

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOS ALIMENTOS**

**PRODUÇÃO DE SALAME TIPO ITALIANO COM TEOR
DE SÓDIO REDUZIDO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Regina Alice Rech

Santa Maria, RS, Brasil.

2010

PRODUÇÃO DE SALAME TIPO ITALIANO COM TEOR DE SÓDIO REDUZIDO

por

Regina Alice Rech

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Nelcindo Nascimento Terra

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos
Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**PRODUÇÃO DE SALAME TIPO ITALIANO COM TEOR DE SÓDIO
REDUZIDO**

elaborado por

Regina Alice Rech

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Nelcindo Nascimento Terra, Dr.
(Presidente/Orientador)

Ernesto Hashime Kubota, Dr. (UFSM)

Nei Fronza, Dr. (IFET)

Santa Maria, 05 de fevereiro de 2010.

Dedico este trabalho às razões da minha vida,
meus filhos, Laura e Marco Antônio
e ao meu esposo, Marcelo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por todo o esforço e dedicação que tiveram com a minha educação, apesar das dificuldades, sem isso essa realização não seria possível.

Ao meu esposo Marcelo, pelo apoio e incentivo durante todos os momentos.

Aos meus filhos Laura e Marco Antônio, que foram privados da minha presença em muitos momentos, mas que sempre estão no meu pensamento e coração.

A Universidade Federal de Santa Maria, ao Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade em sequenciar minha formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. Nelcindo Nascimento Terra, agradeço pela orientação, e pela oportunidade de estudar e aprender com um profissional reconhecido na área de tecnologia de Carnes.

Aos colegas e amigos Eduardo Huber e Marcos Lodi, agradeço pela disponibilidade e apoio na realização deste trabalho.

Agradeço a todos os professores e funcionários do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos demais colegas da Pós-graduação pelos conhecimentos trocados e descontração.

A Empresa Sadia SA pela estrutura cedida, para a realização dos testes e análises relativas ao trabalho.

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

Muito obrigada!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

PRODUÇÃO DE SALAME TIPO ITALIANO COM TEOR DE SÓDIO REDUZIDO

AUTORA: Regina Alice Rech
ORIENTADOR: NELCINDO NASCIMENTO TERRA
CO-ORIENTADOR: LEADIR LUCY MARTINS FRIES
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 05 de fevereiro de 2010.

A adição de sal nos gêneros alimentícios tem ocorrido principalmente no setor de alimentos processados, em particular na indústria da carne. A relação entre a saúde e o consumo de alimentos tem sido demonstrada pela comunidade científica. Consumidores interessados na composição dos alimentos e no impacto na saúde têm sido a razão para o desenvolvimento de produtos competitivos com propriedades saudáveis. A redução de sódio nos produtos cárneos é um dos muitos focos da indústria da carne. Este trabalho teve como objetivo buscar alternativas de substituições ao sódio em Salame Tipo Italiano que pudessem caracterizá-lo como um produto com sódio reduzido, com aceitabilidade sensorial e sem comprometer os parâmetros previstos no Regulamento de Identidade e Qualidade e os parâmetros legais microbiológicos. O cloreto de sódio (NaCl) foi substituído parcialmente por cloreto de potássio (KCl) e por combinações de KCl com cloreto de cálcio (CaCl₂) e com sulfato de magnésio (MgSO₄) e ainda o nitrato de sódio (NaNO₃) foi substituído por nitrato de potássio (KNO₃) combinado ao KCl. Observou-se que em todos os tratamentos não houve comprometimento do processo tecnológico, nem dos parâmetros legais físico-químicos e microbiológicos. Porém, todos os tratamentos afetaram a qualidade sensorial que foi avaliada através dos atributos cor, odor, sabor e textura. Desses o mais afetado foi o sabor, seguido pelo odor. A análise estatística dos resultados demonstrou que a substituição de 40% do NaCl por KCl apesar de obter resultados sensoriais inferiores ao controle não obteve diferença significativa em nível de 5% em relação ao mesmo, podendo ser considerada como aceita. A análise dos minerais demonstrou que a redução de 40% do NaCl foi suficiente para atender informação nutricional complementar sobre a redução de sódio e classificar o produto como tendo sódio reduzido. A saudabilidade é uma tendência e a redução de sódio e de gordura nos alimentos são as prioridades, logo os consumidores terão que adaptar seus paladares a essas alterações considerando a busca pela saúde.

Palavras-chave: sódio reduzido, salame, saudabilidade, cloreto de sódio, cloreto de potássio.

ABSTRACT

Master's degree dissertation
Food Science and Technology Post-Degree Program
Universidade Federal de Santa Maria

ITALIAN SALAMI PRODUCTION WITH REDUCED SODIUM CONCENTRATION

AUTHOR: Regina Alice Rech
GUIDER: NELCINDO NASCIMENTO TERRA
CO-ORIENTADOR: LEADIR LUCY MARTINS FRIES
Date and Place of the Presentation: Santa Maria, February 05th, 2010.

Salt addition on types of food has been happening mainly on the processed food área, particularly on the meat industry. The relation between health and food consumption has been demonstrated by the scientific community. Consumers interested on food composition and on the impacts for health have been the reason for the development of competitive products with healthy properties. The sodium reduction on meat products is one of the many objectives of the meat industry. This paper has had as its objective to search for alternatives that may substitute sodium in Italian Salami that may feature it as a product with reduced sodium, with sensorial approval and without compromising the parameters in the Quality and Identity Rule Code and the microbiological legal ones. The sodium chloride (NaCl) was partially substituted by potassium chloride (KCl) and by combinations of KCl with calcium chloride (CaCl₂) and magnesium sulfate (MgSO₄). Also, the sodium nitrate (NaNO₃) was substituted by potassium nitrate (KNO₃) combined with KCl. It has been observed that in all procedures there weren't compromises of neither the technological process, nor the legal physicochemical microbiological parameters. However, all the procedures affected the sensorial quality, which has been evaluated by the attributes color, odor, flavor and texture. Among them the most affected one was flavor, followed by odor. The esthetic analysis of the results has shown that the substitution of 40% of NaCl by KCl, although obtaining inferior sensorial results to the control, has not obtained a significant difference, which levels at 5% related to it, being considered as accepted. The mineral analysis has shown that the 40% reduction of NaCl was enough to match additional nutritional information about sodium reduction and feature the product as having reduced sodium. The healthiness is a tendency and sodium and fat reduction on food are the priorities, soon consumers will have to adapt their taste to these changes, considering the search for health.

Keywords: reduced sodium, salami, healthiness, sodium chloride, potassium chloride, salt reduction.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Curva de queda do pH na etapa de fermentação dos salames controle e submetidos aos diferentes tratamentos.....	48
FIGURA 2 - Média das notas dos protótipos no teste de preferência (25 julgamentos).....	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Parâmetros microbiológicos legais para Salame Tipo Italiano.....	27
TABELA 2 - Parâmetros físico-químicos legais para Salame Tipo Italiano.....	28
TABELA 3 - Percentual de substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio, sulfato de magnésio, cloreto de cálcio e nitrato de sódio por nitrato de potássio nos diferentes protótipos de salame.....	35
TABELA 4 - Parâmetros Instrumentais do Equipamento.....	42
TABELA 5 - Codificação dos protótipos para o Teste Afetivo.....	45
TABELA 6 - Teores de umidade, proteína, gordura, carboidrato (%), aw e pH dos salames controle e submetidos aos diferentes tratamentos (Valores médios +/- desvio padrão – duas repetições).....	49
TABELA 7 – Resultados e percentual relativos aos minerais Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ e Mg ²⁺ nos salames controle e submetidos aos diferentes tratamentos (Valores médios +/- desvio padrão – duas repetições).....	50
TABELA 8 - Resultados de L*, a* e b* nos salames controle e submetidos aos diferentes tratamentos (Valores médios +/- desvio padrão – três repetições).....	51
TABELA 9 - Teste de Dunnett para o valor de L* dos salames.....	52
TABELA 10 - Teste de Dunnett para o valor de a* dos salames.....	53
TABELA 11 - Teste de Dunnett para o valor de b* dos salames.....	53
TABELA 12 - Contagem de bactérias lácticas homo e heterofermentativas (UFC/g) nos salames durante a fermentação (Valores médios – duas repetições).....	55
TABELA 13 - Resultados de Contagem de Coliformes a 45°C, Estafilococos Coagulase Positiva e Salmonella sp nos Salames controle e protótipos (Valores médios – duas repetições).....	56
TABELA 14 - Teste de Dunnett para o atributo Cor dos salames protótipos.....	58
TABELA 15 - Teste de Dunnett para o atributo Odor dos salames protótipos.....	58
TABELA 16 - Teste de Dunnett para o atributo Sabor dos salames protótipos.....	59
TABELA 17 - Teste de Dunnett para o atributo Textura dos salames protótipos..	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C – Graus Celsius

g – Grama

mg – Miligrama

mL – Mililitro

N – Normal

pH – Potencial Hidrogeniônico

μL – Microlitro

% - Porcentagem

UFC – Unidade Formadora de Colônia

aw – Atividade de Água

NaCl – Cloreto de Sódio

CaCl₂ – Cloreto de Cálcio

KCl – Cloreto de Potássio

MgSO₄ – Sulfato de Magnésio

NaNO₃ – Nitrato de Sódio

NaNO₂ – Nitrito de Sódio

KNO₃ – Nitrato de Potássio

MgCl – Cloreto de Magnésio

LiCl – Cloreto de Lítio

DFD – Dark, firm and dry (escura, firme e seca)

ISO – Sistema de Padronização da Qualidade

APPCC – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

ICC – Insuficiência Cardio Congestiva

AVC – Acidente Vascular Cerebral

DNA – Ácido Desoxirribonucléico

RNA – Ácido Ribonucléico

ATP – Adenosina Trifosfato

PCA – Plate Count Agar

CC – Coliform Count

EDTA – Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético

PCR – Reação em cadeia pela polimerase

UK – Ucrânia

USA – Estados Unidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Carnes	17
3.2 Embutido Carneio	18
3.3 Embutido Carneio Fermentado	19
3.4 Salames	21
3.5 Salame Tipo Italiano	22
3.5.1 Ingredientes Obrigatórios.....	23
3.5.1.1 Carne.....	23
3.5.1.2 Gordura.....	23
3.5.1.3 Sal (Cloreto de Sódio).....	23
3.5.1.4 Sais de Cura.....	24
3.5.2 Processo de Fabricação de Salame.....	25
3.5.2.1 Preparação da Massa.....	25
3.5.2.2 Embutimento.....	25
3.5.2.3 Maturação.....	26
3.5.2.3.1 Etapa de Fermentação.....	26
3.5.2.3.2 Etapa de Secagem.....	27
3.6 Sal: Paladar x Saúde	28
3.6.1 Sódio	30
3.6.2 Potássio.....	32
3.6.3 Cálcio.....	33
3.6.4 Magnésio.....	33
4 MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1 Material	35
4.1.1 Elaboração dos Salames	35
4.1.1.1 Formulação.....	35

4.1.1.2 Processo de Fabricação dos Salames.....	36
4.2 Métodos	37
4.2.1 Coleta das Amostras.....	37
4.2.2 Análises Físico-Químicas	37
4.2.2.1 Preparo das amostras para as Análises Físico-Químicas.....	37
4.2.2.2 Determinação do Percentual de Umidade por Dessecação	37
4.2.2.3 Determinação do Percentual de Proteína – Método Kjeldahl clássico.....	38
4.2.2.4 Determinação do Percentual de Gordura – Extração direta em Soxhlet...	39
4.2.2.5 Determinação do Percentual de Cinzas por Incineração.....	39
4.2.2.6 Determinação do Percentual de Carboidratos por Cálculo.....	40
4.2.2.7 Determinação da Atividade de Água.....	40
4.2.2.8 Determinação do pH.....	41
4.2.2.9 Determinação de Minerais (Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ e Mg ²⁺).....	41
4.2.2.10 Análise de Cor	42
4.2.3 Análises Microbiológicas	42
4.2.3.1 Preparo das Amostras para as Análises Microbiológicas.....	42
4.2.3.2 Contagem de Bactérias Lácticas Homofermentativas e Heterofermentativas através de Método Rápido (PetriFilm).....	43
4.2.3.3 Determinação da Contagem de Coliformes a 45°C nos Salames.....	43
4.2.3.4 Determinação de Estafilococos Coagulase Positiva nos Salames.....	43
4.2.3.4.1 Teste de Coagulase.....	43
4.2.3.5 Determinação de Salmonella sp.....	44
4.2.4 Análise Sensorial.....	44
4.2.4.1 Teste de Preferência.....	45
4.2.5 Análise Estatística.....	45
4.2.5.1 Teste de Dunnett.....	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 Resultado das Análises Físico-Químicas	47
5.1.1 Resultado de pH dos Salames na Etapa de Fermentação	47
5.1.2 Determinação de Umidade, Proteína, Gordura, Cinzas, Carboidratos (%), Atividade de Água e pH dos salames.....	48
5.1.3 Determinação do Percentual dos Minerais: Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ e Mg ²⁺ nos salames.....	50

5.1.4 Análise de Cor L*, a* e b*.....	51
5.1.5 Análise Estatística da Cor.....	51
5.1.5.1 Análise de Variância com fator único (ANOVA).....	51
5.1.5.2 Teste de Dunnett.....	52
5.2 Resultados das Análises Microbiológicas.....	54
5.2.1 Resultado da Contagem de Bactérias Lácticas Homofermentativas e Heterofermentativas nos Salames durante a Fermentação.....	54
5.2.2 Resultado da Contagem de Bactérias Patogênicas (Coliformes a 45°C, Estafilococos Coagulase Positiva e Salmonella sp) nos Salames.....	55
5.3 Resultados da Análise Sensorial.....	56
5.3.1 Resultado do Teste de Preferência.....	56
5.3.2 Análise Estatística da Avaliação Sensorial.....	57
5.3.2.1 Análise de Variância com fator duplo sem repetição (ANOVA).....	57
5.3.2.2 Teste de Dunnett.....	57
6 CONCLUSÕES.....	61
7 SUGESTÕES.....	62
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

A indústria da carne se diferencia da maioria das grandes indústrias modernas, e tem suas raízes nos tempos pré-históricos. Aparecem já nas mais antigas literaturas, referências tão casuais que é provável que certas práticas de conservação da carne fossem de conhecimento comum. Os nativos da América dessecavam a carne, as técnicas de defumação e salga eram conhecidas antes do tempo de Homero (no ano de 1000 a.C.); a elaboração de alguns tipos de embutidos era comum na Europa e na zona mediterrânea (PRICE, 1994).

