

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

**FABRICAÇÃO DE SALAME TIPO HAMBURGUÊS  
COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE SÓDIO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Roberta Garcia Barbosa**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

# **FABRICAÇÃO DE SALAME TIPO HAMBURGUÊS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE SÓDIO**

**por**

**Roberta Garcia Barbosa**

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

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Tatiana Emanuelli**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**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

**FABRICAÇÃO DE SALAME TIPO HAMBURGUÊS COM  
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE SÓDIO**

elaborada por  
**Roberta Garcia Barbosa**

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

**Comissão examinadora:**

---

**Tatiana Emanuelli, Dr<sup>a</sup>.**  
(Presidente/Orientadora)

---

**Ernesto Hashime Kubota, Dr. (UFSM)**

---

**Wladimir Padilha da Silva, Dr. (UFPEL)**

Santa Maria, 09 de julho de 2009.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, que por sua força, realizo este sonho.

Agradeço à minha família, meu grande tesouro, em especial a minha mãe pelo exemplo de vida, às minhas irmãs Mariana, minha amiga em todos os momentos, e à Martina, pelas palavras de carinho e companhia.

A minha orientadora Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Tatiana Emanuelli, por todos os momentos de compreensão, pelo exemplo profissional e pessoal que sempre foi em toda minha jornada acadêmica. Pelo confiança em ser sua orientada. Muito obrigada!

Agradeço ao professor co-orientador Prof<sup>º</sup>. Dr. Nelcindo Terra pelas orientações sabias que me ensinaste e pela oportunidade em aprender com ele.

Aos meus amigos para toda a vida, Bianca Dalenogare, Francine Cadore, Clarice Giovanelli, Kelli Azevedo, Gabriela Cantelle, Carine Comarella, Fernanda Zimmer, Daniel Cerutti, Jean Ferrarini e Ana Maria Sturmer, obrigada por todos os momentos ao meu lado, incentivo, companheirismo e amizade. A Solange Zang, Fabiana Giovenardi e Giliane Zimmer pela amizade e ajuda insubstituível nos experimentos, agradeço de coração.

À minha amiga Andrea Giovenardi, obrigada pela ajuda inestimável na dissertação, pelas palavras de ajuda em todos os momentos difíceis.

Agradeço a minhas colegas e amigas de mestrado por todas as parcerias, Larissa Becker, Magda Monego, Susana Mohr, Carline Parodia, Mara Da Cas.

A empresa Mabella Carnes pelo incentivo, em especial a Aparecida Yumi Iwano, pela confiança em mim, pelos conselhos e liberação para estudo.

Aos professores do Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos, do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, e do Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) pela ajuda e pelos

ensinamentos transmitidos em especial a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Neila Richards, e aos funcionários Carlos Rubini Junior, Liana Inês Guidolin Milani, e Marialene Manfio.

Aos professores da banca, Prof<sup>o</sup>. Dr. Ernesto Hashime Kubota, Prof<sup>o</sup>. Dr. Wladimir Padiha da Silva e Prof<sup>o</sup>. Dr. Roger Wagner pela disponibilidade.

A todos os meus amigos, colegas e professores da graduação do Curso de Farmácia e Bioquímica – Tecnologia de Alimentos, e do NIDAL que me incentivaram e deram o alicerce fundamental para a realização do mestrado.

A Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de aprendizado e estudo.

**Muito Obrigada!**

Quando te decidires: segue!  
Não esperes que o vento  
Cubra de flores o caminho.  
Nem sequer esperes o caminho.  
Cria-o. Faze-o tu mesmo  
E parte... Sem lembrar  
Que outros passos pararam,  
Que outros olhos ficaram te olhando seguir.

(Prado Veppo)

## RESUMO

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

### FABRICAÇÃO DE SALAME TIPO HAMBURGUÊS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE SÓDIO

AUTORA: ROBERTA GARCIA BARBOSA  
ORIENTADORA: TATIANA EMANUELLI  
CO-ORIENTADOR: NELCINDO NASCIMENTO TERRA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 9 de julho de 2009.

A ingestão excessiva de sódio está sendo relacionada com hipertensão e conseqüentemente com o aumento do risco de doenças cardiovasculares. O consumo de sódio excede a recomendação nutricional na maioria dos países industrializados. A principal fonte de sódio na dieta é o cloreto de sódio. Em países industrializados, os produtos cárneos são uma das principais fontes de sódio na forma de cloreto de sódio. Com o objetivo de produzir um salame tipo hamburguês com diminuição dos riscos associados ao sódio, mantendo as características já tradicionalmente apreciadas neste produto, no presente estudo avaliou-se a substituição do cloreto de sódio, em diferentes níveis (45, 50 e 55%), por cloreto de potássio e por cloreto de magnésio. Foram avaliados os parâmetros de pH, temperatura, perda de peso, contagens de bactérias ácido lácticas, microrganismos mesófilos aeróbios, *Salmonella*, coliformes fecais e coliformes totais durante a fabricação e ao final da produção dos salames. Ao final da produção dos salames foram avaliados ainda a composição centesimal, minerais, atividade de água, cor objetiva e características sensoriais. Os resultados do presente estudo indicam que a substituição de 45 a 55% do NaCl de salame tipo hamburguês por KCl ou MgCl<sub>2</sub> (em base de massa) resulta em produtos com características físico-químicas e microbiológicas adequadas para a comercialização, permanecendo dentro dos padrões legais do Brasil para teores de umidade, proteína, gordura, atividade de água, contagens de coliformes e ausência de *Salmonella*. Dentre as formulações avaliadas, maior umidade foi encontrada naquelas contendo MgCl<sub>2</sub>, que também apresentaram menores valores de cinzas e cloretos. Quanto aos valores de atividade de água, estes foram menores nas formulações com KCl. Ainda que as substituições de 45% do NaCl por KCl ou MgCl<sub>2</sub> tenham melhorado as características sensoriais do salame tipo hamburguês, as substituições de 50% do NaCl por KCl e de 55% do NaCl por MgCl<sub>2</sub> também parecem ser viáveis, uma vez que resultaram em produtos com aceitação sensorial semelhante a do controle.

Palavras-chave: salame; aceitabilidade; cloreto de sódio; cloreto de potássio; cloreto de magnésio.

## ABSTRACT

Master Dissertation  
Graduate Program on Food Science and Technology  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### DEVELOPMENT OF HAMBURG-TYPE DRY FERMENTED SAUSAGE WITH PARTIAL REDUCTION OF SODIUM CONTENT

AUTORA: ROBERTA GARCIA BARBOSA  
ORIENTADORA: TATIANA EMANUELLI  
CO-ORIENTADOR: NELCINDO NASCIMENTO TERRA

Place and Date of Defense: Santa Maria, July 9th, 2009.

The excessive intake of sodium is related to hypertension and consequently to an increased risk of cardiovascular diseases. The consumption of sodium exceeds the nutritional recommendations in most industrialized countries. Sodium chloride is the main source of sodium in the diet. In developed countries, meat products are one of the major sources of sodium in the form of sodium chloride. This study was aimed at producing a Hamburg-type dry fermented sausage with low sodium levels, but keeping the traditional characteristics appreciated in this product. For this purpose, we evaluated potassium chloride and magnesium chloride as partial substitutes for sodium chloride (45, 50 and 55% substitution on mass basis). The pH, temperature, weight loss, lactic acid bacteria counts, aerobic mesophilic bacteria counts, *Salmonella*, total and fecal coliforms were assessed during and after the production of dry fermented sausages. At the end of the production the sausages were also submitted to proximate composition, mineral, water activity, objective color and sensory analyses. Results indicate that the replacement of 45 to 55% NaCl with KCl or MgCl<sub>2</sub> yields Hamburg-type dry fermented sausages that have physico-chemical and microbiological characteristics suitable for trading. These products were within the Brazilian legal limits for moisture, protein, fat, water activity, coliforms and *Salmonella*. Among the formulations developed, the highest moisture was found in MgCl<sub>2</sub>-containing sausages, which also had the lowest contents of ash and chloride. Water activity was lower in the sausages with KCl. Although the replacement of 45% NaCl with KCl or MgCl<sub>2</sub> have improved the sensory characteristics of Hamburg-type dry fermented sausage, the replacement of 50% NaCl with KCl and 55% NaCl with MgCl<sub>2</sub> also appear to be viable, since they yielded products with sensory acceptability similar to that of control.

Keywords: dry fermented sausage; acceptability; sodium chloride; potassium chloride; magnesium chloride.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Características físico-químicas e parâmetros de cor dos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub>, após 30 dias de cura.....44
- Tabela 2: Contagens de microrganismos dos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub> durante a fabricação.....45
- Tabela 3: Escores da análise sensorial dos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub> usando teste de comparação múltipla com uma amostra controle .....46

## LISTA DE ABREVIATURAS

% - Porcentagem  
°C - Grau centígrado  
a\* - Intensidade da cor vermelha  
Aw - Atividade de água  
b\* - Intensidade da cor amarela  
BPF - Boas práticas de fabricação  
g - Grama  
Kcal/dia - Quilocaloria/dia  
KCl - Cloreto de potássio  
L\* - Luminosidade  
mg - Miligrama  
MgCl<sub>2</sub> - Cloreto de magnésio  
mmHg - Milímetros de mercúrio  
NaCl - Cloreto de sódio  
NO - Óxido nítrico  
NO<sub>2</sub> - Nitrito  
OMS - Organização Mundial da Saúde  
pH - Potencial de hidrogênio  
UFC - Unidade formadora de colônia  
USP - Universidade de São Paulo

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1: Tabela 1- Concentração de minerais (mg/100 g de salame) nos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl <sub>2</sub> .....	65
Apêndice 2: Figura 1 - Evolução dos valores de pH (A) e de temperatura (B) dos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl <sub>2</sub> , durante o período de fabricação. ....	66
Apêndice 3: Figura 2 - Evolução da temperatura (A) e da umidade relativa (B) da câmara de maturação para os salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl <sub>2</sub> , durante 30 dias de cura .....	67
Apêndice 4: Figura 3 - Evolução da contagem total de microrganismos mesófilos aeróbios dos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl <sub>2</sub> , durante o período de fabricação .....	68
Apêndice 5: Figura 4 - Evolução da contagem de bactérias ácido lácticas dos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl <sub>2</sub> , durante o período de fabricação .....	69

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>2.1 Embutidos fermentados</b> .....	15
<b>2.2 Salame</b> .....	15
2.2.1 Elaboração de salame .....	16
2.2.2 Matérias-primas e ingredientes da formulação e suas funções .....	18
2.2.3 Características químicas físicas e sensoriais .....	21
2.2.3.1 Características sensoriais .....	21
2.2.3.2 Características físico-químicas .....	23
2.2.3.3 Características microbiológicas .....	24
<b>2.3 Utilização de sal em produtos cárneos curados</b> .....	25
2.3.1 Consumo de sódio e suas implicações para a saúde .....	26
2.3.2 Redução de sódio em produtos curados .....	28
2.3.3 Substituintes de sódio na elaboração do salame .....	30
<b>3 ARTIGO CIENTÍFICO</b> .....	32
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>4.1. Características físico-químicas</b> .....	47
<b>4.2 Análises microbiológicas</b> .....	51
<b>4.3 Análises sensoriais e análise objetiva da cor</b> .....	53
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	55
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

O excesso de sódio na alimentação humana é correlacionado com o aumento de doenças, entre elas a hipertensão, que é considerada um problema de saúde pública por sua magnitude, riscos e dificuldades no seu controle (LAW et al., 1991). É também reconhecido como um dos mais importantes fatores de risco para o desenvolvimento do acidente vascular cerebral e infarto do miocárdio. Estudos mostram que cerca de 20% dos adultos no Brasil apresentam hipertensão, sem distinção por sexo, e também com evidente tendência de aumento com a idade (MOLINA, 2003).

Atualmente, a indústria tem focado o desenvolvimento de produtos considerados saudáveis, com melhores propriedades nutricionais do que os tradicionais (BALDISSERA, 2007). As inovações tecnológicas no desenvolvimento de produtos cárneos apresentam, entretanto, uma dicotomia: oferecer produtos saborosos aos consumidores e ao mesmo tempo, com baixo efeito nocivo à saúde relativo à ingestão de sal de sódio.

A principal fonte de sódio na dieta é o cloreto de sódio (NaCl), e as principais fontes provêm dos alimentos processados. Isto ocorre pelo fato de o NaCl ser um dos ingredientes mais utilizados no processamento de alimentos. Este componente cumpre função tecnológica importante nos produtos cárneos industrializados, sendo essencial ao sabor, flavor, textura, segurança alimentar e preservação do produto (GUÀRDIA et al., 2008).

