

URI – CAMPUS ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

REDUÇÃO DO TEMPO NO PROCESSO DE COZIMENTO DE MORTADELA
AVALIANDO A QUALIDADE FINAL DO PRODUTO

DIONES ORSOLIN

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Alimentos da URI - Campus de Erechim –RS 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 Campus de Erechim.

ERECHIM, RS - BRASIL

FEVEREIRO DE 2013

REDUÇÃO DO TEMPO NO PROCESSO DE COZIMENTO DE MORTADELA
AVALIANDO A QUALIDADE FINAL DO PRODUTO

Diones Orsolin

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. Clarissa Dalla Rosa, D. SC
Orientador

Prof. Juliana Steffens, D. SC
Orientador

Prof. Gean Delise Leal Pasquali Vargas, D. SC
Banca Examinadora (UFFS)

Prof. Mónica Alvarado Soares, D. SC
Banca Examinadora (URI)

Erechim, Fevereiro de 2013

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual para superar os obstáculos encontrados e por estar sempre ao nosso lado durante esta trajetória.

Aos nossos familiares e amigos pela dedicação, carinho, amor e confiança.

A todos os professores pelos ensinamentos transmitidos e oportunidade de conhecimentos proporcionados.

A todos os membros da banca, pelas sugestões e correções, que muito valorizaram este trabalho.

Agradecimento especial as professoras Clarissa Dalla Rosa e Juliana Steffens, pelo apoio, incentivo e orientação, nos auxiliando afim de que obtivéssemos bons resultados durante o desenvolvimento do trabalho.

A empresa alimentos em especial a unidade FACH por permitirem a realização dos testes experimentais.

Ao departamento de P&D da empresa, pelo auxilio na realização das análises de Atividade de água, pH e sinerese.

A Embrapa de Concórdia por auxiliar e disponibilizar a estrutura e os equipamentos para a realização das análises de textura.

Enfim agradecemos a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na realização deste trabalho.

“[...] todo amanhã se cria num ontem, através
de um hoje [...]. Temos de saber o que fomos,
para saber o que seremos”.
(Paulo Reglus Neves Freire 1921 - 1997)

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.

REDUÇÃO DO TEMPO NO PROCESSO DE COZIMENTO DE MORTADELA AVALIANDO A QUALIDADE FINAL DO PRODUTO

Diones Orsolin

Fevereiro/2013

Orientadores: Clarissa Dalla Rosa e Juliana Steffens

Nas indústrias alimentícias, principalmente no setor frigorífico, o processo de cozimento, principalmente de mortadelas, é um dos mais importantes para a conservação e garantia da qualidade do produto final, porém este é um processo que necessita de elevados investimentos com equipamentos modernos além de apresentarem gastos com energia elétrica e vapor. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi propor um método de cozimento com tempo reduzido devido ao aumento da temperatura no interior da estufa e posterior avaliação do comportamento da atividade de água, textura, pH e sinerese das mortadelas constituídas com carne suína e com carne de frango ao longo do tempo de vida útil. A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que tanto as mortadelas constituídas com carne suína quanto às mortadelas constituídas com carne de frango que passaram pelo processo de cozimento padrão e que passaram pelo processo de cozimento cujo tempo foi reduzido não apresentaram diferenças significativas em nível de 95% de confiança para nenhuma das características analisadas. Sendo assim, todos os tratamentos apresentaram valores próximos e podem ser considerados dentro dos padrões estabelecidos pela qualidade dos produtos da empresa, tanto para a atividade de água quanto para a textura, pH e sinerese. Com a otimização do processo de cozimento das mortadelas foram apontados ganhos com a redução do consumo de energia elétrica e principalmente, aumentar a produção de mortadelas em até 62.720 Kg/mês.

Palavras-chave: Cozimento; Mortadela; Redução do tempo de cozimento.

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

REDUCTION OF TIME IN THE PROCESS OF COOKING MORTADELLA ASSESSING THE QUALITY OF THE FINAL PRODUCT

Diones Orsolin

Fevereiro/2013

Advisors: Clarissa Dalla Rosa e Juliana Steffens

In the food processing industries, mainly in the frigorific area, the cooking process, especially in mortadellas, is one of the most important in order to preserve the quality assurance on the final product, although it is a process that needs elevated investments with modern equipment and great expenses with power and steam. Within this context, the objective of this work was to present a cooking method with reduced time due to raising the temperature inside the cooking chamber, and further evaluation of water activity, texture, pH, and syneresis of the mortadellas made of pork and chicken meat throughout the shelf-life. From the obtained results, it was possible to verify that as well as the mortadellas made with pork meat as the ones made with chicken meat that had been through the standard cooking process and the ones that had been through the reduced cooking process did not present significant differences in a 95% reliability level, for none of the analyzed characteristics. So, all the treatments presented approximated results and can be considered within the established quality standards for the products of the company, for water activity, texture, pH, and syneresis. With the optimization of the cooking process for the mortadellas it was possible to gain with the reduction of power consumption and mainly increase the mortadella's production up 62.720 Kg/month.

Key-words: Cooking; Mortadella; Reduced cooking time.

LISTA DE SIGLAS

ABIEPCS – Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína

CLA – Capacidade de ligação de água

CRA – Capacidade de retenção de água

DFD – Dark, Firm and Dry (escura, firme e seca)

Kg – Quilograma

Kgf – Quilograma força

Fcalc – Fator calculado

FTab – Fator tabelado

GL – Grau de liberdade

PSE – Palid, Solf and Exsudative (pálida, flácida e exsudativa)

SQ – Soma dos quadrados

SQM – Soma dos quadrados médios

UBABEF – União Brasileira de Avicultura

CMS – Carne mecânicamente separada

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática de uma emulsão.	23
Figura 2: Representação esquemática da formação e da quebra de uma emulsão.	25
Figura 3: Fluxograma de produção de mortadelas.....	34
Figura 4: Representação esquemática da distribuição das peças de mortadelas no carro.	36
Figura 5: Representação do texturômetro.	40
Figura 6: Representação do funcionamento da lâmina do texturômetro.	41
Figura 7: Representação esquemática da localização das peças que foi avaliado o perfil de temperatura	42
Figura 8: Perfil da atividade de água para cada tipo de tratamento em mortadela suína ao longo da vida de prateleira.	46
Figura 9: Perfil da atividade de água para cada tipo de tratamento em mortadela de frango ao longo da vida de prateleira.	48
Figura 10: Perfil de pH para cada tipo de tratamento em mortadela suína ao da vida de prateleira.	50
Figura 11: Perfil do pH para cada tipo de tratamento em mortadela de frango ao da vida de prateleira.	51
Figura 12: Perfil da textura para cada tipo de tratamento em mortadela suína ao longo da vida de prateleira.	53
Figura 13: Perfil da textura para cada tipo de tratamento em mortadela de frango ao da vida de prateleira.	55
Figura 14: Perfil da sinerese para cada tipo de tratamento em mortadela suína ao da vida de prateleira.	57
Figura 15: Perfil da sinerese para cada tipo de tratamento em mortadela de frango ao da vida de prateleira.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Histórico dos principais produtores de carne suína (Mil toneladas).	19
Tabela 2: Histórico dos principais produtores de carne de frango (Mil toneladas).	21
Tabela 3: Composição das matérias primas utilizadas nos dois tipos de formulações para produzir mortadela com carne de frango.	32
Tabela 4: Composição das matérias primas utilizadas nos dois tipos de formulações para produzir mortadela com carne suína.	33
Tabela 5: Temperatura das mortadelas localizadas em posições do carro, no processo de cozimento.	44
Tabela 6: Análise de variância (ANOVA) para as temperaturas das mortadelas localizadas em diferentes posições no processo de cozimento.	45
Tabela 7: Análise de variância (ANOVA) da atividade de água em mortadela suína para os quatros tratamentos.....	47
Tabela 8: Análise de variância (ANOVA) da atividade de água em mortadela de frango para os quatros tratamentos.	49
Tabela 9: Análise de variância (ANOVA) do pH em mortadela suína para os quatros tratamentos.	51
Tabela 10: Análise de variância (ANOVA) do pH em mortadela de frango para os quatros tratamentos.	52
Tabela 11: Análise de variância (ANOVA) da textura em mortadela suína para os quatros tratamentos.	54
Tabela 12: Análise de variância (ANOVA) da textura em mortadela de frango para os quatros tratamentos.....	56
Tabela 13: Análise de variância (ANOVA) da sinerese em mortadela suína para os quatros tratamentos.	58
Tabela 14: Análise de variância (ANOVA) da sinerese em mortadela de frango para os quatros tratamentos.....	60
Tabela 15: Dados obtidos para realização dos cálculos de ganhos com a otimização do processo de cozimento de mortadelas.....	61

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	12
1.1.1 - Objetivo Geral	13
1.1.2 - Objetivos Específicos.....	13
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 MATÉRIA PRIMA: CARNE	14
2.1.1 Composição da carne	14
2.1.2 Qualidade da carne.....	18
2.1.3 Histórico de produção da carne suína	19
2.1.4 Histórico de produção de carne de frango	21
2.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DE CARNES.....	22
2.3 PROCESSAMENTO DE PRODUTOS CÁRNEOS EMULSIONADOS.....	22
2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE DA EMULSÃO	24
2.4.1 Temperatura de processamento	24
2.4.2 Tamanho da partícula de gordura.....	25
2.4.3 Teor de proteína solubilizada.....	26
2.4.4 Ingredientes da emulsão.....	27
2.5 MORTADELA.....	27
2.5.1 Histórico de produção de mortadela	27
2.5.2 Definição e processamento de mortadela.....	28
2.5.4 Processo de cozimento de Mortadela.....	29
CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	31
3.1.1 Formulação da mortadela de frango	32
3.1.2 Formulação da mortadela suína	33
3.1.3 Descrição e fluxograma dos processos para obtenção das mortadelas.	33
3.1.4 Processo de cozimento padrão	37
3.1.5 Processo de cozimento otimizado	37
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MORTADELAS	38
3.2.1 Análise da atividade de água (A_w)	39

3.2.2	Análise do pH	39
3.2.3	Análise de sinerese.....	39
3.2.4	Análise de textura.	40
3.2.5	Perfil de temperatura.	41
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO		44
4.1	PERFIL DE TEMPERATURA.....	44
4.2	PERFIL DAS CARACTERÍSTICAS DAS MORTADELAS.....	45
4.2.1	Análise da atividade de água (A_w)	45
4.2.1.1	Análise da atividade de água (A_w) em mortadela suína.....	45
4.2.1.1	Análise da atividade de água (A_w) em mortadela de frango	47
4.2.2	Análise do pH	49
4.2.2.1	Análise do pH em mortadela suína	49
4.2.2.2	Análise do pH em mortadela de frango.....	51
4.2.3	Análise da textura	53
4.2.3.1	Análise da textura em mortadela suína.....	53
4.2.3.2	Análise da textura em mortadela de frango	54
4.2.4	Análise da sinerese.....	56
4.2.4.1	Análise da sinerese em mortadela suína	56
4.2.4.2	Análise da sinerese em mortadela de frango.....	58
4.3	CÁLCULOS DE GANHOS EM OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE COZIMENTO	60
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES		63
CAPÍTULO 6 – SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTUROS		64
CAPÍTULO 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		65

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O aumento da demanda de carne, principalmente de ave e suína, faz com que as indústrias do mundo inteiro invistam, cada vez mais, em tecnologias capazes de agregar valor aos produtos.

A industrialização é a principal alternativa para o escoamento da matéria prima, além de proporcionar um aumento na vida útil dos produtos.

Em tempos atuais, o consumidor tem à sua disposição uma enorme gama de derivados cárneos, que lhes são oferecidos pelo mercado de indústrias frigoríficas, dentre eles, presuntos, apresuntados, linguiças, salsichas, mortadelas, entre outros (PARDI et al., 1996).

Os produtos cárneos, incluindo as mortadelas, apresentam grande aceitação pelos consumidores, constituindo-se em um importante mercado para as indústrias do setor.

De acordo com Sanches (2010), o mercado Brasileiro de produtos embutidos teve um aumento significativo durante o período de 1991 a 2000, sendo os produtos mortadela (28%), salame (36%), apresuntado (46%), presunto (51%), linguiça (52%) e salsichas (60%) os que apresentaram maior aumento.

A sobrevivência das empresas no mercado competitivo atual está diretamente ligada à produção de itens de qualidade a um baixo custo, assim, os processos utilizados para a obtenção de produtos industrializados ficam em constantes transformações (SILVA, 2011). Portanto, as empresas para sobreviverem prezam cada vez mais pela redução da utilização de energias não renováveis.

Desta forma, este estudo visa avaliar por meio de comparação as alterações de qualidade das mortadelas constituídas com carne suína e constituídas com carne de frango, que passaram pelo processo de cozimento que a empresa instalada na Cidade de Chapecó/SC utiliza em sua rotina com mortadelas que foram produzidas em um processo de cozimento cujo tempo foi reduzido devido ao aumento da temperatura no interior da estufa.

1.1.1 - Objetivo Geral

Propor um método de cozimento buscando a redução do tempo por meio da modificação de temperatura no interior da estufa, das mortadelas produzidas com carne de frango e das mortadelas produzidas com carne suína e posterior avaliação da qualidade destes produtos.

1.1.2 - Objetivos Específicos

- Reduzir 10 minutos por batelada, o tempo de cozimento das mortadelas produzidas com carne de frango e das mortadelas produzidas com carne suína, através do aumento na temperatura no interior da estufa de cozimento;
- Reduzir o consumo de energia elétrica gasta pelos motores contidos nas estufas de cozimento;
- Obter uma alternativa para aumentar a produção de mortadelas;
- Avaliar e comparar a qualidade (a textura, o pH, a atividade de água e a sinerese) das mortadelas produzidas utilizando o processo de cozimento padrão com as mortadelas produzidas utilizando o processo de cozimento otimizado, ao longo da validade do produto (shelf life);
- Avaliar e comparar a qualidade (a textura, o pH, a atividade de água e a sinerese) das mortadelas que iniciaram o processo de cozimento com condições de temperaturas da massa extremas (temperatura de -2°C e 14°C).