Produtos cárneos ou carnes processadas são o resultado da necessidade de preservar carnes nos tempos antigos (VANDENDRIESSCHE, 2008).

Três diferentes, complementar e consecutivos períodos podem ser definidos na história dos produtos cárneos, em termos de realizações e oportunidades: a Qualidade, período que iniciou cerca de 15 anos atrás com a introdução das ISOs (Sistema de Padronização da Qualidade); a Segurança Alimentar, período que iniciou com a introdução da Análise dos Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC); e a Nutrição e Saúde, período que está apenas começando. Problemas de saúde global relacionados com a alimentação e indústria da carne são destaque. Sendo que na indústria da carne os níveis de gordura, sódio e qualidade da gordura são as principais prioridades (VANDENDRIESSCHE, 2008).

Durante anos a indústria de alimentos esteve focada em desenvolver alimentos livres de gordura ou com gordura reduzida e assim reformulou produtos para criar versões saudáveis e aceitas pelo consumidor. Muitas vezes o conteúdo de sódio foi aumentado para compensar a perda do paladar pela redução da gordura (CHAMPAGNE, 2009).

A carne, devido ao seu elevado valor nutricional, torna-se altamente sensível ao desenvolvimento de microrganismos que conduzem à sua deterioração. Além disso, a sua elevada quantidade de água livre e o favorável pH facilitam um ótimo crescimento para aqueles microrganismos. Os procedimentos tradicionais para preservação da carne são a secagem, salga e fermentação. Este último procedimento remonta aos babilônicos e chega até nós através dos salames (TERRA, 1998).

Os alimentos processados constituem a mais importante fonte de sódio na dieta da sociedade ocidental. Quando examinamos os rótulos dos alimentos nos supermercados é fácil entender e compreender como é difícil a tarefa de selecionar alimentos para consumidores comum. (TOLDRÁ, 2007).

Um grande número de produtos cárneos, particularmente os salames não são recomendados do ponto de vista de saúde para alguns grupos da população que precisam de baixos níveis de sal e gordura animal. Muitos esforços da indústria de carne são focados no desenvolvimento de novos produtos com melhores propriedades nutricionais. Cloreto de potássio (KCl), Cloreto de cálcio (CaCl_2) e/ou ascorbato de cálcio, entre outros, têm sido usados como substitutos de NaCl, originando produtos com qualidade sensorial aceitável, pequenas quantidades de sódio e sendo algumas vezes uma fonte significativa de potássio e cálcio (MUGUERZA, 2004).

A hipertensão é um dos maiores fatores de risco de doenças cardiovasculares, e sabe-se que pode estar relacionada com a ingestão de quantidades excessivas de sal na dieta (DESMOND, 2006).

Outra doença que pode estar relacionada a dietas com excesso de sódio é a osteoporose. O aumento de sódio na dieta está associado com altas excreções de cálcio na urina em homens e mulheres de todas as idades (COHEN, 2000).

Além disso, carnes e produtos cárneos não são fontes significativas de cálcio (VANDENDRIESSCHE, 2008).

Diferentes estratégias para a redução do sódio na dieta podem ser adotadas, entre elas: uma gradual redução do sal na dieta, uma vez que os receptores de sal rapidamente adaptam-se ao baixo sódio da dieta; uma progressiva substituição do sal por outros sais substitutos. O KCl é um substituto natural usado por muitas indústrias. Porém, seu uso é recomendado em adições de até 50%, pois pode ocasionar alterações sensoriais perceptíveis pelos consumidores sensíveis. Misturas com outros sais também podem ser usadas; educar os consumidores para usarem menos sal como parte de uma dieta saudável e como ler os rótulos e selecionar alimentos no supermercado; aumentar a ingestão de alimentos preparados em casa. Este é um caminho para o consumidor ter total controle para eliminar ou reduzir a adição de sal. (TOLDRÁ, 2007)

Com base em informações científicas, a indústria da carne e os consumidores começaram a se preocupar com a possível relação entre o sódio e a hipertensão.

Isso teve como consequência o aumento da demanda por variedades de produtos cárneos com redução de sal em muitos países. Na Irlanda e na Rússia, curados e carnes processadas contribuem com 20,5% e 20,8% respectivamente, para a ingestão humana de sódio. Similarmente, na Espanha produtos cárneos representam uma parte importante do total de sódio ingerido (20 – 30%). Por essa razão, a redução de sódio nos produtos cárneos, é de grande interesse do ponto de vista de saúde (GUÀRDIA, 2008).

Reduções de NaCl e/ou substituições parcial do sal por KCl, MgCl, LiCl, CaCl₂ e fosfatos têm sido testadas em diferentes concentrações por diversos autores analisando os efeitos na qualidade sensorial e estabilidade microbiológica de produtos cozidos, presunto curado e outras carnes processadas (MUGUERZA, 2004).

Em relação a salames, maiores dificuldades estão associadas com o desenvolvimento de produto com baixo sódio, em função da importância desse ingrediente na qualidade desses produtos, principalmente em relação à textura e estabilidade microbiológica dos mesmos. Por essa razão, há poucos estudos e bibliografia referenciando trabalhos em salames (MUGUERZA, 2004).

Dessa forma, o presente trabalho justifica-se pela crescente busca de produtos saudáveis, onde a redução de sódio é ponto crucial e indiscutível na área médica. O salame por tratar-se de um produto salgado por conceito, onde o sal tem um papel importante no processo tecnológico de fabricação aplicou-se perfeitamente a esse estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver alternativas para redução do sódio em um Salame Tipo Italiano e avaliar os efeitos dessas alternativas nas características físico-químicas, microbiológicas e principalmente sensoriais do produto.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar sais alternativos ao cloreto de sódio para aplicação em um Salame Tipo Italiano;
- Avaliar qual o percentual de substituição de sódio é mais aceito sensorialmente para o salame;
- Buscar uma formulação que atenda à Legislação Brasileira de um produto com sódio reduzido (redução de no mínimo 25% de sódio e diferença maior que 120mg por 100g em relação ao produto regular);
- Avaliar o impacto dessa formulação na atividade de água (a_w) e pH do produto.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Carne

A carne tem sido parte da dieta humana desde a pré-história com a aparição da caça. Posteriormente a criação de animais domésticos se converteu numa parte importante da agricultura. Apesar de que no mundo moderno estão se desenvolvendo culturas vegetarianas restritas, as limitações mais importantes para o consumo da carne ainda se devem a situação econômica (VARNAM, 1998).

A qualidade da carne para o processamento, depende entre outras coisas, da sua qualidade microbiológica. Isso significa ter uma baixa contagem microbiológica que se obtém com adequadas condições higiênicas durante o manejo e abate dos animais, durante o espostejamento e armazenamento da mesma. Anomalias na qualidade da carne diminuem sua aplicação para transformação em produtos cárneos (WIRTH, 1992).

Três componentes da carne são considerados substratos primários que influenciarão na qualidade desta matéria-prima para fins de processamento. São eles: umidade, gordura e proteína. A percentagem destes componentes, seu tipo e seu estado físico-químico influenciam importantes parâmetros de qualidade necessários à industrialização e determinarão a qualidade final dos produtos (SHIMOKOMAKI, 2006).

A composição centesimal da carne varia de acordo com a espécie, sexo, idade do animal, músculo de origem, teor de gordura e o tipo de corte comercial. De forma geral, uma carne considerada magra é composta por aproximadamente 70% de umidade, 20% de proteína, 9% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. Por sua vez uma carne considerada gorda apresenta aproximadamente 17% de proteína, 62% de umidade e pelo menos 15% de gordura (OLIVO, 2005).

A carne e seus derivados constam-se entre os alimentos que mais preocupam a humanidade, em razão dos riscos que oferecem. São tidas como capazes de provocar toxinfecções alimentares, diversas espécies dos gêneros *Salmonella* e *Shigella*, *Escherichia coli* enteropatogena, *Vibrio parahaemolyticus*, *Yersinia*

enterocolítica e *Streptococcus*. Estas enfermidades, causadas principalmente por representantes da família Enterobacteriaceae, habituais no intestino do homem e animais, estão sempre relacionadas com uma contaminação de origem fecal. Caracterizam-se, sobretudo, por fenômenos gastrointestinais (PARDI et al. 2001).

3.2 Embutido Carne

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

A industrialização da carne entre seus objetivos maiores visa aumentar a sua vida útil, desenvolver diferentes sabores e utilizar partes do animal de difícil comercialização quando no estado fresco (TERRA, 1998).

Embutido é um alimento que se prepara com carne picada e condimentada, proporcionando normalmente uma forma simétrica. A palavra embutido deriva do latim *salsus* que significa salgado ou carne conservada pela salga. A elaboração de um embutido iniciou com um simples processo de salga e secagem da carne para conservar a carne fresca que não podia ser consumida imediatamente. Assim os antepassados descobriram que esses produtos melhoravam com a adição de especiarias e outros condimentos. O produto era manuseado dentro de invólucros construídos com o trato intestinal de animais (PRICE, 1994).

Tem-se desenvolvido texturas e sabores específicos nas diferentes áreas geográficas. Muitos dos produtos conhecidos hoje, devem seus nomes aos locais de procedência. Na sua maior parte os embutidos produzidos hoje surgiram de precursores do velho mundo. Os embutidos cozidos surgiram no norte da Europa onde o clima era suficientemente frio para permitir sua conservação e armazenamento. Já os embutidos secos surgiram na Europa meridional onde os produtos mais estáveis em temperaturas moderadas eram mais apropriados (PRICE, 1994).

A demanda tem influenciado de forma significativa o desenvolvimento da indústria de embutidos. As melhorias nos métodos de resfriamentos, embalagem e distribuição tem possibilitado a inclusão de pequenos fabricantes locais nos grandes mercados. Periodicamente a indústria de alimentos sofre ataques com informações

que sugerem danos a saúde como conseqüência do consumo de embutidos (PRICE, 1994).

A elaboração de embutidos antes definida como uma arte, se baseia agora numa ciência altamente sofisticada. Cada dia surge novos conhecimentos desde a indústria, laboratórios governamentais e universidades. Além disso, as inovações também ocorrem na engenharia mecânica em todos os pontos do processo de produção, uma vez que a elaboração de embutidos é uma das áreas da indústria cárnea mais dinâmica (PRICE, 1994).

Os embutidos crus, curados e fermentados, como o salame, encaixam-se perfeitamente nas tendências atuais de consumo da população devido a sua facilidade de preparação (prontos para o consumo), facilidade de conservação, versatilidade de uso, individual ou como acompanhamento em preparações culinárias, caráter nutritivo e variadas formas de apresentação e sabor (MACEDO, 2005).

3.3 Embutido Cárneo Fermentado

Em tempos imemoriais o homem desconhecia os microorganismos, porém sabia que os alimentos, se não consumidos rapidamente, se deterioravam. Buscando evitar a perda desse alimento “excedente” foi levado a desenvolver diferentes formas de conservação. Através da observação, verificou-se que a vida útil da carne era prolongada toda vez em que era moída, misturada com sal e ervas aromáticas. Assim surgiram os embutidos, há 1500 a.C., com os produtos fermentados tendo como berço a área Mediterrânea, cujo o clima favorecia os processos fermentativos. Os microorganismos resultantes das contaminações das matérias-primas e ingredientes atuavam sobre os componentes da mistura cárnea produzindo, de forma lenta, um produto fermentado de qualidade muito irregular (SHIMOKOMAKI, 2006).

Os produtos cárneos fermentados são encontrados em muitas partes do mundo, embora a Europa seja a maior produtora e consumidora destes produtos (CAMPBELL-PLATT, 1995).

A fermentação cárnea é um processo dinâmico, caracterizada por contínuas alterações bioquímicas, biofísicas e microbiológicas, empregada há muitos anos

para a conservação da carne. Ultimamente tem-se tentado conhecer, monitorar e melhorar o processo visando à obtenção de produtos de qualidade superior (MACEDO, 2005).

Os alimentos fermentados são produtos preparados a partir da matéria-prima crua ou aquecida, os quais adquirem suas propriedades características através de um processo no qual microorganismos estão envolvidos. Em certos casos, as enzimas endógenas da matéria-prima desempenham função decisiva na obtenção de tais produtos (TERRA, 2004).

A preservação por fermentação é uma das mais antigas tecnologia de alimentos, e ainda continua tendo um importante papel na preservação de carnes em muitas partes do mundo. Esse processo pode ser relativamente simples, com mínimo envolvimento de microorganismos ou mais complexo envolvendo ingredientes específicos e culturas *starters* com controle das condições do ambiente (CAMPBELL-PLATT, 1995).

A preservação das carnes por fermentação dependem da interação de inúmeros fatores ambientais e microbiológicos, incluindo pH, atividade de água, potencial redox, presença de conservantes e a competição da microflora presente na carne (CAMPBELL-PLATT, 1995).

A tecnologia de preservação de carnes por meio da redução da atividade de água (*aw*) combinada com a redução do pH pode ser considerada a mais antiga tecnologia. A redução da *aw* pode ser obtida pela salga e/ou secagem. Historicamente, produtos eram secos pelo ar. A redução da *aw* pela salga era feita por imersão em salmoura ou pela cobertura da superfície da carne por cristais de sal. A fermentação foi desenvolvida, devido à carga de microorganismos presentes na carne. Pouco se conhecia sobre os processos de fermentação, imersão em salmoura ou secagem. O processamento da carne era considerado como uma arte, um ofício (VANDENDRIESSCHE, 2008).

De acordo com o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL, 1990), a biotecnologia aplicada a produtos cárneos concerne o uso de inóculos de bactérias para acelerar processos fermentativos, conferir melhor sabor e aroma, extensão da vida de prateleira e padronização. Também a utilização de barreiras físicas e químicas para impedir o crescimento de microorganismos deterioradores e patogênicos pode ser inserido no contexto.

Os embutidos cárneos fermentados são aqueles que sofrem uma rápida fermentação com posterior desidratação parcial, embutidos em envoltórios naturais ou artificiais, defumados ou não. Esses produtos dispensam refrigeração e possuem grande estabilidade quando comparados com outros produtos cárneos, obtidos pela combinação de diversos fatores que atuam como obstáculos ao crescimento microbiano indesejável (MACEDO, 2005).

