem nitrito. Os resultados foram expressos em mg malonaldeído/kg amostra.

#### 3.4.1.3 Proteína total

O teor de proteína foi determinado pela quantificação do nitrogênio total da amostra, utilizando método de Kjeldahl, de acordo com o AOAC (1996). O teor de proteína foi obtido ao multiplicar o teor de Nitrogênio pelo fator de conversão 6.25.

#### 3.4.1.4 Gordura

O teor de gordura foi determinado pelo método intermitente de Soxhlet modificado, de acordo com a AOAC (1996), utilizando éter de petróleo como solvente.

### 3.4.2 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas na planta industrial, de acordo com os procedimentos de rotina da empresa, já que a pesquisa foi realizada em escala industrial, seguindo todos os rígidos controles de qualidade de matérias-primas e de processo da empresa.

Para avaliar a estabilidade microbiológica das mortadelas foram realizadas análises de Mesófilos, Coliformes Termotolerantes, *Saphylococcus coagulase*, *Listeria Monocytogenes*, *Salmonella sp* e *Clostridium* sulfito redutores, conforme preconiza a Resolução RDC nº 12 da ANVISA (BRASIL, 2001) para produtos cárneos industrializados cozidos.

Para as análises de Mesófilos, Coliformes Termotolerantes, *Saphylococcus coagulase* e *Listeria Monocytogenes* foram realizadas de acordo com metodologias da AOAC (2010) que são considerados métodos alternativos aprovados pelo MAPA (BRASIL, 2003).

Para *Salmonella sp* foi utilizado metodologia de acordo com AFNOR (2010).

Para a análise de *Clostridium* sulfito redutores foi utilizado método de acordo com a Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 do MAPA (BRASIL, 2003).

### 3.4.3 Análise de textura

#### 3.4.3.1 Intrumental

A análise de textura (medida da firmeza) foi realizada segundo o método descrito por Bourne (1978), nas amostras de mortadela com temperatura de 21°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ), com o uso de um texturômetro TA-XT plus (*Texture analyser*), equipado com lâmina Warner-Bratzler e regulado para a velocidade de 5,0 mm/s. Os dados foram coletados com programa específico (*Texture Expert Stable Micro Systems*), equipamento demonstrado na Figura 10.



**Figura 10.** Equipamento utilizado para realização da análise de textura.

As análises foram realizadas em cada peça de mortadela, retirando-se de cada uma delas três amostras na forma de cubos com 1,2 x 1,2 x 2,0 cm (altura, largura, comprimento), sendo que para cada tratamento foram analisadas três peças, em quatro períodos diferentes da vida útil, (sendo um total de nove análises por

tratamento em cada período). Os resultados foram expressos em Newton (N), da força máxima necessária para o corte das amostras.

#### 3.4.3.2 Sensorial

O projeto foi submetido e aprovado (Parecer nº 150.661) pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim para a realização dos testes sensoriais. Os provadores pré-treinados que aceitaram participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 1).

Realizou-se pré-treinamento condicionado com amostras de referência, com 44 provadores não treinados, sendo 18 do sexo feminino e 26 do sexo masculino com idade entre 18 e 42 anos, que tinham afinidade com o produto e foram acomodados em cabines individuais.

A análise sensorial das formulações foi realizada através do teste de Escala Hedônica estruturada com 9 pontos (sendo 1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo), realizada em 2 etapas no primeiro dia com 5 amostras e no segundo dia com 4 amostras que foram servidas no mesmo horário em ambos os dias, na qual foi avaliado o atributo de textura no final da vida útil do produto. O formulário utilizado pode ser visualizado no Anexo 2. Foram servidas amostras de 15 - 20 g de mortadela apresentadas em pratos descartáveis codificados com três dígitos aleatórios distribuídas de forma balanceada acompanhadas de um copo de água e biscoito de água e sal.

#### 3.4.4 Análise estatística

Os resultados das determinações físico-químicas e sensoriais foram tratados estatisticamente pela Análise de Variância (ANOVA), e comparação das médias pelo Teste de Tukey com nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ) utilizando o programa Statistica® 8.0 (STATSOFT Inc). Os gráficos e cálculos dos efeitos também foram obtidos pelo programa computacional Microsoft Excel® 2010 (Microsoft Co.).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos no decorrer deste trabalho, relacionados às análises físico-químicas, microbiológicas e teste sensorial durante o tempo de estocagem da mortadela de frango, buscando verificar a influência dos parâmetros estudados na temperatura da massa sob emulsificação, e estes nas características do produto final.

### 4.1 Processo de Emulsificação das Mortadelas de Frango

A temperatura em que uma emulsão é formada extremamente importante, sendo que se a temperatura da emulsão ultrapassar de 15 °C esta se rompe facilmente. Neste sentido, buscando a máxima estabilidade da emulsão, referenciase que a temperatura de trabalho deve ser mantida na faixa entre 3 e 11°C, evitando problemas de processo (ORDÓÑEZ, 2005).

**Tabela 3.** Matriz do planejamento fatorial 2<sup>3</sup> com valores reais e codificados e resultados da temperatura da massa submetida à emulsificação e da obtida após a emulsificação

Tratamento	Variáveis Independentes			Temperatura da Massa (°C)	
	Matéria Prima Congelado:Resfriado (kg)	Temperatura (°C)	Velocidade de emulsificação (RPM)	Entrada Emulsificador	Saída Emulsificador
T1	1665:900 (-1)	44 (+1)	800 (+1)	-4,7	-2,7
T2	1665:900 (-1)	44 (+1)	600 (-1)	-4,8	1,8
T3	1665:900 (-1)	20 (-1)	800 (+1)	-5,0	-3,5
T4	1665:900 (-1)	20 (-1)	600 (-1)	-5,0	-0,9
T5	900:1665 (+1)	20 (-1)	600 (-1)	-4,4	3,5
T6	900:1665 (+1)	20 (-1)	800 (+1)	-4,3	-0,3
T7	900:1665 (+1)	44 (+1)	600 (-1)	-3,4	9,0
T8	900:1665 (+1)	44 (+1)	800 (+1)	-3,5	5,0
T9	1280:1280 (0)	32 (0)	700 (0)	-4,3	1,5
T10	1280:1280 (0)	32 (0)	700 (0)	-4,1	1,7
T11	1280:1280 (0)	32 (0)	700 (0)	-4,2	1,6

Na Tabela 3 apresenta os valores de temperaturas de entrada e saída da massa no emulsificador para cada tratamento avaliado no planejamento de experimentos. As temperaturas de entrada no emulsificador ficaram na faixa de -3,4 à -5,0°C, e as temperaturas de saída ficaram na faixa de -3,5 à 9,0 °C. A grande

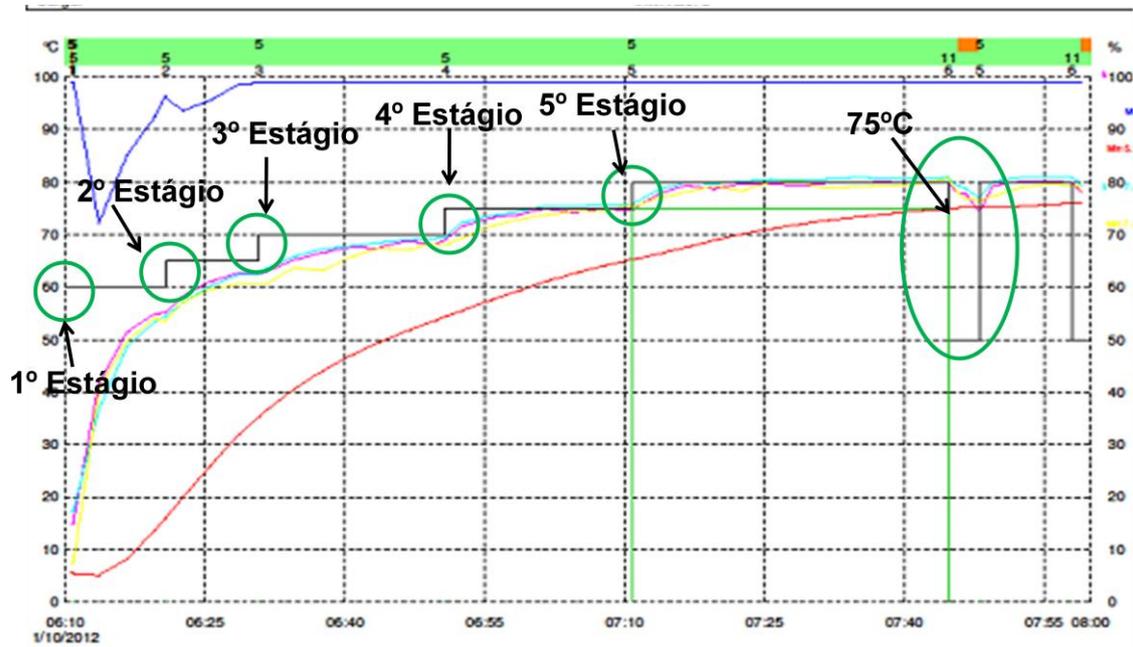
variação entre as temperaturas de saída, provavelmente, se deve principalmente a variável velocidade de emulsificação, considerando que nesta pesquisa, sendo o processo de emulsificação contínuo, quando realiza-se a diminuição da velocidade de emulsificação ocorre um aumento significativo na temperatura de saída da massa.

O tratamento T7 (Tabela 3) combinou baixa velocidade de emulsificação com maior proporção de matéria prima resfriada e temperatura da água em 44°C, proporcionando a temperatura de entrada de -3,4°C e de saída em 9,0°C, com um aumento para 12,4°C na etapa de emulsificação. O inverso também é verdadeiro podendo ser observado no tratamento T3 com temperatura de entrada de -5,0°C e saída em -3,4°C, com um aumento de 2,4°C na etapa de emulsificação. Assim, observa-se que pequenas variações de temperatura da massa na entrada do emulsificador resultaram em um aumento da temperatura de saída do emulsificador como nos casos dos tratamentos T6 (entrada -4,3 e saída -0,3°C) e T7 (entrada -3,4 e saída 9,0°C). Quanto menor a temperatura da massa, tem-se uma menor viscosidade e assim a massa ganha mais velocidade no sistema de bombeamento por caracol helicoidal, diminuindo a sua temperatura de saída como exemplo temos os tratamentos T1 (entrada -4,7 e saída -2,7°C) e T3 (entrada -5,0 e saída -3,5°C). Ressalta-se que a viscosidade limite com capacidade de emulsificação, ocorre em temperatura da massa de aproximadamente -6,0°C, temperaturas inferiores á esta interferem na funcionalidade do equipamento.