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MATÉRIA PRIMA: CARNE

2.1.1 Composição da carne

Nos últimos anos, tem aumentado a consciência da importância da carne na alimentação para a saúde humana. A carne é uma rica fonte de nutrientes essenciais e traz importante contribuição para a obtenção de uma alimentação balanceada (SANTOS, 2005).

A composição da carne é constituída basicamente a partir de cinco tipos de tecidos: tecido muscular, tecido epitelial, adiposo, nervoso e tecido conjuntivo (GONÇALVES, 2002).

Para Rodrigues (1978), a composição da carne não pode ser descrita com precisão, pois vários fatores interferem na quantidade de cada componente como: corte, raça, manejo do animal, idade e sexo.

Podemos considerar a formação da carne a partir de quatro compostos básicos: água, proteínas, gorduras e minerais. Existem também em pequenas quantidades outras substâncias como as vitaminas (RODRIGUES, 1978).

Basicamente, a carne é constituída por 50 a 78% de água, 15 a 22% de proteínas e 1 a 20% de gordura, sendo o restante (em torno de 2%) formado principalmente por vitaminas, carboidratos e sais minerais (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992)

2.1.1.1 Proteína

O Teor em proteínas com alto valor biológico é uma característica positiva da carne. O valor biológico de uma proteína esta determinado pelo seu conteúdo

em aminoácidos essenciais. As proteínas de origem animal possuem, devido à sua composição em aminoácidos, um valor biológico mais elevado que as proteínas de origem vegetal.

Conforme Shimokomaki (2006), sob o ponto de vista da solubilidade, as proteínas podem ser classificadas em:

- Proteínas solúveis em água. Compreendem numerosas proteínas sarcoplasmáticas (cerca de 50 componentes), muitos dos quais são enzimas glicolíticas. Inclua-se também aqui a mioglobina, principal pigmento da carne;
- Proteínas solúveis em soluções salinas ou proteínas miofibrilares (actina, miosina, actomiosina). Estas proteínas são importantes na contração muscular e nas modificações post-mortem.
- Proteínas insolúveis em soluções salinas concentradas. São proteínas do tecido conjuntivo (colágeno e elastina). O colágeno é o principal componente do tecido conjuntivo, que é encontrado na pele, tendões e fazem parte do músculo esquelético.

As proteínas representam de 18% a 23% da composição do músculo, sendo classificadas em miofibrilares, sarcoplasmáticas e estroma. Dentre as miofibrilares podem-se destacar as responsáveis pela contração muscular, actina e miosina, consideradas formadoras de gel, formando uma malha protéica que irá reter água e outros ingredientes na fabricação de produtos cárneos (SHIMOKOMAKI, 2006).

Para Shimokomaki (2006), as proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água, não possuem função de estrutura no músculo, podem ser perdidas durante a exsudação, mas em produtos cozidos podem participar da malha proteica, melhorando o poder de liga e geleificação das proteínas miofibrilares. As proteínas estomáticas fazem parte da estrutura do músculo sendo o principal o colágeno. A grande quantidade de colágeno pode conferir características indesejáveis a alguns produtos, como: instabilidade da massa, formação de bolsas de gel, liberação de gordura, água e perda de textura.

As proteínas podem ser consideradas as principais responsáveis pelas características funcionais das matérias primas cárneas. Por analogia, podem ser definido como sendo o “cimento” formador dos alimentos. Nos produtos cárneos

são requeridas para uma grande variedade de funções e irão determinar o rendimento, a qualidade, a estrutura e os atributos sensoriais (SHIMOKOMAKI, 2006).

Quanto às propriedades funcionais de uma proteína em carne processada, estas, dependem da composição de aminoácidos, do peso molecular, solubilidade, propriedades térmicas e a relação dessas proteínas com pH, temperatura, e concentração de sal. Fatores ligados a carne também influenciam nas propriedades das proteínas, tais como, desenvolvimento e extensão de *rigor-mortis*, condições e tempo de estocagem e principalmente a desnaturação ocorrida durante o cozimento. (OLIVO, 2002).

2.1.1.2 Gordura

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).

Gorduras de origem vegetal ou animal contêm misturas de ácidos graxos saturados e insaturados. Os ácidos graxos insaturados são mono ou poli-insaturados, dependendo das ligações entre os átomos de carbono (OLIVO, 2002).

Nos processos de industrialização de carne, as gorduras exercem importante papel, tanto como auxiliares na formação das emulsões como para conferir aparência, textura e sabor característicos aos produtos industrializados de carne (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992)

2.1.1.3 Umidade

A água muscular é um componente muito importante, podendo ser encontrada em percentuais de 65% a 85%, sendo que desta, 45% esta no interior da célula fortemente ligada às proteínas. Em torno de 25% não esta ligada ou esta fracamente ligada por forças físicas, podendo exsudar sob pressão, durante processos tecnológicos ou armazenamento e transporte das matérias primas (SHIMOKOMAKI, 2006).

Ao analisar a composição da carne pelas quantidades, a água é o mais importante constituinte. Em carne magra, mais de 76% do peso é água, e mais água pode ser 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).

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. A habilidade de reter água é importante principalmente sob o aspecto econômico e sensorial (SHIMOKOMAKI, 2006).

Shimokomaki (2006) define a capacidade de retenção de água em:

- Capacidade de retenção de água (CRA) como a capacidade da carne de reter sua própria água, contida na sua própria estrutura;
- Capacidade de ligação de água (CLA) como a habilidade da carne de reter a água adicionada.

A CRA e a CLA, podem ser influenciadas pela quantidade de proteína desnaturada com o abaixamento do pH no *rigor-mortis*. A capacidade de retenção de água é proporcional ao pH, sendo que o abaixamento do pH reduz a capacidade de retenção de água. A CRA também é baixa nestes casos.

Se 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, 2006).

2.1.2 Qualidade da carne

Um dos principais defeitos associados à carne fresca diz respeito ao aparecimento de curvas de queda de pH não usuais, tendo importante influência nas propriedades da cor, textura e retenção de água, com reflexos na maciez, sabor, rendimento industrial e comercial, vida de prateleira e valor nutricional (RAMOS e GOMIDE, 2007).

É importante ressaltar que para a obtenção de bons produtos industrializados é fundamental a utilização de uma boa carne, para garantir uma carne de boa qualidade é necessário manusear corretamente os animais antes e após o abate, caso contrário, as carcaças dos animais abatidos podem apresentar carnes com qualidade indesejáveis chamadas de carne PSE (Palid, Solf e Exsudative) e/ou DFD (Dark, Firm e Dry).

O termo PSE provém da designação inglesa Palid, Solf e Exsudative, devido às características sensoriais e físico-químicas apresentadas por estas carnes: aspecto pálido, flácido e exsudativo (RAMOS e GOMIDE, 2007).

As carnes PSE são o principal problema para a indústria devido á perda excessiva de exsudado e textura também, são caracterizadas por extrema flacidez e pela ausência de cor na carne crua, além de serem rejeitadas pelos consumidores, prejudicam os processos industriais de fabricação, pois quando cozidas ficam menos suculentas e macias em razão da desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, incluindo alguns sistemas enzimáticos da carne (RAMOS e GOMIDE, 2007).

O termo DFD provém da designação inglesa Dark, Firm e Dry, devido às características sensoriais e físico-químicas apresentadas por estas carnes: aspecto escuro, firme e seca na superfície.

As carnes DFD estão relacionadas com a falta de glicogênio muscular, resultando em uma baixa queda do pH nas primeiras horas após o abate. Nesta situação o pH acidifica pouco e 24 horas após o abate, o pH permanece em níveis superiores a 6, resultando em uma carne escura, firme e com a superfície de corte muita seca (RAMOS e GOMIDE, 2007).

A carne DFD é observada, com alguma frequência, em bovinos, podendo também ser encontrada em suínos e provavelmente em aves. A carne PSE é relatada como a principal anomalia em suínos e, embora ainda não tenha sido bem definida, tem sido reportada em carnes de aves (RAMOS e GOMIDE, 2007).

2.1.3 Histórico de produção da carne suína

A história da criação de suínos teve início há 40 milhões de anos sobre a face da terra. Passou por diversas transformações até chegar ao suíno atual, obtido de linhagens melhoradas geneticamente e criado em condições higiênicas impecáveis, com alimentação balanceada e acompanhamento técnico em todas as fases da criação (SANTOS, 2005). A Tabela 1 revela os principais produtores de carne suína no mundo.

Tabela 1: Histórico dos principais produtores de carne suína (Mil toneladas).

País	2006	2007	2008	2009	2010	2011
China	46.505	42.878	46.205	48.905	50.000	49.500
U. Europeia - 27	21.791	22.858	22.596	22.159	22.250	22.530
Estados Unidos	9.559	9.962	10.599	10.442	10.052	10.278
Brasil	2.830	2.990	3.015	3.130	3.170	3.227
Rússia	1.805	1.910	2.060	2.205	2.270	1.965
Vietnã	1.713	1.832	1.850	1.850	1.870	1.960
Canadá	1.748	1.746	1.786	1.789	1.750	1.753
Japão	1.247	1.250	1.249	1.310	1.280	1.255
Filipinas	1.215	1.250	1.225	1.240	1.255	1.260
México	1.109	1.152	1.161	1.162	1.161	1.170
Coreia do Sul	1.000	1.043	1.056	1.062	1.097	835
Outros	5.504	5.714	5.240	5.219	5.352	5.394
Total	95.026	94.585	98.042	100.473	101.507	101.127

Fonte: Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS).

A suinocultura vem crescendo de forma significativa no Brasil e paralelamente ganhando espaço no mercado externo. Conforme os dados representados na Tabela anterior, o Brasil ocupa o quarto lugar no ranking mundial dos maiores produtores de carne suína, ficando abaixo de países como a China, considerado o maior produtor mundial deste tipo de carne, seguido pela União Europeia e os Estados Unidos. A China é de longe, o maior produtor mundial de carne suína, no entanto, também é o maior consumidor (RAMOS e GOMIDE, 2007).

Segundo Ramos e Gomide (2007), estima-se que o rebanho suinícola brasileiro seja na ordem de 36,11 milhões de cabeças, com a maioria do rebanho localizada na região Sul, onde Santa Catarina (18%), Paraná (13,6%), e Rio Grande do Sul (12,1%) contribuem com 43,7% do total do rebanho. (RAMOS e GOMIDE, 2007).

Segundo Olivo (2006), mesmo proibida para mais de 20% da população mundial, constituída por judeus e muçumanos, a carne suína é a mais produzida e consumida no mundo porém, no Brasil, a carne suína ainda é marginalizada e seu consumo baixo (menos de 12 Kg per capita).

O Brasil apresenta grandes perspectivas para a produção de suínos, pois dispõe de clima favorável, área para o cultivo de grãos, qualidade e custos competitivos de insumos para alimentação, sistemas de produção atualizados e tecnificados, institutos de pesquisa avançados e animais de grande valor genético (RAMOS e GOMIDE, 2007).

Conforme SANTOS (2005), nas duas últimas décadas tem sido dado grande ênfase, quando da seleção das carcaças suínas, no critério de qualidade representada pela qualidade de carne magra, enfatizando ainda que o suíno tem recebido adequadas medidas de manejo e mudanças genéticas capazes de proporcionar, cada vez mais, um conteúdo de carne magra em carcaças de boa qualidade.

2.1.4 Histórico de produção de carne de frango

A carne de frango é a segunda mais consumida no mundo, e a que mais cresce em produção e consumo. Nos últimos vinte e cinco anos, seu índice foi superior a 200%, acima das demais carnes (OLIVO, 2006). A Tabela 2 revela os principais produtores de carne de frango no mundo.

Tabela 2: Histórico dos principais produtores de carne de frango (Mil toneladas).

País	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EUA	16.162	16.211	16.561	15.980	16.563	16.757
China	10.350	11.500	11.895	12.100	12.550	13.200
Brasil	9.335	10.246	10.940	10.980	12.230	13.058
U. Europeia - 27	7.425	8.111	8.560	8.620	9.095	9.500
México	2.610	2.730	2.804	2.810	2.809	2.922
Outros	14.208	18.955	20.489	21.225	22.744	25.700
Total	60.090	67.753	71.249	71.715	75.991	81.137

Fonte: Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (UBABEF)

Através da Tabela anterior, o Brasil possui o terceiro maior volume de produção, enquanto que os Estados Unidos e a China ocupam a primeira e a segunda posição. Juntos, os três produzem mais de 50% do volume mundial (RAMOS e GOMIDE, 2007).

Os maiores produtores de aves do Brasil se encontram na região Sul, onde Paraná (22,83%), Santa Catarina (16,76%) e Rio Grande do Sul (14,76%) contribuem com 54,35% das cabeças abatidas. O quarto e quinto no ranking brasileiro são os Estados de São Paulo (14,43%) e Minas Gerais (6,12%), respectivamente (RAMOS e GOMIDE, 2007).

2.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DE CARNES

A industrialização consiste na transformação das carnes em produtos cárneos. Realiza integralmente um ciclo que tem o seu início na produção de carnes com qualidade (TERRA, 1998).