Os embutidos fermentados se caracterizam por seu sabor forte e picante. São elaborados com carne de suíno, bovino ou mistura de ambos. O sabor picante e forte característico se produz como consequência da fermentação bacteriana, que dá lugar a ácido láctico e outros compostos. O pH dos embutidos fermentados varia entre 4,6 e 5,2 (PRICE, 1994).

Os embutidos fermentados podem ser classificados em secos e semi-secos. A formulação das carnes, o tamanho das partículas, a intensidade do sabor de defumado, a temperatura de estocagem e o tipo de tripa utilizada são variáveis que contribuem para a existência de uma ampla variedade de embutidos secos e semi-secos (PRICE, 1994).

Sal, nitrito, pH e controle da temperatura de fermentação são responsáveis pela segurança e qualidade dos produtos cárneos fermentados (RUUSUNEN, 2005).

3.4 Salame

Entende-se por Salame, o produto cárneo industrializado obtido de carne suína ou suína e bovina, adicionado de toucinho, ingredientes, embutido em envoltórios naturais e/ou artificiais, curado, fermentado, maturado, defumado ou não e dessecado. Sendo a presença de "mofos" característicos, considerada consequência natural do seu processo tecnológico de fabricação (BRASIL, 2000).

O salame, tradicional produto cárneo fermentado, teve a sua fabricação iniciada, em nosso país, com a imigração italiana, no sul do país, região onde encontraram como aliado um clima propício para a produção caseira que, com o passar do tempo, deu origem as pequenas fábricas. A característica estabilidade desses produtos fermentados era inicialmente dependente da fermentação natural da matéria-prima, o que reduzia os valores de pH do produto, impedindo que ocorresse o crescimento de microorganismos deteriorantes (TERRA, 2004).

Internacionalmente, os salames são classificados em dois grandes grupos de acordo com a tecnologia de fabricação e o pH final do produto. Os salames do norte da Europa são elaborados com carne bovina e suína, submetidos a uma fermentação de curta duração e rápido abaixamento de pH. Os salames do sul da Europa ou do Mediterrâneo apresentam em sua formulação, predominantemente carne suína. Sua fermentação é de longa duração, os valores de pH são sempre superiores a 5,0, os quais juntamente com a adição de especiarias, conferem ao produto aroma e sabor envolventes. O Salame Tipo Italiano fabricado no Brasil, enquadra-se no segundo grupo, pois é, predominantemente, obtido a partir de carne suína, maturado por um período aproximado de 30 dias, apresentando aroma e sabor suaves e pH em torno de 5,4 (MACEDO, 2005).

A produção de salames no Brasil compõe uma fatia significativa do mercado de produtos cárneos. Mudanças na busca de melhor qualidade, redução de custos e investimentos na tecnologia de produção foram percebidas pelo mercado consumidor brasileiro, que é responsável pela atual produção de 110 a 120 toneladas dia de salame (TERRA, 2004).

3.5 Salame Tipo Italiano

Entende-se por Salame Tipo Italiano, “o produto cárneo industrializado, elaborado de carnes suínas e bovinas, toucinho, adicionado de ingredientes, moído em granulometria média entre 6 e 9 mm, embutido em envoltórios naturais ou artificiais, curado, defumado ou não, fermentado, maturado e dessecado por tempo indicado pelo processo de fabricação”. Sendo a presença de “mofos” característicos, considerada consequência natural do seu processo tecnológico de fabricação (BRASIL, 2000).

Como requisitos legais, tem-se ingredientes obrigatórios que são, mínimo de 60% de carne suína, toucinho, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio. Ainda como ingredientes opcionais temos a carne bovina, leite em pó, açúcares, maltodextrinas, proteínas lácteas, aditivos intencionais, vinho, condimentos, aromas e especiarias, substâncias glazeantes como revestimento externo e o uso de cultivos iniciadores (starters) como coadjuvantes de tecnologia (BRASIL, 2000).

3.5.1 Ingredientes Obrigatórios

3.5.1.1 Carne

Na escolha da matéria-prima, prefere-se as carnes mais intensamente coradas de animais de maior idade, são, bem nutridos e descansados. A coloração escura do salame constitui um atributo importante de qualidade, devendo a esse fato o uso de carne bovina nas formulações, visto conter maior teor de mioglobina que a carne suína (MACEDO, 2005).

Os principais fatores que determinam se a carne é ou não adequada são a capacidade de retenção de água, o pH e a cor. Quando se usa carne suína o valor do pH deveria estar no intervalo de 5,6 – 6,0. Isso ajuda o início da fermentação e assegura o decréscimo adequado do pH. A carne escura, firme e seca (DFD) não é adequada, porém a carne pálida, branca e exsudativa pode ser usada na formulação de embutidos fermentados secos em até 20%, e possivelmente, níveis mais altos (VARNAM, 1998).

A carne deverá ser também de boa qualidade microbiológica para reduzir a competição no início da fermentação (VARNAM, 1998).

3.5.1.2 Gordura

A gordura é um ingrediente importante nos embutidos fermentados. A oxidação da gordura pode levar a rancidez e reduzir a vida útil dos embutidos. Portanto, é importante usar gordura que tenha alto ponto de fusão e que tenha um baixo conteúdo de ácidos graxos insaturados. A gordura dorsal de suínos é amplamente utilizada, já que possui um baixo conteúdo de ácidos poliinsaturados linolêico e linolênico que são muito propensos a auto-oxidação (VARNAM, 1998).

3.5.1.3 Sal (Cloreto de Sódio)

O sal é provavelmente o mais antigo aditivo utilizado pelo homem primitivo para conservação dos alimentos como carnes e peixes nas épocas de escassez (TOLDRÁ, 2007).

Hoje, o sal é extensivamente usado por muitas razões, como a preservação e extensão do *shelf life*, prevenção do crescimento de microrganismos, redução da atividade de água, controle da ação enzimática, facilidade para extração de certas proteínas, contribuição para uma fermentação desejável, aditivo para o sabor salgado e acentuar o flavor de produtos alimentícios (TOLDRÁ, 2007).

O sal é adicionado normalmente à massa de um embutido fermentado em uma concentração de 2,5 a 3,0%. Porém, existem alguns salames italianos que podem conter mais que 8% no produto dessecado. Este em combinação com nitrito de sódio numa concentração de até 150 ppm e o pH reduzido formam um poderoso sistema inibidor. O NaCl também intervém na solubilização das proteínas (VARNAM, 1998).

Apesar da sua contribuição com êxito na elaboração dos embutidos, o sal constitui um elemento indesejável. Favorece o desenvolvimento da rancificação da gordura, diminuindo assim a vida útil no armazenamento dos produtos. Isso se deve a ação de metais pesados presentes como impurezas no sal, assim como o efeito oxidante do sal por si mesmo (PRICE, 1994).

3.5.1.4 Sais de Cura

O nitrato de sódio (NaNO_3) e o nitrito de sódio (NaNO_2) são usados em carnes curadas há séculos. O nitrato não possui atividade antioxidante, mas torna-se funcional na redução para nitrito. As funções importantes do nitrito incluem a estabilização da cor, melhoramento da textura, desenvolvimento do *flavor* característico de produtos curados, eliminação do *flavor* de requeijado e atividade antimicrobiana (TERRA, 2004).

O nitrito é convertido na carne em ácido nitroso, o qual é reduzido a óxido nítrico. O óxido nítrico converte a mioglobina em mioglobina nitrosa, pigmento vermelho característico de produtos cárneos curados não cozidos. A adição de ácido ascórbico auxilia na formação do óxido nítrico e protege os pigmentos cárneos da oxidação (TERRA, 2004).

A atividade antimicrobiana do nitrito sobre o *Clostridium botulinum* ocorre não pela inibição do processo de conversão de esporo em célula vegetativa (que sintetiza a toxina botulínica), mas sim pela inibição da divisão posterior das células vegetativas para formar colônias. Para a geração de cor, a adição de 10 a 50 ppm

de nitrito é suficiente, porém para a inibição de microorganismos indesejáveis necessita-se de 150 a 200 ppm. O uso de quantidade mínima de 125 ppm de nitrito é recomendado para o efetivo controle de *Salmonella* no salame (MACEDO, 2005).

O nitrato é utilizado na produção de produtos fermentados com longo tempo de maturação em níveis de 200 a 600 ppm, embora essa última quantidade seja considerada excessiva. Quando se utiliza o nitrato é desejável também o uso de culturas starters que reduzam o nitrato a nitrito para assegurar quantidade suficiente de nitrito ao longo de todo o período de maturação do produto (MACEDO, 2005).

Conforme a legislação brasileira para o uso de aditivos em carnes e produtos cárneos o uso de nitrito de sódio e/ ou potássio fica limitado a 150ppm, enquanto que o uso exclusivo de nitrato de sódio e/ou potássio é de 300 ppm, ambos expressos como quantidade residual máxima de nitrito (BRASIL, 1998).

3.5.2 Processo de Fabricação de Salame

3.5.2.1 Preparação da Massa

Os embutidos secos e semi-secos não são produtos tipo emulsão. Classificam-se melhor como misturas. A moagem da carne até atingir o tamanho de partículas desejado é muito importante para as características básicas de muitos embutidos (PRICE, 1994).

As carnes devem ser mantidas muito frias durante o processo de moagem e embutimento. As carnes magras devem estar de -1 a -2 °C e as gorduras -2 a -3 °C. Essas temperaturas asseguram a “limpeza” no corte e minimizam o esmagamento da gordura. O esmagamento da gordura interfere na secagem do embutido e ocasionam um aspecto desagradável no produto final (PRICE, 1994).

Nos embutidos secos e semi-secos não é desejável a extração de proteínas miofibrilares durante a moagem e mistura (PRICE, 1994).

3.5.2.2 Embutimento

A massa é embutida em tripa que pode ser natural ou artificial (fibra de colágeno). Independentemente do tipo de tripa deve permitir a saída da água, permitir a penetração da defumação (quando usada) e permitir a retração durante a

secagem. Deve-se ter cuidado no embutimento para que a tripa seja embutida adequadamente para evitar defeitos de qualidade. A massa deve manter-se de 0 a 1 °C durante o embutimento para reduzir ao máximo o esmagamento da gordura (VARNAM, 1998).

3.5.2.3 Maturação

A fabricação de salames ocorre em duas fases: na primeira, há a fermentação com a ocorrência simultânea, de acidificação e formação de cor durante sete dias; a segunda fase consiste na desidratação como decorrência da fermentação, por vinte e três dias. Ao final desse período, o salame tipo Italiano deverá apresentar pH entre 5,2 e 5,4 e atividade de água igual a 0,87, caracterizando a finalização do processo. Ambas as fases ocorrem na câmara de maturação sob condições de umidade relativa, temperatura e velocidade do ar controladas (TERRA, 2004).

3.5.2.3.1 Etapa de Fermentação

Como na produção de outros alimentos fermentados, as bactérias lácticas possuem um papel chave. Os *Pediococcus*, as espécies homofermentativas de *Lactobacillus*, e num grau menor, os *Lactococcus* são de primordial importância. As bactérias lácticas heterofermentativas não são desejáveis devido à produção de gás e compostos de sabor atípicos, e no caso de algumas espécies de *Leuconostoc*, formação de limo (VARNAM, 1998).

O papel fundamental das bactérias lácticas é a produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico, a partir de carboidratos. Isso diminui o pH e contribui para a inibição de microorganismos indesejáveis. O decréscimo do pH é também um fator importante na redução da capacidade de retenção de água nas proteínas e assim assegura que a secagem se realize corretamente (VARNAM, 1998).

Espécies de *Micrococcus* e *Staphylococcus* coagulase negativo são importantes em alguns tipos de embutidos fermentados para redução do nitrato a nitrito. Além disso, essas bactérias são importantes fontes de enzimas lipolíticas e proteolíticas durante a maturação (VARNAM, 1998).

A utilização de culturas starters torna-se essencial não somente para o controle de microorganismos deteriorantes e patogênicos, como muito

especialmente para refinar o sabor, aroma e textura. Os microorganismos usados como cultivos iniciadores (starters) podem ser agrupados em dois grandes grupos: bactérias ácido lácticas responsáveis, principalmente, pelo processo de acidificação e os microorganismos ditos flavorizantes ligados a coloração, aroma e sabor do embutido fermentado. O primeiro grupo é formado pelos *Lactobacillus* e *Pediococcus*, enquanto que o segundo é por componentes das Micrococcaceae tais como *Staphylococcus xylosum* e *Staphylococcus carnosus* (SHIMOKOMAKI, 2005).

A fermentação é a fase maior do processo de cura dos salames, pois é o momento em que ocorre a maioria das transformações físicas, bioquímicas e microbiológicas. Essas mudanças são influenciadas pelas características das matérias-primas, do processo e estarão presentes nas propriedades organolépticas do produto final (flavor, cor e textura), como também na conservabilidade e segurança do embutido fermentado (SHIMOKOMAKI, 2005).

O controle das bactérias patogênicas em salames é definido pelo Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológico para Alimentos - Grupo 5I, estabelecendo limites máximos conforme a Tabela 1 (BRASIL, 2001).

Tabela 1 - Parâmetros microbiológicos legais para Salame Tipo Italiano

Microorganismo	Limite (máx.)
Coliformes a 45°C (UFC/g)	1,00E+03
Estafilococos Coagulase Positiva (UFC/g)	5,00E+03
Salmonella sp (em 25g)	Ausência

Fonte: Brasil, 2001

As transformações que ocorrem na fermentação podem ser resumidas nas seguintes etapas: alteração na microflora inicial, decréscimo nos valores do pH, redução do nitrato para a formação da mioglobina nitrosa, solubilização e geleificação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, proteólise, lipólise e fenômenos oxidativos, além da desidratação (SHIMOKOMAKI, 2005).

3.5.2.3.2 Etapa de Secagem

A intensidade da secagem varia consideravelmente e é um fator importante na determinação das propriedades físico-químicas e organolépticas do embutido, assim como sua estabilidade durante o armazenamento. No caso dos embutidos

secos , que não são submetidos a tratamento térmico , a secagem é um ponto crítico de controle com respeito à *Trichinella* (VARNAM, 1998).

As propriedades físico-química dos Salames Tipo Italiano são definidas pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade, sendo seus parâmetros definidos conforme a Tabela 2 (BRASIL, 2000).

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos legais para Salame Tipo Italiano

	%
Umidade (máx.)	35
Proteína (min.)	25
Gordura (máx.)	32
Carboidratos (máx.)	4
aw (máx.)	0,90

* Fonte: Brasil, 2000.