A busca pela fabricação de produtos que respeitem a legislação e que tenham componentes saudáveis força a pesquisa por ingredientes de melhor qualidade e que tragam benefícios para a saúde, tendendo a ser o futuro da indústria de

alimentos, incluindo a indústria cárnea. A carne suína é a mais consumida no Mundo, mas no Brasil ela perde na preferência para a carne bovina e de frango. Cerca de 65% da carne suína consumida no Brasil é sob a forma industrializada e apenas 35% sob a forma “in natura” (DESOUZART, 2007).

A tentativa de reduzir o teor de sódio em produtos cárneos é reportada por diversos autores, propondo sua substituição por cloreto de potássio (KCl), cloreto de magnésio ( $MgCl_2$ ), ascorbato de cálcio e lactato de potássio (GIMENO et al., 2001). Entretanto, existem limitações tecnológicas, pois estas modificações afetam os atributos de qualidade, que dependem da matriz, sendo que qualquer alteração no teor de sal de embutidos cárneos implica na reformulação de todos os ingredientes, sendo praticamente impossível eliminá-lo totalmente nestes produtos.

Os embutidos fermentados são produtos cárneos industrializados tradicionalmente preparados desde antigas civilizações para preservação da carne, que permanecem sendo produzidos em larga escala e muito apreciados por possuírem um flavor único (GELABERT et al., 2003; GUÀRDIA et al., 2008). O procedimento de fermentação chega até nós através do salame, o qual é produzido com diferentes técnicas e nos variados tipos em que conhecemos, entre eles o salame tipo hamburguês. São elaborados com carnes e gorduras cortadas e picadas, às quais se incorporam especiarias, aditivos e condimentos autorizados, e são submetidos a um processo de fermentação microbiana que leva a acidificação pelo acúmulo de ácido láctico, e a complexas reações bioquímicas ocorridas durante o processo de maturação (ORDOÑEZ et al., 2005).

Em virtude de o cloreto de sódio conferir a este embutido fermentado características únicas de sabor, cor e aroma, a fabricação do salame tipo hamburguês com teor reduzido de sódio torna-se um objeto de estudo potencial, como produto cárneo comercializável com valor agregado.

Baseando-se nisto, os objetivos do presente trabalho foram:

- Fabricar Salame tipo hamburguês com redução na quantidade de sódio adicionada, através da substituição de diferentes níveis de NaCl por sais de KCl e  $MgCl_2$ ;
- Avaliar as características físico-químicas dos salames, para verificar quais formulações estão de acordo com os limites estabelecidos na legislação vigente;

- Avaliar a aceitabilidade sensorial e as características microbiológicas das formulações.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Embutidos fermentados**

Embutidos fermentados são produtos resultantes da fermentação láctica da matéria-prima crua triturada com toucinho, adicionada de sal, especiarias e embutida em tripa natural ou sintética (BERAQUET, 2005). Neste processo a massa cárnea é mantida em condições para que ocorra a fermentação através de um processo no qual microorganismos estão envolvidos e causam complexas mudanças bioquímicas e físicas nas características iniciais da carne.

As primeiras civilizações utilizavam-se de salga e secagem como métodos de preservação de carnes, para conservar as carnes que não seriam consumidas rapidamente, evitando desperdícios. Em 1500 anos a.C, os antigos Babilônios, Romanos, e Gregos, aprenderam que, se a carne fosse moída e misturada com sal e especiarias e colocada em envoltórios, teria uma melhor conservação (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Desta forma, surgiram os embutidos fermentados nos quais a carne moída é acidificada pela fermentação, que confere ao embutido a fatiabilidade, segurança microbiológica, vida útil, aroma e gosto característico denominado no Brasil pelo termo salame (BUCKENHÜSKES, 1993).

### **2.2 Salame**

O termo salame é genérico, já que existem milhares de tipos deste embutido fermentado. Todos estes produtos são auto-estáveis devido à fermentação e desidratação, que permitem a conservação em temperatura ambiente sem necessidade de frio (YAMADA & BERAQUET, 1993).

Podem ser diferenciados por diversos fatores como pela origem da carne (espécie do animal), forma de preparação do componente gordura, granulometria da carne e do toucinho, quantidade de sal e pelo tipo de condimentação utilizada,

natureza e dimensão do envoltório, desenvolvimento ou não de bolor na superfície externa, pelas condições e tempo aplicados na fermentação, quantidade de açúcar empregado e pela temperatura de fermentação (TERRA, 2005).

Inicialmente, o salame era fabricado de forma muito irregular onde a formulação e o processo de fabricação eram transmitidos de geração a geração oralmente e não de forma escrita. Os microrganismos que atuavam na mistura cárnea eram resultantes da contaminação inicial da matéria-prima e dos ingredientes. Só a partir de 1940 foram feitas as primeiras tentativas de realizar fermentação com base científica, após o desenvolvimento de culturas “starters” que começaram a ser comercializadas em 1961 (TERRA, 2005).

### 2.2.1 Elaboração do salame

Os salames são produzidos a partir da preparação da massa, onde ocorre a trituração da carne com a gordura e os ingredientes. A matéria-prima deve ser moída em moedores, para salames com partículas grandes ou médias, ou em *cutter* para aqueles com partículas pequenas ou de massa fina, como no caso do salame tipo hamburguês (PARDI et al., 1996).

As matérias-primas cruas devem ser moídas a temperaturas baixas para atingir a melhor definição de partículas, que se refere à clara demarcação entre a gordura e partículas de carne magra e para que se reduza a extração das proteínas que ajudam a deformar a partícula. Temperaturas de toucinho altas causam emulsão da massa, dificultando a desidratação e desqualificando a aparência do salame (TERRA et al., 2004b).

Após a moagem e mistura, a massa é embutida em tripas naturais ou artificiais. Durante o embutimento, deve-se tomar cuidado para que não ocorram problemas de qualidade, como fazer a retirada do ar da massa cárnea através do uso de embutideiras a vácuo, para que não ocorram alterações oxidativas; e manter a temperatura entre 0 e 1°C durante o embutimento para minimizar o esmagamento da gordura. As tripas utilizadas devem possuir permeabilidade ao vapor d'água, elasticidade e retratilidade que permite que a tripa acompanhe a evolução do

produto no decorrer do processo de fabricação e aderência, para evitar a formação de bolhas de ar entre a tripa e o produto (NETO et al., 2006).

Com a massa cárnea embutida, o salame é submetido à câmara com temperatura, umidade e velocidade do ar controlados, processo que compreende duas fases. Na fase inicial, ocorre a fermentação com o desenvolvimento das características sensoriais do salame, e em uma etapa final a desidratação que, além de reforçar algumas propriedades sápidas, reduz a atividade de água (TERRA, 2005).

Na primeira fase, de fermentação, ocorre o crescimento e ação metabólica dos microrganismos *Pediococcus* e espécies homofermentativas de *Lactobacillus* que produzem ácidos orgânicos, como o ácido láctico, responsáveis pela queda de pH, fato muito importante na maturação destes produtos (FERNÁNDEZ et al., 2001).

Nesta fase a temperatura da câmara deve estar entre 18 e 26°C, a umidade relativa deve ser mantida 5 a 10 unidades menores do que a umidade relativa (atividade de água X 100) no interior do salame, isto é, em torno de 85% a 90%, e a velocidade do ar controlada em cerca de 0,4 m/s durante 2 a 4 dias (LÜCKE, 2000).

Nesta fase, com o abaixamento de pH, as proteínas passam de um estado de sol para gel, estabilizando a emulsão cárnea e respondendo pela fatiabilidade do produto. Ocorre inibição do crescimento de microrganismos indesejáveis, bactérias gram negativas como *Staphylococcus aureus*, *S. typhimurium*, *Clostridium botulinum* e *Listeria monocytogenes*, ocorrendo inversão de microbiota onde o meio ambiente favorece o desenvolvimento de microrganismos gram positivos. Por ter sido alcançado o ponto isoelétrico das proteínas da carne, ocorre a perda de água, com conseqüente perda de peso do salame, conferindo uma textura firme (consistência) e fatiabilidade ao produto final (BUCKENHÜSKES, 1993; SHIMOKOMAKI et al. 2006).

Durante o processo, para se obter uma fermentação adequada, os parâmetros de umidade relativa e de temperatura devem ser precisos. A utilização de temperaturas elevadas acelera a acidificação, pois o aumento de 5°C dobra a formação de ácido, o que pode causar a inibição do desenvolvimento das micrococaceas, impedindo a redução eficaz do nitrato a nitrito, deixando os embutidos com cor indesejada, e ainda, proporcionando sabor e aroma fortes ao produto. Além disso, altas temperaturas propiciam o crescimento e produção da toxina do *Staphylococcus aureus*. Com relação à umidade relativa, esta deve ser

suficientemente baixa para iniciar o processo de secagem, evitar o crescimento descontrolado de bolores e de leveduras, porém sem ocorrer uma desidratação excessiva. Por outro lado, deve ser suficientemente alta para evitar a formação de uma camada dura na superfície externa do salame, o que impediria a eliminação de água do interior do produto, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (LÜCKE, 1998).

A segunda fase compreende o processo de secagem/maturação. Esta fase é mais longa e acontece com a câmara de cura mantendo a temperatura de 12 a 18°C, umidade relativa de 75 a 85% e velocidade do ar de 0,2 m/s (SHIMOKOMAKI et al., 2006). Neste período, ocorre a maior desidratação do produto, devendo-se ter o controle para que a taxa de água que evapora da superfície do produto seja igual a taxa de água que migra do interior do embutido para a superfície. Aqui, com a queda de pH, ocorre a insolubilização das proteínas e posterior hidrólise, gerando no meio peptídios, aminoácidos e amoníaco, que conferem sabor ao produto. Posteriormente, a formação de amoníacos, aminas, alcoóis e aldeídos a partir de aminoácidos podem influenciar a formação do aroma. As gorduras são hidrolisadas por lipases produzidas pelas bactérias lácticas, formando, a partir dos triglicerídeos, glicerol, ácidos graxos livres e glicerídeos, também atuantes no sabor e aroma dos produtos (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

### 2.2.2 Matéria-prima e ingredientes da formulação e suas funções

Para a produção de salames utilizam-se tradicionalmente carnes de suínos ou suínos e bovinos magros e saudáveis. Dá-se preferência às carnes de coloração mais acentuada, que possuem maior quantidade de pigmento mioglobina, característica encontrada em animais mais velhos, pois a carne dos mais jovens apresenta coloração mais clara, resultando em embutidos de cor pálida e instável no produto final. As carnes, além de isentas de aponeuroses, glândulas e pontos hemorrágicos, devem ser manipuladas em condições de higiene, para evitar, problemas de saúde pública, bem como o desenvolvimento de microrganismos que causam problemas na fase de fermentação, como inibição da cultura *starter* e produção de gás (PRÄNDL et al., 1994).

Tão importante quanto a composição da carne na produção de salame, é selecionar a gordura adicionada. Esta deve ser da região costo-lombar de suínos, por apresentar menor quantidade de ácidos graxos insaturados, o que permite o seu estado sólido em temperatura ambiente (SHIMOKOMAKI et al., 2006). Gorduras que possuem alto grau de insaturação além de causarem rancificação pela sua oxidação, o que altera o cheiro e o sabor, ainda se liquefazem durante a moagem, formando uma película de gordura, impedindo a perda de água.

Para que ocorra a cura da carne, os sais de cura (nitrito e nitrato de sódio e /ou potássio) são utilizados há séculos. A transformação do nitrato em nitrito por ação microbiana é a base da coloração vermelha ou rósea características dos produtos curados de salsicharia. O nitrito produz estabilidade da cor, melhora da textura, desenvolvimento de flavor característicos de produtos curados, e possui atividade antimicrobiana principalmente contra *Clostridium botulinum* e *C. perfringens*. Em sua atuação na carne, o nitrito se combina com a mioglobina, após redução a óxido nítrico (NO), para formar nitrosomioglobina. Ele pode ainda funcionar como antioxidante por conversão das proteínas heme em proteínas heme óxido estáveis e por quelação dos metais presentes na carne (JAY, 1994).

Atuando paralelamente com os sais de cura, os ascorbatos como são chamados os agentes antioxidantes (eritorbato e ascorbato de sódio), atuam influenciando a redução do nitrito residual, pois os ascorbatos e o nitrito neutralizam-se mutuamente, conseqüentemente, diminuindo a formação de nitrosaminas, compostos implicados na carcinogênese. O eritorbato de sódio ainda atua acelerando a formação de coloração vermelha típica, mantendo-a durante o armazenamento e prevenindo alterações oxidativas indesejáveis (TERRA et al., 2004a).