A industrialização da carne entre os seus objetivos maiores visa aumentar a sua vida útil, desenvolver diferentes sabores e utilizar partes do animal de difícil comercialização quando no estado fresco. A carne devida, ao seu elevado valor nutricional e à sua grande quantidade de água disponível, torna-se uma presa muito fácil tanto dos microrganismos deterioradores como dos microrganismos capazes de ocasionar danos à saúde do consumidor. Os empregos dos aditivos, do calor e do frio, bem como o uso de boas práticas de fabricação possibilitam a obtenção de produtos cárneos saudáveis e seguros (TERRA, 1998).

Para Evangelista (2001) o produto industrializado apresenta vantagens como: maior aproveitamento das matérias primas, facilidade de armazenamento e consumo, melhorias nas qualidades organolépticas e aumento na vida de prateleira.

2.3 PROCESSAMENTO DE PRODUTOS CÁRNEOS EMULSIONADOS

No passado, a fabricação de embutidos emulsionados era considerada mais uma arte do que uma ciência. No entanto, com o crescimento da industrialização de carnes e sua relevância econômica, tornou-se necessário um maior entendimento dos princípios envolvidos na elaboração destes produtos, visto que novas tecnologias e equipamentos promoveram novas e eficazes maneiras de expor as proteínas, para, após, emulsificá-las com a gordura (YUNES, 2010).

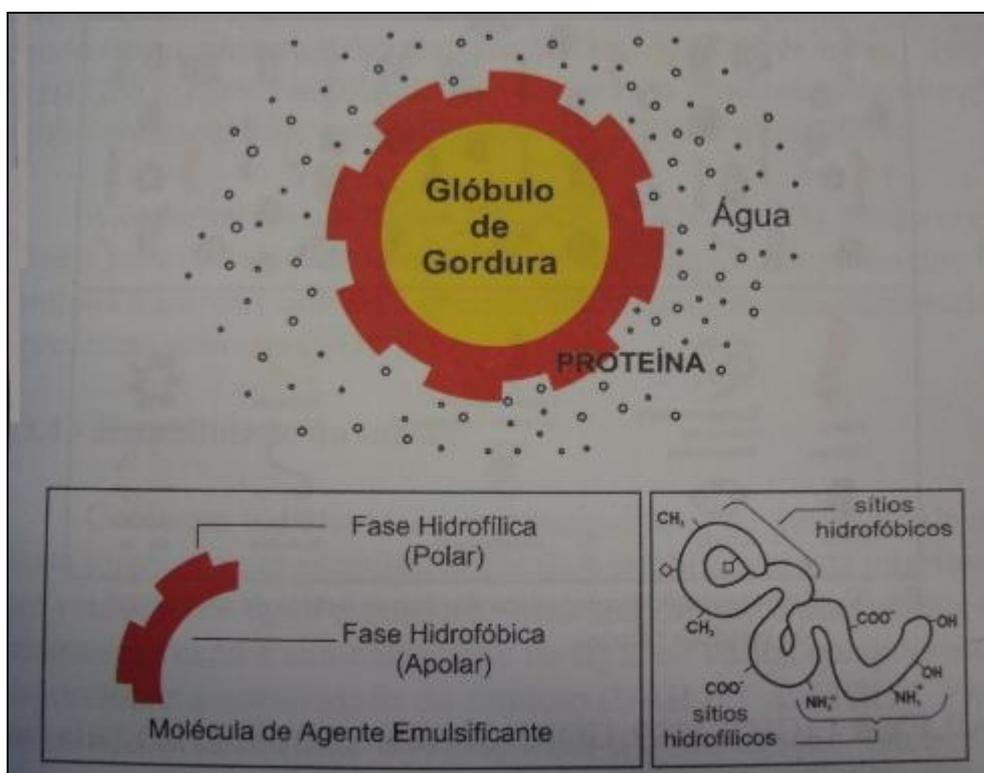
Na fabricação de mortadelas, carnes e demais ingredientes são intensamente triturados, obtendo-se uma massa homogênea que tem sido convencionalmente denominada emulsão (BETANHO ET al., 1994).

No processamento deste produto, são utilizados equipamentos específicos como o cutter ou emulgador, responsáveis pela cominuição e mistura das carnes, gordura, água sal e demais ingredientes, conferindo uniformidade ao produto em relação ao tamanho das partículas e a distribuição dos ingredientes (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002).

As emulsões cárneas são consideradas por muitos autores como sendo uma emulsão óleo em água. Porém por não possuírem as propriedades clássicas, não são consideradas emulsões verdadeiras. A emulsão cárnea é uma suspensão coloidal complexa, não totalmente homogênea e suas partículas dispersas possuem tamanho de 10 a 50 μ (HEDRSOK et al., 1994). A fase dispersa é constituída por partículas de gordura, fibras musculares, aditivos, farináceos, etc., e a fase contínua é constituída por água, sal, proteínas hidrossolúveis e outros elementos solúveis (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002).

A Figura 1 ilustra esquematicamente a emulsão cárnea onde, a proteína atua como agente estabilizador do sistema, formando um filme que une os dois componentes também, na parte inferior direito da Figura, há um diagrama mostrando os sítios hidrofóbicos e hidrofílicos de uma proteína.

Figura 1: Representação esquemática de uma emulsão.



Fonte: Olivo e Shimokomaki (2002).

2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE DA EMULSÃO

A capacidade de se produzir emulsões cárneas estáveis é muito importante para a indústria, e assim pesquisadores tem dirigido estudos aos fatores que contribuem para essa estabilidade (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002).

Como em toda emulsão, o principal fator de qualidade de uma massa cárnea é a sua estabilidade final. A estabilidade está relacionada com a retenção de água e gordura. Uma importante característica dos produtos cárneos é a sua habilidade de ligar os vários componentes e proporcionar a coesividade do produto, conferindo textura firme ao fatiamento e à mastigação (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002).

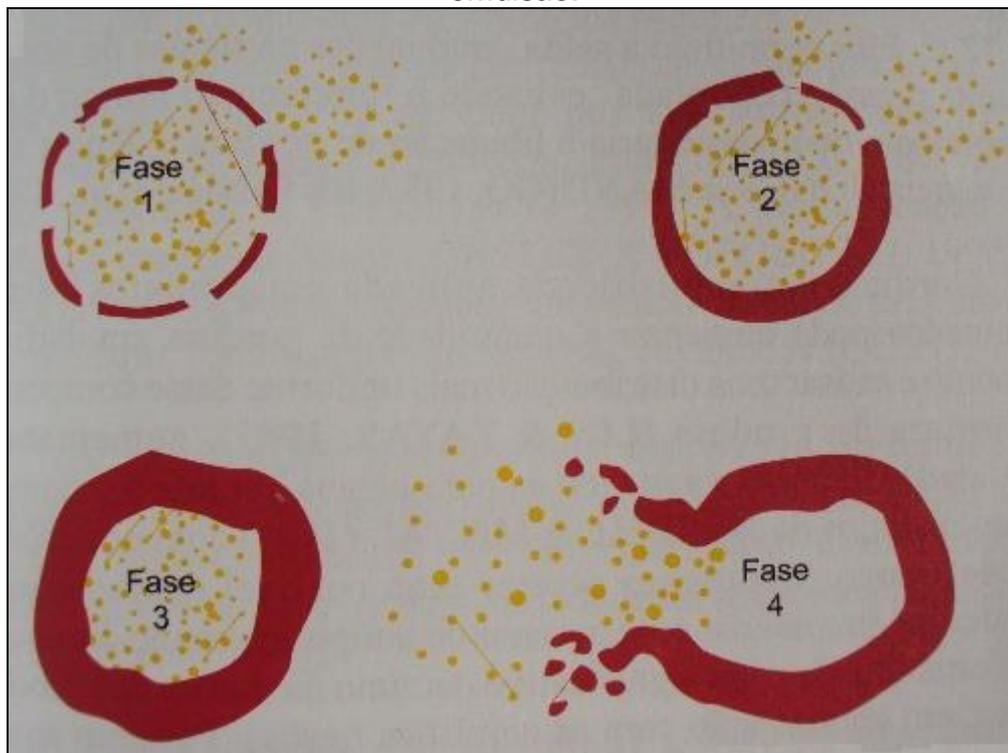
Além dos fatores de qualidade da carne, como contaminação microbiana, pH, atividade de água, textura, etc., os parâmetros que mais influenciam na estabilidade das emulsões cárneas são: a temperatura de processamento, o tamanho da partícula de gordura, o teor de proteína solubilizada e os tipos de ingredientes da emulsão.

2.4.1 Temperatura de processamento

Durante os processos de formação e mistura da massa deve-se ter um controle no processo para que não ocorra um aumento excessivo da temperatura da massa formada. Temperaturas altas prejudicam as emulsões porque podem provocar desnaturação das proteínas solúveis, uma diminuição da viscosidade da emulsão e também pode haver fusão das gorduras assim, aconselha-se trabalhar à temperaturas de até 15°C (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992).

Já de acordo com Jones e Mandigo (1982), é fundamental que durante a preparação de massa, a temperatura não ultrapasse 16°C. Este valor é tido como crucial para a manutenção da estabilidade da massa. Até esta temperatura, observa-se o mecanismo de formação de minúsculos poros (abertura), conforme pode ser observado na Fase 1 da Figura 2.

Figura 2: Representação esquemática da formação e da quebra de uma emulsão.



Fonte: Olivo e Shimokomaki (2002)

Esses poros funcionam como válvulas de escape da pressão por onde saem às gotículas menores de gordura, à medida que se eleva a temperatura. A elevação da temperatura durante o processamento provoca uma maior desnaturação protéica, aumentando a espessura do filme proteico que envolve a gotícula de gordura. Com o aumento dessa espessura, diminui concomitantemente o número de poros, dificultando o mecanismo de liberação da pressão interna, o que acarreta a sua elevação (Fase 3). Em consequência dessa pressão interior, ocorre a ruptura da membrana interfacial (Fase 4), resultando na quebra da emulsão e a consequente coalescência da gordura.

2.4.2 Tamanho da partícula de gordura

Para formar uma emulsão é necessário subdividir a gordura em pequenas partículas. Esta diminuição de tamanho implica no aumento da necessidade das

proteínas solúveis para que estas possam englobar as partículas menores de gordura, porém uma trituração excessiva da gordura pode causar quebra da emulsão por falta de agente emulsionante (proteínas solúveis) (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992).

2.4.3 Teor de proteína solubilizada

No processo da emulsão, a carne magra é triturada e durante o processamento é adicionado sal para facilitar a extração da proteína, antes da adição de produtos com alto teor de gordura. Com o aumento do teor de proteína solubilizada, aumenta também a estabilização da emulsão. Portanto, a extração de proteína solubilizada é de vital importância para obtenção de uma emulsão estável. Com o aumento do pH o rendimento será maior, porque a medida que o pH cai, ele se aproxima do ponto isoelétrico da actomiosina (ponto isoelétrico de maior solubilidade), quebrando a emulsão (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992)

A qualidade da proteína também é importante. As proteínas actina e miosina, solúveis em sal são melhores agentes emulsionantes que as proteínas sarcoplasmáticas (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992).

Outro fator que influi sobremaneira na qualidade da emulsão é a formulação. O tipo de carne utilizada e demais ingredientes, são fundamentais no prepara da massa. Boas carnes e ingredientes ruins não funcionam assim como bons ingredientes e carnes ruins. Quando trabalha-se com formulação, existem limites a serem respeitados, tantos limites legais quanto práticos sendo que quantidade de proteína versus gordura é um dos principais (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992).

2.4.4 Ingredientes da emulsão

A seleção dos ingredientes e da carne é fundamental na elaboração da emulsão. Diferentes tecidos animais variam quanto à relação umidade/proteína e ao teor de gordura. Variam também quanto à sua capacidade de ligação ou emulsão. Carne com baixo teor de gordura e/ou colágeno é uma carne “ligadora”, possui alta capacidade de emulsão. Por sua vez, a carne com alto teor de gordura e/ou colágeno possui baixa capacidade de emulsão. Os tecidos de carnes com baixa capacidade de emulsão são denominados de “carne enchedora”. Como exemplo os miúdos (fígado, coração, etc.), que apesar de possuírem alto teor de proteína, possuem baixa capacidade de emulsão, pois estas proteínas não são miofibrilares. Nutricionalmente estes produtos são aceitáveis, mas a sua utilização deve ser limitada para manter a qualidade global da massa (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992).

2.5 MORTADELA

2.5.1 Histórico de produção de mortadela

A mortadela é um dos embutidos mais antigos. Há quem garanta que ela tem mais de 2 mil anos de idade. Sua origem ainda é duvidosa, muitos a atribuem ao Império Romano, devendo ser ressaltado que há registros de que alguns imperadores não passavam um dia se quer sem mortadela. Não é a toa que os italianos são os principais consumidores do embutido no mundo, estando a “iguaria” presente em muitos pratos típicos como antepastos, recheios de massas e até em molhos (FRIGORÍFICO 2004).

Os produtos cárneos emulsionados, como as salsichas e as mortadelas, são bastante populares, sendo consumidos tanto a nível doméstico como no mercado de alimentação rápida, representando um importante segmento da

industrialização de carnes. Estima-se que o consumo per capita seja de aproximadamente 5 kg de produtos cárneos emulsificados, mostrando fazer parte integrante da nossa dieta e ter considerável importância em nossa economia (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2006).

2.5.2 Definição e processamento de mortadela

Segundo o Regulamento Técnico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, 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 (ANVISA, 2000).

A mortadela é 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 *in natura*. Ao longo dos anos a tecnologia aliou a essa funcionalidade da proteína cárnea propriedades sensoriais, que fizeram da mortadela um produto apreciado por todas as classes sociais, a ponto de em alguns lugares serem realizadas confrarias para a degustação deste embutido (YUNES, 2010).