A secagem dos embutidos secos é um processo longo, a duração está determinada ao menos parcialmente pelo diâmetro do embutido. A secagem se realiza a baixas temperaturas, estando à temperatura final normalmente no intervalo de 12 a 15 °C. A umidade relativa diminui progressivamente e normalmente se mantém aproximadamente 10% abaixo do embutido (VARNAM, 1998).

O processo de secagem dos salames inicia-se durante a fermentação pela redução do pH da carne para valores inferiores a 5,3, ocorrendo a coagulação das proteínas miofibrilares com conseqüente liberação de água (MACEDO, 2005).

Durante a secagem, os embutidos perdem de 30 a 40% de seu peso inicial, sendo importante que a perda de umidade seja gradual, a fim de evitar a formação de rugosidades, ressecamento excessivo da superfície e desprendimento da tripa. A crosta ressecada no produto impede a saída de água de seu interior, tornando o embutido muito “macio” principalmente aqueles com maior calibre, podendo causar prejuízo a sua conservação (MACEDO, 2005).

3.6 Sal: Paladar x Saúde

A grande quantidade de sal atualmente consumida tem origem principalmente nas indústrias de alimentos processados (GUARDIA, 2008).

O sal tem tradicionalmente sido usado como conservante. Entretanto propriedades funcionais e considerações nutricionais começaram a ser agora mais importantes no processamento de alimentos (KATSIARI,1998).

O sal na dieta é essencial para uma vida saudável, mas assim como outros componentes da dieta, em grande quantidade pode ser prejudicial (PHELPS, 2006).

O sal é necessário durante o processamento de carnes para induzir mudanças estruturais através de interações eletrostáticas entre a proteína do músculo e o sódio e íons cloretos. A redução da concentração de sal leva ao decréscimo da extração e solubilização das proteínas miofibrilares, afetando a funcionalidade do sistema da carne (TOTOSAUS, 2009).

O maior problema para a indústria de alimentos é que o paladar “limpo” do cloreto de sódio é único, sendo a sua substituição limitada quando comparada com outros ingredientes (PHELPS, 2006).

O flavor dos alimentos é importante na constituição dos mesmos como determinante na apreciação, aceitação e preferência. A percepção do flavor é considerada uma interação entre simultâneas percepções sensoriais incluindo paladar e odor (LAWRENCE, 2009).

A redução no conteúdo de sal dos alimentos sem ocasionar mudanças na aceitação do consumidor é um importante desafio para indústria de alimentos. Uma das principais conseqüências da redução de sal nos alimentos ocorre nas características sensoriais, uma vez que o cloreto de sódio está presente em quantidades significativas em produtos como pães, sopas queijos e embutidos cárneos (LAWRENCE, 2009).

Poucas informações existem sobre a aceitação e atitudes dos consumidores em relação a redução do sal em salames e a criticidade dos parâmetros sensoriais que podem levar a rejeição pelos consumidores (GUARDIA, 2008).

O cloreto de sódio é um ingrediente essencial em produtos cárneos curados e secos pois ele diminui a atividade de água e contribui para capacidade de retenção de água, cor e flavor (COMAPOSADA, 2007)

A redução do sal em salames deve ser acompanhada pelo monitoramento do pH. Mínimo de 2,25% de NaCl são citados como necessário para evitar efeitos indesejados na textura e flavor dos salames. O controle do fator microbiológico é muito importante, a redução de sal em salames está limitada por restrição de segurança alimentar ou restrição tecnológica.

3.6.1 Sódio

Cloreto de sódio é o mais abundante sal ocorrendo naturalmente em alimentos e a principal fonte de sódio na dieta humana (GUARDIA, 2008).

Segundo o INSTITUTO DE METABOLISMO E NUTRIÇÃO (2005) o sódio é o maior cátion do fluído extracelular e um dos principais minerais do plasma. O equilíbrio salino é mantido em níveis normais através de uma gama de ingestões. Porém, isso não ocorre em indivíduos susceptíveis, onde uma dieta excessiva de sódio deixa de ser bem regulada. Essa ingestão contribui para o aumento de líquido e eleva a pressão arterial para níveis que podem representar um perigo a saúde. A hipertensão é um importante fator de risco para AVC, coronariopatia, insuficiência cardíaca congestiva (ICC), infarto agudo do miocárdio, vasculopatia periférica e insuficiência renal.

De acordo com recentes pesquisas científicas, existe um significativo setor da população hipertensa que é sensível ao sódio presente na dieta, que exerce significativo aumento na pressão arterial com riscos de ataques cardíacos (TOLDRÁ, 2007).

A ingestão de potássio, cálcio e magnésio atenuam o efeito hipertensivo ocasionado pelo excesso de sal (KARPPANEN, 2006).

Baseado em informações científicas, a indústria da carne e os consumidores estão cada vez mais cientes da relação entre sódio e a hipertensão, e conseqüentemente, a necessidade de demanda de produtos cárneos com redução de sódio em muitos países tem aumentado (GUARDIA, 2008).

O aumento da ingestão de sódio ocasiona aumento da perda de cálcio na urina podendo contribuir para aumento da osteoporose.

O mínimo que um adulto requer diariamente de sódio é 200mg (0,5g de NaCl), mas a ingestão total diária para a maioria das pessoas em países desenvolvidos é de 4 – 5g (10 a 12gde NaCl). A ingestão de sódio de 1100 – 3300mg (2,8 a 8,3g de NaCl) por dia tem sido recomendado como seguro e adequado para adultos (KATSIARI, 1998).

A Organização Mundial da Saúde atualmente recomenda uma ingestão de sal de 5g por dia (LAWRENCE, 2009).

Na Irlanda e UK, carnes curadas e processadas contribuem com 20,5% e 20,8%, respectivamente para ingestão humana de sódio. Nos USA carnes e produtos cárneos contribuem com 21% da ingestão de sódio (DESMOND, 2006).

Similarmente na Espanha, produtos cárneos representam uma importante parte do total de sódio ingerido (20-30%) como resultado do grande consumo. Por essa razão, a redução do sódio em produtos cárneos pode ser de grande interesse do ponto de vista da saúde (GUARDIA, 2008).

A informação nutricional complementar sobre a redução de sódio num alimento deverá seguir as seguintes condições num produto pronto para o consumo:

Baixo Sódio - Máximo de 120 mg sódio / 100 g (sólidos)

Máximo de 120 mg sódio / 100 ml (líquidos)

Muito Baixo Sódio - Máximo de 40 mg sódio / 100 g (sólidos)

Máximo de 40 mg sódio / 100 ml (líquidos)

Não contém Sódio - Máximo de 5 mg sódio / 100 g (sólidos)

Máximo de 5 mg sódio / 100 ml (líquidos)

Sódio Reduzido - redução de no mínimo 25% em sódio e diferença de maior que 120mg/ml por 100g/ml do alimento sólido/líquido quando comparado com a versão regular do produto (BRASIL, 1998).

A redução do sódio em produtos cárneos é possível de acordo com o ponto de vista tecnológico e sensorial (GUARDIA, 2008).

As dietas atualmente possuem níveis altos de sódio, enquanto que potássio, cálcio e magnésio a ingestão é baixa se comparada aos níveis da composição de dietas com alimentos naturais (não processados) (GRACÍAS-GRACÍAS, 2008).

Em carnes processadas outras fontes de sódio são utilizadas, porém sem quantidades significativas: ascorbato de sódio, lactato de sódio, acetato de sódio, citrato de sódio, fosfato de sódio e glutamato de sódio. A redução de sódio nos produtos cárneos pode ser feita substituindo NaCl, por outros sais como KCl e MgCl₂. A substituição de Na⁺ por K⁺ ou Mg²⁺ é limitada pela introdução de sabor amargo. Melhores resultados são obtidos quando misturamos diferentes sais minerais (VANDENDRIESSCHE, 2008).

Um possível caminho para a redução global de sódio, é a parcial ou total substituição do NaCl por outros sais cloretos (KCl, CaCl₂, MgCl₂) ou por não cloretos como fosfatos. Entretanto, essas substituições levantam várias questões como possível redução do sabor salgado, possível introdução de sabores metálicos,

amargos e adstringentes, anomalias na cor e textura, a ação de diferentes cátions na atividade enzimática durante o processo de cura e secagem e a falta de quantidade de sal necessária para obter um produto seguro em termos de estabilidade microbiológica (ALINO, 2009).

3.6.2 Potássio

O potássio e o sódio possuem efeitos contrários sobre a pressão arterial e ambos são importantes para a manutenção do equilíbrio. Até recentemente a população consumia baixos níveis de sódio e altos níveis de potássio. Entretanto o aumento do consumo de alimentos processados tem reduzido a ingestão de potássio combinada com a redução da ingestão de frutas e vegetais, contribuindo ainda mais para essa redução. (HE, 2001)

O balanço entre sódio e potássio para as funções do organismo, melhorando o balanço dos fluidos e as transmissões dos nervos e impulsos musculares. (TOLDRÁ, 2007).

Vários estudos têm indicado que o aumento da ingestão de potássio via dieta, pode exercer efeito protetor em indivíduos com indução a hipertensão pelo sódio, redução do cálcio excretado na urina e um efeito protetor da estrutura óssea (KATSIARI, 2001).

O KCl, tem propriedades funcionais similares ao NaCl, porém a sua adição em produtos cárneos ainda é limitada devido ao sabor amargo (GUÀRDIA, 2008).

As associações entre NaCl e KCl em blends são de uso comum nas indústrias de alimentos porém normalmente não ultrapassam a proporção de 50:50 em função principalmente de alterações sensoriais (PHELPS, 2006).

O uso de misturas de sais, usualmente NaCl e KCl podem ajudar na redução da ingestão de sódio. Essa prática tem o benefício da redução do sódio e seus efeitos na pressão arterial e ainda a ação benéfica do potássio que atua de forma contrária ao sódio (GUARDÍA-GUARDÍA, 2008).

Muitos estudos tem indicado que o aumento da ingestão de potássio via dieta pode exercer efeito protetor em indivíduos com indução a hipertensão pelo sódio, redução da excreção de cálcio na urina, e efeito protetor aos ossos (ALINO, 2009).

3.6.3 Cálcio

O cálcio é essencial para a manutenção da saúde corporal total. O corpo precisa dele todos os dias e não apenas para manter os ossos e dentes fortes ao longo do tempo de vida, mas para garantir o bom funcionamento dos músculos e nervos. Ele ainda ajuda a coagular o sangue (CALCIUMINFO, 2008).

O cálcio tem função importante na pressão sanguínea, contração de músculos e densidade óssea. O consumo adequado de alimentos ricos em cálcio é importante para todas as idades, especialmente durante períodos de crescimento rápido como a adolescência e na menopausa. A fortificação de alimentos com cálcio promove uma excelente oportunidade para aumentar a ingestão de cálcio na dieta (GIMENO, 2001).

O processamento de produtos cárneos pode proporcionar uma importante oportunidade de suplementação de cálcio em produtos consumidos por pessoas de todas as idades. Carbonato de cálcio, complexo citrato-malato de cálcio, lactato de cálcio e cloreto de cálcio tem sido propostas como uma fonte de cálcio para produtos cárneos (GIMENO, 2001).

3.6.4 Magnésio

É um elemento químico essencial para o homem. A maior parte do magnésio no organismo é encontrada nos ossos e, seus íons desempenham papéis de importância na atividade de muitas coenzimas e, em reações que dependem da ATP. Também exerce um papel estrutural, o íon de Mg^{2+} tem uma função estabilizadora para a estrutura de cadeias de DNA e RNA (WIKIPÉDIA, 2008).

O sulfato de magnésio ou sulfato magnésico, de nome comum sal de Epsom, é um composto químico que contém magnésio, e cuja fórmula é $MgSO_4$. O sulfato de magnésio sem hidratar-se (anidro) é muito pouco freqüente e se emprega na indústria como agente secante (WIKIPÉDIA, 2008).

O magnésio é o cátion intracelular mais importante, depois do potássio. Mesmo sendo menos abundante que os outros três grandes macro-elementos (sódio, potássio, cálcio), tornou-se vedete nos últimos anos, mesmo com seu impacto sendo exagerado por alguns. O papel fisiológico do magnésio é importante : ele intervém para regular a atividade de mais de 300 reações enzimáticas; intervém,

igualmente, na duplicação dos ácidos nucléicos, na excitabilidade neural e na transmissão de influxo nervoso agindo sobre as trocas iônicas da membrana celular. No nível do sistema cardiovascular, ele é um opositor do cálcio (OLIGOELEMENTOS, 2008).

O estudo do metabolismo magnesiano constitui atualmente um campo em plena expansão, após um grande período de ignorância dos déficits magnesianos e de suas repercussões sobre a saúde. Pesquisas científicas têm demonstrado que, mesmo variações mínimas da concentração do magnésio nas células podem afetar o metabolismo, o crescimento e a proliferação celular. Os cardiologistas começaram a se interessar pelo magnésio ao descobrirem sua importância na função cardíaca (OLIGOELEMENTOS, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos deste trabalho foram realizados na Empresa Sadia SA, unidade produtora de Concórdia/SC.

4.1 Material

4.1.1 Elaboração dos Salames

4.1.1.1 Formulação

Foram desenvolvidas 10 formulações de Salames Tipo Italiano, sendo designados como protótipos 1 à 10, substituindo na composição dos mesmos quantidades de cloreto de sódio (Romani) por cloreto de potássio (Nuclear), cloreto de cálcio (Nuclear) e sulfato de magnésio (Nuclear) e em um deles substituindo o nitrato de sódio (Grifith) por nitrato de potássio (Merck), conforme Tabela 3.

Além desses ingredientes, as formulações base dos 10 salames foram idênticas, contendo: carne suína, toucinho, sal, leite em pó, vinho branco, açúcar, pimentas, condimentos e aromas naturais, aroma de fumaça, glucona delta lactona, realçador de sabor glutamato monossódico, antioxidante eritorbato de sódio e cultura starter.

Tabela 3 - Percentual de substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio, sulfato de magnésio, cloreto de cálcio e nitrato de sódio por nitrato de potássio nos diferentes protótipos de salame

	Controle	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
NaCl	100	80	60	40	80	70	60	40	70	60	40
KCl	0	20	40	60	20	20	20	20	20	20	20
MgSO ₄	0	0	0	0	0	10	20	40	0	0	0
CaCl ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	40
NaNO ₃	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100
KNO ₃	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0

*o controle possui 2,56% de NaCl na formulação e 0,05% de NaNO₃

4.1.1.2 Processo de fabricação dos salames

A matéria-prima proveniente de suínos abatidos nas instalações da empresa foi retirada na forma de cortes, dos quais foram utilizados o pernil, a paleta e o toucinho.