As condições ideais de trabalho são com temperaturas de entrada no emulsificador próximas de -3,0°C, sendo esta uma temperatura que não compromete o desempenho do equipamento (produção/hora), diminui o desgaste do equipamento e principalmente melhora significativamente a qualidade do produto em relação ao atributo textura, com baixa arenosidade e uniformidade de emulsificação das porções cárneas, atingindo uma temperatura de saída da massa em torno de 10°C.

## 4.2 Processo de cozimento das mortadelas de frango

Como garantia e segurança alimentar, todos os tratamentos foram submetidos ao mesmo processo de cozimento, conforme observa-se graficamente o perfil do cozimento obtido pelo programa do equipamento (Figura 11).



**Figura 11.** Representação gráfica do processo de cozimento da mortadela de frango (500 gramas): linha preta (passo do cozimento com aumento de 5°C da temperatura da estufa a cada estágio); linha vermelha (registro da temperatura no núcleo do produto); linha azul escuro (umidade relativa interna da estufa); linha azul claro (temperatura do bulbo úmido); linha rosa (bulbos secos entrada da estufa) e linha amarela (bulbo seco saída da estufa).

De acordo com a Figura 11, encontra-se apresentado o perfil do cozimento de uma das formulações de mortadela de frango tratamento 4, onde pode ser observado que a temperatura do núcleo do produto ao final do cozimento alcançou valores de 75°C, ressaltando que o processo seguiu os padrões da legislação, garantindo a segurança alimentar do produto.

### 4.3 Análises Físico-químicas

#### 4.3.1 Determinação de pH

Os valores de pH da carne são muito importantes não apenas por influenciar a microbiota que pode se desenvolver no produto, como também para indicar o seu estado de conservação, a partir das considerações dos valores de referencia. Assim, o pH exerce papel importante tanto na inibição de microorganismos indesejáveis como nas características finais do produto (cor, sabor, firmeza) (FREY, 1983).

A Tabela 4 apresenta os valores médios obtidos na análise de pH, nos diferentes tratamentos em cada período da vida útil, indicando que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) dos valores de pH das mortadelas de frango elaboradas. Contudo em cada tratamento observou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os dias analisados ao longo da vida útil do produto, de T1 ao T7 à partir dos 45 dias após produção, já nos tratamentos T8 e central aos 30 dias foi observado uma diferença nos valores de pH em relação ao segundo dia após a produção.

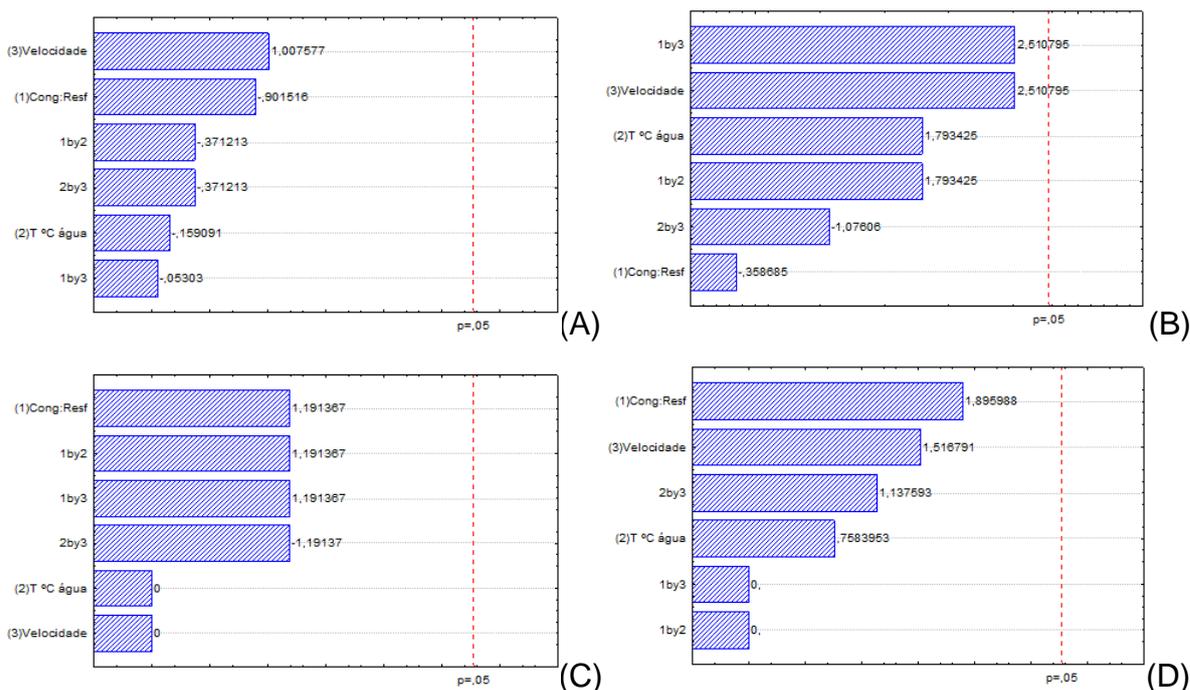
**Tabela 4.** Definição do perfil de pH, para as formulações da mortadela de frango avaliada ao longo da vida útil.

Ensaio	Período vida útil			
	2 dias	30 dias	45 dias	60 dias
T1	6,66±0,11 <sup>aA</sup>	6,61±0,01 <sup>aA</sup>	6,66±0,01 <sup>aA</sup>	6,78±0,01 <sup>aB</sup>
T2	6,59±0,06 <sup>aA</sup>	6,62±0,01 <sup>aA</sup>	6,69±0,01 <sup>aB</sup>	6,72±0,04 <sup>aB</sup>
T3	6,63±0,07 <sup>aA</sup>	6,62±0,01 <sup>aA</sup>	6,69±0,01 <sup>aB</sup>	6,73±0,02 <sup>aB</sup>
T4	6,60±0,03 <sup>aA</sup>	6,61±0,02 <sup>aA</sup>	6,68±0,01 <sup>aB</sup>	6,75±0,02 <sup>aC</sup>
T5	6,54±0,02 <sup>aA</sup>	6,58±0,02 <sup>aA</sup>	6,68±0,01 <sup>aB</sup>	6,75±0,01 <sup>aC</sup>
T6	6,64±0,03 <sup>aA</sup>	6,62±0,01 <sup>aA</sup>	6,69±0,01 <sup>aA</sup>	6,78±0,02 <sup>aB</sup>
T7	6,57±0,02 <sup>aA</sup>	6,61±0,02 <sup>aA</sup>	6,69±0,01 <sup>aB</sup>	6,77±0,01 <sup>aC</sup>
T8	6,56±0,03 <sup>aA</sup>	6,64±0,02 <sup>aB</sup>	6,70±0,01 <sup>aC</sup>	6,78±0,02 <sup>aD</sup>
T9	6,53±0,07 <sup>aA</sup>	6,60±0,01 <sup>aB</sup>	6,68±0,01 <sup>aC</sup>	6,76±0,02 <sup>aD</sup>
T10	6,51±0,06 <sup>aA</sup>	6,60±0,01 <sup>aB</sup>	6,67±0,01 <sup>aC</sup>	6,77±0,04 <sup>aD</sup>
T11	6,51±0,11 <sup>aA</sup>	6,62±0,01 <sup>aB</sup>	6,67±0,01 <sup>aC</sup>	6,76±0,01 <sup>aD</sup>

Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais em cada coluna/linha não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) em relação ao pH entre os tratamentos em cada tempo do vida útil (Teste de Tukey).

Os resultados demonstraram que a faixa de variação do pH entre os diferentes tratamentos ficou entre 6,51 à 6,78, os quais podem ser considerados normais, dentro dos padrões de qualidade estabelecidos para as mortadelas (BRASIL, 2000).

Para avaliação dos efeitos das variáveis estudadas segundo o planejamento experimental (proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação) no valor de pH das mortadelas de frango e suas interações para cada tratamento durante da vida útil e foram analisados a nível de 95% de confiança. Estas interações podem ser verificadas no diagrama de Pareto, na Figura 12\_A 2 dias, Figura 12\_B 30 dias, Figura 12\_C 45 dias e Figura 12\_D 60 dias de fabricação do produto, onde visualiza-se que as variáveis analisadas no planejamento não apresentaram influência significativa ( $p < 0,05$ ) sobre o pH do produto para todos os período ao longo da vida útil.



**Figura 12:** Diagrama de pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação no pH após 2 (A), 30 (B), 45 (C) e 60 (D) dias da produção da mortadela de frango.

Resultados similares foram encontrados por Yunes (2010), em seu estudo sobre a substituição parcial da gordura animal por óleos vegetais em mortadela, os

valores de pH se mantiveram estáveis na faixa entre 6,02 à 6,11 considerada normal para o tipo de produto, não tendo diferença significativa ao longo da estocagem.

Bortoluzzi (2009), em estudo sobre a aplicação de fibra da polpa da laranja na fabricação de mortadela de frango, identificou diferenças significativas com os valores de pH, durante o período de estocagem de 60 dias em todos os tratamentos. A faixa de variação encontrada do pH entre todas as formulações analisadas foi entre 5,49 e 6,44.

#### 4.3.1.1 Determinação de oxidação lipídica

A rancificação (oxidação lipídica) situa-se entre os principais problemas da indústria cárnea, pois inviabiliza integralmente o embutido para o consumo humano. (TERRA et al., 2004).