Com o objetivo de melhorar a qualidade, agregando o aroma e o sabor aos embutidos fermentados faz-se a utilização de especiarias. Além disto, elas contribuem com a vida útil dos produtos por possuírem atividade antioxidante através da redução do potencial redox do alimento e através de atividade antimicrobiana, com ação bacteriostática. A atividade antioxidante é atribuída à presença de compostos fenólicos na composição de especiarias como alecrim, orégano, sálvia, cravo-da-índia (TERRA et al., 2004a). As especiarias devem possuir inocuidade para não servirem de veículo de contaminação e comprometerem a qualidade do produto. Os condimentos mais utilizados são a pimenta branca e a

pimenta preta e em menor quantidade a noz moscada, páprica doce e o alho (TERRA, 2005).

Com o intuito de padronizar a qualidade final de produtos cárneos curados, passou-se a utilizar culturas puras de microrganismos, chamadas de culturas iniciadoras ou *starters*. Estas culturas tornam-se essenciais no controle de microrganismos deteriorantes e patogênicos para a segurança de produtos cárneos fermentados, por serem competitivos frente a estes microrganismos indesejáveis presentes na matéria-prima (CAMPAGNOL, 2007).

As culturas *starters* comerciais consistem em uma mistura de mais de um microrganismo, que somam suas ações. Estes microrganismos são divididos em dois grupos. Um grupo é responsável pela fermentação dos carboidratos para produção de aroma e sabor nos embutidos curados, e pelo abaixamento do pH, realizando acidificação. O outro grupo possui enzimas nitrato redutase, que reduzem o nitrato a nitrito, contribuindo para a coloração dos produtos, impedindo a formação de compostos cancerígenos – as nitrosaminas e, ainda atuam no sabor e aroma. O primeiro grupo é formado por *Lactobacillus* e *Pediococcus*, e o segundo, pela família *Micrococcaceae* nos gêneros *Staphylococcus*, *Micrococcus*, por leveduras (*Debaryomyces*) e bolores (*Penicillium*) (JESSEN, 1995; TERRA, 2005).

Como substrato das bactérias lácticas, os açúcares são fermentados, gerando o ácido láctico que é o agente responsável pelo fundamental abaixamento do pH (ORDÓÑEZ et al., 1998). Além deste ácido, a partir dos açúcares são produzidos os ácidos acético, carbônico e fórmico, que conferem características de sabor, aroma e cor. O tipo de cultura *starter* que será utilizado induzirá a escolha de determinado tipo de açúcar (TERRA, 2005).

Nos salames utiliza-se entre os monossacarídeos, a glicose e a frutose e entre os dissacarídeos a sacarose, maltose e lactose, assim como hidrolisados de amido. De maneira geral, preferem-se os açúcares de baixo peso molecular que são melhores e mais rapidamente metabolizados pelos microrganismos, porém cada tipo de cultura utiliza diferentemente os açúcares. Enquanto a glicose pode ser aproveitada por todos os lactobacilos, a sacarose é fermentada por cerca de 80% das espécies e a maltose por 29%. No entanto, a lactose não é desdobrada pela maioria da microbiota *starter* dos embutidos crus, porém o uso de açúcares menos fermentescíveis permite obter embutido com sabor final ligeiramente mais doce e menos ácido (PRÄNDL et al., 1994; MONFORT, 2002).

Finalmente, o sal (cloreto de sódio), possui função de conferir sabor ao produto curado além de atuar sobre os processos físicos, bioquímicos e microbianos da fermentação e maturação do salame. Este ingrediente atua principalmente: (1) na ação conservante, impedindo o crescimento de bactérias prejudiciais, ou limitando sua proliferação; (2) diminuindo a atividade de água, aumentando a capacidade de retenção de água, e dificultando a ação dos microrganismos; (3) aumentando a solubilização das proteínas miofibrilares do músculo; e (4) contribuindo para o gosto característico básico, além do flavor cárneo natural (PARDI et al., 1996).

### 2.2.3 Características do salame

A qualidade global de um alimento é determinada por diversos fatores ou parâmetros, incluindo características ou atributos de natureza físico-química, microbiológica, sensorial e nutricional. As referidas características e atributos de qualidade do alimento resultam de um complexo sistema de controle da matéria-prima, dos ingredientes, das Boas Práticas de Fabricação (BPF), da tecnologia de produção, do envase/conservação, da comercialização e da logística de distribuição (SAWITZKI, 2007).

#### 2.2.3.1 Características sensoriais

A fim de avaliar a qualidade sensorial dos produtos, faz-se a análise sensorial. Esta surgiu durante a segunda guerra mundial, pois as tropas rejeitavam grandes volumes de ração, apesar de atender as suas necessidades nutricionais. Para descobrir os motivos da negação ao alimento foram realizadas entrevistas que permitiram concluir que o fato ocorreu pela deterioração do alimento, que alterou as características de qualidade do produto (BORTOLUZZI, 1996). No Brasil, chegou em 1954 com a necessidade de classificar bebidas de café e é utilizada até hoje como uma ferramenta de qualidade da indústria alimentícia. A análise sensorial pode ser definida como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar, e

interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, sabor e audição (AMERINE et al., 1965).

A análise sensorial avalia a qualidade sensorial intrínseca de um produto, que é um dos componentes mais importantes na atração do consumidor. Ela origina-se da soma de aspectos de aroma, textura, gosto, cor, entre outros (DUTCOSKY, 2007).

A cor é um dos parâmetros sensoriais utilizado pela maioria dos consumidores, para aceitação ou rejeição inicial a um produto. Para atingir as expectativas dos consumidores, os alimentos tem que ser providos de cor (DUTCOSKY, 2007). A coloração característica dos embutidos maturados é o vermelho-róseo brilhante. Esta coloração está ligada diretamente a cura, com formação do pigmento nitrosomioglobina através da ação do cloreto de sódio e dos agentes de cura (VARNAN et al., 1998). A rápida passagem do nitrito ( $\text{NO}_2$ ) a óxido nítrico (NO), que se liga ao anel pirrólico da mioglobina, propicia condições favoráveis para a formação deste pigmento. Para que se forme a cor vermelho-rósea, o óxido nítrico deve se ligar ao estado reduzido do ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) (BACUS, 1984). Parte do NO é perdida pelo metabolismo das bactérias e na formação de gases. Assim, quando a passagem das formas nítricas for muito rápida, o produto pode não apresentar cor característica, pela falta de NO (SHIMOKOMAKI et al. 2006).

Diversos autores, com o objetivo de avaliar numericamente a cor e suas variações nos produtos utilizam colorímetros e indicam os valores no sistema  $L^* a^* b^*$ . Esse sistema é um padrão internacional para medidas de cores, adotado pela Commission Internationale d'Eclairage (CIE) em 1976. Os parâmetros utilizados para esta medida são expressos através de um valor de  $L^*$ , o qual indica luminosidade: quanto maior o valor de  $L^*$ , mais clara é a sua coloração, com escala de 0 a 100. Os valores de  $a^*$  (de verde a vermelho) e  $b^*$  (de azul a amarelo) são os dois componentes cromáticos e estes modelos são amplamente utilizados para alimentos (PAPADAKIS et al., 2000).

O sabor de um alimento é um atributo de características difíceis de serem diferenciadas. Engloba os gostos básicos (doce, ácido, salgado e amargo), sabores estranhos (rancidez, deteriorado...) e outras sensações, como adstringência, calor e frio, sensações táteis, orais, olfativas, e ainda impressões residuais (CHAVES & SPROESSER, 1996). Segundo Ordóñez et al. (2005), os precursores essenciais do

sabor de carne são compostos não-voláteis, solúveis em água e com peso molecular baixo, resultantes de reações enzimáticas de degradação de proteínas e de carboidratos a peptídeos, aminoácidos livres, mono e dissacarídeos e ácidos orgânicos. Além destes metabólitos formados durante o período de fermentação e secagem, alguns possuem origem dos condimentos adicionados (HIERRO et al., 1997). Contudo, o aroma específico de cada espécie cárnea é atribuído fundamentalmente a componentes voláteis de origem lipídica.

A textura é uma propriedade sensorial do alimento, detectada pelos sentidos do tato, da visão e da audição, que se manifestam quando o alimento sofre uma deformação (ANZALDUA-MORALES, 1994). A textura identificada em salames é definida por características mecânicas, como dureza, coesividade e plasticidade (HENRIKSEN e STAHNKE, 1997).

Em embutidos fermentados secos, o corte “cheio”, a fatiabilidade e a firmeza no corte são algumas características desejáveis de textura (DETONI et al., 1995). Esta característica está associada à aderência e ao aumento da consistência das partículas, o que é atribuído à solubilização e gelatinização das proteínas e à remoção da água. A variação da textura está relacionada com o valor do pH em embutidos fermentados, pois à medida em que o pH foi reduzido abaixo do ponto isoelétrico, ocorre uma maior extração de proteínas miofibrilares, resultando em uma maior firmeza. O conteúdo protéico também influencia na textura dos produtos, porém, a influência da gordura é limitada (MATULIS et al., 1995).

A percepção da dureza pode ser descrita baseando-se em comportamentos diversos da carne durante a mastigação, como a sensação tátil, habilidade de penetração dos dentes, facilidade de fragmentação, a adesão como medida de força com que as fibras tendem a manter-se unidas e os resíduos de mastigação (ORDÓÑEZ et al., 2005).

#### 2.2.3.2 Características físico-químicas

Conforme o regulamento técnico de identidade e qualidade do salame, este é um 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. A mesma definição também é aplicada ao salame tipo hamburguês com as ressalvas de ser um produto com granulometria específica de 3 a 6 mm, e poder apresentar mínimo de 50% de carne suína, diferentemente de 60% dos demais. O salame tipo hamburguês deve possuir máximo de 0,92 de atividade de água, umidade máxima de 40%, proteína mínima de 23%, gordura máxima de 35% e carboidratos máximo de 4% (BRASIL, 2000).

O salame diferencia-se dos demais embutidos pelo baixo teor de umidade e pela presença de ácido láctico, que confere sabor característico. Internacionalmente, os salames são classificados em dois grandes grupos, observando-se a tecnologia de fabricação e o pH final do embutido cárneo (STAHNKE et al., 2002).

Os salames do norte da Europa, chamados embutidos semi-secos são elaborados com carne bovina e suína, submetidos a uma fermentação de curta duração, de até 3 semanas. Nesta categoria incluem-se os produtos defumados e cozidos. Sua principal característica é o sabor picante, causado pelo pH final inferior a 5,0. A temperatura de fermentação normalmente não excede os 30°C. Já os salames do Mediterrâneo, ou do Sul, embutidos secos, possuem em sua formulação predominantemente carne suína. Sua fermentação é de longa duração, de até vários meses, e os valores de pH são sempre superiores a 5,0, conferindo ao produto aroma e sabor envolventes (STAHNKE et al., 2002)

### 2.2.3.3 Características microbiológicas

Com a finalidade de evitar riscos à saúde do consumidor, foram estabelecidos critérios e limites microbiológicos para cada tipo de alimento, através de legislações específicas. Conforme a legislação brasileira, os parâmetros microbiológicos para produtos cárneos maturados (presuntos crus, salames, lingüiças dessecadas, charque, *jerked beef* e similares) devem estar de acordo com os seguintes padrões. Para coliformes a 45°C, a tolerância para a amostra indicativa é até  $10^3$  UFC  $g^{-1}$ ; para amostra representativa devem ser analisadas 5 unidades sendo que todas devem apresentar contagem igual ou inferior a  $10^3$  UFC  $g^{-1}$ , e no máximo duas podem apresentar contagem entre  $10^2$  e  $10^3$  UFC  $g^{-1}$ . Para *Staphylococcus*

coagulase positivo, a tolerância para a amostra indicativa é até  $5 \times 10^3$  UFC  $g^{-1}$ ; para amostra representativa devem ser analisadas 5 unidades sendo que todas devem apresentar contagem igual ou inferior a  $5 \times 10^3$  UFC  $g^{-1}$ , e no máximo uma pode apresentar contagem entre  $10^3$  e  $5 \times 10^3$  UFC  $g^{-1}$ . *Salmonella* sp deve estar ausente tanto na amostra indicativa, quanto nas cinco amostras representativas (BRASIL, 2001).

### 2.3 Utilização de sal em produtos cárneos curados

Para fabricação de salames, utiliza-se carne *in natura*. Esta possui sódio (Na) em quantidades menores que 100 mg por 100 g de carne. A principal fonte de sódio nos produtos cárneos é a adição durante o processamento, na forma de cloreto de sódio, o qual contém 39,3% de sódio. O sódio está presente também em outros aditivos alimentares, como por exemplo, no eritorbato de sódio, no nitrito e no nitrato de sódio e no glutamato monossódico, porém a contribuição destes compostos para a quantidade de sódio é muito menor quando comparada com a de cloreto de sódio, pois estes compostos são adicionados em quantidades bem menores (DESMOND, 2006).