O processamento de produção de mortadela pode variar de uma fábrica para outra em função das diferentes tecnologias disponíveis no mercado atualmente. Basicamente os processos compreendem as etapas de pesagem e seleção de ingredientes e matérias primas, moagem e cominuição das carnes, pré-mistura das matérias primas e ingredientes, emulsificação, mistura de toucinho (se houver), embutimento, cozimento e defumação (se houver), resfriamento e embalagem. Um aspecto importante refere-se à emulsificação, a qual pode ser feita por dois princípios: emulsificação com cutters ou com emulsificadores, sendo a seleção de qual processo a ser utilizado, dependerá do tipo de mortadela a ser produzida. Geralmente para produtos com menor

qualidade utilizam-se os emulsificadores e para mortadelas de qualidade superior, utilizam-se os cutters (OLIVO, 2006).

2.5.3 Classificação de Mortadela

A legislação brasileira (ANVISA, 2000) prevê cinco classificações de mortadela: O produto denominado mortadela pode ser adicionado de carne mecanicamente separada, até o limite máximo de 60% do total de carnes utilizadas, miúdos comestíveis de diferentes animais de açougue (estômago, corações, língua, fígado, rins, miolos), pele e tendões no limite máximo de 10% e gorduras.

a) 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.

b) Mortadela Italiana - Porções musculares de carnes de diferentes espécies de animais de açougue e toucinho, não sendo permitida a adição de amido.

c) Mortadela Bologna - Porções musculares de carnes bovina e/ou suína e toucinho, embutida na forma arredondada, não sendo permitida a adição de amido.

d) 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.

2.5.4 Processo de cozimento de Mortadela

A qualidade final da mortadela depende diretamente do processo de cozimento de mortadela, pois em elevadas temperaturas e/ou um período muito

elevado que o embutido passa nessa temperatura faz com que ocorra uma mal formação de gelatina e separação da gordura (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992).

O cozimento tem por objetivo o desenvolvimento da cor, a pasteurização e a coagulação das proteínas. A coagulação das proteínas da carne é a maior transformação que o cozimento causa em um produto emulsionado. Tal transformação ocorre em torno dos 60°C, e por este motivo não é importante o estabelecimento de uma temperatura final de cozimento. Mas, em quase toda formulação de embutido um dos ingredientes é o amido, e este só coagula por volta de 67°C e por isso que se convencionou estabelecer como temperatura final de cozimento entre 68°C e 72°C (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992).

A escolha do método de cozimento depende não somente do produto a ser cozido, mas também do tipo de envoltório (tripa), 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 quando bem explorado (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992).

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 (DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS, 1992).

CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo serão descritos os procedimentos adotados nos experimentos detalhando a metodologia empregada para a obtenção de mortadelas embutidas com massa cujas temperaturas foram de -2°C e 14°C além, da descrição do processo de cozimento. As temperaturas da massa de -2°C (limite inferior) até 14°C (limite superior) são permitidas e trabalhadas normalmente no processo padrão, tanto para as mortadelas produzidas com carne de frango quanto para as mortadelas produzidas com carne suína, pois a temperatura da massa de mortadela depende da disponibilidade de matéria prima resfriada e congelada.

Também serão descritos os procedimentos adotados nos testes preliminares e as metodologias adotadas para a avaliação da qualidade das mortadelas ao longo do tempo de vida útil (prazo de validade).

3.1 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram conduzidos na empresa Aurora, Unidade de Chapecó (FACH), no estado de Santa Catarina. A produção de mortadelas iniciou com a definição das formulações (quantidade de matéria prima resfriada e congelada) para que o processo de cozimento fosse iniciado com a massa da mortadela em temperaturas extremas (limite inferior de -2°C e limite superior de 14°C). Outros parâmetros como quantidade de carne magra e carne gorda, quantidade de condimentos e ingredientes permaneceram inalteráveis enquanto que, as temperaturas da massa de -2°C (limite inferior) até 14°C (limite superior) são permitidas e trabalhadas normalmente no processo padrão, tanto para as mortadelas produzidas com carne de frango quanto para as mortadelas produzidas com carne suína, pois a temperatura da massa de mortadela depende da disponibilidade de matéria prima resfriada e congelada.

Os experimentos foram separados em tratamentos, para cada tipo de mortadela (dois tipos de mortadelas: suína e de frango). Assim, neste trabalho existem quatro tratamentos, conforme descrito a seguir:

- Cozimento de mortadelas com temperatura inicial da massa de -2°C;
- Cozimento de mortadelas com temperatura inicial da massa de 14°C;
- Cozimento de mortadela utilizando processo padrão;
- Cozimento de mortadela utilizando processo otimizado (redução do tempo);

3.1.1 Formulação da mortadela de frango

Para a obtenção de mortadela produzida com carne de frango, cuja temperatura da massa embutida seja o valor desejado (-2°C e +14°C), foi necessário estabelecer a quantidade de matéria prima resfriada e congelada utilizada na formulação, conforme demonstra a tabela a seguir.

Tabela 3: Composição das matérias primas utilizadas nos dois tipos de formulações para produzir mortadela com carne de frango.

Tipo de matéria prima	Estado da matéria prima	Quantidade (%) para a massa atingir a temperatura de -2°C	Quantidade (%) para a massa atingir a temperatura de 14°C
Cortes de aves s/pele	Resfriada	17,0	17,0
Recorte de aves s/pele	Resfriada	10,5	27,5
Recorte de aves s/pele	Congelada	17,0	0,0
CMS – aves	Congelada	54,4	0,0
CMS – aves	Resfriada	1,0	55,4

Conforme demonstrado na Tabela 3, para produzir a massa (emulsão cárnea) utilizada na fabricação de mortadelas com temperatura de -2°C é necessário utilizar na formulação uma quantidade maior de matérias primas congelada quando comparada com a quantidade de matérias primas utilizada para a produção da massa na temperatura de 14°C.

3.1.2 Formulação da mortadela suína

Para a obtenção de mortadela produzida com carne suína, cuja temperatura da massa embutida seja o valor desejado (-2°C e +14°C), foi necessário estabelecer a quantidade de matéria prima resfriada e congelada utilizada na formulação, conforme demonstra a tabela seguinte.

Tabela 4: Composição das matérias primas utilizadas nos dois tipos de formulações para produzir mortadela com carne suína.

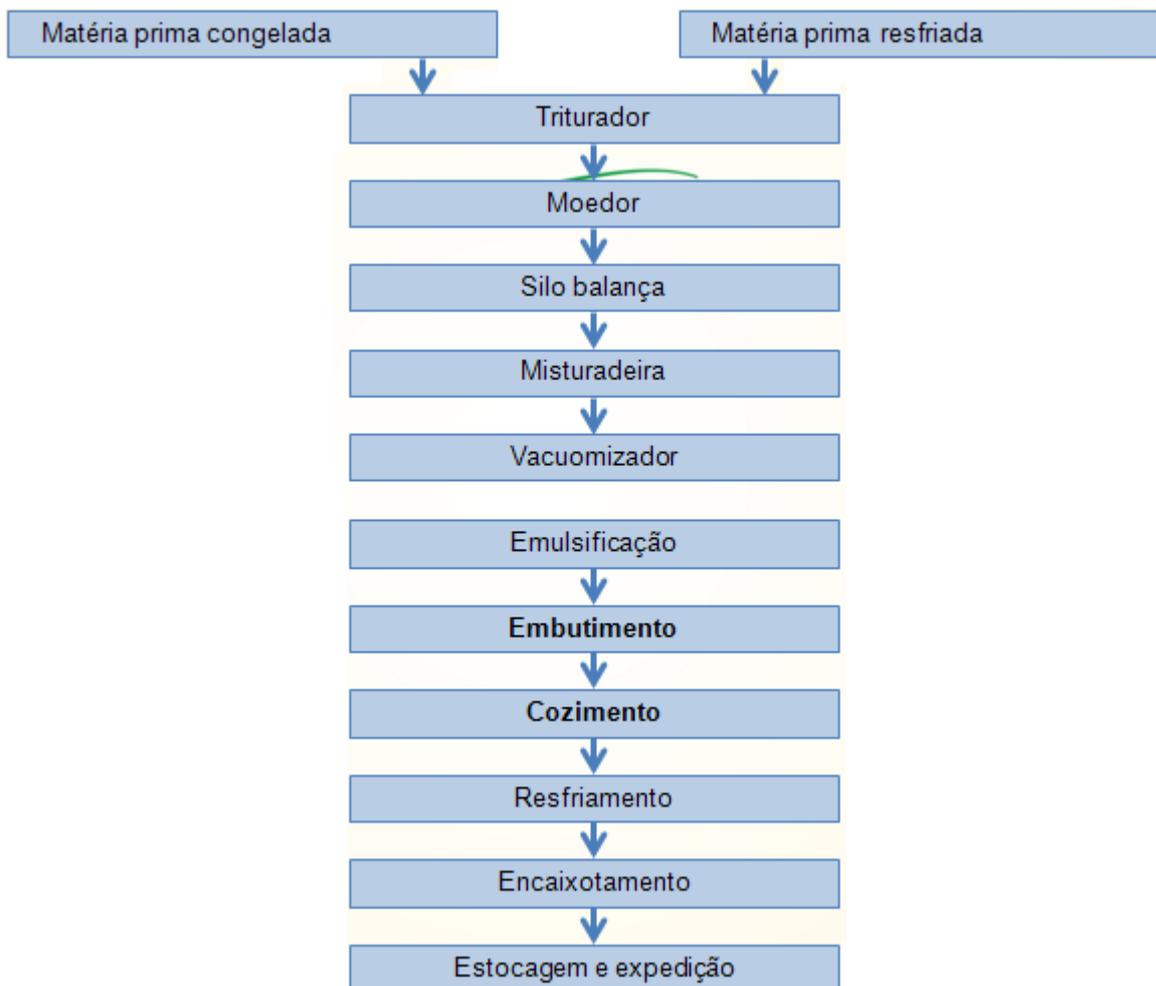
Tipo de matéria prima	Estado da matéria prima	Quantidade (%) para a massa atingir a temperatura de -2°C	Quantidade (%) para a massa atingir a temperatura de 14°C
Músculo suíno	Congelada	3,1	3,1
CMS – Suíno	Resfriado	7,6	7,6
Miúdos (fígado, rim)	Congelada	3,1	3,1
Pele	Resfriada	9,2	9,2
Gordura suína	Congelada	4,6	4,6
CMS – aves	Congelada	45,9	22,9
CMS – aves	Resfriado	26,6	49,6

Conforme demonstrado na Tabela 3, para produzir a massa (emulsão carnea) utilizada na fabricação de mortadelas com temperatura de -2°C é necessário utilizar na formulação uma quantidade maior de matérias primas congelada quando comparada com a quantidade de matérias primas utilizada para a produção da massa na temperatura de 14°C.

3.1.3 Descrição e fluxograma dos processos para obtenção das mortadelas.

Definido e estabelecido as formulações das mortadelas de frango e suína para a obtenção das temperaturas das massas desejadas, iniciou-se a produção das mesmas conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3: Fluxograma de produção de mortadelas.



Após o preparo onde seguiram os padrões microbiológicos e físico-químicos estabelecidos pelas normas internas da empresa, a matéria prima acondicionada em embalagens contendo 20 Kg foi destinada ao setor denominado de preparação de massas.

Neste setor as matérias primas, exceto o CMS (Carne Mecanicamente Separada) resfriado que é adicionado diretamente no silo balança, congeladas e/ou resfriadas foram cortadas com o uso de quebrador de blocos para obtenção de pedaços de carne adequados para serem moídos em seguida os mesmos passaram por um equipamento denominado de moedor, cuja função é garantir a granulometria desejada para cada matéria prima antes de serem enviadas para a próxima etapa do processo.

As matérias primas moídas foram destinadas para um silo balança onde foi adicionado o CMS resfriado e conferido o peso total da formulação e em seguida

foi realizado a mistura em um equipamento denominado misturadeira formando assim a massa. Durante o processo de mistura foi adicionado os ingredientes como: condimentos, aditivos e conservantes.

Após o término da mistura, a massa passou pelo processo de vacuomização para a retirada de bolhas de ar entre meio a massa (presença de ar interfere na emulsão da massa) e pelo emulgador para refinar e realizar a emulsão da massa, em seguida a massa foi destinada para o setor de embutimento de massas.

No setor de embutimento a massa foi embutida em tripa artificial, utilizando uma embutideira hidráulica acoplada de um funil de calibre 36 milímetros, de forma a obter mortadelas de 2500 gramas, com calibre de 97 milímetros de diâmetro e comprimento de 380 milímetros. Em seguida foram destinadas para o processo de cozimento, onde permaneceram até atingir a temperatura no núcleo do produto de no mínimo 74°C e resfriamento onde permaneceram até atingir a temperatura no núcleo do produto de no mínimo 25°C. Por fim as mortadelas foram acondicionadas em caixas de papelão e mantidas em uma câmara de estocagem sob temperatura de no máximo 7°C até o prazo de validade.

No processo de cozimento, para cada tipo de formulação, parte das mortadelas embutidas foram submetidas a um processo de cozimento (processo padrão) enquanto que a outra parte das mortadelas embutidas foram submetidas a outro processo de cozimento (processo otimizado). O processo de cozimento padrão e otimizado será explicado e detalhado a seguir.

O processo de cozimento de mortadelas foi realizado em estufas MAURER, em forma de bateladas onde, cada batelada comporta dez carros carregados com mortadelas distribuídas de forma que as peças não encostem umas as outras, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4: Representação esquemática da distribuição das peças de mortadelas no carro.



Após o carregamento completo da estufa foi acionado o programa de cozimento onde, o próprio equipamento realiza automaticamente todos os parâmetros (tempo e temperatura definidos em cada etapa).

O cozimento de mortadela foi realizado utilizando vapor saturado que entra em contato direto com o produto e o controle de temperatura e injeção de vapor foi realizado automaticamente pela estufa com o auxílio de sensores que realizavam as medidas de temperaturas no interior da estufa e no interior do produto.