A oxidação é um dos principais fatores envolvidos na deterioração dos componentes lipídicos da carne, sobretudo dos ácidos graxos insaturados, em virtude da presença de duplas ligações. À medida que as duplas ligações aumentam, mais curto é o tempo de conservação das gorduras. As carnes brancas como as de aves e de peixes, se caracterizam por terem concentração relativamente elevada de ácidos graxos insaturados que são mais suscetíveis a deterioração oxidativa em comparação a outros tipos de carnes (MAGGIONI; ROTTA; PRADO, 2008).

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios obtidos na análise de oxidação lipídica, sendo que não foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos em cada tempo da vida útil do produto.

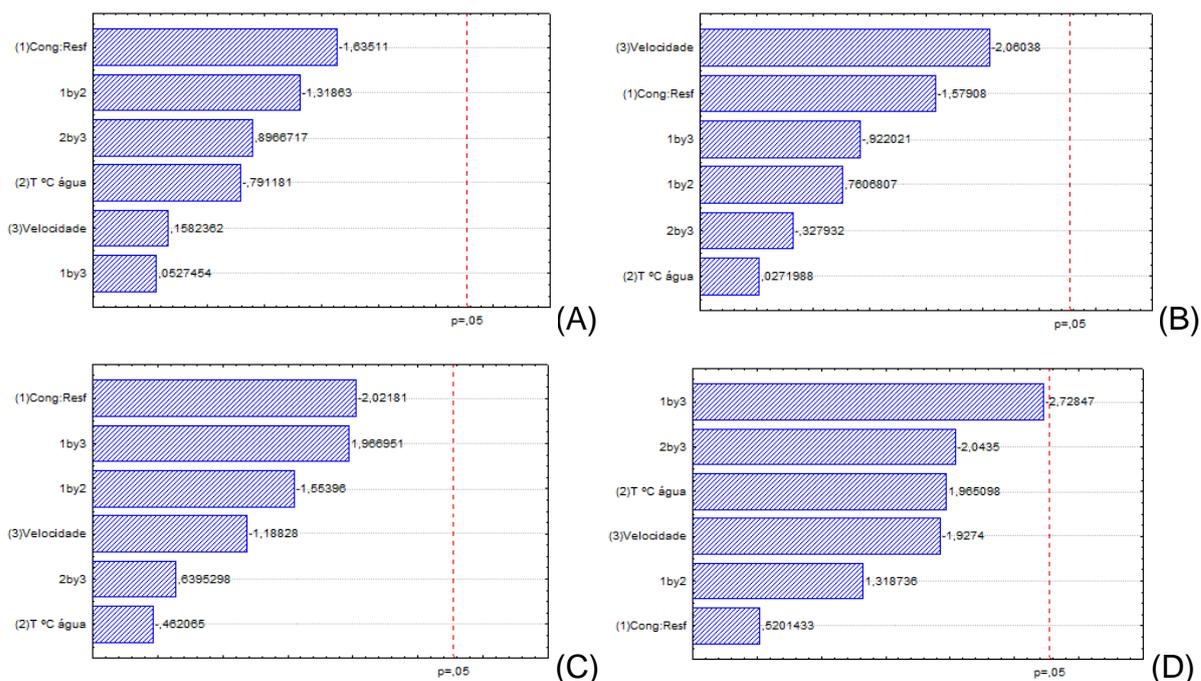
**Tabela 5.** Definição do perfil de oxidação lipídica (Tbars), para as formulações da mortadela de frango avaliada ao longo da vida útil.

Ensaio	Período vida útil			
	2 dias	30 dias	45 dias	60 dias
T1	0,74±0,035 <sup>aA</sup>	0,79±0,095 <sup>acA</sup>	0,79±0,068 <sup>aAC</sup>	0,83±0,111 <sup>aBC</sup>
T2	0,70±0,014 <sup>aA</sup>	0,80±0,127 <sup>aB</sup>	0,90±0,085 <sup>aC</sup>	0,86±0,038 <sup>aBC</sup>
T3	0,69±0,028 <sup>aA</sup>	0,78±0,141 <sup>aAC</sup>	0,80±0,061 <sup>aAC</sup>	0,87±0,304 <sup>aBC</sup>
T4	0,72±0,042 <sup>aA</sup>	0,88±0,028 <sup>aBC</sup>	0,84±0,064 <sup>aAC</sup>	0,80±0,198 <sup>aAC</sup>
T5	0,70±0,042 <sup>aA</sup>	0,75±0,226 <sup>aAB</sup>	0,83±0,028 <sup>aB</sup>	0,85±0,035 <sup>aB</sup>
T6	0,70±0,021 <sup>aA</sup>	0,68±0,029 <sup>aA</sup>	0,79±0,097 <sup>aA</sup>	0,79±0,049 <sup>aA</sup>
T7	0,64±0,014 <sup>aA</sup>	0,87±0,077 <sup>aB</sup>	0,72±0,183 <sup>aA</sup>	0,96±0,087 <sup>aB</sup>
T8	0,66±0,021 <sup>aA</sup>	0,64±0,012 <sup>aA</sup>	0,80±0,141 <sup>aB</sup>	0,82±0,078 <sup>aB</sup>
T9	0,67±0,012 <sup>aA</sup>	0,68±0,103 <sup>aA</sup>	0,83±0,028 <sup>aB</sup>	0,78±0,156 <sup>aB</sup>
T10	0,76±0,021 <sup>aA</sup>	0,71±0,243 <sup>aA</sup>	0,80±0,028 <sup>aA</sup>	0,83±0,033 <sup>aA</sup>
T11	0,70±0,057 <sup>aA</sup>	0,72±0,247 <sup>aA</sup>	0,80±0,014 <sup>aB</sup>	0,84±0,078 <sup>aB</sup>

Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais em cada coluna/linha não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) em relação à oxidação lipídica entre os tratamentos em cada tempo da vida útil (Teste de Tukey).

Os resultados obtidos (Tabela 5) nos diferentes tratamentos apresentaram-se constantes em relação à concentração do malonaldeído das mortadelas de frango ao longo da vida útil, sendo os valores obtidos na faixa de 0,64 à 0,96 mg malonaldeído/Kg. A menor concentração do malonaldeído foi encontrada no tratamento T7 (0,64) com 2 dias de fabricação do produto, e a maior concentração foi encontrada no tratamento T7 (0,96) com 60 dias de fabricação do produto.

A Figura 13 apresenta o diagrama de Pareto onde a na Figura 13\_A 2 dias, Figura 13\_B 30 dias, Figura 13\_C 45 dias e Figura 13\_D 60 dias de fabricação do produto.



**Figura 13:** Diagrama de pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima resfriada – congelada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação em relação à oxidação lipídica no 2º (A), 30º (B), 45º (C) e 60º (D) dia após a produção da mortadela de frango.

Observou-se na Figura 13 que não houve influência significativa ( $p < 0,05$ ) das variáveis estudadas (proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação) e suas interações na oxidação lipídica da mortadela de frango para cada período durante a vida útil.

Este comportamento foi também verificado por Silva (2004) onde não foi verificado diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade na produção de substancias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico na adição de polifosfato em lingüiças de frango.

Segundo Torres e Okani (2000, *apud* TERRA et al., 2006), valores de TBA até 1,59 mg de malonaldeído/kg de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análise sensorial e não causam problemas para a saúde do ser humano. Utilizando-se esses valores como referência, pode-se afirmar que os testes realizados não afetaram a qualidade das em relação à oxidação lipídica, pois os resultados encontrados para as mortadelas de frango ficaram na faixa de 0,64 a 0,96 mg de malonaldeído/kg.

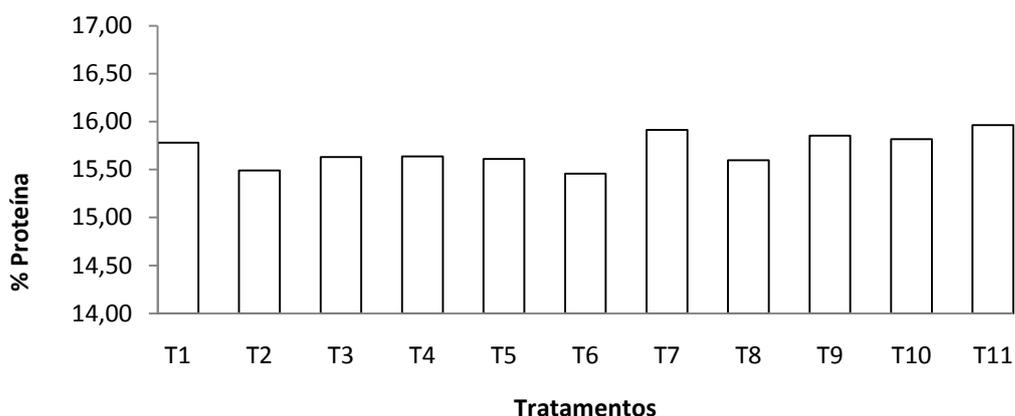
Ferreira et al. (2003) encontrou resultados similares em salsichas elaboradas com substituição da gordura suína por óleo de girassol com valores durante o período total de estocagem entre 0,13 a 0,92 mg de malonaldeído/kg.

Trindade (2010) em seu estudo com diferentes níveis de substituição da gordura suína por óleo de soja em mortadelas mantiveram-se na faixa de 0,89 até 1,47 mg de malonaldeído/kg de amostra adequadas em relação à oxidação lipídica, mesmo após 60 dias de estocagem a 0°C não diferindo significativamente ( $p > 0,05$ ).