O cloreto de sódio é um dos ingredientes mais utilizados no processamento de carnes. Com relação ao flavor, além de conferir gosto salgado, o NaCl atribui características de sabor ao produto cárneo (GILLETTE, 1985). Possui um papel importante na formação da textura destes produtos, por aumentar as propriedades de retenção de água e gordura (TERRELL, 1983). Seu efeito conservante é principalmente devido à habilidade deste em diminuir a atividade de água (SOFOS, 1984).

O sal possui propriedade de sabor nos produtos cárneos, pela modificação da percepção do cátion  $Na^+$  com o ânion  $Cl^-$ . A quantidade de sal adicionada ao salame é variável, oscilando entre 2 e 3%.

Nenhum texto legal limita o teor de sal nos produtos cárneos, salvo naqueles vendidos com declaração obrigatória em que um teor máximo de sal for previsto. De maneira geral deve-se controlar a adição de sal no produto, a fim de que este seja normalmente consumido. Os produtos cárneos industrializados com baixo sódio são

comercializados como alternativa e tem tido seu teor progressivamente diminuídos ao longo dos anos, sempre que alterações tecnológicas e microbiológicas foram possíveis, pois o gosto muito salgado não é aceito pelos consumidores para esse tipo de produto (MONFORT, 2002).

O processamento de alimentos, com a adição de solutos como o NaCl, através do tratamento osmótico tem a função de redução da atividade de água ( $A_w$ ) para evitar as deteriorações que afetariam a aceitação do alimento pelo consumidor (DESMOND, 2006). A atividade de água reflete o teor de água livre, que está associado à vida útil dos alimentos, através das alterações físico-químicas, bioquímicas e microbiológicas que a água livre proporciona.

Grau (1965, apud PARDI, 1996) descreveu a atuação do sal na cura em alguns passos. A carne fresca, tratada com quantidades crescentes de sal, torna-se volumosa inicialmente, aumentando muito a quantidade de água retida através da penetração dos íons cloreto dentro dos miofilamentos e o pH torna-se facilmente ácido. A seguir, quando a carne absorve 5% do sal comum, é atingido o estado de inibição máxima e, com isso, a quantidade de água retida alcança também um máximo, resultado da diferença de concentração salina local fazendo aumentar a pressão osmótica dentro das miofibrilas. Continuando a adição de sal, diminui o volume de carne e de água retida, e se a adição permanece, chega-se a um ponto em que os feixes não perdem mais água, e devido à alta concentração salina, as proteínas são desnaturadas.

### 2.3.1 Consumo de sódio e suas implicações para a saúde

Em geral, os consumidores parecem estar preocupados com os efeitos nocivos que o alto consumo de sódio na dieta proporciona, ocasionando uma tendência em diminuir a quantidade de cloreto de sódio na alimentação (LYNCH, 1987). Porém, o consumo de sódio ainda excede as recomendações nutricionais na maioria dos países industrializados (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005).

O consumo de mais que 6 g de cloreto de sódio/dia/pessoa está associado com o aumento da pressão sanguínea. A elevada pressão sanguínea, por sua vez, aumenta o risco de acidente vascular cerebral e morte prematura por doenças

cardiovasculares. A alta ingestão de sódio correlaciona-se com a mortalidade e o risco de doença cardíaca coronária, independente de outros fatores de risco cardiovasculares, incluindo pressão arterial (GELABERT et al., 2003). Estes resultados fornecem evidências dos efeitos nocivos da alta ingestão de NaCl na população adulta. Indivíduos suscetíveis a hipertensão são beneficiados com baixo sódio na dieta, onde o conteúdo de sal ingerido deve estar entre 1 e 3 g/dia (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005).

Este efeito ocorre, pois o sódio, juntamente com o potássio e cálcio são considerados reguladores de pressão. Desta forma, o aumento do sódio está relacionado ao aumento da pressão sanguínea, enquanto que o aumento do potássio e o consumo de cálcio diminuem levemente este problema. Por isso, a taxa desses eletrólitos em pacientes com hipertensão deve ser balanceada (LEIBA et al., 2005). A maioria dos estudos sugere que a suplementação de potássio reduz a pressão arterial. Os efeitos colaterais e o custo da suplementação de potássio dificultam seu uso rotineiro no tratamento da hipertensão arterial (POMPEU, 2009). Além da redução da pressão arterial, alguns estudos demonstraram também benefícios da restrição salina na redução da mortalidade por acidente vascular encefálico, na regressão da hipertrofia ventricular esquerda, e ainda a restrição salina pode reduzir a excreção urinária de cálcio, contribuindo para a prevenção da osteoporose em idosos (SBN, 2005).

Nos países desenvolvidos, que contam com estimativas confiáveis sobre o consumo de sódio, a ingestão desse mineral tende a ultrapassar o limite máximo de 2 g (ou 5 g de sal) por pessoa por dia recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003). Sabe-se que a quantidade de 500 mg de sódio/dia é o suficiente para garantir as necessidades metabólicas diárias de um indivíduo.

Nos países em desenvolvimento, as informações sobre o consumo de sódio ainda são escassas em face da complexidade envolvida na avaliação de sua ingestão pelos indivíduos. Uma estimativa indireta, calculada a partir da quantidade de sal por habitante comercializada pelas indústrias brasileiras do setor, indica que o consumo de sódio no Brasil ultrapassa o limite máximo recomendado para sua ingestão (SARNO et al., 2009). Um estudo realizado na Faculdade de Saúde Pública da USP, através da análise de quase 100 mil registros de compra de alimentos, com base em dados de pesquisa de orçamentos familiares, calculou a quantidade média

de consumo de sódio, com base em uma dieta de 2000 kcal/dia, concluindo que o brasileiro chega a consumir 4,5 g de sódio por dia (SARNO et al., 2009).

Estima-se que, entre 25 e 55 anos de idade, uma diminuição de apenas 1,3 g na quantidade de sódio consumida diariamente se traduziria em redução de 5 mm Hg na pressão arterial sistólica ou de 20% na prevalência de hipertensão arterial. Além disso, haveria também substanciais reduções na mortalidade por acidentes vasculares cerebrais (14%) e por doença coronariana (9%), representando 150.000 vidas salvas anualmente em todo o mundo (DICKINSON, 2007). O consumo excessivo de sal também está associado ao câncer gástrico podendo contribuir, ainda, para o desenvolvimento de osteoporose (FRASSETTO, 2008).

Os minerais presentes nos alimentos, como o sódio, o potássio e o magnésio, são nutrientes, que não podem ser sintetizados pelo organismo e, por isso, devem ser obtidos através da alimentação, pois são co-fatores do metabolismo. São fundamentais como constituintes estruturais dos tecidos, como reguladores orgânicos que controlam os impulsos nervosos, atividade muscular e o balanço ácido-base do organismo; como componentes ou ativadores/reguladores de muitas enzimas (GOMES, 2009). Além disso, muitos minerais estão envolvidos no processo de crescimento e desenvolvimento corporal. Como componentes dos alimentos, os minerais participam no sabor, ativam ou inibem as enzimas e outras reações que influenciam na textura dos alimentos. Os minerais são divididos em macrominerais (necessários em quantidades de 100 mg ou mais por dia) que são: cálcio, fósforo, sódio, potássio, cloro, magnésio, enxofre e microminerais (necessários em pequenas quantidades - miligramas ou microgramas por dia) que são: ferro, cobre, cobalto, zinco, manganês, iodo, molibdênio, selênio, flúor e cromo. Há ainda outros minerais que são tóxicos como chumbo, cádmio, mercúrio, arsênio, bário, estrôncio, alumínio, lítio, berílio e rubídio. Cada mineral é requerido em quantidades específicas, numa faixa que varia de microgramas a gramas por dia (MELO et al., 2005).

### 2.3.2 Redução de sódio em produtos curados

Tendo em vista o potencial risco de alta ingestão de cloreto de sódio na dieta, faz-se necessário reduzir a sua quantidade nos alimentos. Isto pode ser facilmente

realizado através da diminuição da adição de sal, redução da ingestão de alimentos salgados e, principalmente, em alimentos processados que contenham altas quantidades de sódio (HERMANSEN, 2000). Os produtos cárneos representam uma grande parcela (15,8%) de ingestão total de sódio (ANONYMUS, 2004). Por esta razão, sua redução nestes produtos cárneos pode ter um grande interesse no ponto de vista da saúde da população.

Ainda que o cloreto de sódio contribua em capacidade de retenção de água, retenção de gordura, flavor e textura, a redução do sódio em produtos cárneos é possível do ponto de vista sensorial e tecnológico, porém existe pouca informação a respeito da opinião da aceitabilidade do consumidor e conseqüências tecnológicas de produtos cárneos com teor reduzido de sal (LÓPEZ, et al., 2009). Outro fato importante a considerar é que o nível de NaCl da dieta de uma população determina o nível aceitável no qual o NaCl pode ser reduzido. Conseqüentemente, os mesmos níveis de NaCl necessariamente não são aplicáveis para toda população (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005).

Estudos recentes, estudando a substituição de NaCl por KCl em lingüiças cozidas, mostraram que a quantidade de NaCl pode ser diminuída de 20% a 40%, sem alterações significativas no sabor e aceitação com relação ao padrão (LILIC et al., 2008). Estes produtos podem ser tratados como produtos dietéticos sem alterar o valor nutritivo, características sensoriais, estado higiênico e poderiam ser destinados, na nutrição, particularmente a pessoas hipertensas (GIMENO et al., 2001; GELABERT et al., 2003). Foi estabelecido que o limite de 60% de substituição não traz alteração na aceitabilidade e 80% de substituição causariam sabor inaceitável em embutidos frescos (LILIC et al., 2008).

A cor é uma propriedade sensorial que pode ser afetada quando a quantidade de NaCl é reduzida. Estudos demonstraram que o desenvolvimento de cor em produtos com redução de sal (em até 50%) não foi considerado um fator limitante para a produção de embutidos fermentados (WIRTH, 1990). Porém, para Gimeno et al. (1999) estudando a redução parcial de NaCl com KCl e  $\text{CaCl}_2$  em embutidos fermentados, observaram que produtos com redução de sal apresentaram altos valores de  $L^*$  e de  $b^*$ , mas os valores de  $a^*$  não foram afetados.

Avaliando a qualidade sensorial, estudos com embutidos fermentados curados demonstraram que a substituição de NaCl com KCl pode ser realizada sem perda funcional, mas o gosto metálico e adstringente poderia limitar a sua utilização

(TERRELL, 1983; PASIN et al., 1989). Em seu emprego em presunto cru, a substituição a 33% apresentou leve sabor amargo, sendo inaceitável ao nível de 50% ou mais (KEETON, 1984).

Gimeno et al. (1999) estudando a influencia da substituição parcial de NaCl por KCl e CaCl<sub>2</sub> na textura, encontraram uma redução significativa na coesividade, dureza, gomosidade e mastigabilidade. Entretanto, os produtos foram considerados aceitáveis por um painel sensorial. A redução de sal (de 2,5 para 1,25%) também produziu diferenças na textura de mortadela Bologna (SEMAN et al., 1980) e em salsichas *frankfurter* (MATULIS et al., 1995). Fernández et al. (2001) não encontraram efeitos de diferentes níveis de sal na textura de produtos cárneos. A substituição de 50% de NaCl por K e Ca acarretou mudanças na textura com menor consistência, pois estes sais não conseguem reagir eficazmente com as miofibrilas (CIMENO et al., 2001).

Sabendo-se do papel exercido pelo sal cloreto de sódio nos alimentos industrializados no que diz respeito à conservação microbiana, a presença de microrganismos deteriorantes e os riscos de saúde pública devem ser avaliados em embutidos fermentados curados. Para embutidos emulsionados, estudos demonstram que não foram detectados problemas de qualidade microbiológica como consequência de substituição de até 50% de NaCl por ascorbato de cálcio em mortadela Bologna (GIMENO et al., 2001).

O nível de substituição do NaCl deve ser estabelecido para cada produto cárneo, dependendo das características finais do embutido. Petäjã et al. (1985) demonstraram que 2,5% de NaCl é o limite inferior para uma boa qualidade do embutido fermentado tipo salame, com 2,25% os embutidos são menos firmes, o aroma típico é mais fraco e o rendimento mais baixo do que com maior conteúdo de sal.

### 2.3.3 Substituintes de sódio na elaboração do salame

Pesquisas demonstraram que o NaCl pode ser substituído em produtos cárneos por outros sais como KCl e MgCl<sub>2</sub>. Apesar da substituição por estes sais

poder trazer gosto metálico, obteve-se sucesso com a mistura destes com NaCl (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005).