3.1.4 Processo de cozimento padrão

Atualmente o tempo total de cozimento das mortadelas por batelada é de 190 minutos e garante que a temperatura no núcleo alcance no mínimo 74°C este valor, é definido e estabelecido pela empresa e, é a temperatura mínima que o produto deve atingir para finalizar o processo.

O processo é constituído de quatro passos as quais a temperatura no interior da estufa vai aumentando gradativamente, atingindo a temperatura de até 80°C, conforme demonstra a seguir:

- Passo 1 = 30 minutos à 65°C;
- Passo 2 = 30 minutos à 70°C;
- Passo 3 = 30 minutos à 75°C;
- Passo 4 = 100 minutos à 80°C.

3.1.5 Processo de cozimento otimizado

O tempo total de cozimento por batelada de mortadela foi de 180 minutos e garante que a temperatura no núcleo alcance no mínimo 74°C este valor, é definido e estabelecido pela empresa e, é a temperatura mínima que o produto deve atingir para finalizar o processo.

Este processo é constituído de cinco passos as quais a temperatura no interior da estufa vai aumentando gradativamente, atingindo a temperatura de até 85°C, conforme demonstra a seguir:

- Passo 1 = 30 minutos à 65°C;
- Passo 2 = 30 minutos à 70°C;
- Passo 3 = 30 minutos à 75°C;
- Passo 4 = 30 minutos à 80°C;
- Passo 5 = 60 minutos à 85°C.

Os parâmetros de temperaturas e tempos descritos no processo de cozimento otimizado são iguais ao processo de cozimento utilizado em outra unidade da empresa, ou seja, o programa otimizado é utilizado normalmente em outra unidade da empresa com os mesmos tipos de estufas para o cozimento das mortadelas produzidas com carne suína e que apresentam o mesmo tamanho das mortadelas descritas neste trabalho, porém o processo e os equipamentos utilizados no setor de preparação de massa entre uma unidade e outra são diferentes (equipamentos que realizam o processo de mistura e emulsão).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MORTADELAS

As análises de atividade de água, pH e de sinerese foram realizadas nos laboratórios da Aurora Alimentos em Chapecó (SC). As análises de textura foram realizadas no laboratório de análises de carnes da EMBRAPA em Concórdia (SC).

Todas as análises de atividade de água, pH, textura e sinerese foram realizadas em triplicata para cada tratamento, tanto para as mortadelas suínas quanto as mortadelas de frango. Também, as análises de atividade de água, pH, textura e sinerese, para cada tipo de mortadela foram realizadas até o final do prazo de validade sendo que, para a mortadela suína foi realizada as análises nos tempos: 0, 30, 60 e 90 dias após a data de fabricação e para a mortadela de frango foi realizada as análises nos tempos: 0, 30, 45 e 60 dias após a data de fabricação.

O prazo de validade para as mortadelas constituídas com carne de frango e constituídas com carne suína foram estabelecidas pelo departamento de pesquisa e desenvolvimento, levando em consideração as velocidades das reações de deterioração e modificações das características físico-químicas de ambos os tipos de mortadelas.

3.2.1 Análise da atividade de água (A_w)

A atividade de água foi determinada utilizando um aparelho marca Testo® modelo 650 calibrado e a uma temperatura de aproximadamente 25°C. O equipamento possui a capacidade de quantificar a água livre nas amostras disponível ao metabolismo dos microrganismos. Este equipamento aplica o princípio do ponto de orvalho, em que água é condensada em superfície espelhada e fria, e detectada por sensor infravermelho.

3.2.2 Análise do pH

O pH foi determinado utilizando um aparelho marca Datalogging pH/mV METER 9661 com sonda de penetração. As análises foram realizadas a uma temperatura de aproximadamente 20°C.

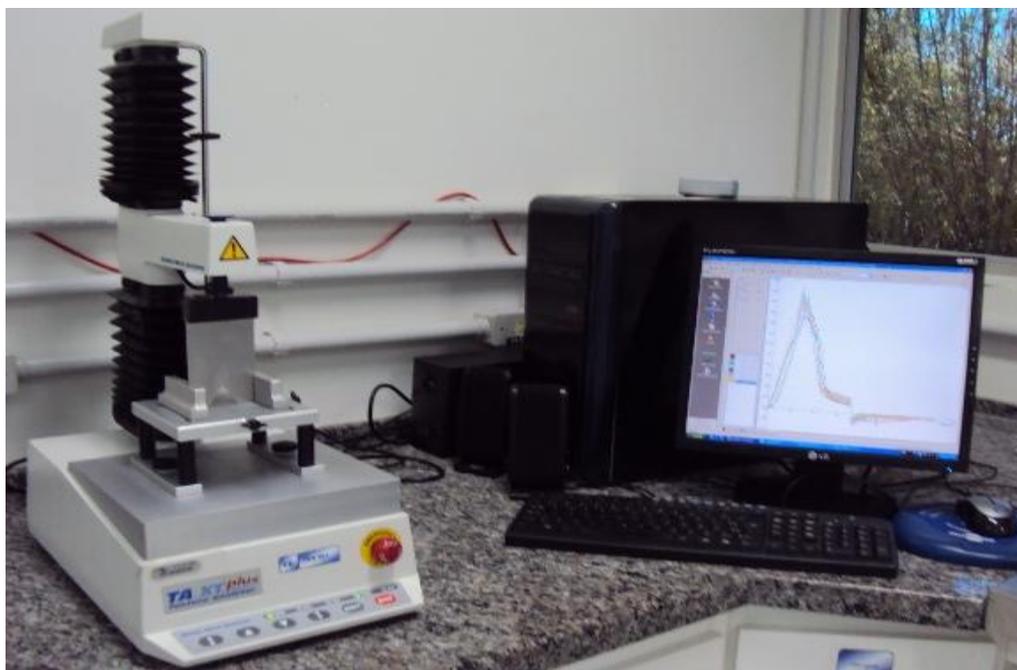
3.2.3 Análise de sinerese

Seguida a metodologia utilizada por Prestes (2011) com adaptações, as amostras foram mantidas sob refrigeração ($\pm 7^\circ\text{C}$) e antes de serem analisadas foram deixadas por 2 horas a temperatura ambiente, posteriormente foi removido cuidadosamente a embalagem do produto e removido o líquido (água e gordura) contido no produto com a utilização de papel toalha. O índice de sinerese das mortadelas ao longo do shelf foi determinada através da diferença de peso.

3.2.4 Análise de textura.

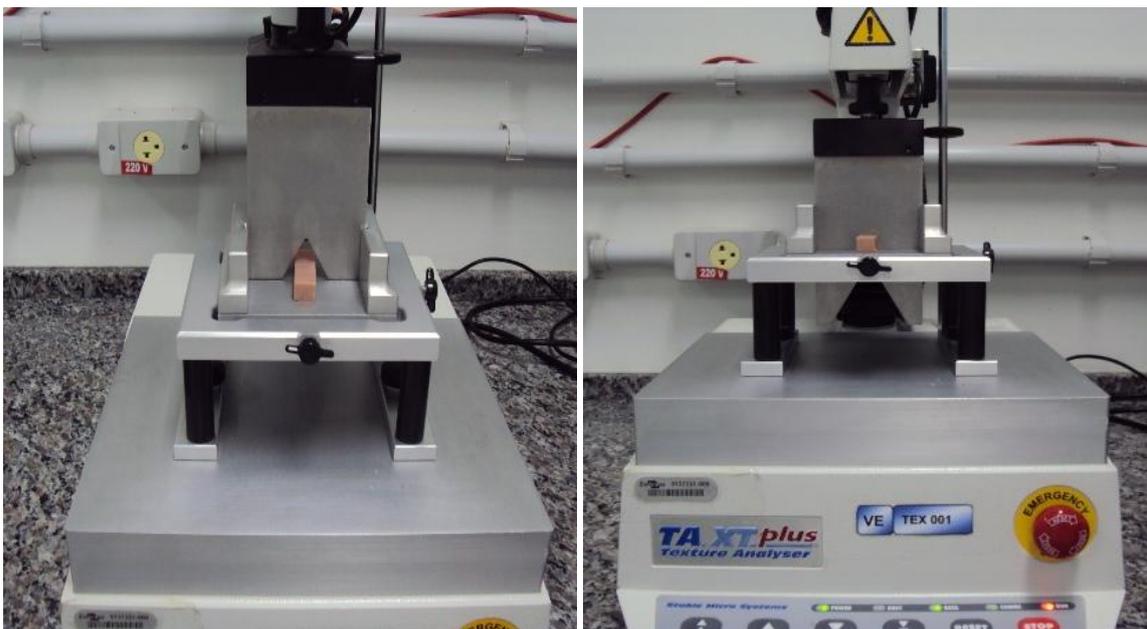
A análise do comportamento da textura das mortadelas para os diferentes tipos de tratamentos foi realizada com o uso de um texturômetro TA-XT plus (*Texture analyser*) e um computador com programa específico (*Texture Expert Stable Micro Systems*) para a demonstração dos resultados, conforme consta na Figura 5.

Figura 5: Representação do texturômetro.



Para a realização das análises, cada peça de mortadela foi cortada em 10 pedaços sendo que, cada pedaço foi cortado com medidas de 10 mm de altura, 10 mm de largura e 20 mm de comprimento. Cada amostra de mortadela era acondicionada no equipamento, entre uma lâmina e uma base com orifício por onde passa a lâmina quando acionada para o corte da amostra de mortadela, conforme mostrado na Figura 6.

Figura 6: Representação do funcionamento da lâmina do texturômetro.



Quando o texturômetro era acionado, a lâmina cortava a amostra sendo que, durante o corte o equipamento realiza medições da força necessária para realizar a atividade do corte da amostra.

3.2.5 Perfil de temperatura.

Antes do início dos experimentos foi necessário avaliar se a distribuição do calor no interior das estufas e conseqüentemente das peças de mortadelas localizadas em posições diferentes dos carros era homogênea. Assim foi realizado um acompanhamento da temperatura das mortadelas localizadas em diferentes posições do carro logo após o término do processo de cozimento, conforme Figura 7.

Figura 7: Representação esquemática da localização das peças que foi avaliado o perfil de temperatura



Onde:

T1 – Temperatura da peça de mortadela localizada na primeira linha e extremidade direita da quarta coluna do carro;

T2 – Temperatura da peça de mortadela localizada na terceira linha e extremidade esquerda da segunda coluna do carro;

T3 – Temperatura da peça de mortadela localizada na primeira linha e parte intermediária da primeira coluna do carro;

T4 – Temperatura da peça de mortadela localizada na segunda linha e parte intermediária da quinta coluna do carro;

T5 – Temperatura da peça de mortadela localizada na terceira linha e parte intermediária da terceira coluna do carro;

As temperaturas das peças distribuídas em locais diferentes do carro, conforme demonstrou a figura anterior, foram retiradas no final do processo de cozimento com o auxílio de dois termômetros tipo espeto marca texto 106.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PERFIL DE TEMPERATURA

Antes do início da alteração de algum tipo de processo é necessário avaliar a estabilidade do processo para atender os objetivos desejados, com isso foi acompanhada a temperatura final (imediatamente após o cozimento) das mortadelas localizadas em diferentes posições do carro (conforme demonstrado na Figura 6) durante o processo de cozimento, antes de iniciar os testes para a realização da otimização do processo.

A Tabela 5 demonstra os valores de temperatura para cada peça de mortadela localizada em diferentes posições no interior da estufa de cozimento, sendo estas posições descritas anteriormente na parte dos materiais e métodos.

Tabela 5: Temperatura das mortadelas localizadas em posições do carro, no processo de cozimento.

Número da batelada	T1	T2	T3	T4	T5
1	75,5	75	75,1	75,3	75,1
2	76,9	77,1	76,5	76,8	76,5
3	75,6	75,8	75,7	75,1	75,9
4	77,3	77,1	76,8	76,7	76,8
5	75,7	75,4	75,6	75,4	75,6
6	74,8	75,2	75,3	74,9	75,1
7	75,9	75,6	75,2	75,3	76,0

Com o objetivo de verificar se existiam diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre as temperaturas das peças de mortadelas localizadas em diferentes pontos do carro no processo de cozimento, aplicou-se um método estatístico denominado análise de variância (ANOVA), conforme resultados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Análise de variância (ANOVA) para as temperaturas das mortadelas localizadas em diferentes posições no processo de cozimento.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	Fcalc
Tratamentos (T)	4	0,43	0,11	0,18
Resíduo (R)	30	17,72	0,59	
Total (T)	34	18,15		

$$F_{4; 30; 0,05} = 2,69$$

Através da análise de variância, podemos afirmar que estatisticamente não existe diferença ao nível de significância de 95% entre as temperaturas das peças de mortadelas localizadas em diferentes pontos do carro no processo de cozimento, pois o valor de F calculado (0,18) é aproximadamente quinze vezes menor que o F tabelado (2,69). Com isso, pode-se considerar que a temperatura no interior da estufa é homogênea em todos os pontos.