#### 4.3.1.2 Determinação de proteína total

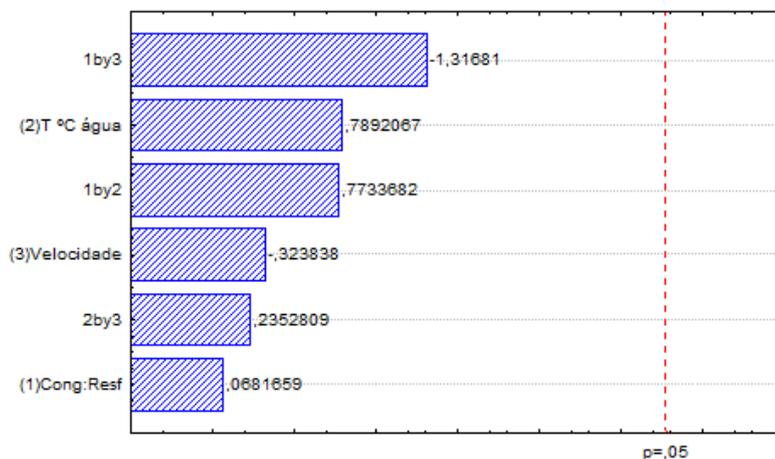
Proteínas são componentes essenciais a todas as células vivas e estão relacionadas, praticamente, a todas as funções fisiológicas. Quimicamente, são polímeros, de elevado peso molecular formado por ligações peptídicas entre aminoácidos, que possuem uma variedade de propriedades físicas e químicas. (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

Na Figura 14 são apresentados os percentuais de proteína encontrados nas análises realizadas em cada tratamento do planejamento experimental. Os valores obtidos em todos os tratamentos no tempo de 60 dias após a produção estão acima do padrão mínimo de 12% de proteína estabelecida pela legislação vigente deste produto estabelecido na Instrução Normativa nº 4 do DIPOA (BRASIL, 2000). Os valores encontrados encontram-se entre a faixa de 15,46 a 15,96 % de proteína.



**Figura 14:** Perfil do teor de proteína (%) para cada formulação da mortadela de frango após 60 dias de fabricação.

O efeito das variáveis estudadas no processo proporção de matéria prima congelada: resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação), segundo o planejamento de experimentos sobre os valores de proteína da mortadela de frango, podem ser verificado na Figura 15.



**Figura 15:** Diagrama de Pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação no teor de proteína no 60º dia após a produção da mortadela de frango.

Através da análise do diagrama de Pareto (Figura 15), pode-se verificar que as variáveis analisadas não apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) sobre o teor de proteína do produto no final da vida útil do produto (60 dias).

Valores similares também foram encontrados por Fontes (2006), ao trabalhar com mortadelas adicionadas de sangue, obteve teores médios de proteína na faixa 16,45 % ( $\pm 0,66$ ) e por Devitte e Dinon (2011) em estudo com a adição de fibras e com substituição parcial da gordura por carragena e pectina, sendo que os teores de proteína encontradas nas formulações de mortadela apresentaram-se em torno de 16,10% a 16,31%, com baixa variação entre as formulações.

Na avaliação de mortadelas formuladas com misturas de sangue suíno e isolado protéico de soro de leite realizado por Santos (2007), o mesmo encontrou percentuais de proteína na faixa de 14,20 à 16,64 %, sendo que nenhuma formulação apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação a formulação de mortadela padrão.

No estudo realizado por Bortoluzzi (2009), na aplicação de fibra da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango as formulações contendo 20% de água atenderam ao valor mínimo de proteína especificado para mortadela de 12%, sendo que das 3 formulações produzidas com 20% de água apenas uma não diferiu

significativamente ( $p>0,05$ ) do controle, as formulações com adição de 34% de água apresentaram resultados significativamente inferiores ( $p<0,05$ ) aos demais tratamentos.

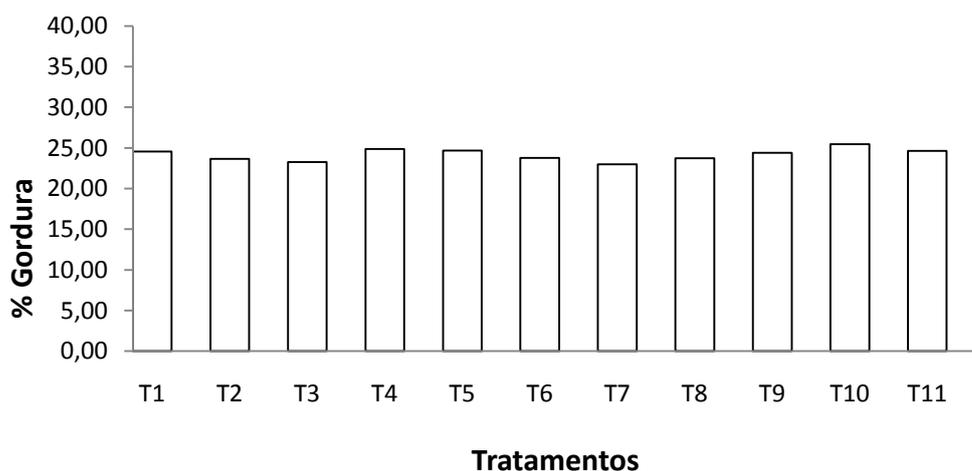
Na avaliação do prazo de vida útil de lingüiça de frango preparada com diferentes concentrações de polifosfato realizado por Silva (2004), observou uma variação nos resultados apresentados na faixa de 17,1 a 23,3 %, onde que o tratamento estatístico demonstrou que os diferentes níveis de polifosfato não interferiram significativamente ( $p<0,05$ ) no teor de proteínas da amostras analisadas.

#### 4.3.1.3 Determinação de gordura

A gordura é considerada um importante ingrediente nos processos tecnológicos e na melhora dos aspectos sensoriais dos produtos. É associada com percepção do aroma, da cremosidade, do sabor, além de aumentarem a sensação de saciedade após as refeições. Compostos como, ácidos graxos essenciais, drogas lipofílicas, precursores de prostaglandinas e as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K são da natureza lipídica (SLESINSKI; SUBAR; KAHLE, 1995).

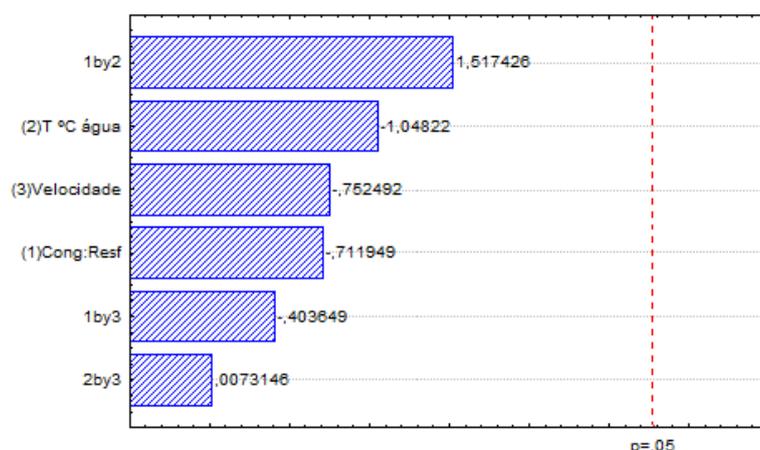
A ingestão de alimentos com excesso de gorduras saturadas no organismo é considerado um fator de risco, pois eleva o nível de colesterol, tornando propício o surgimento de doenças cardíacas, bem como o surgimento de cânceres (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001).

Na Figura 16 são apresentados os percentuais de proteína encontrados nas análises realizadas em cada tratamento do planejamento experimental. Os valores obtidos em cada tratamentos no tempo de 60 dias após a produção estão abaixo do padrão máximo de 30% de gordura estabelecido pela legislação vigente deste produto estabelecido na Instrução Normativa nº 4 do DIPOA (BRASIL, 2000). Os valores encontrados encontram-se entre a faixa de 23,25 a 25,45 % de gordura.



**Figura 16:** Perfil do teor de gordura (%) para cada formulação da mortadela de frango após 60 dias de fabricação.

A Figura 17 apresenta o diagrama de Pareto com os efeitos das variáveis estudadas (proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação) e suas interações em relação ao teor de gordura da mortadela.



**Figura 17:** Diagrama de pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação no teor de gordura no 60º dia após a produção da mortadela de frango.

Através da análise dos diagramas de pareto Figura 17, pode-se verificar que as variáveis analisadas não apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) sobre o teor de gordura ao final da vida útil do produto, possivelmente se deve ao fato de que as formulações foram padronizadas com proporções iguais de cada tipo de matéria-prima em cada formulação, sendo somente alterado o estado físico das matérias primas protéicas.

Yunes (2011) no estudo do efeito da substituição da gordura suína nas características de qualidade, estabilidade oxidativa e microestrutura de mortadela, onde as análises de gordura não apresentaram diferença entre si ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados obtidos variaram entre 16,19% e 12,51%, sendo o maior valor para o controle e o menor para o tratamento O<sub>2</sub>.

Em estudo realizado por Bortoluzzi (2009), verificou-se que a adição de fibra de laranja (1 e 3%) afetou estatisticamente ( $p < 0,05$ ) o teor de gordura nas mortadelas de frango, onde que quanto maior a concentração da fibra, menor o teor de gordura na mortadela.

#### 4.3.2 Análise Microbiológica

A avaliação da qualidade microbiológica demonstrou que as mortadelas produzidas durante o estudo realizado, encontravam-se dentro dos padrões microbiológicos vigentes estabelecidos pela Resolução RDC 12, da ANVISA (BRASIL, 2001). Os dados da avaliação microbiológica das mortadelas após 60 dias da fabricação podem ser observados na Tabela 6 onde verifica-se ausência de *Salmonella sp* e *Listeria Monocytogenes* em 25 g do produto, e para as análises de Mesófilos, Coliformes Termotolerantes, *Staphylococcus áureos* e *Clostridium* sulfito redutores os resultados permaneceram menor que  $1,0 \times 10$  UFC/g, assegurando desta forma que as mortadelas elaboradas apresentaram microbiologicamente seguras.