O KCl possui propriedades similares ao NaCl e é o sal mais comum utilizado na redução/substituição do sódio em alimentos. Entretanto, misturas de 50:50 cloreto de sódio e cloreto de potássio em solução causam aumento do sabor metálico e perda do sabor salgado e gosto adstringente, o que pode limitar seu uso (TERRELL, 1983; PASIN et al., 1989).

Segundo Lotaif (1990) recomenda-se, paralelamente a redução do sódio, a ingestão de dietas ricas em potássio, admitindo-se uma possível influência benéfica que este cátion possa exercer sobre o processo hipertensivo, auxiliando a redução da pressão arterial e, até mesmo, diminuindo a incidência de acidentes vasculares cerebrais. Estudos realizados em hipertensos leves utilizando um sal composto de 50% de NaCl e de 50% de KCl confirmam que a suplementação de potássio nos pacientes em tratamento não-farmacológico teve efeito hipotensor.

Estudando a substituição de cloreto de sódio, Gou et al. (1996) não encontraram diferença do decréscimo de pH após 48 horas de fermentação e nem no final do processo de fabricação de embutidos fermentados. Porém menor umidade foi observada com as amostras com 40% de substituição de NaCl por KCl. Em relação às características sensoriais, foi detectado um aumento no sabor amargo, mas abaixo destes valores (40%) de substituição não foram observadas alterações no gosto característico.

A análise de substituição de cloreto de sódio por cloreto de magnésio, foi realizada em presunto cru em nível de até 30%, não ocorrendo diferença no flavor, maciez e aceitabilidade geral dos presuntos crus em comparação com 100% de NaCl (COLLINS, 1997).

A diminuição da concentração de sal reverte em menor extração de proteínas miofibrilares e em decréscimo da retenção de água, falta de ligação e perdas na cor. Isto pode ser compensado, por trabalho mecânico intenso, prolongado, que facilita a liberação de proteínas, e conseqüentemente, compensa, pelo menos em parte, a perda de sal. Potencializa-se a cor incorporando mais coadjuvantes de cura (eritorbato de sódio) (ORDÓÑEZ et al., 2005).

### 3 ARTIGO CIENTÍFICO

Elaboração de salame tipo hamburguês com redução parcial do conteúdo de sódio

Development of hamburguês-type salami with partial reduction of sodium content

Roberta Garcia Barbosa<sup>I</sup>; Nelcindo Nascimento Terra<sup>II</sup>; Daniele Bobrowski Rodrigues<sup>III</sup>; Tatiana

Emanuelli<sup>IV\*</sup>

#### RESUMO

A ingestão excessiva de sódio está sendo relacionada com hipertensão e conseqüente aumento do risco de doenças cardiovasculares. A principal fonte de sódio na dieta é o cloreto de sódio. Em países industrializados, os produtos cárneos são uma das principais fontes de sódio na forma de cloreto de sódio. Com o objetivo de produzir um salame tipo hamburguês com diminuição dos riscos associados ao sódio, mantendo as características já tradicionalmente apreciadas neste produto, avaliou-se a substituição do cloreto de sódio, em diferentes níveis (45, 50 e 55%), por cloreto de potássio e por cloreto de magnésio. Os resultados indicam que a substituição de 45 a 55% do NaCl de salame tipo hamburguês por KCl ou MgCl<sub>2</sub> (em base de massa) resulta em produtos com características físico-químicas e microbiológicas adequadas para a comercialização, permanecendo dentro dos padrões legais do Brasil para umidade, proteína, gordura, atividade de água, contagens de coliformes e ausência de *Salmonella*. Ainda que as substituições de 45% do NaCl por KCl ou MgCl<sub>2</sub> tenham melhorado as características sensoriais do salame tipo hamburguês, as substituições de 50% do NaCl por KCl e de 55% do NaCl por MgCl<sub>2</sub> também parecem ser viáveis, uma vez que resultaram em produtos com aceitação sensorial semelhante a do controle.

<sup>I</sup> Programa de Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, CCR, UFSM, Faixa de Camobi Km 9, Campus Universitário, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>II</sup> Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, CCR, UFSM, Faixa de Camobi Km 9, Campus Universitário, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>III</sup> Curso de graduação em Farmácia e Bioquímica, CCS, UFSM, Faixa de Camobi Km 9, Campus Universitário, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>IV</sup> Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos, CCR, UFSM, Faixa de Camobi Km 9, Campus Universitário, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: [tatiemanuelli@smail.ufsm.br](mailto:tatiemanuelli@smail.ufsm.br). \*Autor para correspondência.

1  
2 **Palavras-chave:** salame; aceitabilidade; cloreto de potássio; cloreto de magnésio.  
3

#### 4 **ABSTRACT**

5 The excessive intake of sodium is related to hypertension and consequently to an increased risk of  
6 cardiovascular diseases. Sodium chloride is the main source of sodium in the diet. In developed  
7 countries, meat products are one of the major sources of sodium in the form of sodium chloride.

8 This study was aimed at producing a hamburg-type dry fermented sausage with low sodium levels,  
9 but keeping the traditional characteristics appreciated in this product. For this purpose, we evaluated  
10 potassium chloride and magnesium chloride as partial substitutes for sodium chloride (45 to 55%  
11 substitution on mass basis). Results indicate that the replacement of 45 to 55% NaCl with KCl or  
12 MgCl<sub>2</sub> yields hamburg-type dry fermented sausages that have physico-chemical and  
13 microbiological characteristics suitable for trading. These products were within the Brazilian legal  
14 limits for moisture, protein, fat, water activity, coliforms and *Salmonella*. Although the replacement  
15 of 45% NaCl with KCl or MgCl<sub>2</sub> have improved the sensory characteristics of hamburg-type dry  
16 fermented sausage, the replacement of 50% NaCl with KCl and 55% NaCl with MgCl<sub>2</sub> also appear  
17 to be viable, since they yielded products with sensory acceptability similar to that of control.

18 **Key-words:** dry fermented sausage; acceptability; potassium chloride; magnesium chloride.

#### 19 **INTRODUÇÃO**

20 No mercado atual, a produção de alimentos está cada vez mais voltada para a obtenção de  
21 produtos saudáveis e estáveis sem, contudo, deixar de atender às expectativas do consumidor  
22 quanto à qualidade sensorial. Os salames são embutidos fermentados muito estáveis, que podem ser  
23 conservados em temperatura ambiente e possuem flavor e qualidade nutricional reconhecidos.  
24 (VISESSANGUAN et al., 2004). Numa definição geral e ampla pode-se dizer que salames são  
25 produtos resultantes da fermentação láctica da carne crua triturada com gordura (toucinho) em

1 cubos ou picada, adicionada de sal, especiarias e, embutida em tripas naturais ou sintéticas. Após o  
2 embutimento, o produto é curado, defumado, fermentado, maturado e dessecado (BRASIL, 2000).

3 Os salames, junto com os demais produtos industrializados representam a principal fonte de  
4 ingestão de cloreto de sódio (NaCl) na dieta da população (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2004).  
5 Atualmente, existem consideráveis evidências de que o tipo de alimento consumido está fortemente  
6 relacionado com a saúde e que altos níveis de ingestão de sódio podem ser cruciais para o  
7 desenvolvimento da hipertensão tipicamente observado na sociedade moderna (GELABERT et al.,  
8 2003). Por este motivo, a oferta de produtos cárneos com teor de sódio reduzido é importante, pois  
9 se constituirá em uma alternativa mais saudável para a população.

10 A principal fonte de sódio dos produtos cárneos é originada do cloreto de sódio (sal de  
11 cozinha) adicionado como ingrediente (DESMOND, 2006). Este possui papel fundamental no  
12 processamento dos produtos cárneos, contribuindo na capacidade de retenção da água, cor, flavor e  
13 textura (PARDI et al., 1996). Assim, a remoção total ou a redução do teor de sódio dos produtos  
14 cárneos pode prejudicar a qualidade sensorial e sua conservação. O conteúdo de sódio nos produtos  
15 cárneos industrializados pode ser diminuído através da substituição parcial do cloreto de sódio por  
16 outros ingredientes (TERREL, 1983). Muitos estudos mostram que o cloreto de potássio e o lactato  
17 de potássio podem ser utilizados como substituintes do NaCl em produtos cárneos. O KCl possui  
18 propriedades funcionais similares ao NaCl, entretanto sua adição está principalmente limitada ao  
19 sabor metálico por este conferido (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005). Em produtos cárneos, o  
20 lactato de potássio é utilizado para reforçar o flavor e aumentar a vida útil, contudo, a total  
21 substituição de NaCl por lactato de potássio também é limitada pelo sabor metálico (GOU et al.,  
22 1996). A substituição de cloreto de sódio por cloreto de magnésio também acarretou em gosto  
23 metálico em produtos cárneos (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005).

24 Embora a redução de sódio em produtos cárneos seja possível do ponto de vista sensorial e  
25 tecnológico (GELABERT et al, 2003), existe pouca informação sobre a sua aceitabilidade

1 (GUÀRDIA et al., 2008) e sobre os parâmetros sensoriais críticos que podem levar à rejeição por  
2 parte dos consumidores. Em escala industrial, obtendo-se um produto cárneo curado industrializado  
3 com baixo valor sódico, com manutenção da qualidade sensorial e sanitária consegue-se uma opção  
4 para a população de risco cardíaco.

5 Com o intuito de produzir um salame tipo hamburguês com diminuição dos riscos associados  
6 ao sódio, mantendo as características já tradicionalmente apreciadas neste produto, no presente  
7 estudo avaliou-se a substituição do cloreto de sódio, em diferentes níveis, por cloreto de potássio e  
8 por cloreto de magnésio.

## 9 **MATERIAL E MÉTODOS**

10 Para a elaboração dos salames foi utilizada a seguinte formulação básica: carne suína  
11 (790,00 g/kg), toucinho lombar (150,00 g/kg), açúcar (4,20 g/kg), maltodextrina (3,30 g/kg), nitrito  
12 de sódio (0,20 g/kg), nitrato de potássio (0,27 g/kg), eritorbato de sódio (0,90 g/kg), pimenta branca  
13 em pó, leite em pó desnatado, pimenta preta em pó, alho em pó, cultura starter SPX (0,31 g/kg),  
14 páprica doce e fumaça líquida (alguns dados não foram apresentados para preservar o direito ao  
15 uso).

16 A partir da formulação básica descrita acima, produziram-se 7 formulações: controle, com  
17 adição de 24,60 g/kg de sal refinado na forma de NaCl; 45% KCl, com substituição de 45% de  
18 NaCl por KCl; 50% KCl, com substituição de 50% de NaCl por KCl; 55% KCl, com substituição  
19 de 55% de NaCl por KCl; 45% MgCl<sub>2</sub>, com substituição de 45% de NaCl por MgCl<sub>2</sub>; 50% MgCl<sub>2</sub>,  
20 com substituição de 50% de NaCl por MgCl<sub>2</sub>; 55% MgCl<sub>2</sub>, com substituição de 55% de NaCl por  
21 MgCl<sub>2</sub>. Foram utilizados NaCl anidro, KCl anidro e MgCl<sub>2</sub> hexahidratado. Foram preparados três  
22 lotes independentes de cada formulação de salame.

23 A carne suína e o toucinho congelados foram moídos em cutter. Após a moagem as carnes  
24 sofreram adição dos sais de acordo com as diferentes formulações, misturando-se no cutter durante  
25 3min para a extração das proteínas miofibrilares. Com o cutter apenas em rotação, foram

1 adicionados os demais ingredientes (açúcar, condimentos, cura, antioxidante e cultura *starter*) até  
2 formação de uma massa homogênea. A massa foi embutida com embutideira em tripa de colágeno  
3 calibre 50, e grampeada com grampeadeira automática. Após o embutimento o salame foi enviado  
4 para sala de pré-cura com temperatura (25°C), umidade (85%) e velocidade do ar (0,5m/s)  
5 controladas até o 7º dia, para que ocorresse a fermentação. Na etapa de maturação ocorreu a  
6 permanência por 23 dias na sala de cura, até atingir a atividade de água mínima de 0,92. Concluída  
7 a fabricação, retiraram-se as tripas e as peças dos embutidos fermentados foram embaladas à vácuo  
8 e armazenadas a temperatura ambiente.