As matérias-primas foram previamente pesadas e posteriormente moídas em disco 6 mm, sendo então encaminhada para misturadeira, onde foram adicionados os temperos líquidos e em pós, previamente pesados. A adição dos temperos foi realizada com a misturadeira em movimento para minimizar a formação de grumos e possibilitar uma homogeneização adequada.

Após o preparo da massa ocorreu o embutimento em tripa artificial de colágeno com calibre 70mm, previamente hidratada em solução salina com anti-mofo, sob temperatura controlada.

Os salames embutidos foram pendurados em gaiolas e conduzidos até as câmaras de maturação.

O processo de maturação foi composto por duas etapas. A primeira a etapa de fermentação, onde o programa da câmara trabalhou com faixas de temperatura mais altas, em torno de 23°C possibilitando a fermentação, que ocorreu num período de 5 a 7 dias. O término dessa etapa foi definido pelo valor da curva do pH (5,20 e 5,4).

A segunda etapa foi a de secagem, onde utilizou-se um programa com ciclos de ventilação, umidade controlada e temperatura mais baixa, em torno de 13°C. Nessa etapa foi controlada a perda de umidade dos salames de forma a garantir que o produto final atendesse a legislação vigente, bem como adquirisse estabilidade ao longo do *shelf life*.

O processo de maturação dos salames ocorreu em 46 dias.

Finalizada a maturação, os salames passaram por detector de metais e foram embalados a vácuo em embalagem termoencolhível, sendo identificados e armazenados em câmara de estocagem com temperatura controlada de 8°C até serem encaminhados para as análises.

4.2 Métodos

4.2.1 Coleta das Amostras

Para acompanhamento da fase de fermentação foram realizadas análises de pH de todos os testes *in loco* através da penetração de eletrodo nas peças de salame utilizando pHmetro portátil (Testo).

Foram coletadas amostras do controle e de todos os testes nos dias 0, 4, 7 e 12 do processo de maturação para acompanhamento da contagem de bactérias lácticas homo e heterofermentativas.

Do produto final foram realizadas análises físico-química, e análises microbiológicas de patógenos em duplicata, e análise sensorial no dia zero.

4.2.2 Análises Físico-Químicas

As análises físico-químicas foram realizadas com objetivo de validar o atendimento da legislação vigente para Salames Tipo Italiano, bem como evidenciar se a redução do NaCl ocasionou alteração na umidade e na aw.

Os minerais foram analisados para avaliar se a redução do Na⁺ atendeu a informação nutricional complementar para redução de sódio.

4.2.2.1 Preparo das Amostras para as Análises Físico-Químicas

Para as análises físico-químicas as amostras foram preparadas através da retirada de partes da superfície e do centro nas posições de pontas e meio das peças de forma a garantir que fossem representativas do todo.

Após, as partes foram trituradas em processador até obter uma massa homogênea da qual as alíquotas foram retiradas conforme a necessidade de cada análise.

4.2.2.2 Determinação do Percentual de Umidade por Dessecação

Para a análise do percentual de umidade dos salames, primeiramente higienizou-se as cápsulas de vidro e colocou-se para secar na estufa a 105°C,

durante no mínimo 2h com objetivo de eliminar qualquer interferência na análise. Após as cápsulas foram resfriadas em dessecador permanecendo neles até a utilização.

Da amostra previamente preparada foram pesados em balança analítica 5g na cápsula de vidro tarada, utilizando o auxílio de uma tenaz para evitar o contato com a cápsula que poderia gerar interferência nos resultados. A mesma foi colocada em estufa com temperatura controlada em 105°C durante 6 horas. Posteriormente, a cápsula com a amostra dessecada foi colocada para resfriamento em dessecador até atingir a temperatura ambiente, sendo então pesada. Após, a cápsula retornou à estufa por mais 2h, sendo então novamente resfriada em dessecador e pesada. A operação foi repetida até a obtenção do peso constante.

O % de umidade foi calculado conforme a equação (1):

$$\frac{100 \times N}{P} = \% \text{ Umidade} \quad (1)$$

Sendo: N - perda de massa em g

P - peso inicial da amostra em g

Técnica adaptada a partir da Metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005.

4.2.2.3 Determinação do Percentual de Proteína – Método Kjeldahl clássico

Da amostra previamente preparada foi pesado em balança analítica 1g em papel manteiga. O papel e a amostra foram transferidos para o balão de Kjeldahl onde foi adicionado 25mL de ácido sulfúrico e cerca de 6g da mistura catalítica. O balão de Kjeldahl foi colocado no digestor (Büchi 436) durante 2 horas com controle automático de temperatura conforme programa do equipamento. Após os balões são retirados do digestor e mantidos na capela em temperatura ambiente até o completo resfriamento. Após são adicionados 20mL de água deionizada no balão de Kjeldahl e o mesmo é colocado no destilador (Büchi 339), o qual é abastecido com água deionizada, ácido bórico 2%, hidróxido de sódio 30% e ácido clorídrico 0,3N e calibrado conforme especificação do mesmo. No equipamento são digitados os pesos das amostras, considerando 4 casas após a vírgula, dessa forma o equipamento realiza a destilação e disponibiliza os resultados diretamente como % de proteína.

Técnica adaptada a partir da Metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005.

4.2.2.4 Determinação do Percentual de Gordura – Extração direta em Soxhlet

Da amostra previamente preparada foi pesado em balança analítica 5g em papel de filtro que é transferido juntamente com a amostra para o cartucho de Soxhlet sendo colocado para secar em estufa a 105°C por no mínimo 6 horas. Em paralelo os balões de extração são colocados em estufa a 105°C, durante no mínimo 2h com objetivo de eliminar qualquer interferência na análise, posteriormente são resfriados em dessecador até atingir a temperatura ambiente, sendo então pesados. Nos balões são colocados 200mL de éter de petróleo e então é acoplado ao Extrator (Marconi MA - 487) juntamente com o tubo extrator contendo o cartucho. Inicia a extração, controlando a temperatura da placa de aquecimento de forma que o gotejamento mantenha-se constante em torno de 4 a 5 gotas por segundo. Após no mínimo 3,5 horas de extração o éter é destilado e o balão com o resíduo é colocado a estufa a 105°C durante 1,5 horas, sendo então transferido para o dessecador até atingir a temperatura ambiente para então ser pesado.

O % de gordura foi calculado conforme a equação (2):

$$\frac{100 \times N}{P} = \% \text{ Gordura} \quad (2)$$

Sendo: N – peso da gordura em g

P - peso inicial da amostra em g

Técnica adaptada a partir da Metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005.

4.2.2.5 Determinação do Percentual de Cinzas por Incineração

Para a análise do percentual de cinzas dos salames, primeiramente higienizou-se as cápsulas de porcelana e colocou-se para secar na estufa a 105°C, durante no mínimo 2h com objetivo de eliminar qualquer interferência na análise. Após as cápsulas foram resfriadas em dessecador permanecendo neles até a utilização. Da amostra previamente preparada foram pesados em balança analítica 5g na cápsula tarada. A mesma foi colocada em mufla durante 2 horas a

200°C e após 8 horas a 550°C. Posteriormente a cápsula com a amostra incinerada foi colocada para resfriamento em dessecador até atingir a temperatura ambiente, sendo então pesada.

O % de cinzas foi calculado conforme a equação (3):

$$\frac{100 \times N}{P} = \% \text{ Cinzas} \quad (3)$$

Sendo: N – peso das cinzas em g

P - peso inicial da amostra em g

Técnica adaptada a partir da Metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005.

4.2.2.6 Determinação do Percentual de Carboidratos por Cálculo

Foi calculado como a diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, lipídios, fibra alimentar, umidade e cinzas (BRASIL, 1998).

O % de carboidratos total foi calculado conforme a equação (4):

$$\% \text{ Total de Carboidratos} = 100 - (\%A + \%B + \%C + \%D + \%E) \quad (4)$$

Sendo: A - % de Umidade

B - % de Gordura

C - % de Proteína

D - % de Cinzas

E - % de Fibras

OBS: no Salame Tipo Italiano o percentual de fibras é zero, logo é desconsiderado no cálculo.

4.2.2.7 Determinação da Atividade de Água

Para determinação da aw, a amostra previamente preparada foi colocada na cápsula padrão e inserida no equipamento Aqualab CX-2 para realização da leitura, tendo-se o cuidado de verificar a calibração do mesmo que foi realizada com água destilada e solução salina saturada.

4.2.2.8 Determinação do pH

Para a determinação do pH foram pesadas 12,5g em um becker sendo adicionado 5mL de água destilada. A solução foi homogeneizada e a leitura foi realizada diretamente pelo pHmetro (Mettler Delta 340).

4.2.2.9 Determinação de Minerais (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+})

A metodologia utilizada para a determinação de minerais foi baseada na técnica proposta pela Association Official Analytical Chemist (2000), técnica n° 990.08 Metals in Solid Wastes.

Foram pesadas 2,5g de amostra previamente preparada em cápsula de porcelana, a qual foi adicionada em mufla a 200 °C durante 2 horas e após 550 °C durante 3,5 horas. Em seguida a amostra foi tratada com ácido clorídrico 50% com aquecimento por alguns minutos até total solubilização.

A amostra solubilizada foi transferida para balão volumétrico de 250mL com auxílio de funil, papel filtro e água ultrapura (destilada e deionizada). Após o volume do balão volumétrico é completado com a água ultrapura.

Como a análise de minerais é rotina para o laboratório foram usadas as curvas de calibração já existentes no equipamento, não sendo necessário a elaboração das mesmas.

Para determinação dos minerais foi utilizada espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado, através de espectrofotômetro simultâneo Varian modelo 720 ES, utilizando visão axial.

O equipamento foi previamente calibrado conforme procedimento padrão, e após a calibração foram feitas análises em amostras de referências, garantido o resultado da calibração para cada mineral.

Um tubo padrão do equipamento foi abastecido com a amostra previamente preparada para que o equipamento realizasse a leitura emitindo o resultado dos minerais em percentual.

As condições de operação se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros Instrumentais do Equipamento

Parâmetro	Valor
Potência do Plasma	1,00kW
Fluxo auxiliar (Ar)	2,25 L/min
Fluxo refrigerante (Ar)	18 L/min
Pressão do nebulizador Meinhard	200 Kpa

4.2.2.10 Análise da Cor

A análise da cor foi realizada utilizando-se o Sistema CIALAB (L^* , a^* , b^*), através da leitura em colorímetro (CHROMA METER CR 400), onde os valores de L^* , representam a luminosidade ou a percentagem de refletância, variando de preto (0%) a branco (100%), a^* mede a variação entre a cor verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$) e b^* mede a variação entre o azul ($-b^*$) e o amarelo ($+b^*$).

As leituras foram feitas na parte interna do salame, todas as leituras foram conduzidas em triplicata.

4.2.3 Análises Microbiológicas

Foram realizadas análises de contagem de bactérias lácticas homofermentativas e heterofermentativas no período de fermentação do produto, com objetivo de visualizar alterações no comportamento das bactérias lácticas em função do uso dos diferentes sais. Bem como foram realizada análise dos microrganismos patogênicos do produto acabado, com objetivo de validar a inocuidade do mesmo.

4.2.3.1 Preparo das Amostras para as Análises Microbiológicas

Foram retiradas assepticamente 25g de cada salame de forma representativa do todo, as quais foram homogeneizadas, durante 60 segundos com 225mL de água peptonada 0,1% em equipamento Stomacher. A partir desta diluição (10^{-1}), foram preparadas diluições sucessivas (10^{-2} , 10^{-3}).

4.2.3.2 Contagem de Bactérias Lácticas Homofermentativas e Heterofermentativas através de Método Rápido (Petrifilm-3M)

A partir das colônias obtidas nas placas de Petrifilm PCA, foi realizada a contagem de bactérias lácticas homofermentativas e heterofermentativas. De acordo com o manual do fabricante 3M, considerara-se como homofermentativas as colônias sem produção de gás, e como heterofermentativas, as colônias que apresentavam bolhas de ar ao seu redor, os resultados foram expressos por UFC / g de amostra.

4.2.3.3 Determinação da Contagem de Coliformes a 45°C nos Salames

O número de coliformes a 45°C foi determinado, utilizando-se placas de Petrifilm CC como meio de crescimento, incubadas a 45°C / 24 horas. A metodologia utilizada foi a do manual do fabricante 3M e os resultados expressos por UFC / g de amostra.

4.2.3.4 Determinação de Estafilococos Coagulase Positiva nos Salames

A determinação de estafilococos coagulase positiva foi realizada em Agar Baird-Parker (BP), segundo método proveniente da ISO 6888-1. Foram transferidas alíquotas de 0,1mL de cada diluição para cada placa e o inóculo foi espalhado com uma alça de Drigalski estéril até que o excesso fosse absorvido. As placas foram incubadas a 35°C por um período de 48 horas. Após esse período foi realizada a contagem das colônias típicas (colônias pretas, circulares, pequenas, lisas, convexas com bordas perfeitas, rodeadas por uma zona opaca e/ou um halo transparente se estendendo para além da zona opaca).

4.2.3.4.1 Teste de Coagulase

Para a confirmação das mesmas, foi feito o teste de coagulase, selecionando 5 colônias típicas de cada placa. Cada colônia foi transferida para um tubo com infusão cérebro (BHI) e incubada a 35°C por 24 horas. Depois, transferiu-se 0,1mL

de cada cultura obtida do caldo (BHI), para um tubo estéril, adicionando 0,5mL de coagulase plasma com EDTA (plasma de coelho). Os tubos foram incubados a 35°C por 4 horas.

4.2.3.5 Determinação de *Salmonella sp.*

A determinação de *Salmonella sp.* ocorreu por PCR pelo sistema BAX®. Segundo o método definido pelo Manual do Usuário primeiramente fez-se o enriquecimento da amostra utilizando 25 gramas de cada salame de forma representativa do todo, as quais foram homogeneizadas, durante 60 segundos com 225mL de água peptonada 0,1% em Stomacher. Após incubou-se a 37°C por 18 horas.