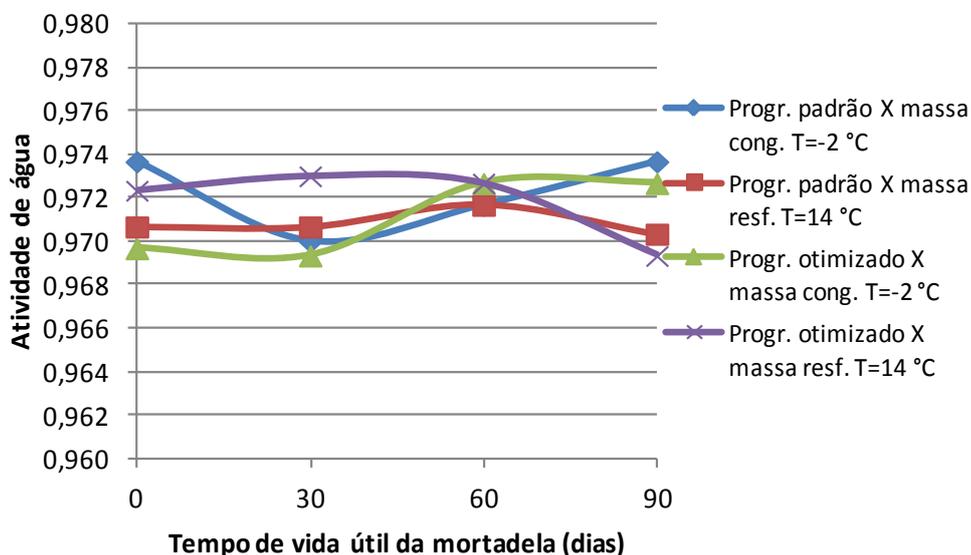
4.2 PERFIL DAS CARACTERÍSTICAS DAS MORTADELAS

4.2.1 Análise da atividade de água (A_w)

4.2.1.1 Análise da atividade de água (A_w) em mortadela suína

Segundo Yunes (2010), a cinética de muitas reações depende da atividade de água, tais como inativação de enzimas, a destruição de microrganismos, a reação de Maillard, a gelatinização do amido e a desnaturação de proteínas durante o cozimento, com isso a Figura 8 apresenta valores de atividade de água ao longo do tempo de vida útil, para cada tipo de tratamento das mortadelas suínas.

Figura 8: Perfil da atividade de água para cada tipo de tratamento em mortadela suína ao longo da vida de prateleira.



Conforme demonstrado na Figura 8, a faixa de variação de atividade de água entre os diferentes tratamentos e ao longo da vida de prateleira das mortadelas foi de 0,969 a 0,975. Através dos valores de A_w analisados, pode-se definir que a variação de A_w ao longo do tempo de vida útil é baixa para todos os tipos de tratamentos assim, os valores de A_w podem ser considerados normais e dentro dos padrões estabelecidos pela qualidade dos produtos da empresa.

Dinon e Devitte (2011), em seu estudo sobre a substituição parcial da gordura por carragena e pectina em mortadela, reportou que os valores da atividade de água se mantiveram estáveis durante a estocagem, não diferindo significativamente. A faixa de variação entre todas as formulações analisadas foi pequena, entre 0,968 e 0,973 e foi considerada padrão para este tipo de produto.

Para verificar se existem diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre os valores de atividade de água para os diferentes tipos de tratamentos nas mortadelas, aplicou-se a análise de variância (ANOVA), conforme resultados apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Análise de variância (ANOVA) da atividade de água em mortadela suína para os quatros tratamentos.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	Fcalc
Amostra (A)	3	5×10^{-6}	$1,7 \times 10^{-6}$	0,71
Resíduo (R)	12	$2,9 \times 10^{-6}$	$2,4 \times 10^{-6}$	
Total (T)	15	$3,4 \times 10^{-6}$		

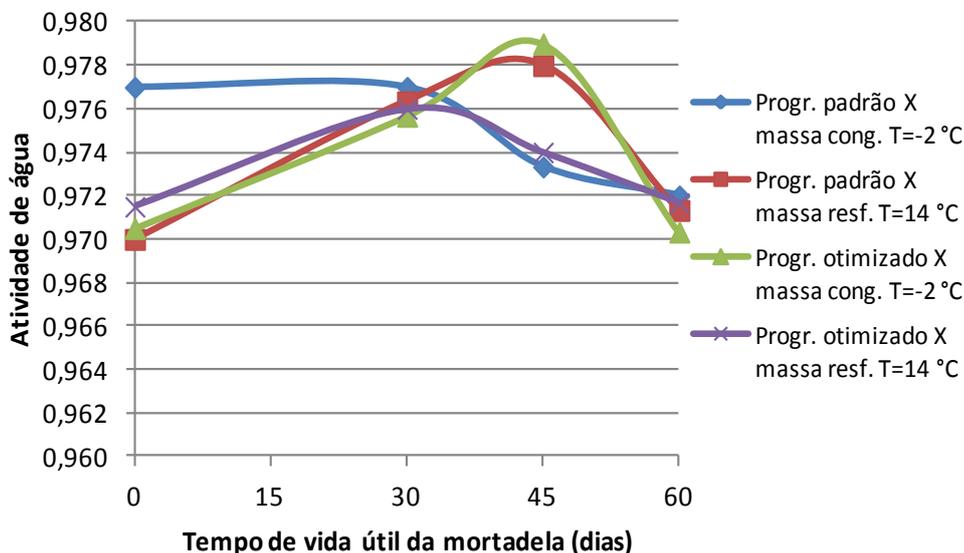
$$F_{3; 12; 0,05} = 3,49$$

Através da análise de variância, pode-se afirmar que estatisticamente não existe diferença ao nível de significância de 95% entre os valores de atividade de água para as mortadelas suínas que passaram pelos diferentes tratamentos, pois o valor de F calculado (0,71) é aproximadamente cinco vezes menor que o F tabelado (3,49).

4.2.1.1 Análise da atividade de água (A_w) em mortadela de frango

A quantidade de água presente no alimento pode afetar a estabilidade oxidativa dos lipídios (HAMILTON *et. al.*, 1983). Segundo Silva *et. al.*, (1999) a oxidação lipídica reduz o tempo de vida do produto e a qualidade nutritiva do mesmo. Com isso, a Figura 9 apresenta valores de atividade de água ao longo do tempo de vida útil, para cada tipo de tratamento das mortadelas de frango.

Figura 9: Perfil da atividade de água para cada tipo de tratamento em mortadela de frango ao longo da vida de prateleira.



Conforme demonstrado na Figura 9, a faixa de variação entre os diferentes tratamentos e ao longo da vida de prateleira das mortadelas foi de 0,970 a 0,979. Os valores encontrados para cada tipo de tratamento e ao longo da vida de prateleira podem ser considerados normais e dentro dos padrões estabelecidos pela qualidade dos produtos empresa.

Bortoluzzi (2009), em seu estudo sobre a aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango, reportou que os valores da atividade de água se mantiveram estáveis durante a estocagem, não diferindo significativamente, exceto a formulação controle, que apresentou aumento significativo nos primeiros 30 dias. A faixa de variação entre todas as formulações analisadas foi pequena, entre 0,976 e 0,986 e foi considerada normal para este tipo de produto.

Para verificar se existem diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre os valores de atividade de água para os diferentes tipos de tratamentos nas mortadelas de frango, foi realizada a análise de variância (ANOVA), conforme resultados apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Análise de variância (ANOVA) da atividade de água em mortadela de frango para os quatro tratamentos.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	Fcalc
Amostra (A)	3	5×10^{-6}	2×10^{-6}	0,15
Resíduo (R)	12	$1,3 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-5}$	
Total (T)	15	$1,3 \times 10^{-4}$		

$$F_{3; 12; 0,05} = 3,49$$

Através da análise de variância, pode-se afirmar que estatisticamente não existe diferença ao nível de significância de 95% entre os valores de atividade de água para as mortadelas que passaram pelos diferentes tratamentos, pois o valor de F calculado (0,15) é vinte e três vezes menor que o F tabelado (3,49).

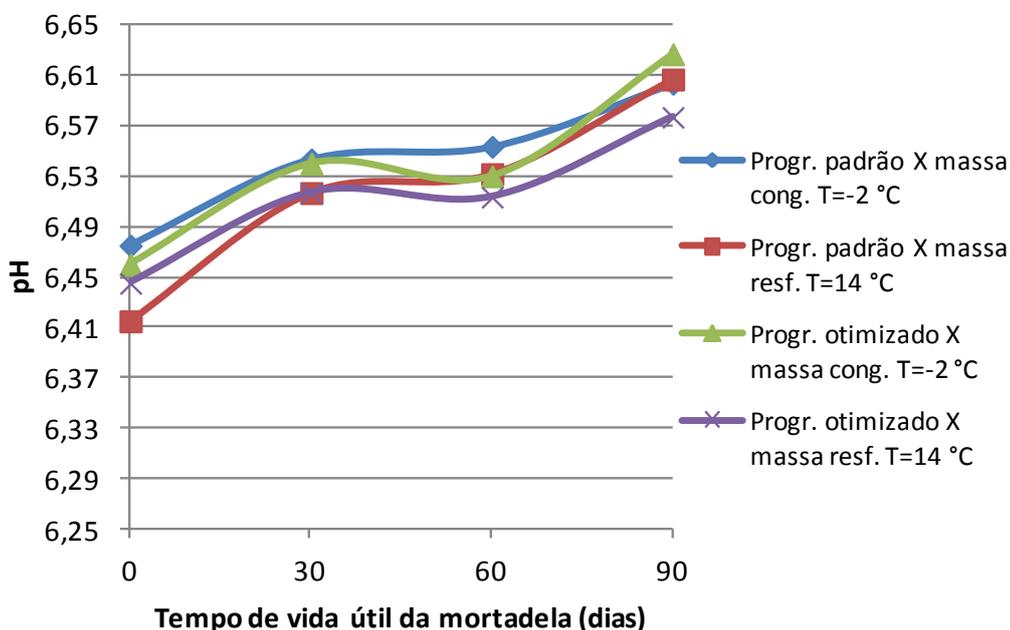
4.2.2 Análise do pH

4.2.2.1 Análise do pH em mortadela suína

O pH de um alimento não exerce apenas influência sobre a velocidade de multiplicação dos microrganismos, mas também interfere na qualidade dos alimentos, durante o armazenamento, tratamento térmico, dessecação, ou durante qualquer outro tipo de tratamento, ou seja, é também responsável direto pela deterioração de produtos alimentícios (SILVA, 2000).

A Figura 10 apresenta os valores de pH longo do tempo de vida útil, para cada tipo de tratamento das mortadelas suínas.

Figura 10: Perfil de pH para cada tipo de tratamento em mortadela suína ao da vida de prateleira.



Conforme demonstrado na Figura 10, a faixa de variação do pH entre os diferentes tratamentos e ao longo da vida de prateleira das mortadelas foi de 6,42 a 6,63. Os valores encontrados para cada tipo de tratamento e ao longo da vida de prateleira podem ser considerados normais e dentro dos padrões estabelecidos pela qualidade dos produtos da empresa.

Yunes (2010), em seu estudo sobre a substituição parcial da gordura animal por óleos vegetais em mortadela, avaliou que os valores de pH se mantiveram estáveis durante a estocagem, não diferindo significativamente. A faixa de variação entre todas as formulações analisadas foi pequena, entre 6,02 e 6,11 e foi considerada normal para este tipo de produto.

Para verificar se existem diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre os valores de pH para os diferentes tipos de tratamentos nas mortadelas suínas, foi realizado a análise de variância (ANOVA), conforme resultados apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Análise de variância (ANOVA) do pH em mortadela suína para os quatro tratamentos.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	F _{calc}
Amostra (A)	3	0,003	$9,5 \times 10^{-4}$	0,22
Resíduo (R)	12	0,050	0,004	
Total (T)	15	0,053		

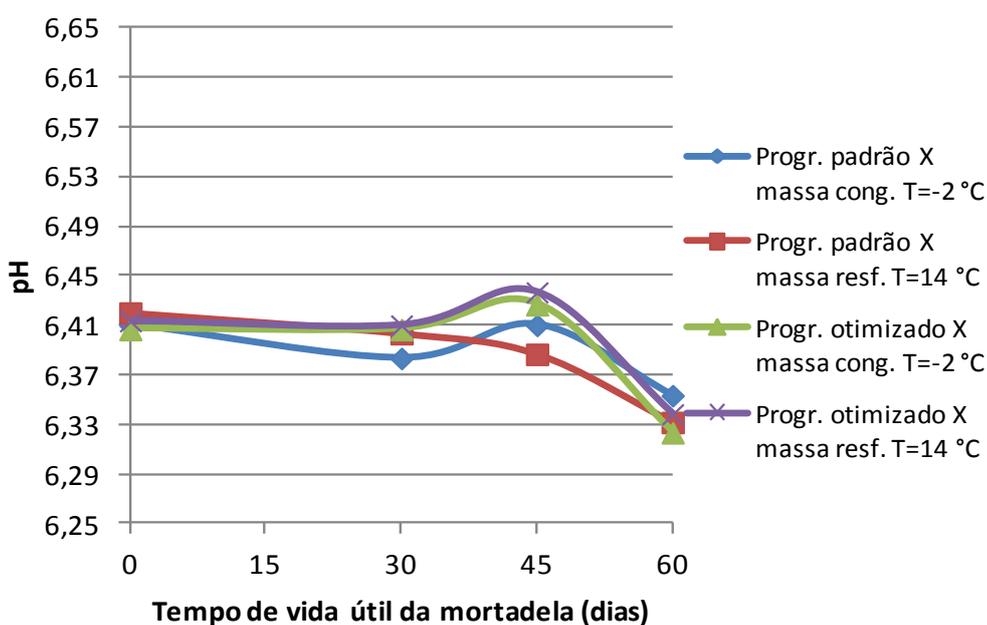
$$F_{3; 12; 0,05} = 3,49$$

Através da análise de variância, pode-se afirmar que estatisticamente não existe diferença ao nível de significância de 95% entre os valores de pH para as mortadelas suínas que passaram pelos diferentes tratamentos, pois o valor de F calculado (0,22) é dezesseis vezes menor que o F tabelado (3,49).

4.2.2.2 Análise do pH em mortadela de frango

A Figura 11 apresenta os valores de pH ao longo do tempo de vida útil, para cada tipo de tratamento das mortadelas de frango.