9 Foi realizada a determinação de pH logo após o embutimento (dia zero) e com 1, 3, 7, 14, 21  
10 e 30 dias de fabricação, em um pHmetro para carnes portátil marca HANNA modelo HI 99163  
11 (Portable Waterproof Meat pH Meter Hanna). No dia 30 também foi avaliada a cor com colorímetro  
12 Minolta Chromameter CR-300 (MINOLTA) utilizando o sistema CIELab (1976), iluminante D65 e  
13 ângulo de observação de 10°. Foram medidos os parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (+ $a^*$  direção  
14 para o vermelho e - $a^*$  direção para o verde),  $b^*$  (+ $b^*$  direção para o amarelo e - $b^*$  direção para o  
15 azul), ângulo de cor H [ $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ ] e croma [ $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ]. O croma expressa a intensidade da cor e  
16 o ângulo H é a cor observável, que é definida como iniciando no eixo + $a^*$  axis e é expressa em  
17 graus; 0° é + $a^*$  (vermelho), 90° é + $b^*$  (amarelo), 180° é - $a^*$  (verde), e 270° é - $b^*$  (azul). A avaliação  
18 da cor foi realizada sobre as fatias de salame, sendo realizadas três leituras de cada amostra, girando  
19 90° o bocal do equipamento entre cada leitura.

20 Após o término da produção dos salames determinou-se o percentual de cloretos de acordo  
21 com o método de Mohr (TERRA & BRUM; 1988), a atividade de água ( $A_w$ ) utilizando o aparelho  
22 Aqualab (Decagon Devices, Inc.) e a composição química. A matéria seca (após 8 horas de estufa a  
23 105°C), as cinzas (após incineração em mufla a 550°C) e a proteína bruta (método macro Kjeldahl)  
24 foram avaliadas conforme a AOAC (1995). A gordura foi avaliada pelo método do butirômetro  
25 (Terra & Brum, 1988).

1 A perda de peso dos produtos foi determinada pela diferença de peso existente entre as peças  
2 cárneas no momento do embutimento e após o produto acabado (TERRA & BRUM, 1988).

3 As análises microbiológicas foram realizadas imediatamente após a sua fabricação (dia zero)  
4 e com 7, 14, 21 e 30 dias de fabricação. Porções de 25 gramas de salame foram homogeneizadas  
5 com 225 mL de água peptonada 0,1% (marca Biolife), e diluições decimais foram semeadas em  
6 filme desidratado seco (3M<sup>TM</sup> Petrifilm Plate marca 3M). Foi realizada a contagem de  
7 microrganismos aeróbios mesófilos totais, com incubação a 37°C por 72 h (AOAC, 1995; método  
8 990.12); contagem de coliformes totais, com incubação a 35°C por 48 h (AOAC, 1995; método  
9 991.14) e contagem de coliformes fecais (*Escherichia coli*), com incubação a 45°C por 48 h, com a  
10 indicação de contaminação através de presença de gás pelas colônias (AOAC, 1995; método  
11 991.14).

12 A determinação de *Salmonella sp* foi realizada através de um pré-enriquecimento em caldo  
13 lactosado a 37°C por 8 h a partir da amostra diluída. Após esta etapa, foi realizado um  
14 enriquecimento seletivo em caldo tetracionato verde brilhante e Rappaports Vassiliadis, levado a  
15 estufa por 24 h a 42,5°C. A partir deste, semeou-se uma alíquota em ágar Rambach a 37°C por 24 h  
16 (BRASIL, 2003). Para análise de bactérias lácticas utilizou-se meio Ágar MRS (BRASIL, 2003).

17 Os salames acabados foram submetidos a um teste sensorial de aceitação, comparação  
18 múltipla com controle, com escala variando de extremamente pior que o padrão (score 1) a  
19 extremamente melhor que o padrão (score 7). A avaliação das amostras foi realizada por  
20 provadores não treinados, mas consumidores de salame, sendo avaliados os atributos de cor, aroma,  
21 sabor e textura (MORAES, 1988). Para não fatigar os provadores com um número excessivo de  
22 amostras, as análises foram realizadas em três sessões distintas, comparando-se primeiro o controle  
23 com as formulações com MgCl<sub>2</sub> e depois com as formulações com KCl. Foi escolhida uma  
24 formulação de cada uma dessas duas primeiras sessões, entre as que foram melhores avaliadas, para

1 serem comparadas entre si e ao controle na terceira sessão. O protocolo de estudo foi aprovado pelo  
2 Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM (CAAE 0013.0.243.000-09).

3 O delineamento experimental foi completamente casualizado com 7 grupos (formulações) e  
4 três repetições por grupo. As análises foram conduzidas em duplicata ou triplicata e os dados foram  
5 avaliados por análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan, considerando  
6 o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## 7 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

8 A substituição parcial do NaCl por cloreto de potássio ou de magnésio não modificou o  
9 conteúdo de gordura dos salames (Tabela 1). A umidade aumentou significativamente quando o  
10 NaCl foi substituído por  $MgCl_2$ , mas não quando a substituição foi por KCl (Tabela 1). Isto  
11 provavelmente ocorreu porque a substituição foi realizada em base de massa do sal. O NaCl e o KCl  
12 anidros possuem quantidade semelhante de moles/g de sal (0,017 e 0,013). No entanto, o  $MgCl_2$   
13  $6H_2O$  possui uma quantidade bem menor de moles/g de sal (0,005), o que pode ter contribuído para  
14 a menor desidratação das formulações que continham este sal. Da mesma forma, este fato também  
15 explica o menor conteúdo de cinzas e cloretos das formulações com  $MgCl_2$  quando comparadas as  
16 formulações com NaCl e KCl (Tabela 1). O conteúdo de proteína aumentou nas formulações com  
17 45 e 50% de KCl e na formulação com 45% de  $MgCl_2$  em comparação com o controle (Tabela 1).  
18 Apesar das diferenças observadas na composição centesimal entre as formulações, todas se  
19 mantiveram dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (umidade máxima de 40%,  
20 proteína mínima de 23%, gordura máxima de 35%) para salames (BRASIL, 2000).

21 A substituição parcial do NaCl por cloreto de potássio ou de magnésio não modificou a  
22 quebra de peso ocorrida ao longo da cura (Tabela 1), o que é um fato importante, pois um aumento  
23 da quebra pode representar perdas econômicas para as indústrias.

24 O pH final das formulações com KCl não diferiu do controle (Tabela 1). Gelabert et al.  
25 (2003), estudando salames fermentados, também não encontraram diferença significativa entre as

1 formulações com substituição de NaCl por KCl e o controle. Entretanto, o mesmo perfil não  
2 ocorreu com a substituição por MgCl<sub>2</sub>, pois as formulações que continham este sal apresentaram  
3 valores de pH inferiores as demais. Considerando o quesito pH, todas as formulações enquadram-se  
4 como embutidos semi-secos, pois possuem pH maior ou igual a 5,0 (STAHNKE et al., 2002).

5 A atividade de água final dos salames aumentou significativamente nas formulações com os  
6 maiores níveis de substituição do NaCl (55% KCl e 50 e 55% MgCl<sub>2</sub>) em comparação com o  
7 controle (Tabela 1). No entanto, nenhuma das formulações ultrapassou o valor de 0,92 estabelecido  
8 como limite máximo para salame tipo hamburguês (BRASIL, 2000).

9 As análises microbiológicas realizadas ao longo do processamento dos salames (dias 0 a 30)  
10 revelaram ausência de *Salmonella sp.* em 100% das amostras, e contagens de coliformes fecais e  
11 totais inferiores a 1 UFC g<sup>-1</sup>, independente da formulação (dados não mostrados). Estes resultados  
12 indicam que não houve contaminação das amostras durante o processo produtivo e todas as  
13 amostras atendem aos padrões microbiológicos estabelecidos na legislação brasileira para este tipo  
14 de alimento (Brasil, 2001), resultado comumente encontrado em processos produtivos organizados  
15 em estabelecimentos regulamentados (NASSU et al., 2001; GIMENO et al., 2001).

16 Com relação às contagens de bactérias ácido lácticas, foi verificado que no início da  
17 fermentação (dia 0), as formulações com 55% de KCl e 50% de MgCl<sub>2</sub> apresentaram contagens  
18 superiores ao controle. No entanto, todas as formulações apresentavam contagens acima de 4,0 log  
19 UFC g<sup>-1</sup>, o que é considerado suficiente para o processo fermentativo. As contagens de bactérias  
20 ácido lácticas aumentaram significativamente do dia 0 ao 7º dia, mantendo-se estáveis entre o 7º e o  
21 14º dia e sofrendo uma redução entre o 14º e o 21º dia. Do 21º ao 30º dia as contagens mantiveram-  
22 se estáveis em níveis ainda superiores aos do dia 0 (dados não mostrados). No 30º dia não foram  
23 observadas diferenças nas contagens de bactérias ácido lácticas entre as formulações (Tabela 2).

24 As bactérias ácido lácticas são responsáveis pela queda do pH que ocorre durante a produção  
25 do salame, e que possui um papel chave na maturação do produto e na inibição do crescimento de

1 microrganismos deteriorantes. As contagens de microrganismos mesófilos aeróbios sofreram  
2 redução significativa ao longo do processo de fabricação do salame, especialmente do dia 0 para o  
3 7º dia e do 21º para o 30º dia (dados não mostrados). Logo após o embutimento dos salames (dia 0)  
4 não houve diferença significativa entre as formulações (Tabela 2). No entanto, no dia 30, as  
5 formulações com 45 e 55% de KCl e 45% de MgCl<sub>2</sub> apresentaram contagens de mesófilos  
6 inferiores ao controle (Tabela 2). Este comportamento das contagens de mesófilos aeróbios está de  
7 acordo com o esperado, e em conjunto com os resultados de bactérias ácido lácticas, estes resultados  
8 sugerem que a substituição de NaCl por KCl ou MgCl<sub>2</sub> não afeta o processo fermentativo dos  
9 salames tipo hamburguês. Estes resultados estão de acordo com Gelabert *et al.* (2003), que não  
10 encontraram diferenças significativas nas contagens de bactérias mesófilas ou de bactérias ácido  
11 lácticas em salames com substituição de NaCl por KCl.

12         Diversos autores relatam a ocorrência de sabor metálico quando o NaCl é substituído por  
13 KCl em embutidos fermentados (GELABERT *et al.*, 2003; RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005).  
14 Entretanto, a análise sensorial dos salames tipo hamburguês com substituição de 45 a 55% de NaCl  
15 por KCl e MgCl<sub>2</sub> revelou que eles não apresentaram diferença de sabor em comparação ao controle  
16 (Tabela 3). Isto pode ser explicado, em parte, pelo sabor característico deste embutido, que  
17 apresenta em sua composição alto índice de condimentos com sabor marcante próprio do salame  
18 tipo hamburguês. Os provadores também não encontraram diferenças significativas no aroma ou na  
19 textura quando os salames com substituição do NaCl por 45 a 55% de KCl ou MgCl<sub>2</sub> foram  
20 comparados ao controle. No entanto, os provadores consideraram a cor da formulação com 45%  
21 MgCl<sub>2</sub> como levemente melhor que a do controle, enquanto a cor da formulação com 50% MgCl<sub>2</sub>  
22 foi levemente pior que a do controle (Tabela 3). Este resultado pode estar relacionado à maior  
23 luminosidade (valor de L) da formulação com 45% de MgCl<sub>2</sub>, e à maior tendência ao vermelho  
24 (menor valor H) da formulação com 50% de MgCl<sub>2</sub> em comparação a formulação controle (Tabela  
25 1), o que sugere que os provadores preferiram as amostras de coloração mais clara. Ao analisar as

1 características dos salames com substituição de NaCl por KCl, os provadores consideraram que a  
2 formulação com 55% de KCl apresentou cor levemente pior que a do controle. Este resultado pode  
3 estar relacionado ao valor de L dessas amostras, que foram os mais baixos entre as formulações,  
4 ainda que não tenham diferido estatisticamente do controle (Tabela 1). No terceiro ensaio,  
5 comparou-se as formulações com substituição de 45% do NaCl por KCl e por MgCl<sub>2</sub>. Estas  
6 amostras não apresentaram diferenças significativas de sabor e textura entre si ou em comparação  
7 com o controle. No entanto, neste ensaio a formulação com 45% de KCl foi avaliada como  
8 possuindo cor e aroma levemente melhor que o controle, enquanto a formulação com 45% de  
9 MgCl<sub>2</sub> não diferiu do controle nestes parâmetros. A formulação com 45% de KCl apresentou maior  
10 luminosidade (valor de L) e menor intensidade de cor (valor de C) que o controle (Tabela 1), o que  
11 pode ter contribuído para este resultado, uma vez que os provadores apresentaram preferência por  
12 amostras mais claras. Esses resultados indicam que a formulação de salame hamburguês com 45%  
13 de KCl é a mais aceita sensorialmente, diferindo significativamente dos demais no que diz respeito  
14 a cor. Este fato é importante, pois se sabe que a cor do produto é dos fatores decisivos no momento  
15 da compra. A substituição do cloreto de sódio e cloreto de magnésio apresentou resultado positivo  
16 no conteúdo final de sódio, nos quais se apresentaram abaixo do controle como o esperado (dados  
17 não mostrados).