**Tabela 6.** Avaliação microbiológica das mortadelas com 60 dias de estocagem à 5°C.

Ensaio	Coliformes Termotolerante NMP	<i>Staphylococcus áureos</i> UFC	<i>Clostridium sulfito redutor</i> UFC	<i>Listeria Monocytogenes</i>	<i>Salmonella SP</i>
T1	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	Ausente	Ausente
T2	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	Ausente	Ausente
T3	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	Ausente	Ausente
T4	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	Ausente	Ausente
T5	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	Ausente	Ausente
T6	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	Ausente	Ausente
T7	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	Ausente	Ausente
T8	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	Ausente	Ausente
T9	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	Ausente	Ausente

### 4.3.3 Avaliação da textura

#### 4.3.3.1 Instrumental

A textura de um alimento é um dos atributos primordiais na aceitação perante o consumidor. Cada alimento ou produto alimentício tem características bem definidas, que geralmente são percebidas em primeira instância como características de textura. Assim, no desenvolvimento de produtos alimentícios é de suma importância estudar as características reológicas, pois as mesmas demonstram instrumentalmente as características texturais que serão percebidas pelos consumidores (SMEWING, 2001).

Os métodos instrumentais de textura avaliam propriedades mecânicas a partir de forças deformantes aplicadas sobre os alimentos, tais como compressão, cisalhamento, corte e tensão (BEGGS et al., 1997).

A Tabela 7 apresenta os valores médios obtidos na análise de força de cisalhamento, para cada tratamento ao longo da vida útil das mortadelas de frango.

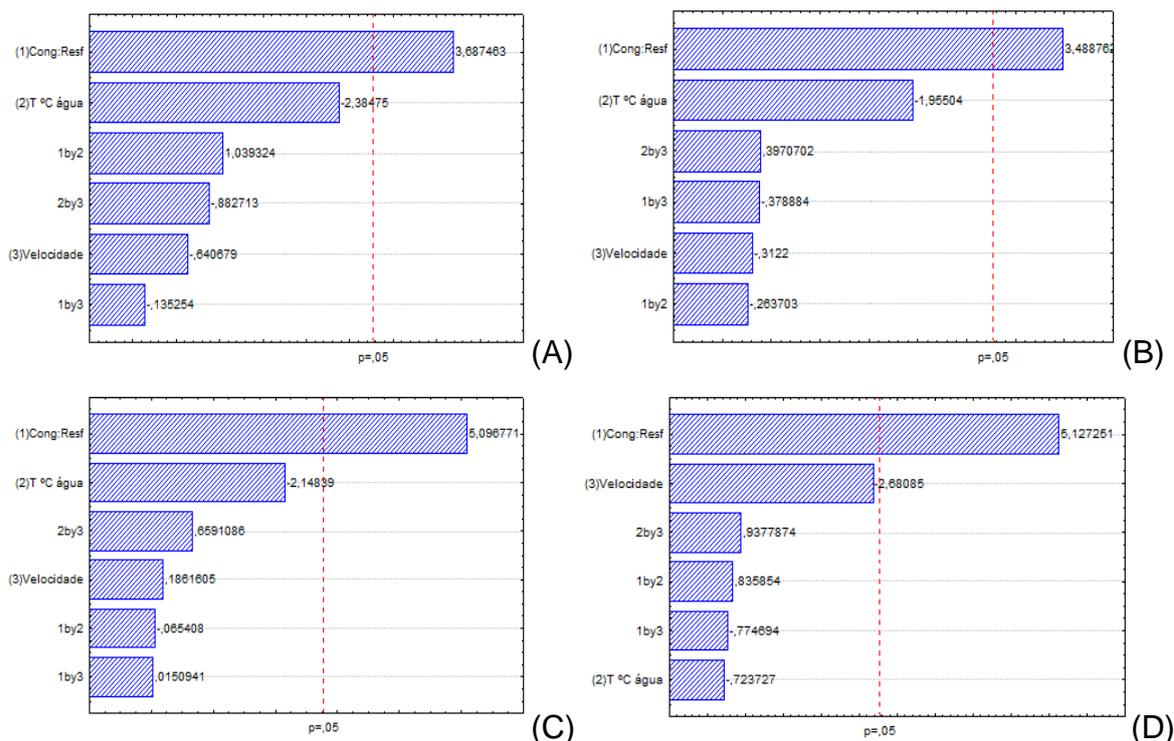
**Tabela 7.** Definição do perfil de textura (força de cisalhamento), para as formulações da mortadela de frango avaliada ao longo da vida útil.

Ensaio	Período vida útil			
	2 dias	30 dias	45 dias	60 dias
T1	0,344±0,038 <sup>aA</sup>	0,389±0,015 <sup>acB</sup>	0,386±0,011 <sup>acB</sup>	0,383±0,014 <sup>aB</sup>
T2	0,359±0,018 <sup>abA</sup>	0,370±0,018 <sup>aA</sup>	0,372±0,029 <sup>aA</sup>	0,380±0,021 <sup>aA</sup>
T3	0,382±0,041 <sup>abA</sup>	0,386±0,026 <sup>acA</sup>	0,386±0,028 <sup>acA</sup>	0,378±0,027 <sup>aA</sup>
T4	0,374±0,036 <sup>abA</sup>	0,404±0,035 <sup>acB</sup>	0,398±0,017 <sup>acdB</sup>	0,402±0,026 <sup>aB</sup>
T5	0,400±0,047 <sup>ba</sup>	0,427±0,040 <sup>bcB</sup>	0,421±0,023 <sup>bcB</sup>	0,421±0,028 <sup>aB</sup>
T6	0,397±0,015 <sup>ba</sup>	0,432±0,045 <sup>bcB</sup>	0,427±0,024 <sup>bdA</sup>	0,406±0,067 <sup>aC</sup>
T7	0,392±0,048 <sup>abA</sup>	0,418±0,032 <sup>acB</sup>	0,412±0,039 <sup>bcB</sup>	0,425±0,034 <sup>aB</sup>
T8	0,384±0,037 <sup>abA</sup>	0,400±0,024 <sup>acB</sup>	0,409±0,018 <sup>abB</sup>	0,403±0,024 <sup>aB</sup>
T9	0,393±0,039 <sup>abA</sup>	0,393±0,037 <sup>acA</sup>	0,392±0,011 <sup>abA</sup>	0,392±0,019 <sup>aA</sup>
T10	0,394±0,014 <sup>abA</sup>	0,393±0,028 <sup>acA</sup>	0,394±0,033 <sup>abA</sup>	0,394±0,038 <sup>aA</sup>
T11	0,393±0,033 <sup>abA</sup>	0,392±0,036 <sup>acA</sup>	0,393±0,021 <sup>abA</sup>	0,393±0,024 <sup>aA</sup>

Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais em cada coluna/linha não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) em relação à força de cisalhamento das mortadelas de frango entre os tratamentos em cada tempo da vida útil (Teste Tukey).

Pode-se observar através da Tabela 7 que houve diferença entre os tratamentos T5 e T6 em relação ao T1 no período de 2º dia após a produção, entre T5 e T6 em relação ao T2 no período de 30º dia após a produção e entre T5, T6 e T7 em relação ao T2 e T1 e T2 em relação ao T6 no período de 45º dia após a produção. No período 60º dia após a produção não houve diferença entre os tratamentos. Ao comparar os quatro períodos da vida útil (2º dia, 30º dia, 45º dia e 60º dia) no mesmo tratamento, verificou-se que os tratamentos T2 e T3, e o ponto central (T9, T10 e T11) não apresentaram diferenças entre os períodos da vida útil analisados.

Os resultados da análise do efeito das variáveis estudadas sobre a textura indicou que apenas a proporção de matéria prima congelada:resfriada apresentou influência significativamente positiva na textura da mortadela de frango ( $p < 0,05$ ) de acordo com o evidenciado na Figura 18\_A 2 dias, Figura 18\_B 30 dias, Figura 18\_C 45 dias e Figura 18\_D 60 dias de fabricação, sendo que a medida que distanciava-se do dia da fabricação, o efeito aumentava gradativamente.



**Figura 18.** Diagrama de pareto relacionando o efeito da proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação na tensão de cisalhamento no 2º (A), 30º (B), 45º (C) e 60º (D) dia após a produção da mortadela de frango.

O efeito positivo na textura obtido pela variável proporção de matéria prima congelada:resfriada (Figura 18), demonstra que quanto maior a proporção de matéria-prima resfriada maior é a textura obtida, ou seja, diminuindo a proporção de matéria prima congelada e aumentando a proporção de matéria prima resfriada temos uma textura mais firme, e ao mesmo tempo um produto mais maleável sem efeito quebradiço ao corte, com baixa arenosidade observado visualmente.

Ferreira et. al. (2003) ao estudar a força de cisalhamento de salsichas tipo Viena na formulação padrão (P) e com substituição de 25%, 50% e 75% de toucinho por óleo de girassol, estocadas a 4, 7 e 12°C por seis semanas, observaram diferenças significativas entre as quatro formulações submetidas às três diferentes temperaturas, durante o período de seis semanas.

Freitas et al. (2004) comprovaram a redução de dureza, elasticidade e coesividade com o aumento da porcentagem de CMS (de 0 a 100%) em substituição à porção cárnea nas formulações das mortadelas, indicando que o CMS produziu ligações protéicas mais débeis nas emulsões de mortadelas.

Os valores médios de força de cisalhamento encontrados nas análises deste estudo, ficaram na faixa de 0,344 à 0,432 N (Figura 12), resultados similares foram encontrados por Orsolin (2013) a faixa de variação da força de cisalhamento entre os diferentes tratamentos de mortadela de frango, em função da temperatura da massa e do tempo de cozimento, ao longo da vida de prateleira foi de 0,24 a 0,30 N. As tensões de cisalhamento encontradas por Orsolin são menores devido as dimensões utilizadas para avaliação da força de cisalhamento de 1,0 x 1,0 (L x L) enquanto no presente trabalho foram de 1,2 x 1,2 (L x L).

#### 4.3.3.2 Sensorial

Pré-condicionado aos parâmetros de textura o homem possui habilidade natural para comparar, diferenciar e quantificar atributos sensoriais em diferentes materiais. Desta maneira, a análise sensorial utiliza o próprio homem (jugador) para avaliar alimentos e bebidas, empregando a metodologia apropriada, e o tratamento estatístico para avaliar os dados obtidos (SBCTA, 2000).