Em seguida, passou-se para a extração do DNA, para qual adicionou-se 150µL de protease em um frasco contendo 12mL de tampão de lise. Misturou-se por inversão e distribui-se 200µL em cada tubo de lise. Transferiu-se 5µL da amostra enriquecida para o tubo contendo os 200µL da protease + tampão e colocou-se a tampa.

A reação de lise ocorre em 2 etapas, onde na primeira fez-se a inativação do microrganismo aquecendo os tubos de lise a 37°C por 20 minutos e na segunda inativou-se a protease aquecendo os tubos de lise a 95°C por 10 minutos.

Após as amostras foram resfriadas por 5 minutos em blocos de resfriamento. Removeu-se a tampa do tubo de PCR e do tubo de lise e transferiu-se 50µL da amostra lisada para o tubo de PCR. Tampou-se o tubo com tampa óptica e levou-se ao termociclador do Bax® para iniciar o processo de amplificação e detecção que ocorreu cerca de 3,5 a 4 horas. O resultado foi visualizado através de um círculo vermelho que indicou que a amostra é positiva para o microrganismo alvo, verde se amostra for negativa ou ainda amarelo se o resultado for indeterminado.

4.2.4 Análise Sensorial

Foi realizada análise sensorial das amostras através de Teste Afetivo, que possui quatro objetivos principais: verificação do posicionamento do produto no

mercado, otimização da formulação do produto, desenvolvimento de novos produtos e avaliação do potencial do mercado (FARIA, 2002).

No caso do trabalho proposto o objetivo foi o desenvolvimento de um novo produto com baixo teor de sódio e para isso foi necessário avaliar o grau de aceitabilidade do produto frente ao controle. Dessa forma, optou-se por um Teste Quantitativo de Preferência (Comparação Múltipla).

4.2.4.1 Teste de Preferência

Os testes afetivos de preferência forçam a escolha de uma amostra em relação a outra avaliando atributos definidos (FARIA, 2002).

Foram realizados dois testes de preferência em função do número de protótipos. No primeiro teste foram avaliados os protótipos de 1 a 5 e no segundo teste os protótipos de 6 a 10, sendo todos codificados conforme tabela 5. Um total de 25 provadores foram solicitados a avaliarem cada protótipo frente ao controle utilizando escala hedônica com notas de 1 a 7 considerando os atributos de cor, odor, sabor e textura.

Tabela 5 - Codificação dos protótipos para o Teste Afetivo

Teste	Protótipo	Codificação
1	P1	329
1	P2	613
1	P3	524
1	P4	825
1	P5	438
2	P6	269
2	P7	453
2	P8	885
2	P9	520
2	P10	330

As fichas para avaliação dos testes encontram-se no Anexo 1.

4.2.5 Análise Estatística

Os resultados das avaliações sensoriais foram tratados estatisticamente através da Análise de Variância com fator duplo sem repetição (ANOVA) a um nível

de significância de 5% ($p < 0,05$). As médias sensoriais foram comparadas através do Teste de Dunnett.

As análises da cor foram tratados estatisticamente através da Análise de Variância com fator único (ANOVA) a um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). As médias sensoriais foram comparadas através do Teste de Dunnett

4.2.5.1 Teste de Dunnett

O teste de Dunnett tem como objetivo comparações múltiplas onde apenas um tratamento serve de referência, quer dizer, deseja-se apenas comparar todos com apenas um, que pode ser o controle, não havendo interesse nos demais tratamentos entre si. O valor da DMS para o teste de Dunnett é obtido pela seguinte expressão (5):

$$DMS = t(v_r; \alpha) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot QMR}{r}} \quad (5)$$

Onde: v = graus de liberdade para os tratamentos;

α = graus de liberdade para o resíduo;

Toda estimativa de contraste em módulo maior do que a diferença mínima significativa (DMS) resultará em um valor significativo no nível de significância α (LEVINE, 1998).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultado das Análises Físico-Químicas

5.1.1 Resultado de pH dos Salames na Etapa de Fermentação

A queda do pH em salames ocorre pela ação de bactérias acidificantes como *Lactobacillus* e *Pediococcus* que a partir do açúcar da formulação produzem ácido láctico. Essa acidificação não somente impede o desenvolvimento das bactérias indesejáveis como melhora a coloração, acelera a desidratação e comunica o típico sabor ácido, característico dos produtos cárneos fermentados (TERRA, 1998).

Os valores baixos de pH auxiliam as bactérias ácido lácticas homofermentativas a superarem a microbiota contaminante, através do antagonismo competitivo, além de fornecer condições para redução do nitrato a nitrito, formando a mioglobina nitrosa (TERRA, 2004).

A queda do pH deve ocorrer até o sétimo dia de forma gradual para valores em torno de 5,0, devido a liberação de ácido láctico, formado a partir da fermentação das hexoses, pelas bactérias ácido lácticas (TERRA, 2004).

O pH diminui em relação ao valor inicial de 5,8 – 6,0 até 5,0 – 5,2 num embutido cru. Nos embutidos onde ocorre um sabor intensamente ácido, possuem com frequência valores de pH inclusive inferiores a 4,7 (CORETTI, 1986).

A intensidade da acidificação varia de acordo com o produto, sendo maior nos embutidos semi secos, especialmente naqueles elaborados nos USA onde o pH é inferior a 5,0. Os embutidos alemães secos normalmente têm um pH no intervalo de 5,0 e 5,5, porém a intensidade da acidificação é limitada em outros embutidos secos, tais como Salame Italiano (VARNAM, 1998).

Os resultados da queda do pH na etapa de fermentação estão representados na Figura 1. Observa-se que a curva de decréscimo do controle e dos protótipos é muito similar e dentro do esperado para o produto, ou seja, valores de 5,2 a 5,4 no 7º dia de fermentação.

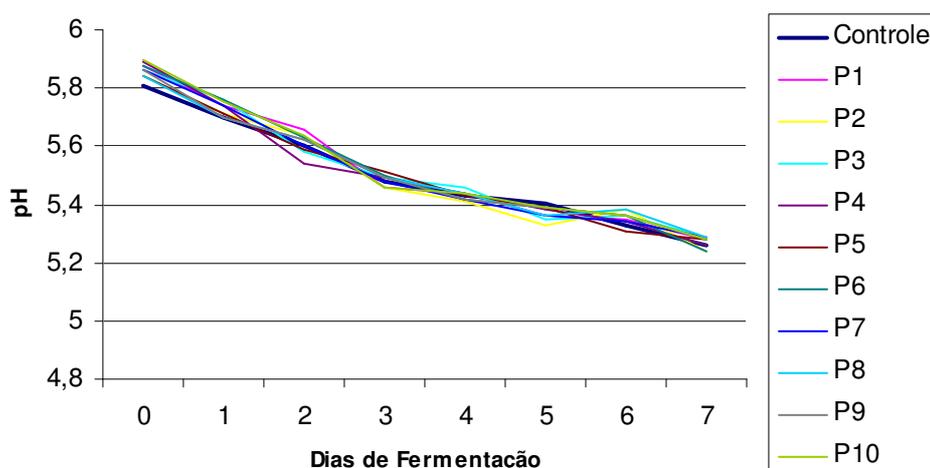


Figura 1 - Curva de queda do pH na etapa de fermentação dos salames controle e submetidos aos diferentes tratamentos

Segundo Gelabert (2003), em salame com a substituição de 10%, 20%, 30% e 40% de NaCl por KCl não houve diferença significativa ($p < 0,05$) no decréscimo do pH após 48h de fermentação em relação ao salame controle.

Guardiã (2008), não verificou diferença significativa ($p < 0,05$) no pH após 48h na substituição de 50% do NaCl por KCl num salame de pequeno calibre.

5.1.2 Determinação de Umidade, Proteína, Gordura, Cinzas, Carboidratos (%), Atividade de Água e pH dos salames

As matérias-primas cárneas e seus derivados, como na maioria dos alimentos, possuem um padrão de compensação entre os níveis de umidade, proteína e gordura. Dentro de uma mesma classe de carnes/produtos, o teor de proteína é praticamente constante, enquanto que para determinados níveis de gordura ocorre proporcional diminuição da umidade. Assim existe uma relação de compensação entre esses dois constituintes (SHIMOKOMAKI, 2006).

Os resultados obtidos para composição centesimal, atividade de água e pH final dos salames estão sendo mostrados na Tabela 6. Observa-se que os mesmos atendem à legislação vigente para composição centesimal dos salames bem como para aw e estão de acordo com o esperado para o produto uma vez que estão similares ao controle. As diferenças existentes nos resultados deve-se as variáveis

intrínsecas ao processo de maturação como, posição na vara, posição desta na gaiola e desta na câmara de maturação, não tendo relação com as diferentes formulações dos protótipos.

A substituição parcial do NaCl por KCl, CaCl₂ e MgSO₄ não interferiu nos resultados de aw e umidade.

Tabela 6 – Teores de umidade, proteína, gordura, carboidrato (%), aw e pH dos salames controle e submetidos aos diferentes tratamentos (Valores médios +/- desvio padrão – duas repetições)

	Umidade	Proteína	Gordura	Cinzas	Carboidrato	aw	pH
Controle	34,66+/-0,18	25,18+/-0,08	31,09+/-0,16	5,67+/-0,06	3,41+/-0,19	0,890+/-0,000	5,32+/-0,01
P1	33,87+/-0,21	25,42+/-0,16	31,32+/-0,29	5,52+/-0,08	3,88+/-0,16	0,887+/-0,001	5,30+/-0,01
P2	33,46+/-0,19	25,70+/-0,01	31,73+/-0,10	5,73+/-0,06	3,39+/-0,25	0,891+/-0,002	5,23+/-0,03
P3	34,82+/-0,18	25,10+/-0,04	30,15+/-0,23	5,95+/-0,10	3,99+/-0,01	0,900+/-0,001	5,28+/-0,01
P4	34,90+/-0,16	25,04+/-0,08	30,29+/-0,10	5,93+/-0,09	3,85+/-0,07	0,900+/-0,001	5,24+/-0,00
P5	34,07+/-0,24	25,34+/-0,18	31,40+/-0,09	5,81+/-0,08	3,40+/-0,19	0,888+/-0,001	5,28+/-0,01
P6	34,60+/-0,24	25,31+/-0,08	31,01+/-0,20	5,49+/-0,04	3,60+/-0,40	0,887+/-0,000	5,31+/-0,01
P7	34,99+/-0,19	25,09+/-0,12	30,01+/-0,17	5,93+/-0,05	4,00+/-0,05	0,900+/-0,000	5,22+/-0,02
P8	34,36+/-0,18	25,30+/-0,16	31,50+/-0,08	5,59+/-0,05	3,26+/-0,01	0,885+/-0,001	5,28+/-0,01
P9	34,60+/-0,16	25,40+/-0,03	31,48+/-0,02	5,48+/-0,06	3,05+/-0,16	0,885+/-0,002	5,29+/-0,02
P10	34,42+/-0,19	25,13+/-0,04	31,51+/-0,10	5,54+/-0,08	3,41+/-0,05	0,886+/-0,000	5,31+/-0,02

Gelabert (2003), cita que não houve diferença no pH final do salame com a substituição de 10%, 20%, 30% e 40% de NaCl por KCl, porém houve uma pequena diferença no % de umidade, de cerca de 1% na substituição de 40% do NaCl.

Alino (2009) realizou substituição de 35, 50 e 70% de NaCl por KCl em lombo curado e seco, e verificou diferença significativa ($p < 0,05$) no % de umidade do tratamento com 70% de substituição e na aw dos tratamentos com 50 e 70% de substituição.

Guardiã (2008) identificou diferença significativa ($p < 0,05$) no pH final e na umidade de um salame com calibre pequeno quando substituído 50% do NaCl por KCl.

Katsiari (1997) verificou que em Queijo *Feta* com substituição de 50% do NaCl por KCl não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas características físico-químicas (umidade, gordura, proteína, aw e pH).

Katsiari (1998), também verificou que em Queijo *Kefalogriera* com substituição de 50% do NaCl por KCl não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas características físico-químicas (umidade, gordura, proteína, aw e pH).

5.1.3 Determinação do Percentual dos Minerais: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} nos salames

Os resultados obtidos para os minerais Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} dos salames estão sendo mostrados na Tabela 7. Observa-se que os protótipos 2, 3, 6, 7, 9 e 10 atendem a legislação de um produto com sódio reduzido, ou seja, apresentaram redução maior que 25% em relação ao controle e possuem uma diferença de 120mg/100g em relação a quantidade de Na^+ do controle.

Tabela 7 – Resultados em percentual relativos aos minerais Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} nos salames controle e submetidos aos diferentes tratamentos (Valores médios +/- desvio padrão – duas repetições)

	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
Controle	1,612+/-0,008	0,464+/-0,009	0,356+/-0,001	0,104+/-0,002
P1	1,314+/-0,024	0,878+/-0,016	0,410+/-0,067	0,092+/-0,004
P2	1,091+/-0,004	1,280+/-0,002	0,343+/-0,009	0,096+/-0,006
P3	0,869+/-0,010	1,706+/-0,011	0,367+/-0,008	0,096+/-0,003
P4	1,273+/-0,015	0,832+/-0,007	0,324+/-0,008	0,096+/-0,002
P5	1,225+/-0,009	0,850+/-0,010	0,697+/-0,002	0,094+/-0,004
P6	1,131+/-0,004	0,855+/-0,011	0,934+/-0,019	0,104+/-0,007
P7	0,842+/-0,012	0,828+/-0,016	1,618+/-0,076	0,096+/-0,001
P8	1,212+/-0,004	0,837+/-0,016	0,329+/-0,008	0,233+/-0,009
P9	1,183+/-0,010	0,805+/-0,016	0,315+/-0,013	0,350+/-0,004
P10	0,938+/-0,014	0,815+/-0,016	0,309+/-0,005	0,489+/-0,009

De acordo com Armenteros (2009), em tratamentos realizados em lombo curado e seco, observou-se redução de 12% do Na⁺ quando substituído 35% do NaCl por KCl, 44% do Na⁺ na substituição de 50% do NaCl por KCl e 56% do Na⁺ na substituição de 70% do NaCl por KCl.

5.1.4 Análise de Cor L*, a* e b*

Os resultados obtidos para a cor nos salames estão representados na Tabela 8. Verificou-se que existem diferenças em relação ao controle principalmente nos valores de L* nos protótipos 5, 6, 7, 9 e 10, que são maiores que o controle indicando coloração mais clara.