## 18 **CONCLUSÕES**

19 A substituição de 45 a 55% do NaCl de salame tipo hamburguês por KCl ou MgCl<sub>2</sub> (em  
20 base de massa) resulta em produtos com características físico-químicas e microbiológicas  
21 adequadas para comercialização no Brasil. Ainda que as substituições de 45% do NaCl por KCl ou  
22 MgCl<sub>2</sub> tenham melhorado as características sensoriais do salame tipo hamburguês, as substituições  
23 de 50% do NaCl por KCl e de 55% do NaCl por MgCl<sub>2</sub> também parecem ser viáveis, uma vez que  
24 resultaram em produtos com aceitação sensorial semelhante a do controle. Todos os níveis de

1 substituição de cloreto de sódio se tornaram benéficos a saúde, tendo em vista que diminuiram o  
2 conteúdo de sódio com relação ao controle.

### 3 **AGRADECIMENTOS**

4 Apoio financeiro do Frigorífico Mabella Alimentos. Ao colégio CESNORS pela disponibilização de  
5 laboratórios para a realização de algumas das análises. N.N. Terra e T. Emanuelli são bolsistas de  
6 produtividade em pesquisa do CNPq, e D.B. Rodrigues é bolsista PIBIC-CNPq/UFSM.

### 7 **REFERÊNCIAS**

- 8 AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of  
9 Analysis 1995; 16<sup>a</sup> ed. Washington.
- 10 BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RE nº899, de 29 de  
11 maio de 2003. Determina a publicação do Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos  
12 (on-line). Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/re/899\\_03re.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/re/899_03re.htm)>. Acesso  
13 em: 30 de julho de 2008.
- 14 BRASIL Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº. 22,  
15 de 31 de julho de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade de salame. Publicada no  
16 Diário Oficial da União de 03/08/00.
- 17 DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*. v. 74, p. 188–196,  
18 2006
- 19 GELABERT, J. et al. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented  
20 sausages. *Meat Science*. v. 65, p. 833–839, 2003.
- 21 GIMENO, O.; ASTIASARAN, I.; BELLO, J. Calcium ascorbate as a potential partial substitute for  
22 NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different  
23 concentrations. *Meat Science*, v. 56, p. 23-29, 2001.
- 24 GOU, P. et al. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in  
25 fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, Spain, v. 42(1), p. 37–48, 1996.

- 1 GUÀRDIA, M. D. et al. Sensory characterization and consumer acceptability of small calibre  
2 fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat*  
3 *Science*, v. 80, p. 1225–1230, 2008.
- 4 MORAES, M. A. C. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos 1988; 6ª ed. Campinas:  
5 UNICAMP.
- 6 NASSU, R. T. et al. Estudo das características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de  
7 embutidos fermentados tipo salame formulados com diferentes proporções de carne caprina e suína.  
8 *Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos, Curitiba*, v. 19, n. 2, jul./dez, 2001.
- 9 PARDI, M. C. et al. *Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne*. Goiânia: UFG, Vol. 2, p. 1110, 1996.
- 10 RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, v.  
11 70, p. 531–541, 2005.
- 12 STAHNKE, L. H. et al. Maturity acceleration by *Staphylococcus carnosus* in fermented sausage –  
13 relationship between maturity and flavor compounds. *Journal of Food Science*, v. 35, p. 115-119,  
14 2002.
- 15 TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análises  
16 de solo, plantas e outros materiais. 2ª ed. Porto Alegre (RS): Boletim Técnico do Departamento de  
17 Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- 18 TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. *Carne e seus derivados – técnicas de controle de qualidade* 1988;  
19 São Paulo: Nobel.
- 20 TERRELL, R. N. Reducing the sodium content of processed meats. *Food Technology*, v. 37, p. 66–  
21 71, 1983.
- 22 VISESSANGUAN, W. et al.. Changes in composition and functional properties of proteins and  
23 their contributions to Nham characteristics. *Meat science*, v. 66, p. 579-588, 2004.
- 24
- 25

1 Tabela 1: Características físico-químicas e parâmetros de cor dos salames tipo Hamburguês  
 2 elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub>, após 30 dias de cura

	Controle	KCl			MgCl <sub>2</sub>		
		45%	50%	55%	45%	50%	55%
Umidade (%)	28,4 <sup>b</sup> (1,4)	31,1 <sup>a,b</sup> (0,4)	30,0 <sup>a,b</sup> (1,5)	30,7 <sup>a,b</sup> (3,1)	34,2 <sup>a</sup> (2,5)	29,3 <sup>a,b</sup> (1,9)	33,1 <sup>a</sup> (1,6)
Cinzas (%)	6,4 <sup>b</sup> (0,1)	6,5 <sup>b</sup> (0,1)	6,9 <sup>a</sup> (0,1)	6,8 <sup>a</sup> (0,0)	5,7 <sup>c</sup> (0,0)	5,5 <sup>d</sup> (0,0)	5,1 <sup>e</sup> (0,1)
Proteína (%)	36,6 <sup>c</sup> (0,9)	40,5 <sup>a</sup> (1,4)	39,8 <sup>a,b</sup> (1,4)	36,8 <sup>c</sup> (0,8)	39,3 <sup>a,b</sup> (0,5)	37,1 <sup>c</sup> (0,8)	37,8 <sup>b,c</sup> (1,2)
Gordura (%)	26,4 <sup>ns</sup> (2,9)	27,4 (1,7)	27,9 (1,9)	27,6 (1,5)	27,9 (0,5)	30,9 (1,1)	25,5 (2,0)
Cloretos (%)	4,5 <sup>a</sup> (0,4)	4,2 <sup>a,b</sup> (0,6)	4,3 <sup>a</sup> (0,3)	4,4 <sup>a</sup> (0,3)	3,7 <sup>a,b,c</sup> (0,0)	3,4 <sup>b,c</sup> (0,2)	3,3 <sup>c</sup> (0,8)
Quebra de peso (%)	47,4 (2,6)	45,6 (2,2)	46,4 (1,3)	45,9 (1,1)	46,0 (1,3)	43,2 (1,6)	44,0 (2,4)
pH	5,59 <sup>a,b</sup> (0,01)	5,47 <sup>b</sup> (0,01)	5,64 <sup>a</sup> (0,05)	5,62 <sup>a</sup> (0,14)	5,20 <sup>c</sup> (0,03)	5,29 <sup>c</sup> (0,02)	5,16 <sup>c</sup> (0,10)
Aw	0,877 <sup>c,d</sup> (0,002)	0,866 <sup>e</sup> (0,004)	0,872 <sup>d,e</sup> (0,004)	0,887 <sup>b</sup> (0,004)	0,881 <sup>b,c</sup> (0,007)	0,899 <sup>a</sup> (0,002)	0,894 <sup>a</sup> (0,003)
L*	43,8 <sup>c,d</sup> (0,5)	47,3 <sup>a,b</sup> (0,6)	45,1 <sup>b,c</sup> (1,2)	41,9 <sup>d</sup> (1,8)	46,9 <sup>a,b</sup> (0,9)	49,2 <sup>a</sup> (2,5)	48,5 <sup>a</sup> (1,0)
C	16,8 <sup>a,b</sup> (0,5)	15,4 <sup>c,d</sup> (0,2)	15,6 <sup>b,c,d</sup> (0,2)	16,5 <sup>a,b,c</sup> (1,2)	17,4 <sup>a</sup> (0,9)	14,5 <sup>d</sup> (0,2)	17,2 <sup>a</sup> (0,5)
H	21,2 <sup>a</sup> (1,4)	19,6 <sup>a,b</sup> (0,9)	17,3 <sup>b</sup> (2,5)	19,7 <sup>a,b</sup> (0,2)	18,6 <sup>a,b</sup> (0,1)	17,2 <sup>b</sup> (1,8)	21,2 <sup>a</sup> (1,0)

3

4 Os resultados estão expressos como média de três repetições (desvio padrão).

5 Médias que não possuem pelo menos uma letra em comum, na mesma linha, são significativamente  
 6 diferentes pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ). ns: não significativo. Controle: 100% NaCl. Aw:  
 7 atividade de água.

8

- 1 Tabela 2: Contagens de microrganismos dos salames tipo Hamburguês elaborados com diferentes  
 2 níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub> durante a fabricação

Formulação		Bactérias ácido lácticas	Mesófilos aeróbios
		(log UFCg <sup>-1</sup> )*	(log UFC g <sup>-1</sup> )*
Dia 0	Controle	4,52 <sup>b</sup> ± 0,09	6,06 <sup>ns</sup> ± 0,50
	45% KCl	5,08 <sup>a,b</sup> ± 0,61	6,18 ± 0,09
	50% KCl	4,52 <sup>b</sup> ± 0,11	6,06 ± 0,12
	55% KCl	5,27 <sup>a</sup> ± 0,06	5,93 ± 0,06
	45% MgCl <sub>2</sub>	4,88 <sup>a,b</sup> ± 0,25	5,57 ± 0,09
	50% MgCl <sub>2</sub>	5,37 <sup>a</sup> ± 0,33	5,92 ± 0,24
	55% MgCl <sub>2</sub>	4,70 <sup>b</sup> ± 0,27	5,80 ± 0,09
Dia 30	Controle	5,88 <sup>ns</sup> ± 0,85	5,76 <sup>a</sup> ± 0,07
	45% KCl	4,89 ± 0,27	5,13 <sup>b</sup> ± 0,18
	50% KCl	6,41 ± 0,72	5,69 <sup>a</sup> ± 0,03
	55% KCl	5,95 ± 0,24	5,08 <sup>b</sup> ± 0,14
	45% MgCl <sub>2</sub>	5,72 ± 0,82	4,92 <sup>b</sup> ± 0,09
	50% MgCl <sub>2</sub>	5,54 ± 1,08	5,61 <sup>a</sup> ± 0,17
	55% MgCl <sub>2</sub>	6,18 ± 0,85	5,61 <sup>a</sup> ± 0,07

- 3 \*Resultados expressos como média de três repetições ± desvio padrão.
- 4 Médias que não possuem pelo menos uma letra em comum no mesmo dia de análise e na mesma  
 5 coluna são significativamente diferentes pelo teste de Duncan (p<0,05). ns: não significativo.
- 6 Controle: 100% de NaCl.
- 7

1 Tabela 3: Escores da análise sensorial dos salames tipo Hamburguês elaborados com diferentes  
 2 níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub> usando teste de comparação múltipla com uma  
 3 amostra controle

Ensaio sensorial	Formulação	Cor	Aroma	Sabor	Textura
1- MgCl <sub>2</sub> x Controle	Controle	4,0 <sup>b</sup> ± 0,9	4,4 <sup>ns</sup> ± 1,4	4,5 <sup>ns</sup> ± 1,3	4,5 <sup>ns</sup> ± 1,0
	45% MgCl <sub>2</sub>	4,9 <sup>a</sup> ± 1,1	4,4 ± 1,2	4,5 ± 1,2	4,4 ± 1,4
	50% MgCl <sub>2</sub>	3,1 <sup>c</sup> ± 1,2	3,9 ± 1,6	3,5 ± 1,4	3,9 ± 1,2
	55% MgCl <sub>2</sub>	4,4 <sup>a,b</sup> ± 1,2	4,5 ± 1,2	4,3 ± 1,5	4,5 ± 1,3
2- KCl x Controle	Controle	4,1 <sup>a</sup> ± 0,8	4,3 <sup>ns</sup> ± 1,1	4,5 <sup>ns</sup> ± 1,1	4,6 <sup>ns</sup> ± 1,0
	45% KCl	4,2 <sup>a</sup> ± 0,8	4,2 ± 1,2	4,2 ± 1,4	4,5 ± 1,1
	50% KCl	4,2 <sup>a</sup> ± 1,2	4,4 ± 1,2	4,2 ± 1,4	4,5 ± 0,8
	55% KCl	3,3 <sup>b</sup> ± 1,1	4,1 ± 1,1	4,2 ± 1,4	4,0 ± 1,0
3- 45% MgCl <sub>2</sub> e KCl x Controle	Controle	4,1 <sup>b</sup> ± 0,0	4,2 <sup>b</sup> ± 1,2	4,3 <sup>ns</sup> ± 1,3	4,1 <sup>ns</sup> ± 0,8
	45% KCl	5,5 <sup>a</sup> ± 0,7	5,2 <sup>a</sup> ± 1,1	5,1 ± 1,2	4,6 ± 0,9
	45% MgCl <sub>2</sub>	4,3 <sup>b</sup> ± 1,1	4,7 <sup>a,b</sup> ± 1,5	4,4 ± 1,7	4,5 ± 1,4

4 Os resultados estão expressos como média de 21 provadores ± desvio padrão.

5 Médias que não possuem pelo menos uma letra em comum, na mesma coluna, no mesmo ensaio,  
 6 são significativamente diferentes pelo teste de Duncan (p<0,05). ns: não significativo. Controle:  
 7 100% de NaCl (controle oculto). Os resultados estão codificados em uma escala de 7 pontos, onde  
 8 1= extremamente pior que o controle e 7= extremamente melhor que o controle.