Ressalta-se que as mortadelas obtidas em cada tratamento apresentaram-se dentro dos padrões microbiológicos químicos exigidos pela legislação vigente do

produto (BRASIL, 2001), possibilitando que fossem utilizadas para avaliação sensorial sem oferecer riscos à saúde dos provadores.

Para verificar se existem diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre os valores médios obtidos através da avaliação sensorial com escala hedônica em relação ao atributo textura para os diferentes tratamentos nas mortadelas de frango, foi realizada a análise de variância (ANOVA), sendo os resultados obtidos apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Análise de variância (ANOVA) da avaliação sensorial das mortadelas no atributo textura.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	Fcalc	% pF	Ftab 5%
Amostra (A)	8	37,07	4,63	2,27	2,22	1,97
Provador (P)	43	200,07	4,65	2,28	0,00	1,42
Resíduo (R)	344	701,16	2,04			
Total (T)	395	938,29				

Através da análise de variância (Tabela 8), pode-se verificar que estatisticamente existe diferença ao nível de significância de 95% entre os valores médios encontrados na avaliação sensorial no atributo de textura para as mortadelas frango entre os diferentes tratamentos, pois o valor de F calculado (2,27) é maior que o F tabelado (1,97).

Na Tabela 9 são apresentadas as diferenças entre as notas obtidas para cada tratamento realizado segundo o planejamento experimental, encontradas através da avaliação sensorial.

**Tabela 9.** Médias das pontuações dos provadores obtidas na avaliação sensorial teste de escala hedônica das formulações de mortadela.

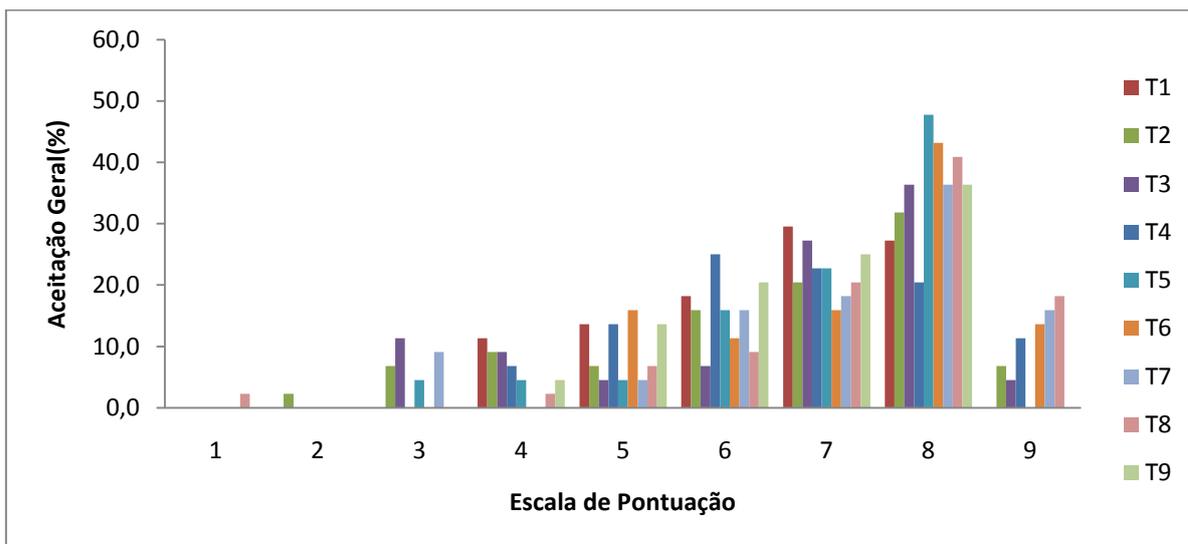
Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Textura	6,48 <sup>a</sup>	6,5 <sup>ac</sup>	6,57 <sup>ac</sup>	6,7 <sup>ac</sup>	6,91 <sup>cde</sup>	7,27 <sup>bd</sup>	7,07 <sup>bd</sup>	7,34 <sup>b</sup>	6,75 <sup>afe</sup>

Médias com letras diferentes diferem significativamente a 95% de confiança (Teste Tukey).

Comparando o perfil sensorial de textura das amostras de mortadela de frango, verifica-se uma variabilidade entre as amostras, este fato pode ser confirmado através dos resultados da análise estatística ANOVA (Tabela 8) e Tukey (Tabela 9), indicando que o tratamento T1 difere significativamente à nível de 95 %

de confiança dos tratamentos T5, T6, T7 e T8. Os tratamentos T2, T3, T4 e T5 não diferem significativamente em nível de 95% de confiança entre si. Através desta análise pode-se concluir que os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T9 ficaram entre Gostei ligeiramente e Gostei regularmente para os tratamentos T6, T7 e T8.

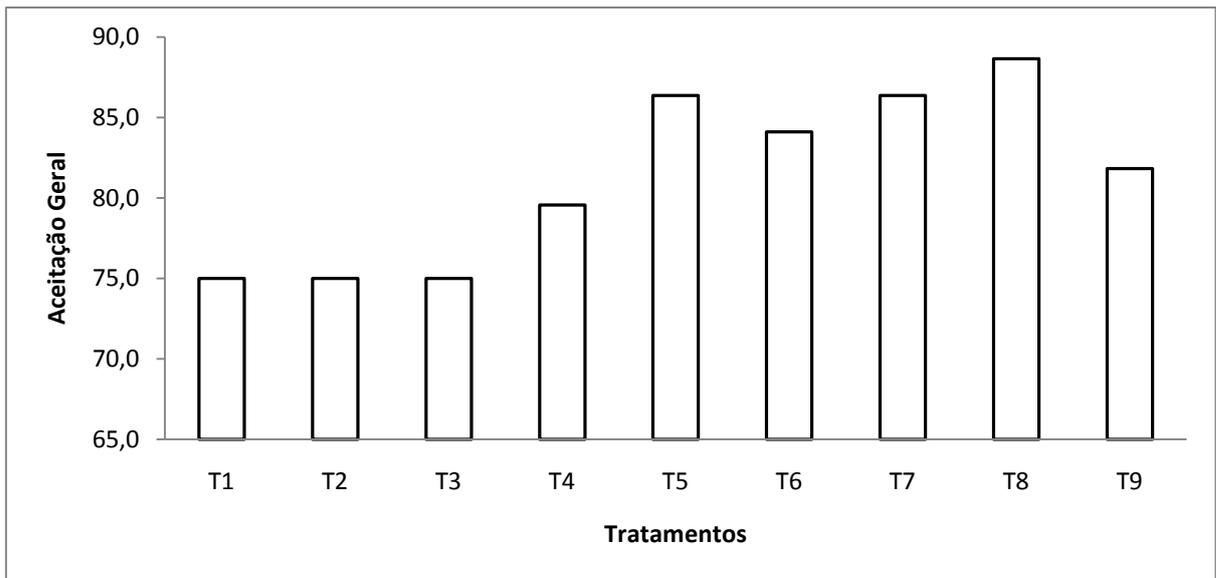
Na Figura 19 são apresentados os resultados do histograma de frequência da Escala Hedônica da mortadela de frango.



**Figura 19.** Histograma de frequência das amostras de mortadela de frango.

Através da Figura 19, pode-se verificar que a maior incidência de pontuação na escala hedônica foi 8 (Gostei muito) para todas as amostras, com exceção dos tratamentos T1 que obteve a maior região de pontuação com 7 (Gostei Regularmente) e T4 com 6 (Gostei ligeiramente).

Na Figura 20 são apresentados os resultados do índice de aceitação da Escala Hedônica da mortadela de frango.



**Figura 20. Aceitabilidade das amostras de mortadela de frango**

De acordo com a Figura 20 os tratamentos que apresentaram a maior aceitabilidade foram os tratamentos T8 com 88,6% seguido dos tratamentos T5 e T7 com 86,4% e T6 com 84,1% e a menor aceitação foi observada para os tratamentos T1, T2 e T3 com 75%.

Os tratamentos T1, T2 e T3 (Figura 20) que obteve a menor aceitação, o que possivelmente está associado ao fato das mortadelas destes tratamentos, em observação visual apresentarem uma consistência levemente mais arenosa, que os demais tratamentos. Com o aumento na proporção de matéria prima resfriada é possível perceber a melhor aceitação das formulações.

Correlacionando os dados da avaliação de textura sensorial com os dados de textura instrumental, percebe-se similaridade entre os resultados, pois na avaliação sensorial as formulações que tiveram maior aceitação foram justamente às mortadelas produzidas com maior quantidade de matéria prima resfriada, mesma tendência apresentada na avaliação instrumental de textura onde que aumentando a quantidade de matéria prima resfriada traz benefícios à textura do produto.

Para Yunes (2011) em avaliação sensorial da textura em mortadelas, no estudo da substituição da gordura suína por óleos vegetais, identificou que as formulações controle com gordura suína, óleo de canola e de soja obtiveram as maiores notas, situando-se na escala sensorial “gostei moderadamente” e as com óleo de linhaça e oliva, os menores situaram-se na escala no valor correspondente

ao “gostei ligeiramente”. Diferenciando estatisticamente ( $p < 0,05$ ) para menos dos demais tratamentos.

De acordo com Vega (2008) as amostras de embutido de frango, segundo o teste de escala hedônica, apresentaram a maior frequência de notas entre 6 e 7 (gostei ligeiramente/gostei moderadamente). Na substituição da carne por surimi no processamento do embutido não apresentou diferença na aceitabilidade das amostras de embutido de frango.

Segundo Monteiro (1984) o índice de aceitabilidade é considerado com boa repercussão quando seu valor é  $\geq 70\%$ , sendo assim pode-se afirmar que todos os tratamentos tiveram boa aceitabilidade. Já para Dutcosky (2007) que considera em média um índice mínimo de 75% como uma boa aceitação, na presente pesquisa de acordo com os valores obtidos, todas as amostras estariam reprovadas no índice mínimo de aceitação.