Tabela 8 - Resultados de L*, a* e b* nos salames controle e submetidos aos diferentes tratamentos (Valores médios +/- desvio padrão – três repetições)

	L*	a*	b*
Controle	39,76+/-0,69	13,46+/-0,18	7,82+/-0,18
P1	37,35+/-0,30	14,47+/-0,15	7,08+/-0,05
P2	37,95+/-0,19	13,57+/-0,31	6,51+/-0,17
P3	36,78+/-0,10	15,32+/-0,24	7,18+/-0,14
P4	40,60+/-0,31	13,49+/-0,37	6,14+/-0,33
P5	44,41+/-0,46	13,58+/-0,19	7,06+/-0,05
P6	44,28+/-0,39	13,56+/-0,34	5,63+/-0,11
P7	44,38+/-0,05	14,56+/-0,29	6,77+/-0,09
P8	39,33+/-0,18	13,42+/-0,06	6,48+/-0,15
P9	43,52+/-0,17	13,19+/-0,38	6,96+/-0,19
P10	43,61+/-0,11	14,30+/-0,10	7,20+/-0,12

5.1.5 Análise Estatística da Cor

5.1.5.1 Análise de Variância com fator único (ANOVA)

Os resultados obtidos na análise da cor dos salames foram tratados pela análise de variância com fator único para cada valor a um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

O F calculado para os valores de L^* , a^* e b^* obteve valor maior que o F crítico indicando que há diferença significativa entre as amostras principalmente para o valor de L^* .

5.1.5.2 Teste de Dunnett

Para o Teste de Dunnett, foi realizada a média das notas obtidas para cada protótipo em cada valor.

A DMS (diferença mínima significativa) calculada para o valor de L^* foi de 1,00, logo apenas os protótipos P4 e P8 não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao controle, conforme dados da Tabela 09. Os protótipos 5, 6, 7, 9 e 10 indicam coloração mais clara que o controle com diferença significativa o que não é interessante, uma vez que para salames a cor é um atributo de extrema importância. Já os protótipos 1, 2 e 3 possuem coloração mais escura que o controle podendo ser considerado uma melhoria em relação ao mesmo.

Tabela 09 - Teste de Dunnett para o valor de L^* dos salames

Protótipos	≠ Controle	Grupo
P1	-2,40	b
P2	-1,81	b
P3	-2,97	b
P4	0,85	a
P5	4,65	b
P6	4,52	b
P7	4,63	b
P8	-0,43	a
P9	3,76	b
P10	3,86	b

a - não apresentam diferença significativa em relação ao padrão

b - apresentam diferença significativa em relação ao padrão

A DMS (diferença mínima significativa) calculada para o valor de a^* foi de 0,90, logo apenas os protótipos P1, P3 e P7 apresentaram diferença significativa

($p < 0,05$) em relação ao controle, conforme dados da Tabela 10. Esses protótipos apresentaram uma cor com maior tonalidade vermelha em relação ao controle, o que para salames é um benefício.

Tabela 10 - Teste de Dunnett para o valor de a^* dos salames

Protótipos	≠ Controle	Grupo
P1	1,01	b
P2	0,11	a
P3	1,86	b
P4	0,03	a
P5	0,13	a
P6	0,10	a
P7	1,10	b
P8	-0,03	a
P9	-0,27	a
P10	0,84	a

a - não apresentam diferença significativa em relação ao padrão

b - apresentam diferença significativa em relação ao padrão

A DMS (diferença mínima significativa) calculada para o valor de b^* foi de 0,77, logo apenas os protótipos P3, P5 e P10 apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao controle, conforme dados da Tabela 11. Esses protótipos apresentaram uma cor com maior tonalidade amarela em relação ao controle.

Tabela 11 - Teste de Dunnett para o valor de b^* dos salames

Protótipos	≠ Controle	Grupo
P1	-1,74	b
P2	-1,31	b
P3	-0,64	a
P4	-1,68	b
P5	-0,76	a
P6	-2,19	b
P7	-1,05	b
P8	-1,34	b
P9	-0,86	b
P10	-0,62	a

a - não apresentam diferença significativa em relação ao padrão

b - apresentam diferença significativa em relação ao padrão

Alino (2009), não verificou diferenças significativas ($p < 0,05$) nas leituras de L^* , a^* e b^* realizadas em lombo curado e seco com substituição de 35, 50 e 70% do NaCl por KCl quando comparado ao produto com 100% de NaCl.

A análise de cor para salames com massa grossa como é o caso do salame Tipo Italiano através da leitura dos valores de L^* , a^* e b^* pode não ser a melhor forma de avaliação em função da dificuldade na leitura ocasionada pelos cubos de gordura. Mesmo tendo o cuidado para realizar a leitura em pontos semelhantes para todas as amostras não é possível garantir a inexistência de ruídos.

Comparando esses resultados com a avaliação de cor realizada no teste sensorial verificamos que as diferenças obtidas foram significativas apenas para o P7, P9 e P10.

5.2 Resultados das Análises Microbiológicas

5.2.1 Resultado da Contagem de Bactérias Lácticas Homofermentativas e Heterofermentativas nos Salames durante a Fermentação

Os *starters*, cultivos iniciadores, são culturas puras de microrganismos que asseguram a qualidade e a segurança de produtos cárneos fermentados, possuindo propriedades que visam a inocuidade do produto final, tais como não produzirem toxinas, não serem patogênicos, serem competitivos frente a microrganismos indesejáveis e possuírem atividade enzimática condizente com o produto final (TERRA, 2004).

Muito importante no uso de cultura *starter* é a quantidade a ser adicionada na massa cárnea, pois o número de microrganismos do *starter* deve superar em dois ciclos logarítmicos o número de microrganismos das carnes utilizadas (TERRA, 1998).

O comportamento das bactérias lácticas durante a fermentação dos salames foi de acordo com o esperado, visto que inicialmente não existia uma dominância da flora homofermentativa em função da sua necessidade de adaptação ao meio. Na sequência esse domínio ocorreu contribuindo para a inocuidade do produto e a padronização da qualidade do mesmo, conforme dados da Tabela 12.

Tabela 12 - Contagem de bactérias lácticas homo e heterofermentativas (UFC/g) nos salames durante a fermentação (Valores médios – duas repetições)

	Heteroferm. (0 dia)	Homoferm. (0 dia)	Heteroferm. (4 dias)	Homoferm. (4 dias)	Heteroferm. (7 dias)	Homoferm. (7 dias)	Heteroferm. (12 dias)	Homoferm. (12 dias)
Controle	3,00E+06	1,00E+06	6,00E+06	7,20E+07	<1,00E+04	5,40E+07	<1,00E+06	1,53E+09
P1	4,00E+06	<1,00E+04	<1,00E+06	5,00E+08	<1,00E+04	5,30E+07	<1,00E+04	2,50E+08
P2	6,00E+06	<1,00E+04	<1,00E+06	4,00E+08	<1,00E+04	1,62E+08	<1,00E+04	1,70E+08
P3	5,00E+06	1,00E+06	5,00E+08	2,00E+08	<1,00E+04	5,20E+07	<1,00E+04	2,70E+08
P4	6,10E+05	1,86E+06	<1,00E+06	5,00E+08	<1,00E+04	2,20E+07	1,00E+06	2,40E+08
P5	5,00E+06	<1,00E+04	<1,00E+06	5,00E+08	<1,00E+04	6,20E+07	<1,00E+06	4,70E+08
P6	6,00E+06	1,00E+06	1,00E+08	1,00E+08	<1,00E+04	6,80E+08	<1,00E+06	1,12E+09
P7	5,00E+06	8,00E+06	3,00E+08	1,10E+09	<1,00E+04	2,50E+07	<1,00E+06	1,17E+09
P8	7,00E+06	1,00E+06	<1,00E+06	1,40E+08	5,00E+07	4,80E+07	<1,00E+06	2,40E+08
P9	3,00E+06	1,00E+06	2,00E+06	9,00E+07	8,00E+06	1,04E+08	3,00E+06	1,70E+08
P10	4,50E+05	1,60E+05	6,00E+06	9,20E+07	5,00E+06	8,40E+07	<1,00E+06	8,70E+07

Gelabert (2003) observou que a substituição de 40% de NaCl por KCl não ocasionou alterações nas contagens de bactérias lácticas quando comparado ao controle no final da fermentação dos salames.

Alino (2009) não verificou diferença significativa ($p < 0,05$) nas contagens de bactérias lácticas em lombos curados e secos com substituí de 35, 50 e 70% do NaCl por KCl.

5.2.2 Resultado da Contagem de Bactérias Patogênicas (Coliformes a 45°C, *Estafilococos Coagulase Positiva* e *Salmonella sp*) nos Salames

Os resultados relativos para as bactérias patogênicas nos salames estão apresentados na Tabela 13. Observa-se que o controle e todos os protótipos apresentaram os mesmos resultados e que todos atendem a legislação vigente para esses microrganismos. Isso vem de encontro aos resultados obtidos para as contagens de bactérias lácticas homofermentativas e para a queda do pH, buscando sempre a inocuidade do produto.

Tabela 13 - Resultados de Contagem de Coliformes a 45°C, Estafilococos Coagulase Positiva e Salmonella sp nos Salames controle e protótipos (Valores médios – duas repetições)

	Coliformes a 45°C (UFC/g)	Estafilococos Coagulase Positiva (UFC/g)	Salmonella sp. (UFC/25g)
Controle	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P1	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P2	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P3	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P4	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P5	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P6	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P7	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P8	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P9	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência
P10	<1,00E+01 +/-0,00	<1,00E+02 +/-0,00	Ausência

Segundo Gelabert (2003), a substituição de 40% de NaCl por KCl no salame não ocasionou alterações nas determinações de *Staphylococcus aureus* e de *Enterobacteriaceae* quando comparado ao controle.

5.3 Resultados da Análise Sensorial

5.3.1 Resultado do Teste de Preferência

As médias dos resultados obtidos no teste de preferência dos salames estão representadas na Figura 2. Observa-se que todos os protótipos apresentaram resultados com notas inferiores ao controle, exceto a nota de cor do protótipo 1 que foi ligeiramente maior que o controle. O protótipo com as menores médias em todos os atributos avaliados foi o 7.

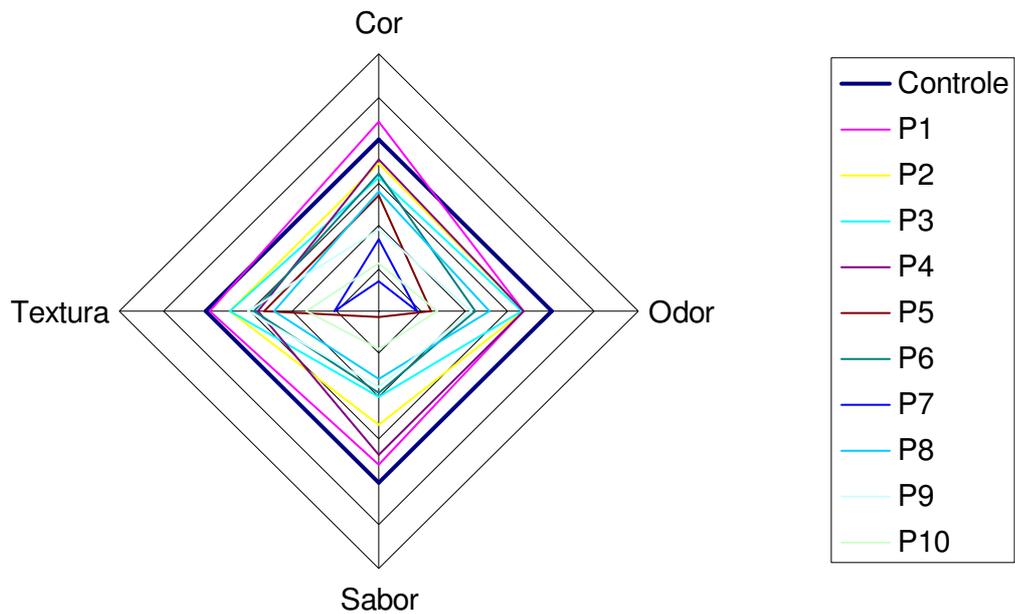


Figura 2 - Média das notas dos protótipos no teste de preferência (25 julgamentos)

5.3.2 Análise Estatística da Avaliação Sensorial

5.3.2.1 Análise de Variância com fator duplo sem repetição (ANOVA)

Os resultados obtidos no teste de preferência dos salames foram tratados pela análise de variância com fator duplo sem repetição para cada atributo a um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Em todos os atributos houve diferença significativa entre as amostras, porém com maior intensidade para o atributo sabor e em menor intensidade para cor.

5.3.2.2 Teste de Dunnett

Para o Teste de Dunnett, foi considerado nota 4 para todos os atributos do salame controle e realizada a média das notas obtidas para cada protótipo em cada atributo.

A DMS (diferença mínima significativa) calculada para o atributo Cor foi de 0,694. Logo para os protótipos P7, P9 e P10 verificou-se diferença em relação ao controle em nível de 5%, sendo os protótipos inferiores em cor que o controle. Os demais protótipos, exceto o P1 também são inferiores que o controle mas sem diferença significativa em nível de 5%, conforme dados da Tabela 14.

Tabela 14. Teste de Dunnett para o atributo Cor dos salames protótipos

Protótipos	≠ Controle	Grupo
P1	0,20	a
P2	-0,28	a
P3	-0,44	a
P4	-0,24	a
P5	-0,64	a
P6	-0,40	a
P7	-1,16	b
P8	-0,60	a
P9	-1,04	b
P10	-1,44	b

a - não apresentam diferença significativa em relação ao padrão

b - apresentam diferença significativa em relação ao padrão

Para o atributo Odor a DMS calculada foi de 0,728. Para os protótipos P5, P6, P7, P9 e P10 verificou-se diferença em relação ao controle em nível de 5%, sendo os protótipos menos aceitos em odor que o controle. Os demais protótipos também foram menos aceitos que o controle mas sem diferença significativa em nível de 5%, conforme dados da Tabela 15.

Tabela 15. Teste de Dunnett para o atributo Odor dos salames protótipos

Protótipos	≠ Controle	Grupo
P1	-0,32	a
P2	-0,32	a
P3	-0,36	a
P4	-0,32	a
P5	-1,40	b
P6	-0,88	b
P7	-1,56	b
P8	-0,72	a
P9	-0,92	b
P10	-1,32	b

a - não apresentam diferença significativa em relação ao padrão

b - apresentam diferença significativa em relação ao padrão

Para o atributo Sabor a DMS calculada foi de 0,792. Apenas os protótipos P1, P2 e P4 não apresentaram diferença significativa em relação ao controle em nível de 5%, mas ainda assim são inferiores em sabor que o controle, conforme dados da Tabela 16.