Figura 11: Perfil do pH para cada tipo de tratamento em mortadela de frango ao da vida de prateleira.



Conforme demonstrado na Figura 11, a faixa de variação do pH entre os diferentes tratamentos e ao longo da vida de prateleira das mortadelas de frango foi de 6,32 a 6,44. Os valores encontrados para cada tipo de tratamento e ao longo da vida de prateleira podem ser considerados normais e dentro dos padrões estabelecidos pela qualidade dos produtos da empresa.

Bortoluzzi (2009), em seu estudo sobre a aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango, reportou que os valores de pH apresentaram diferenças significativas durante o período de estocagem, até os 60 dias, para todos os tratamentos porém, a maior faixa de variação do pH obtida na formulação foi de 5,95 a 6,30.

Para verificar se existem diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre os valores de atividade de água para os diferentes tipos de tratamentos nas mortadelas, foi realizada a análise de variância (ANOVA), conforme resultados apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Análise de variância (ANOVA) do pH em mortadela de frango para os quatro tratamentos.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	F _{calc}
Amostra (A)	3	4 x10 ⁻⁴	1,4 x10 ⁻⁴	0,09
Resíduo (R)	12	0,018	0,0015	
Total (T)	15	0,019		

$$F_{3; 12; 0,05} = 3,49$$

Através da análise de variância, pode se afirmar que estatisticamente não existe diferença ao nível de significância de 95% entre os valores de pH para as mortadelas de frango que passaram pelos diferentes tratamentos, pois o valor de F calculado (0,09) é trinta e nove vezes menor que o F tabelado (3,49).

Comparando os resultados de pH nos diferentes tipos de tratamentos e ao longo da validade, entre as mortadelas produzidas com carne de frango e as mortadelas produzidas com carne suína, os mesmos foram diferentes. Isso ocorre principalmente, devido as diferenças existentes na composição entre a formulação da mortadela suína e a formulação da mortadela de frango (diferenças de quantidades e de tipos de ingredientes como os antioxidantes, acidulantes e estabilizantes para cada tipo de mortadela).

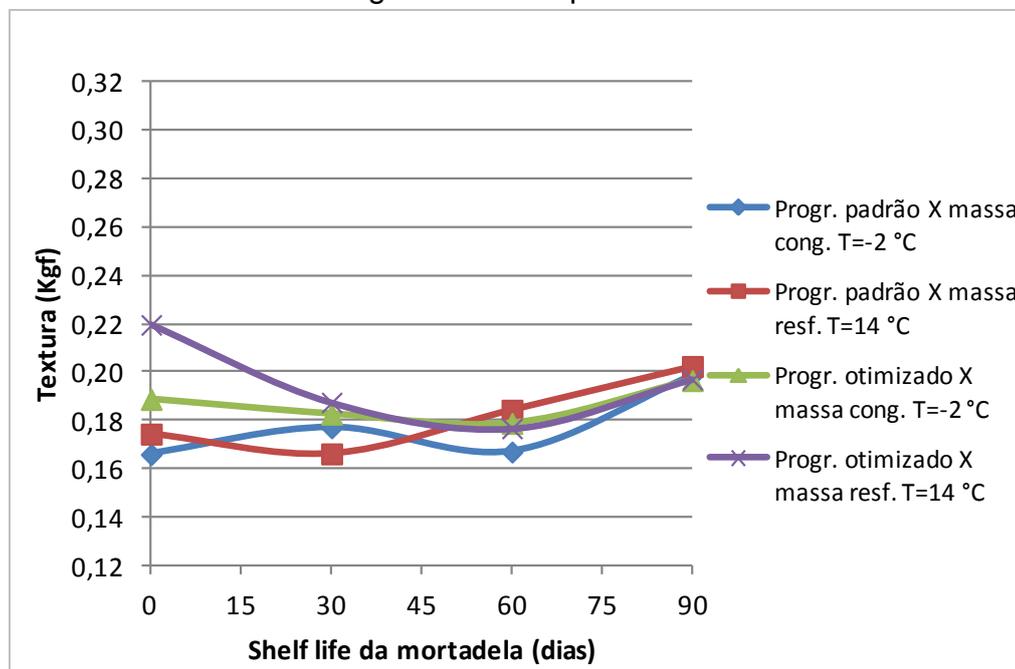
4.2.3 Análise da textura

4.2.3.1 Análise da textura em mortadela suína

A avaliação instrumental da textura é o método mais utilizado atualmente em pesquisas envolvendo produtos cárneos, onde os resultados da força de cisalhamento são expressos em Kilograma força - Kgf (HEINEMANN, 2002).

No setor de alimentos, a textura dos mesmos é de grande importância por avaliar a qualidade do produto, sendo parte inerente ao plano de controle de qualidade de uma indústria com base nisso, a Figura 12 apresenta os valores de textura ao longo do tempo de vida útil, para cada tipo de tratamento das mortadelas suínas.

Figura 12: Perfil da textura para cada tipo de tratamento em mortadela suína ao longo da vida de prateleira.



Conforme demonstrado na Figura 12, a faixa de variação da textura entre os diferentes tratamentos e ao longo da vida de prateleira das mortadelas suínas foi de 0,17 a 0,22 Kgf. O comportamento da textura ao longo do tempo de vida

útil e para cada tipo de tratamento esta dentro dos padrões estabelecidos pela qualidade dos produtos da empresa.

Ferreira (2006), em seu estudo sobre a substituição parcial da gordura por concentrados protéicos em linguiças de carne suína, analisou que os valores de textura para os diferentes tipos de formulações foram de 2,79 a 3,55 Kgf. O autor considera a faixa de variação entre todas as formulações analisadas, pequena e normal para este tipo de produto.

Reis e Soares (1996), em seu estudo sobre a fabricação de salame com carne suína e ovina analisou que os valores de textura para os diferentes tipos de formulações foram de 5,08 a 7,40 Kgf e concluiu que existe diferença significativa entre as formulações definidas.

Para verificar se existem diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre os valores de textura para os diferentes tipos de tratamentos nas mortadelas suínas, foi realizada a análise de variância (ANOVA), conforme resultados apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Análise de variância (ANOVA) da textura em mortadela suína para os quatros tratamentos.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	Fcalc
Amostra (A)	3	7×10^{-4}	$2,4 \times 10^{-4}$	1,10
Resíduo (R)	12	0,0026	$2,2 \times 10^{-4}$	
Total (T)	15	0,0033		

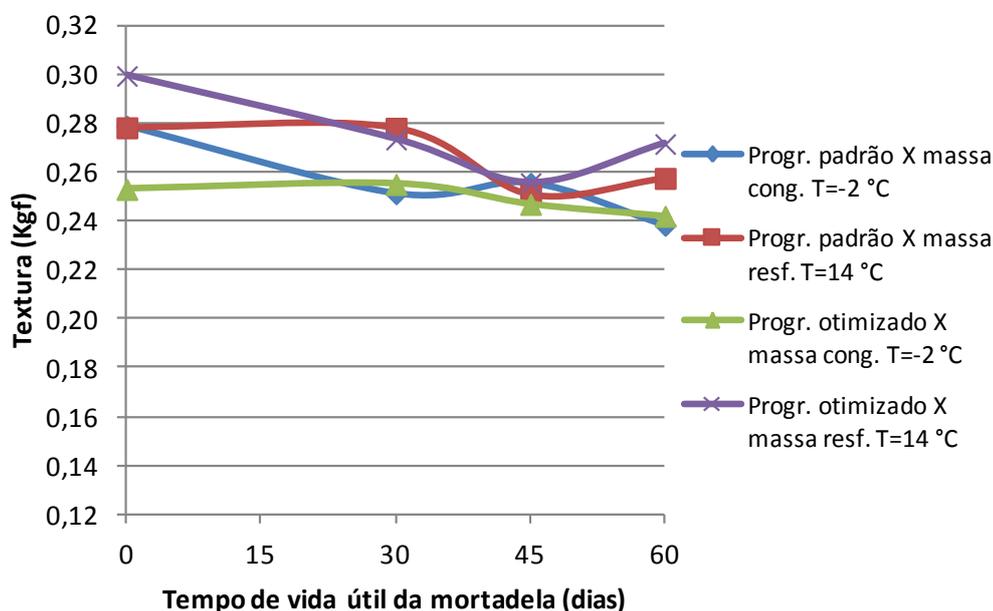
$$F_{3; 12; 0,05} = 3,49$$

Através da análise de variância, pode-se afirmar que estatisticamente não existe diferença ao nível de significância de 95% entre os valores de textura para as mortadelas suínas que passaram pelos diferentes tratamentos, pois o valor de F calculado (1,10) é três vezes menor que o F tabelado (3,49).

4.2.3.2 Análise da textura em mortadela de frango

A Figura 13 apresenta os valores de textura ao longo do tempo de vida útil, para cada tipo de tratamento das mortadelas de frango.

Figura 13: Perfil da textura para cada tipo de tratamento em mortadela de frango ao da vida de prateleira.



Conforme demonstrado na Figura 13, a faixa de variação da textura entre os diferentes tratamentos e ao longo da vida de prateleira dos mortadelas de frango foi de 0,24 a 0,30 Kgf. O comportamento da textura ao longo do tempo de vida útil e para cada tipo de tratamento esta dentro dos padrões estabelecidos pela qualidade dos produtos da empresa.

Em trabalhos realizados por Huffman apud Ferreira (2006), para a determinação da aceitação da maciez de carnes para consumidores, esses autores observaram que valores de força de cisalhamento inferiores a 4,1 Kgf podem assegurar a satisfação do consumidor a um nível de 98% de probabilidade.

Para verificar se existem diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre os valores de textura para os diferentes tipos de tratamentos nas mortadelas de frango, foi realizada a análise de variância (ANOVA), conforme resultados apresentados Tabela 12.

Tabela 12: Análise de variância (ANOVA) da textura em mortadela de frango para os quatro tratamentos.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	Fcalc
Amostra (A)	3	0,0015	$5,1 \times 10^{-4}$	2,43
Resíduo (R)	12	0,0025	$2,1 \times 10^{-4}$	
Total (T)	15	0,0041		

$$F_{3; 12; 0,05} = 3,49$$

Através da análise de variância, pode-se afirmar que estatisticamente não existe diferença ao nível de significância de 95% entre os valores de textura para as mortadelas de frango que passaram pelos diferentes tratamentos, pois o valor de F calculado (2,43) é menor que o F tabelado (3,49).

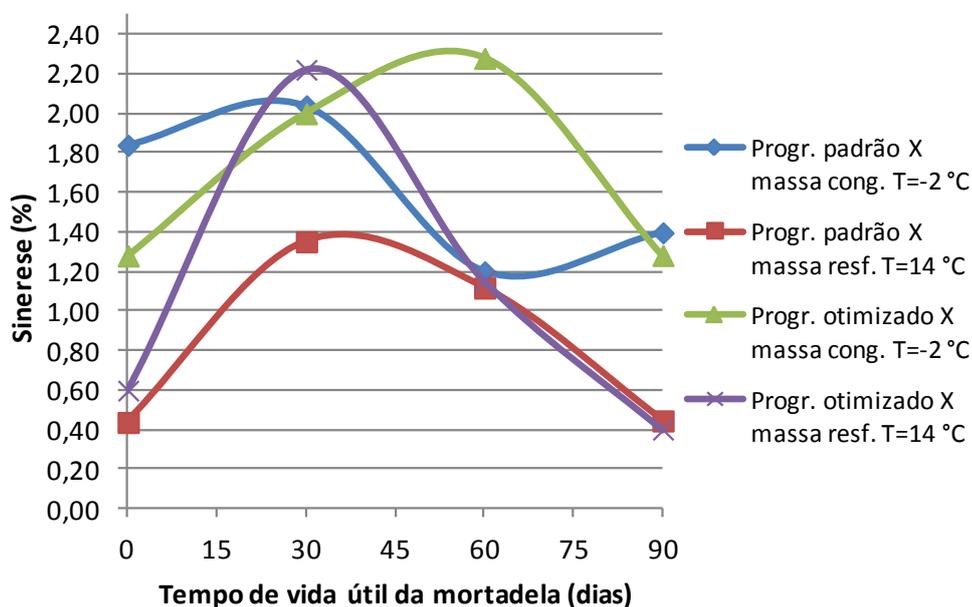
Comparando os resultados de textura nos diferentes tipos de tratamentos e ao longo da validade, entre as mortadelas produzidas com carne de frango e as mortadelas produzidas com carne suína, os valores de textura para a mortadela produzida com carne de frango são maiores. Isso ocorre devido a quantidade de proteína de soja, proteína de carne muscular e de amido ser maior na mortadela produzida com carne de frango em relação à mortadela produzida com carne suína.

4.2.4 Análise da sinerese

4.2.4.1 Análise da sinerese em mortadela suína

A Figura 14 apresenta os valores de sinerese ao longo do tempo de vida útil, para cada tipo de tratamento das mortadelas suínas.

Figura 14: Perfil da sinerese para cada tipo de tratamento em mortadela suína ao da vida de prateleira.



Conforme demonstrado na Figura 14, a faixa de variação da sinerese entre os diferentes tratamentos e ao longo da vida de prateleira das mortadelas suínas foi de 0,44 a 2,22 %. Os valores de sinerese para as mortadelas que passaram pelo processo de cozimento padrão tiveram uma oscilação menor quando comparados com as mortadelas que passaram pelo processo de cozimento otimizado porém, os valores encontrados para cada tipo de tratamento e ao longo da vida de prateleira podem ser considerados normais e dentro dos padrões estabelecidos pela qualidade dos produtos da empresa.

Prabhu apud Prestes (2008), em seu estudo referente aos efeitos da adição de proteína colágeno em presuntos suíno, analisou que os valores de sinerese para os diferentes tipos de formulações foram de 2,60 a 4,34% após duas semanas de produção. O autor conclui que a faixa de variação entre as formulações analisadas apresentaram diferença significativa em nível de 95% de significância.