## 5. CONCLUSÕES

A competitividade do mercado de embutidos de frango e o comportamento dos consumidores levam a indústria a desenvolver produtos cada vez mais elaborados, e de maior qualidade. Diante das evidências apresentadas neste estudo em relação à mortadela de frango, concluiu-se que as padronizações das variáveis estudadas contribuíram positivamente para a padronização do processo produtivo em relação à temperatura da massa do produto.

Os efeitos das variáveis analisados proporção de matéria prima congelada:resfriada, velocidade de emulsificação e temperatura da água adicionada à formulação no planejamento de experimentos para os valores de pH, oxidação lipídica, proteína e gordura da mortadela de frango, indicaram não haver efeito significativo à nível de 95% de confiança entre os tratamentos.

Com base nos resultados, da análise de textura, verificou-se diferença entre os tratamentos das mortadelas de frango nos períodos de 2, 30 e 60 dias após a produção. Constatou-se pela análise dos diferentes tratamentos do planejamento de experimentos, que houve efeito positivo para a variável proporção de matéria prima congelada:resfriada à nível de 95% de confiança, demonstrando que aumentando a proporção de matéria prima resfriada tem-se uma melhora na textura do produto, até 65% de matéria prima resfriada sem diminuir a eficiência operacional da linha de produção.

A análise sensorial com avaliação do atributo textura através do método de escala hedônica, indicou diferença significava à nível de 95% de confiança no índice de aceitação do produto entre os tratamentos avaliados segundo o planejamento de experimentos, sendo os tratamento T5, T6, T7 e T8 que apresentaram as melhores aceitabilidades entre 84,1 e 88,6 indicando que as formulações que foram produzidas com maior quantidade de matéria prima resfriada apresentaram melhor aceitação na análise sensorial.

Com base nos dados das análises de textura instrumental e sensorial sugere se para empresa, determinar proporções de matéria prima congelada:resfriadas na escala de 35:65%, afim de obter melhoras qualitativas na textura do produto, sem afetar a produtividade e diminuindo os custos de geração de frio para congelamento das matérias primas. As variáveis velocidade de emulsificação e temperatura da

água adicionada à formulação não causaram efeito significativo sobre a textura do produto.

Cabe ressaltar que os resultados das análises realizadas nas mortadelas encontram-se de acordo com o Regulamento Técnico de Padrão de Identidade e Qualidade de Mortadela de Frango, demonstrando que os ajustes das variáveis do processo não alterou os parâmetros químicos do produto.

## **6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Com base nos resultados obtidos, sugerem-se para novos trabalhos os seguintes estudos:

- Replicar o mesmo estudo realizado nas mortadelas de frango para as mortadelas suínas e Bologna.
- Otimização do processo de cozimento para as mortadelas de 0,5 Kg aumentando o volume de produto colocado em cada carro e avaliar o comportamento da qualidade das mortadelas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologia – NBR 12806. São Paulo: ABNT, 1993.

ANDRÈS, S.; ZARITZKY, N.; CALIFANO, A. The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and colour characteristics of chicken sausages. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 954-961, 2006.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16<sup>th</sup> ed. Washington - DC, 1996.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18<sup>th</sup> ed. Washington - DC, 2010.

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

BARBUT, S. Occurrence of pale soft exudative meat in mature turkey hens. **British Poultry Science**., Edinburgh, v. 38, n. 1, p. 74-77, 1997.

BARRETO, A.C.S. **Efeito da adição de fibras como substitute de gordura em mortadelas**. Campinas, 2007. 163p. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

BEGGS, K.L.H., JANE A. B.; BROWN, D. Sensory and Physical characteristics of reduced-fat turkey frankfurters with modified corn starch and water. **Journal of Food Science**, v 62, n 6, p 1240-1244, 1997.

BERAQUET, N.J. Carne Mecanicamente Separada de aves. In: Seminário e Curso Teórico Prático, 2000. Agregando valor a carne de aves. Campinas: ITAL. V1, 2000.

BETANHO, C.; SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R. Estabilidade das emulsões cárneas. **Revista Nacional da Carne**, v18, n.210, p.85-90, 1994.

BOBBIO, F. O. e BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, 223p. 1995.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, 32 (7), p. 62-66, 1978.

BORTOLUZZI, R. C.; **Aplicação da fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango**, 2009. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-13072009-214817/en.php](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-13072009-214817/en.php)>. Acesso em: 02 jan. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000. Institui Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carnes Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 20, de 21 de Julho de 1999. Oficializa os Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Sal e Salmoura. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 27 de Julho de 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 18 de setembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 02 de Janeiro de 2001.

BRESSAN, M. C. **Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango.** 1998. 201p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, Brasil.

BREWER, M. S.; McKEITH, F. K. Consumer-rated quality characteristics as related to purchase intent of fresh pork. **Journal of Food Science**, Chicago, v.64, n.1, p. 171-174, 1999.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC - Controle da Qualidade Total:** no estilo japonês. Rio de Janeiro: Bloch, 1992. 3 ed. p. 41-62.

CANDEK-POTOKAR, M.; ZLENDER, B.; LEFAUCHEUR, L.; BONNEAU, M., Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus dorsi muscle: Biochemical traits and sensory quality in pigs. **Meat Science**, 48, 1998, 287-300.

CENGIZ, E.; GOKOGLU, N. Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of Frankfurter-type sausages. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 42, p. 366-372, 2007.

COFRADES, S.; GUERRA, M. A.; CARBALLO, J.; MARTÍN-FERNÁNDEZ, F.; COLMENERO, F. J. Plasma protein and soy fiber content effect on Bologna sausage properties as influenced by fat level. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 2, p. 281-285, 2000.

COLMENERO, F.J.; BARRETO, G.; MOTA, N.; CARBALLO, J. Influence of protein and fat content and cooking temperature on texture and sensory evaluation of Bologna sausage. **Lebensm.-Wiss. U.-Technology**, v. 28, p. 481-487, 1995.

DEVITTE, S. L.; DINON, S.; **Mortadela adicionada de fibras pela adição de biomassa de banana verde e linhaça e substituição parcial da gordura por carragena e pectina.** 2011. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2011.

DUTCOSKY, S.D. *Análise Sensorial de Alimentos*. 2.ed. Curitiba: Champagnat, 2007.

EXTRALAB, BRASIL. Para que serve a análise de textura. Disponível em: <http://www.r2z.com.br/extralab/conteudo.asp?codigo=20>. Acessado em 22 de agosto de 2012.

FEINER, GERHARD. **Meat Products Handbook**. England: CRC Press, 2006, 671 p.

FELLOWS, Peter J.. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**: princípios e práticas. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p 602, 2006.

FERREIRA, M. F.; SILVA, A. T.; ROBBS, P. G.; GASPAR, A; SCHMELZER-NAGEL, W. Avaliação físico-química de salsichas tipo Viena com substituição de gordura animal por óleo de girassol. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2003.

FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**. Ithaca, v. 58, n. 2, p. 131-145, 2002.

FONTES, P.R. **Valor proteico, biodisponibilidade de ferro e aspectos toxicológicos de mortadelas formuladas com sangue tratado com monóxido de carbono**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2006.

FREITAS, M. Q.; SILVA, T.J.P.; MANO, S.B.; CHAVES, J. B. P. Medidas instrumentais de textura e cor, em mortadela produzida com carne mecanicamente separada de frango. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 126/127, p. 66-70, 2004.

FREY, W. **Fabricacion fiable de embutidos**. Editorial Acriba, S. A., Zaragoza, España, 1983. 194p.

GARCIA, RG; FREITAS LW; SCHWINGEL AW; FARIAS RM; CALDARA, F.R.; GABRIEL, A.M.A.; GRACIANO, J.D.; KOMIYAMA, C.M.; ALMEIDA PAZ, I.C.L. Incidence and Physical Properties of PSE Chicken Meat in a Commercial Processing

Plant. **Revista Brasileira de Ciência Avícola/ Brazilian Journal Poultry Science**, 12(4): 233-237, 2010.

GIRARD, J.P. **Tecnología de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 231-241p, 1991.

GONÇALVES, José R. **Classificação de Embutidos Cárneos**. In: LEMOS, Ana; YAMADA, Eunice. **Princípios do Processamento de Embutidos Cárneos**. Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes – ITAL, 2002. Cap.1, p.3.

GUERRA, I. C.C.D. **Efeito do teor de gordura na elaboração de mortadela utilizando carne de caprinos e de ovinos de descarte**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; RORREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 3° ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing, 1994. 354p.

HERMANSSON, A.M.; e SVEGMARK, K. Development in the understanding of starch functionality. **Food Science and Technology**, v. 07, p. 345-353, 1996.

HUGHES, E.; MULLEN, A. M.; TROY, D.J. Effects of fat level, tapioca starch and whey protein on Frankfurters formulated with 5% and 12% fat. **Meat Science**, v. 48, n.1/2, p. 169-180, 1998.

JAY, James M.. **Microbiologia de Alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. São Paulo: Guanabara Koogan, Ed. 11, 2008, 524p.

KISSEL, C.; SOARES, A. L.; ROSSA, A.; SHIMOKOMAKI, M. Functional properties of PSE (Pale, Soft, Exudative) broiler meat in the production of mortadella. **Brazilian Archives of Biology and Technoogy**, 52, 213-217, 2009.

KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; TAKAHASHI, S.E.; MOREIRA, J.; BORBA, H.B.A.; LEONEL, F.R.; ROÇA, R.O.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; NETO, A.B. Características qualitativas de produtos elaborados com carne de frango pálida e norma. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Camponas 29(1): p. 38-45, 2009.

LI, C.T. Myofibrillar proteina extracts from spend hen meat to improve whole muscle processed meat. **Meat Science**, v. 72, p. 581-583, 2006.

MAGGIONI, D., ROTTA, P. P., PRADO, R. M., ZAWADZKI, F., ITO, R. H., PRADO, I.N. Fatores que afetam a estabilidade de carne. *Revista Nacional da Carne*. N 374, v.32, abril 2008, p. 73-77.