Tabela 16 - Teste de Dunnett para o atributo Sabor dos salames protótipos

Protótipos	≠ Controle	Grupo
P1	-0,20	a
P2	-0,68	a
P3	-1,00	b
P4	-0,32	a
P5	-1,92	b
P6	-1,04	b
P7	-2,36	b
P8	-1,20	b
P9	-1,12	b
P10	-1,56	b

a - não apresentam diferença significativa em relação ao padrão

b - apresentam diferença significativa em relação ao padrão

Para o atributo Textura a DMS calculada foi de 0,710. Para os protótipos P7, P8 e P10 verificou-se diferença em relação ao controle em nível de 5%, sendo os protótipos menos aceitos em textura que o controle. Os demais protótipos foram menos aceitos que o controle mas sem diferença significativa em nível de 5%, conforme dados da Tabela 17.

Tabela 17 - Teste de Dunnett para o atributo Textura dos salames protótipos

Protótipos	≠ Controle	Grupo
P1	-0,04	a
P2	-0,28	a
P3	-0,28	a
P4	-0,60	a
P5	-0,68	a
P6	-0,56	a
P7	-1,48	b
P8	-0,80	b
P9	-0,48	a
P10	-1,16	b

a - não apresentam diferença significativa em relação ao padrão

b - apresentam diferença significativa em relação ao padrão

De um modo geral verificou-se que todos os protótipos são inferiores sensorialmente que o controle, porém pode-se considerar aceitáveis os protótipos P1, P2 e P4. Os piores protótipos em relação ao controle seriam o P7, P8, P9 e P10, totalmente inaceitáveis, tendo destaque o P7 seguido pelo P10 com as maiores diferenças.

Em relação aos atributos sensoriais o que mais foi afetado pelos tratamentos foi o sabor, seguido do odor.

Segundo Gelabert (2003), foram detectadas alterações na textura (firmeza) e no sabor (amargor) com diferença significativa ($p < 0,05$) quando da substituição de 40% do NaCl por KCl.

Gou (1996) em substituições de 10 a 60% de KCl por NaCl, detectou diferença na textura (firmeza) em relação ao controle nas substituições de 40, 50 e 60% e no sabor (amargor) a partir de 30% com diferença significativa ($p < 0,05$). Já na cor (intensidade e uniformidade) não foi detectada diferença dos salames em relação ao controle

Alino (2009) obteve diferença significativa ($p < 0,05$), na textura de lombo curado e seco com substituição de 70% de NaCl por KCl.

Guárdia (2008) detectou diferença significativa ($p < 0,05$) na textura e no sabor amargo de um salame de calibre fino quando da substituição de 50% de NaCl por KCl. Na intensidade da cor não foi detectada diferença significativa ($p < 0,05$).

De acordo com Armenteros (2009), a substituição de NaCl por KCl em lombo curado e seco nas proporções de 35 e 50% não ocasionaram alterações significativas ($p < 0,05$) no aroma, textura, paladar e cor, porém com 70% de substituição houve alteração em todos os atributos exceto a cor.

Katsiari (1997) verificou que em Queijo *Feta* com substituição de 50% do NaCl por KCl não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos atributos sensoriais (aparência, textura, *flavor* e qualidade geral).

Katsiari (1998) também verificou que em Queijo *Kefalograviera* com substituição de 50% do NaCl por KCl não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos atributos sensoriais (aparência, textura, *flavor* e qualidade geral).

Guárdia (2006) avaliou em teste de aceitabilidade e preferência um salame de calibre pequeno com substituição de 50% do NaCl por KCl, e não obteve diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao controle.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que:

- Todos os protótipos atenderam a legislação para Salame Tipo Italiano, tanto nos parâmetros físico-químicos quanto nos microbiológicos.
- A utilização dos sais KCl, CaCl₂ e MgSO₄ não interferiram na queda do pH na etapa de fermentação do produto nem na adaptação e crescimento da cultura *starter* no produto.
- Em relação à Legislação para um produto com sódio reduzido os protótipos 2, 3, 6, 7, 9 e 10 atenderam a mesma.
- Em relação à análise sensorial todos os protótipos foram considerados inferiores ao controle, porém seriam aceitáveis P1, P2 e P4.
- O atributo sensorial mais prejudicado pela substituição do NaCl foi o sabor.
- Os protótipos inferiores sob o ponto de vista sensorial foram o P7 e o P10.
- Os sais CaCl₂ e MgSO₄ poderiam ser usados em termos tecnológicos para substituição do NaCl, porém não seriam aceitos em função do comprometimento da qualidade sensorial dos produtos.
- O KCl ainda é a melhor opção para substituto do NaCl, tanto em termos tecnológicos, quanto na qualidade sensorial. Porém, seu uso ficaria limitado neste estudo a 40% do NaCl.
- O único protótipo que atendeu à expectativa do estudo foi o P2, não tendo alterações no processamento, atendendo a legislação de sódio reduzido e sendo aceito sensorialmente apesar de possuir notas inferiores ao controle no teste afetivo.
- O KNO₃ poderia ser uma opção para reduzir ainda mais o sódio do P2, uma vez que na aplicação no P4 foi aceito sensorialmente.

7 SUGESTÕES

Sugestões para trabalhos futuros:

- 1- Testar quantidades de KCl entre 40 e 60% de forma a identificar qual o limite exato do uso em salames e para este limite fazer avaliação da vida de prateleira do produto.
- 2- Avaliar o uso do KNO_3 juntamente com a concentração limite do KCl como uma opção para reduzir ainda mais o sódio dos salames.
- 3- Avaliar formas comerciais de KCl modificado para minimizar alterações no sabor, identificando possibilidades de redução maiores para o sódio dos salames.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALINO, M. et al. Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. **Meat Science**, Barking, v. 83, n. 3, p. 423–430, Nov. 2009.

ARMENTEROS, M. et al. Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. **Food Chemistry**, London, v. 117, n. 4, p. 627–633, Dec. 2009.

BAX, **Manual do Usuário**. DuPont, 2002.

BRASIL. Instrução Normativa n. 22, de 31 de julho de 2000. Anexo V: **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Salame**. Publicada no Diário Oficial da União de 01/08/00.

_____. Instrução Normativa n. 22, de 31 de julho de 2000. Anexo XII: **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Salame Tipo Italiano**. Publicada no Diário Oficial da União de 01/08/00.

_____. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes)**. Publicada no Diário Oficial da União de 16/01/98.

_____. Portaria n. 41, de 14 de janeiro de 1998. **Regulamento Técnico para Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**. Publicada no Diário Oficial da União de 21/01/98.

_____. Portaria n. 1.002, de 11 de dezembro de 1998. **Lista os produtos, comercializados no país, enquadrando-os nas Subcategorias que fazem parte da Categoria 8 - Carnes e Produtos Cárneos**. Publicada no Diário Oficial da União de 14/12/98.

_____. Resolução n. 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológico para Alimentos (Grupo 5I)**. Publicada no Diário Oficial da União de 10/01/01.

CALCIUMINFO.COM. US, 2008. Disponível em:<www.calciuminfo.com>. Acesso em: 29 nov. 2008.

CAMPBELL-PLATT, G.; COOK, P. E. **Fermented Meat**. 1st ed. London: Blackie Academic & Professional, 1995.

CHAMPAGNE, C. M.; LASTOR, K. C. Sodium intake: Challenges for researchers attempting to assess consumption relative to health risks. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 22, p. S19-S22, Dec. 2009, supplement.

COHEN, A. J.; ROE, F. J. C. Review of risk factors for osteoporosis with particular reference to a possible aetiological role of dietary salt. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 38, n. 2-3, p. 237-253, Feb. 2000.

COMAPOSADA, J.; ARNAU, J.; GOU, P. Sorption isotherms of salted minced pork and of lean surface of dry-cured hams at the end of the resting period using KCl as substitute for NaCl. **Meat Science**, Barking, v. 77, n. 4, p. 643-648, Dec. 2007,

CORETTI, K. **Embutidos: Elaboración y Defectos**. Zaragoza: Acribia, 1996.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 1, p. 188-196, Sept. 2006,

FARIAS, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. 1. ed. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002.

GARCÍA-GARCÍA, E.; TOTOSAUS, A. Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and j-carrageenan by a mixture design approach. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 4, p. 406–413, Apr. 2008.

GIMENO, O.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. **Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages**: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. **Meat Science**, Barking, v. 57, n. 1, p. 23-29, Jan. 2001.

GELABERT, J. et al. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, Barking, v. 65, n. 2, p. 833-839, Oct. 2003.

GOU, P. et al. Potassium Chloride, Potassium Lactate and Glycine as Sodium Chloride Substitutes in Fermented Sausages and in Dry-cured Pork Loin. **Meat Science**, Barking, v. 42, n. 1, p. 37-48, Jan. 1996.

GUÀRDIA, M. D. et al. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. **Meat Science**, Barking, v. 73, n. 3, p. 484-490, July 2006.

GUÀRDIA, M. D. et al. Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. **Meat Science**, Barking, v. 80, n. 4, p. 1225-1230, Dec. 2008.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. Beneficial effects of potassium. **BMJ**, n. 323, 2001, p. 497-501.

IBAÑEZ, C. et al. Dry fermented sausages elaborated with *Lactobacillus plantarum*-*Staphylococcus carnosus* part I: Effect of partial replacement of NaCl with KCl on the stability and the nitrosation process. **Meat Science**, Barking, v. 44, n. 4, p. 227-234, Dec. 1996.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Editora MS, 2005.

IMeN – Instituto de Metabolismo e Nutrição. São Paulo, 2005. Disponível em: <www.nutricaoclinica.com.br>. Acesso em: 25 nov. 2008.

ISO 6888-1. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococci aureus* and other species) – Part 1: Technique using Baird-Parker agar médium. **International Organization of Standardization (ISO)**. Geneva: ISSO, 1999. 11p.

ITAL. **Aplicação da biotecnologia em produtos cárneos**. Campinas: CTC/ITAL, 1990.

KARPPANEN, H.; MERVAALA, E. Sodium Intake and Hypertension. **Progress in Cardiovascular Diseases**, Orlando, v. 49, n. 2, p. 59-75, Mar./Apr. 2006.

KATSIARI, M. C. et al. Manufacture of Kefalograviera cheese with less sodium by partial replacement of NaCl with KCl. **Food Chemistry**, London, v. 61, n. 1-2, p. 63-70, Jan. 1998.

KATSIARI, M. C. et al. Proteolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. **Food Chemistry**, London, v. 73, n. 1, p. 31-43, Apr. 2001.

KATSIARI, M. C. et al. Reduction of sodium content in Feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl. **International Dairy Journal**, Barking, v. 7, n. 6-7, p. 465-472, June/July 1997.

LAWRENCE, G. et al. Odour-taste interactions: A way to enhance saltiness in low-salt content solutions. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 20, n. 3, p. 241-248, Apr. 2009.

LEVINE, D. M. **Estatística: teoria e aplicações com EXCEL**. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

MACEDO, R. E. F. **Utilização de culturas lácticas probióticas no processamento de produto cárneo fermentado**. 2005. 210 f. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MUGUERZA, E. et al. New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 15, n. 10, p. 452-457, Oct. 2004.

OLIGOELEMENTOS, 2008. Disponível em: <<http://www.oligopharma.com.br>>. Acesso em: 29 nov. 2008.

OLIVO, R.; OLIVO, N. **O Mundo das carnes: ciência, tecnologia & mercado**. Cocal do Sul: IMPRINT, 2005.

PHELPS, T. et al. Sensory issues in salt reduction. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 17, n. 7-8, p. 633-634, Oct./Dec. 2006.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2. ed. Goiânia: UFG, 2001. v. 1.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1994.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, Barking, v. 70, n. 3, p. 531-541, July 2005.

SHIMOKOMANI, M. et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998.

TERRA, A. B. M.; FRIES, L. L. M.; TERRA, N. N. **Particularidades na fabricação de salame**. São Paulo: Varela, 2004.

TOLDRÁ, F. Sodium reduction in foods: a necessity for a growing sector of the population. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 18, n. 11, p. 583, Nov. 2007.

TOTOSAUS, A.; CHABELA, M. L. P. Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 42, n. 2, p. 563-569, Mar. 2009.

3M. Coliform count plate interpretation guide. Disponível em: <www.3m.com/microbiology>. Acesso em: 22 mar. 2009.

3M. Lactic acid aerobic count plate interpretation guide. Disponível em: <www.3m.com/microbiology>. Acesso em: 23 mar. 2009.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos cárnicos: Tecnología, química y microbiología**. Zaragoza: Acribia, 1998.

VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 1-2, p. 104-113, Jan./Feb. 2008.

WIKIPÉDIA: A Enciclopédia Livre, 2008. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/>>. Acesso em: 29 nov. 2008.

WIRTH, F. **Tecnología de los embutidos escaldados**. Zaragoza: Acribia, 1992.

ANEXOS

ANEXO 1 - Modelos de fichas utilizadas no teste sensorial

Nome: _____ Data: _____

Teste de Preferência

Você está recebendo cinco amostras de salame tipo italiano. Por favor, avalie os atributos da tabela, em relação a amostra controle. **Prove as amostras na ordem**, utilizando a escala abaixo.

- 1 = Muito pior que o controle
- 2 = Pior que o controle
- 3 = Pouco pior que o controle
- 4 = Semelhante ao controle
- 5 = Pouco melhor que o controle
- 6 = Melhor que o controle
- 7 = Muito melhor que o controle

Amostra	Cor	Odor	Sabor	Textura
329				
613				
524				
825				
438				

Nome: _____ Data: _____

Teste de Preferência

Você está recebendo cinco amostras de salame tipo italiano. Por favor, avalie os atributos da tabela, em relação a amostra controle. **Prove as amostras na ordem**, utilizando a escala abaixo.

- 1 = Muito pior que o controle
- 2 = Pior que o controle
- 3 = Pouco pior que o controle
- 4 = Semelhante ao controle
- 5 = Pouco melhor que o controle
- 6 = Melhor que o controle
- 7 = Muito melhor que o controle

Amostra	Cor	Odor	Sabor	Textura
269				
453				
885				
520				
330				