Para verificar se existem diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre os valores de sinerese para os diferentes tipos de tratamentos nas mortadelas, realizou-se a análise de variância (ANOVA), conforme resultados apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Análise de variância (ANOVA) da sinerese em mortadela suína para os quatros tratamentos.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	Fcalc
Amostra (A)	3	2,101	0,70	2,16
Resíduo (R)	12	3,887	0,32	
Total (T)	15	5,988		

$$F_{3; 12; 0,05} = 3,49$$

Conforme discutido anteriormente, mesmo que os valores de sinerese para as mortadelas que passaram pelo processo de cozimento padrão apresentaram uma oscilação menor quando comparados com as mortadelas que passaram pelo processo de cozimento otimizado, através da análise de variância, pode-se afirmar que estatisticamente não existe diferença ao nível de significância de 95% entre os valores de sinerese para as mortadelas suínas que passaram pelos diferentes tratamentos, pois o valor de F calculado (2,16) é menor que o F tabelado (3,49).

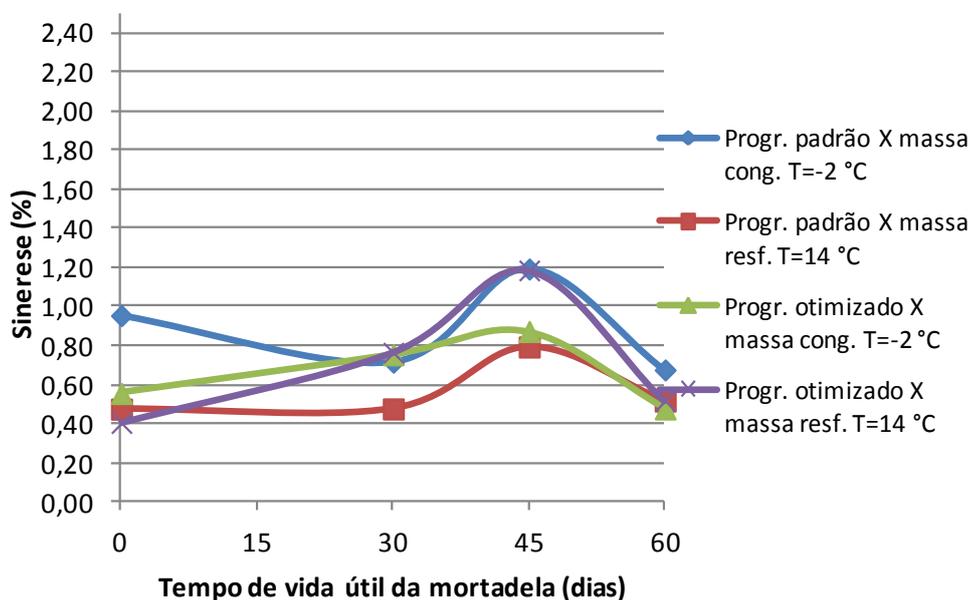
Com a análise de sinerese em mortadela podemos identificar se está ocorrendo quebra de emulsão que pode ser ocasionado devido aos diferentes tipos de tratamentos (cozimento e temperatura da massa da mortadela), ao longo da validade do produto (shelf life).

Para Prestes (2008), a sinerese em produtos industrializados como o presunto ocorre devido aos rearranjos das cadeias de amilose ao longo da shelf life, com isso há uma expulsão de água ligada às moléculas.

4.2.4.2 Análise da sinerese em mortadela de frango

A Figura 15 apresenta os valores de sinerese ao longo do tempo de vida útil, para cada tipo de tratamento das mortadelas de frango.

Figura 15: Perfil da sinerese para cada tipo de tratamento em mortadela de frango ao da vida de prateleira.



Conforme demonstrado na Figura 15, a faixa de variação de sinerese entre os diferentes tratamentos e ao longo da vida de prateleira das mortadelas de frango foi de 0,40 a 1,19%. O comportamento da sinerese ao longo do tempo de vida útil e para cada tipo de tratamento esta dentro dos padrões estabelecidos pela qualidade dos produtos da empresa.

Prestes (2011), em seu estudo referente aos efeitos da adição de colágeno na qualidade de presunto de frango, analisou que os valores de sinerese para os diferentes tipos de formulações foram de 1,15 a 4,62%. O autor conclui que a faixa de variação entre as formulações analisadas tem diferença significativa em nível de 95% de significância.

Para verificar se existem diferenças significativas com nível de 95% de confiança entre os valores de sinerese para os diferentes tipos de tratamentos nas mortadelas de frango, realizou-se a análise de variância (ANOVA), conforme resultados apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Análise de variância (ANOVA) da sinerese em mortadela de frango para os quatros tratamentos.

Fontes Variação	GL	SQ	SQM	Fcalc
Amostra (A)	3	0,214	0,071	1,22
Resíduo (R)	12	0,701	0,058	
Total (T)	15	0,915		

$$F_{3; 12; 0,05} = 3,49$$

Através da análise de variância, pode-se afirmar que estatisticamente não existe diferença ao nível de significância de 95% entre os valores de sinerese para as mortadelas de frango que passaram pelos diferentes tratamentos, pois o valor de F calculado (1,22) é duas vezes menor que o F tabelado (3,49).

O comportamento dos resultados na maioria dos quesitos de qualidade das mortadelas produzidas com carne de frango e suína, (pH, textura, atividade de água e sinerese) os mesmos foram diferentes ao longo da validade, isso ocorre principalmente devido a diferença existente na composição entre a formulação da mortadela suína com a formulação da mortadela de frango. Assim, a textura da mortadela de frango é maior que a mortadela suína, devido a quantidade de proteína de soja, proteína de carne muscular e de amido ser maior na mortadela de frango e a diferença entre o pH da mortadela de frango e a mortadela suína ocorre devido a diferença da quantidade e dos tipos de ingredientes como os antioxidantes, acidulantes e estabilizantes.

4.3 CÁLCULOS DE GANHOS EM OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE COZIMENTO

Para a obtenção dos valores de ganhos com a otimização do processo de cozimento de mortadelas foi realizado um levantamento da produção mensal, da quantidade de produto por bateladas que é introduzido no interior da estufa para passarem pelo processo de cozimento, o número mínimo de bateladas por mês, o tempo de cozimento utilizando o processo padrão e otimizado e o tempo total de

cozimento utilizando o processo padrão e otimizado. Conforme demonstra a Tabela 15.

Tabela 15: Dados obtidos para realização dos cálculos de ganhos com a otimização do processo de cozimento de mortadelas.

Dados	Valor
Produção de mortadelas (Kg/mês)	1.123.868
Quantidade de produto no interior da estufa (Kg/batelada)	4.800
Número mínimo de batelada/mês	235
Tempo para cozimento do produto utilizando processo padrão (minutos/batelada)	190
Tempo para cozimento do produto utilizando processo otimizado (minutos/batelada)	180
Tempo total de cozimento processo padrão (horas/mês)	744
Tempo total de cozimento processo otimizado (horas/mês)	705

Com os dados da Tabela anterior, a empresa obtém ganhos com a redução do tempo de cozimento, com a redução do consumo de energia elétrica e com o aumento na produção de mortadela, conforme mostrada a Tabela 16.

Tabela 16: Parâmetros e valores obtidos com a otimização do processo de cozimento de mortadelas.

Parâmetro	Valor
Diferença/Ganho em otimização do tempo de cozimento (horas/mês)	39,2
Ganho/produção de mortadela por mês (Kg/mês)	62.720
Ganho em redução com energia elétrica (Kwh/mês)	423
Ganho em redução com energia elétrica (R\$/mês)	164,97

Através da Tabela 16 pode-se verificar que, com a otimização do processo de cozimento de mortadela, a empresa obtém um ganho com a redução do consumo de energia elétrica de 423 Kwh/mês e pode obter um ganho com aumento de produção de mortadela de 62.720 Kg/mês.

A otimização do processo de cozimento foi realizada através de alterações da temperatura e do tempo de cozimento sem a necessidade de investimentos,

diferente de muitos processos de otimização onde, para que seja aplicado em nível industrial são necessários investimentos.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES

Com base nos resultados de Atividade de água, pH, sinerese e textura das mortadelas produzidas com carne suína e com carne de frango, que passaram pelo processo de cozimento padrão com as mortadelas que passaram pelo processo de cozimento cujo tempo foi reduzido, podemos concluir que não houve diferenças significativas em relação a qualidade das mortadelas mesmo passando por processos diferenciados (processo de cozimento padrão ou otimizado com temperaturas da massa no início do processo de cozimento, extremas). Com isso, independentemente das condições da temperatura inicial da massa das mortadelas, o processo de cozimento pode ser aplicado a nível industrial.

Todos os resultados, tanto para o processo de cozimento padrão como para o processo de cozimento otimizado, encontraram-se de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela da empresa.

Com a redução do tempo no processo de cozimento das mortadelas obtivemos ganhos com a redução do consumo de energia elétrica (164,97 reais) e principalmente, com a utilização do processo de cozimento otimizado e pode-se aumentar a produção de mortadelas em até 62.720 Kg/mês.

CAPÍTULO 6 – SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTUROS

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

- Otimizar ainda mais o processo de cozimento através do aumento da temperatura interna do processo de cozimento nas etapas iniciais e avaliar o comportamento da qualidade das mortadelas.
- Otimizar o processo de cozimento para as mortadelas de 0,5 e 1 Kg e avaliar o comportamento da qualidade das mortadelas.

CAPÍTULO 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº4, de 31 de março de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela**. Disponível em WWW.anvisa.gov.br. Acessado em: outubro de 2012.

BETANHO, C.; SHIMOKAMAKI, M.; OLIVO R. **Estabilidade das emulsões carneas**. Ver. Nac. carne, São Paulo, v.18, n.210, p.85-90,1994

BORTOLUZZI, C.R. **Aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango**. 2009, 112f. Tese de Doutorado (Doutorado em ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo – Faculdade de ciências farmacêuticas, São Paulo, 2009.

DINON, S.; DEVITTE, S. L. **Mortadela adicionada de fibras e com substituição parcial da gordura por carragena e pectina**. 2011, 47f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira, 2011.

DUAS RODAS CONDIMENTOS E ADITIVOS. **Apostila técnica duas rodas para frigoríficos**. Jaraguá do Sul, SC: Ed. Duas rodas, 1992.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo. Atheneu, 2ª Edição, 2001.

FERREIRA, A.C.B.; **Avaliação Físico-química e Sensorial de Linguiça de Carne Suína Produzida com Reduzido Teor de Gordura e Adicionada de Concentrados Protéicos**. 2006. 52f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2006.

FRIGORÍFICO. **A ascensão social da mortadela**, nº104, p 30-36, 2004.

GONÇALVES, J.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.

HAMILTON, R. J.; ROSSELL, J. B.; HUDSON, B. J. F.; LÖLIGER, J.; **Rancidity in Foods**; Londres: Applied Science Publishers LTD, 1983.

OLIVO, N. **Mercado mundial de carnes**. Criciúma, SC: Ed. do Autor, 2006. 140 p.

OLIVO, R. **O mundo do frango**: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC: Ed. do Autor, 2006. 680 p.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: no caminho da pesquisa**. Cocal do Sul, 2ª Edição. Editora: IMPRINT, 2002. 155p.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Emulsões Cárneas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. (Ed.). **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo, SP: Varela, 2006, cap. 9, p. 95-113.

PARDI, M. C.; SANTOS, I.F.; SUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Editora da UFG, Goiânia, v.II, 1996. P.593 – 1106.

PRESTES, R.C. **Avaliação da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido**. 2008, 133f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

PRESTES, R.C. **Efeitos da adição de colágeno na qualidade de presunto de frango**. 2011, 188f. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Erechim, 2011.

YUNES, J.F.F. **Avaliação dos efeitos da adição de óleos vegetais como substitutos de gordura animal em mortadela**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria – Faculdade de Tecnologia de Alimentos, Santa Maria, 2010.

RAMOS, E.M; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carne, fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 599 p.

REVISTA NACIONAL DA CARNE, nº330, p 128, 2004.

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

REIS, A.G.B.; SOARES, G.J.D. **Salame colonial com carne suína e ovina**. 1996. 6f. Artigo publicado na Revista Brasileira de AGROCIÊNCIA v.2 nº 2, 115-120 Mai.-Ago. 1998.

SANCHES, F.M. **Composição centesimal e quantificação de ácidos graxos em derivados de carnes**. 2010. 57f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

SANTOS, B.P. **Caracterização físico-química e sensorial dos apesuntados elaborados com carne suína proveniente da raça JSR, e acrescidos dos hidrocolóides: carragena, fécula de mandioca e maltodextrina**. 2005. 112f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná – Faculdade de Tecnologia de Alimentos, Curitiba, 2005.

SANTOS, R.E.V. **Avaliação física, química, microbiológica e nutricional de mortadelas formuladas com misturas de sangue suíno e concentrado**

protéico de soro de leite. 2007. 113f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa – Faculdade de Tecnologia de Alimentos, Viçosa, 2007.

SCHWEIGERT, B.S.; PRICE, J.F. **Ciência de La carne y de lós productos carnicos.** Zaragoza: Acribia S. A. 1994. 575 p.

SHIMOKOMAKI, M, et., al., **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes.** Varela, São Paulo, p. 18 à 21, 2006.

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, J.A. **Tópicos da tecnologia de alimentos.** São Paulo: Varela, 2000.
TERRA, N.N. **Apontamentos de tecnologia de carnes.** São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998. 216 p.

SILVA, M.O. **Otimização de um processo de cozimento de linguiça.** 2011, 57f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Erechim, 2011.