MARINI, Gláucio Antonio. Análise do congelamento e descongelamento de salsicha, mortadela e CMS de frango em processo industrial/ Gláucio Antonio Marini, 2008

MELLO, Márcia Regina P. A. **Parâmetros de qualidade para avaliar a utilização de diferentes teores de carne de frango mecanicamente separada em salsicha**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo-USP, 1998.

MEULLENET, J. F.; CHANG, H.C.; CARPENTER, J.A.; RESSURRECCION, A.V.A. Textural properties of chicken Frankfurters with added collagen fibers. **Journal of Food Science**, v 59, n 4, p 729-733, 1994.

MING, C.C.; **Caracterização, fracionamento e aproveitamento da gordura abdominal de frango**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo-USP, 2001.

MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de Avaliação sensorial**. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, 1984. 101 p.

MURADIAN, Ligia B. A.; PENTEADO, Marilene V. C.. **Vigilância Sanitária: Tópicos sobre Legislação e Análises de Alimentos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

MULLER, W.D. Tecnologia de los productos curados cocidos. **Fleischwirtsch**, v.1, p. 66-70, 1990.

NARCISO, Neiva V.; FIORENTIN, Kelli. Anais do IV Seminário Internacional de Industrialização da Carne. Chapecó – SC, 2002. **Palestras**. Chapecó SC, 2002.

ODA, S.H.I. **Análises moleculares do gene codificador da proteína receptora de rianodina e ocorrência de carne PSE (*Pale, Soft, Exudative*) em frangos**. 167p, 2006 (Tese de doutorado em Ciência de Alimentos – Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR, Brasil).

OLIVEIRA, E. M. **Aproveitamento Tecnológico da Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Frango**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 1988.

OLIVO, R. O mundo do Frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma. Editora Varela, 2006. 680p.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: No Caminho da Pesquisa**. Cocal do Sul: Imprint, 2001, 155p.

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

ORDÓÑEZ, J. A. O. **Tecnologia de Alimentos: componentes dos alimentos e processos**. v. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005.

ORDÓÑEZ, J. A. O. **Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal**. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.

ORSOLIN, D. **Redução do tempo no processo de cozimento de mortadela avaliando a qualidade final do produto**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus Erechim, 2013

PEARSON, A.M.; GILLET, T.A. **Processed Meats**, Aspen: Maryland, 364 p, 1999.

PIOVESAN, N. **Extratos Naturais de Sementes de Mamão Papaya (Carica Papaya L.) e Marcela (Achyrocline Satureioides) e Avaliação da Capacidade Antioxidante e Antimicrobiana em Linguica de Frango**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2012.

PRICE J.F.; SCHWEIGERT, B.S.; **Ciência De La Carne y De Los Productos Carnicos**; Editora Acribia; 2ª edição; Espanha; 1994. 660p.

PRICE J.F.; SCHWEIGERT, B.S.; **The science of meat and meat products**. 3ª ed. Westport: Food and Nutrition Press, 1987. 660p.

QUINT, L.N. **Interaction of fat and connective tissue in meat emulsions**. Lincoln, 1987. 161p. MS Thesis – University of Nebraska.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, 1992.

RESURRECCION, A.V.A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. **Meat Science**, v. 66, p. 11-20, 2003.

RODRIGUES, C.; CARLI, E.M.; PELEZI, S.C. Impacto da qualidade da carne mecanicamente separada de frango em embutidos de massa fina. **Revista Nacional da Carne**, n. 429, p. 52 – 63, 2012.

RODRIGUES, Frorisval, A., **Tecnologia dos produtos cárneos**. Centro de tecnologia da carne, ITAL, Campinas, São Paulo, 1978.

SANTOS, Robson E.V. **Avaliação física, química, microbiológica e nutricional de mortadelas formuladas com misturas de sangue suíno e cocentrado proteico de soro de leite**. Universidade Federal de Viçosa. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Viçosa-MG, 2007.

SALLE, C.T.P. et al. A cadeia produtiva da avicultura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Brasília, CNPQ, p. 224-237, 1998.

SBCTA - Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Análise sensorial – testes discriminativos e afetivos. Manual** – Série qualidade. 1º Ed., 2000, 127p.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B.D.C.M. Atualidades em ciência e tecnologia de carnes. Editora Varela, São Paulo, 2006. p. 18 – 21, 123-133 e 236.

SIMÕES, G.S.; OBA, A.; MATSUO, T.; ROSSA, A.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Vehicle thermal microclimate evaluation during brazilian summer broiler transport and the occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 52, 2009, 195-204.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M.; Fernanda, M.; FERREIRA, M. A. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante**. Química Nova, São Paulo, v. 22, n. 1, Fev. 1999 .

SILVA, L. P. **Avaliação do prazo de vida comercial de lingüiça de frango preparada com diferentes concentrações de polifosfato**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ, 2004.

SLESISKI, M.J.; SUBAR, A.F.; KAHLE, L.L. **Trends in use of vitamin and mineral supplements in the United States: the 1987 and 1992**. National Health Interview Surveys. Journal of merican Dietetic Association, v. 95, n. 8, p. 921-923, 1995.

SMEWING, J. Hidrocoloides In: ROSENTHAL, A. **Textura de los alimentos**, 2001. Zaragoza: Ed. Acribia, p. 273-290.

TERRA, N. N.. TERRA, A. B. M. TERRA, L. M.. **Defeitos nos produtos cárneos: origens e soluções**. São Paulo: Varela, 2004. p. 36 – 81.

TERRA, Nelcindo N.. **Apontamentos sobre Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 1998.

TRINDADE, M. A.; Estabilidade oxidativa, microbiológica e sensorial de mortadela contendo óleo de soja, armazenada a 0 °C durante 60 dias. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 171, 2010.

UBABEF- União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual Ubabef 2012**. Disponível em: <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293> acesso em: 19/01/2013.

VEGA, W. R. C. **Avaliação e caracterização de surimi processado a partir de carne mecanicamente separada de frango**. Dissertação de Mestrado. Faculdade Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande - RS, 2008.

WASZKOWIAK, K.; SZYMANDERA-BUSZKA, K. **The application of wheat fibre and soy isolate impregnated with iodine salts to fortify processed meats**. Meat Science. Vol 80, p.1340-1344, 2008.

WIRTH, F. **Tecnologia de los embutidos escaldados**. Zaragoza: Acribia, 1992, 237 p.

Yang, A., Brewster, M.J., Beilken, S.L., Lanari, M.C., Taylor, D.G., Tume, R.K. Warmed-over flavor and lipid stability of beef: Effects of prior nutrition. Food Chemical Toxicology, v. 67, n. 9, p 3309-3313, 2002.

YUNES, J. F. F.; TERRA, N. N.; BLANQUEZ, F. J. H.; MILANI, L. I. G.; SCHEEREN, M. B.; **Efeito da substituição da gordura suína nas características de qualidade, estabilidade oxidativa e microestrutura de mortadela**, 2009. Disponível em: <jararaca.ufsm.br/websites/ppgcta/download/Dissertaco/Yunes.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2013.

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1:** Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que assinado pelos participantes da análise sensorial.

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA - CAMPUS DE ERECHIM**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, Daniel Frigeri Cenci, aluno do Mestrado em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada – Campus de Erechim desenvolverei uma pesquisa intitulada “**Estudo da Influência da Temperatura na Etapa de Emulsificação de Mortadelas de Frango**”. O objetivo geral deste estudo será avaliar o efeito da temperatura e a velocidade no processo de emulsificação para produção de mortadela. E objetivo específico: Avaliar o efeito das proporções de matéria prima congelada, resfriada e a temperatura da água no processo de mistura; Avaliar a velocidade no processo de emulsificação; Avaliar a qualidade do produto em função da textura, pH, teor de proteína e oxidação lipídica ao longo do *shelf-life* do produto; Realizar análise sensorial das diferentes formulações ao longo do *shelf-life* do produto.

Esta pesquisa constará de duas etapas onde a primeira será caracterizada pela elaboração dos testes com as combinações do planejamento experimental, na segunda etapa haverá uma análise sensorial de aceitação textura (gosto – desgosto) e as análises físico químicas do produto. As amostras não representam riscos à saúde dos provadores, pois serão produzidas seguindo os mais rígidos padrões de qualidade.

No decorrer e após a pesquisa será mantido o sigilo das informações obtidas e/ou qualquer dado que possa permitir identificação do provador. Posteriormente estes dados poderão ser utilizados para elaboração de artigos e divulgação nos meios científicos e apresentação em eventos.

Fica claro que não existirão despesas ou compensações pessoais para os participantes em qualquer fase de estudo e ocorrendo alguma dúvida em relação ao mesmo, poderão entrar em contato pelo telefone (49)33285784 ou [daniel-cenci@auroraalimentos.com.br](mailto:daniel-cenci@auroraalimentos.com.br) e/ou Comitê de Ética de Pesquisa pelo fone (54) 3520-9000, ramal 9191.

Eu, \_\_\_\_\_,

RG \_\_\_\_\_ fui esclarecido (a) sobre a pesquisa **“Estudo da Influência da Temperatura na Etapa de Emulsificação de Mortadelas de Frango”**

Chapecó, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

Daniel Frigeri Cenci

RG: 3961045

Fone: (49) 33285784

Email: daniel-cenci @auroraalimentos.com.br

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Orientador

Elisandra Rigo

Email: iserigo@yahoo.com.br

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Orientador

Mónica Beatriz Alvarado Soares

RG: V360452U

E-mail: alvarado@uricer.edu.br

**Anexo 2:** Modelo de ficha de escala hedônica utilizado na avaliação sensorial

**Avaliação Sensorial**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

**Escala Hedônica**

Você está recebendo 11 amostras codificadas de mortadela de frango. Avalie as amostras utilizando a escala abaixo e indique o quanto você gostou ou desgostou da textura de amostra.

- 1 – Desgostei MUITÍSSIMO
- 2 – Desgostei Muito
- 3 – Desgostei Regularmente
- 4 – Desgostei Ligeiramente
- 5 – Indiferente
- 6 – Gostei Ligeiramente
- 7 – Gostei Regularmente
- 8 – Gostei Muito
- 9 – Gostei MUITÍSSIMO

Amostra	Valor

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_