9

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Características físico-químicas

Conforme esperado, as formulações com substituição do NaCl por KCl e  $MgCl_2$  apresentaram redução de 37 a 45% nos níveis de sódio (apêndice 1). De acordo com Arnau et al. (1997), existe uma relação entre a quantidade de potássio e sódio que traz benefícios a saúde a partir de 2:1. Em todos os salames com substituição de NaCl por KCl esta relação foi superior a 3, enquanto que nos salames com substituição do NaCl por  $MgCl_2$  esta relação foi próxima de 2, sendo levemente inferior a 2 apenas na formulação com 50% de  $MgCl_2$ . Assim, pode-se considerar que as formulações com baixo sódio desenvolvidas trariam benefícios a saúde do consumidor.

As características físico-químicas dos salames tipo hamburguês formulados encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para os quesitos de umidade, proteína e gordura. A legislação não estabelece limites para o teor de cloretos. Quando comparados o tratamento controle com a substituição por cloreto de potássio não houve diferença significativa no nível de cloretos. Porém, quando comparado os tratamentos com substituição por cloreto de magnésio, a partir de 50% de substituição, os níveis de cloretos permaneceram significativamente menores que o controle. Este resultado justifica-se pela substituição realizada em base de massa do sal. O NaCl e o KCl anidros possuem quantidade semelhante de moles/g de sal (0,017 e 0,013). No entanto, o  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  possui uma quantidade bem menor de moles/g de sal (0.005), o que pode ter contribuído para os menores níveis de cloreto.

As formulações estudadas apresentaram teor de gordura entre 25,5 e 30,9%, estando dentro do limite da legislação para este produto, que permite o máximo de 35% (BRASIL, 2000). Os teores de gordura encontrados não apresentaram diferença significativa entre as formulações, demonstrando que este parâmetro não é afetado pelo sal utilizado. Zanardi et. al. (2004) encontraram valores de 31,9 a 42,8% de gordura em salames processados à maneira dos países mediterrâneos e

países nórdicos, enquanto Beraquet (2005) cita valores de 34 a 39% de gordura em salame genovês, limites estes fora da legislação brasileira (BRASIL, 2000).

O teor de umidade diferiu significativamente entre as formulações, tendo seu ápice quando o NaCl é substituído por  $MgCl_2$ . Assim como discutido para os níveis de cloretos, este resultado também deve estar relacionado com a menor quantidade de moles de  $MgCl_2$  por g de sal em comparação com os demais sais, o que pode ter levado a uma menor desidratação das formulações que continham este sal. No ponto de vista econômico, a maior umidade (baixa perda de água) causaria um ganho em peso. Entretanto, maior retenção de água pode resultar em menor qualidade microbiológica (BOBBIO et al., 2001). No presente trabalho a substituição do NaCl por KCl não modificou significativamente a umidade dos salames. Guàrdia et al. (2008) também não encontraram diferenças significativas para umidade quando analisaram diferentes porcentagens de substituição do NaCl por KCl em embutidos fermentados de pequeno calibre.

Os valores de proteína apresentaram-se acima do mínimo de 23% estabelecido pela legislação vigente para o salame tipo hamburguês (BRASIL, 2000). Relacionando os resultados de umidade/proteína, os salames produzidos encontram-se classificados como embutidos secos, pois apresentam valores de 0,75 a 0,87, que é inferior ao valor de 2,3, estabelecido por VARNAN et al. (1995).

O resíduo mineral é determinado com a perda de peso do produto quando é incinerado a 500-550°C, com a destruição da matéria orgânica sem decomposição considerável dos constituintes minerais ou perda por volatilização. A substituição de NaCl por  $MgCl_2$  resultou em menores valores de cinzas. Para o cloreto de potássio, a substituição com 45% teve valores estatisticamente iguais ao controle, enquanto 50 e 55% não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo, entretanto, maiores que o controle. Os resultados de cinzas não apresentam padrão estabelecido pelo regulamento técnico de identidade e qualidade do salame tipo hamburguês (BRASIL, 2000).

A quebra de peso é uma medida que mostra indiretamente a quantidade de água eliminada pelo embutido durante o período de secagem e depende da temperatura, umidade relativa no interior da câmara de maturação e do tempo de processamento (GARCIA et al., 2000). A perda de água resulta da saída de umidade do interior da peça através de evaporação. A quebra de peso foi similar entre as formulações (43 a 47%), mostrando que a substituição de sódio por KCl ou  $MgCl_2$

não afetou este parâmetro. Guàrdia et al. (2008) encontraram valores de quase 50% de quebra de peso com a substituição de 50% de NaCl por KCl em embutidos fermentados. Estes resultados, bem como os encontrados no presente trabalho demonstram valores altos de perda de água, tendo em vista que para Coelho et al. (2000) o salame tipo italiano pode perder até 40% de seu peso durante o processamento. A grande perda de água foi comprovada à medida em que se analisam os resultados de umidade e atividade de água, os quais se apresentaram bem abaixo dos limites da legislação, 40% para umidade e 0,92 para atividade de água (BRASIL, 2000).

Os valores de pH final apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. As formulações de KCl não apresentaram diferença significativa nos valores de pH final quando comparadas ao controle. Este resultado vem ao encontro de Gelabert et al. (2003), que também não encontrou diferenças de pH quando substituiu NaCl por KCl em salame. Gou et al. (1996) ao analisar embutidos fermentados com níveis de substituição de NaCl por KCl de 10 até 60% também não encontraram variação no pH final dos produtos.

Entretanto, o mesmo perfil não ocorreu com a substituição por  $MgCl_2$ , pois as formulações que continham este sal apresentaram valores significativamente menores de pH que as demais. Considerando o quesito pH, todas as formulações enquadram-se como embutidos semi-secos, pois possuem pH maior ou igual a 5,0 (STAHNKE et al., 2002).

Três grandes grupos de substâncias presentes influenciam os valores de pH durante as diferentes fases do processamento dos embutidos fermentados: os ácidos orgânicos oriundos da fermentação dos açúcares, os compostos básicos resultantes da proteólise gerada pelos microrganismos ou pelas próprias enzimas tissulares e os ácidos orgânicos procedentes das gorduras (CHAGAS, 1998).

O pH dos produtos cárneos também exerce influência sobre a cor, interferindo na reação de formação de óxido nítrico e na sua reação com a mioglobina da carne. Terra et al. (2004b) citam que valores de pH abaixo de 4,9 são prejudiciais ao desenvolvimento da cor dos produtos cárneos e que a suscetibilidade dos pigmentos cárneos à oxidação aumenta com a queda do pH. Nesse sentido, o menor valor de pH verificado nas formulações com  $MgCl_2$ , pode ter contribuído para a sua coloração mais clara, com valor de L maior.

Analisando-se o pH dos salames tipo hamburguês ao longo do processo produtivo (apêndice 2) observou-se que este iniciou com pH entre 6,0 e 6,5, e ocorreu queda brusca até o décimo quarto dia, em todos os tratamentos, resultando em valores de pH estatisticamente inferiores. Isto demonstra a rápida ação das bactérias homofermentativas adicionadas na massa cárnea, causando quebra dos carboidratos presentes e formação de ácido láctico. Esta queda de pH no início da fabricação do salame ocorrida pela fermentação é de suma importância para a qualidade e segurança do produto, inibindo microrganismos indesejáveis e conferindo melhorias de sabor, cor e aroma (LÜCKE, 1998). Ainda, a queda do pH nos embutidos fermentados para valores próximos a 5,0 nos primeiros dias de fermentação torna o ambiente protegido contra a ação de bactérias gram negativas indesejáveis, constituindo a base para sua segurança microbiológica (LÜCKE, 1998). Esta redução de pH do salame para níveis próximos a 5,0 objetiva alcançar o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares da carne, provocando perda de água e obtenção de textura no produto (CAMPOS, 2002).

A partir do 14º dia ocorreu aumento dos níveis de pH, o que pode ser atribuído à produção de amônia e de aminas biogênicas como resultado da atividade enzimática (LÜCKE, 1998). O aumento do pH observado a partir do 14º dia, assemelha-se ao encontrado por Scheid (2001). Este aumento do pH na fase final de maturação deve-se ao aparecimento de compostos básicos, oriundos da degradação de proteínas, de substâncias tamponantes e também da diminuição de eletrólitos. A partir do 21º dia, o pH sofreu queda dos valores em todos os tratamentos.

Todos os valores de atividade de água encontrados estão de acordo com o especificado pelo regulamento técnico de identidade e qualidade do salame tipo hamburguês, que estipula um valor máximo de 0,92. Os tratamentos com substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio apresentaram comportamento linear entre si, aumentando seus valores de atividade de água à medida que a substituição por cloreto de potássio aumentou. Os resultados permaneceram dentro dos limites legais, ainda que demonstrem menor estabilidade microbiológica diretamente proporcional à adição de cloreto de potássio. Todas as formulações com substituição por cloreto de magnésio apresentaram maior atividade de água que o controle, embora 45%  $MgCl_2$  não tenha sido significativamente diferente. Os resultados sugerem, para este parâmetro, melhor perfil para o KCl.

A atividade de água ( $A_w$ ) indica a quantidade de água disponível para as reações bioquímicas, físico-químicas e enzimáticas necessárias para o desenvolvimento de microrganismos, assim como para a produção de toxinas (JAY, 1994). Dessa forma, segundo Bobbio (2001), analisando os valores de atividade de água encontrados no presente estudo, o produto apresenta um ambiente desfavorável ao crescimento e à multiplicação de microrganismos deteriorantes, pois apenas valores acima de 0,90 são considerados favoráveis a proliferação microbiana, considerando a ausência de demais barreiras do produto. Estes embutidos crus fermentados podem ser comercializados na ausência de frio, desde que mantidos fechados à vácuo e sob condições próprias de higiene (BRASIL, 2000).

#### **4.2 Análises microbiológicas**

A questão de alimentos seguros e o crescente combate as toxinfecções alimentares estão cada dia mais presentes na indústria alimentícia. A demanda por produtos de qualidade e produzidos higienicamente tem se evidenciado nos últimos tempos. Embora a fabricação de salames tenha suas origens no manejo artesanal, mesmo produtos coloniais têm como obrigatoriedade atual adequar-se aos parâmetros e exigências dos órgãos responsáveis pela Vigilância Sanitária.

Em relação à análise de *Salmonella sp.*, do total de 7 formulações, analisadas em 5 períodos diferentes de cura, com três repetições por tratamento, totalizando 105 amostras, ocorreu ausência em 25 g de amostra em 100% das análises (dados não mostrados). Este resultado está de acordo com os parâmetros legais para este produto. As análises de coliformes totais e coliformes termo-tolerantes demonstraram níveis de contaminação não detectáveis ( $< 1 \text{ UFC g}^{-1}$ ), apresentando índices condizentes com a legislação vigente em todas as formulações, em todas as etapas de cura analisadas (dados não mostrados). Estes resultados estão de acordo com estudos prévios que também não detectaram coliformes em embutidos fermentados (Nassu *et al.*, 2001; Gimeno, *et al.*, 2001). Em conjunto, os resultados das análises de *Salmonella sp* e coliformes demonstram que não houve contaminação durante o processo produtivo. Em processos produtivos organizados

em estabelecimentos regulamentados, este resultado é comumente encontrado (NASSU et al., 2001; GIMENO et al., 2001).

A evolução das contagens de microrganismos mesófilos aeróbios e bactérias ácido lácticas durante o processo de fabricação dos salames encontra-se nos apêndices 4 e 5. As contagens de microrganismos mesófilos aeróbios sofreram redução significativa ao longo do processo de fabricação do salame, especialmente do dia 0 para o 7º dia e do 21º para o 30º dia (apêndice 4). Logo após o embutimento dos salames (dia 0) não houve diferença significativa entre as formulações. No entanto, no dia 30, as formulações com 45 e 55% de KCl e 45% de MgCl<sub>2</sub> apresentaram contagens de mesófilos inferiores ao controle. Com relação ao crescimento ao longo do processo de fabricação, este trabalho concorda com o perfil de resultado encontrado por Sawitzki (2007), no qual as contagens de microrganismos mesófilos aeróbios apresentaram relação inversamente proporcional às contagens de bactérias ácido lácticas.

Com relação às bactérias ácido lácticas, foi verificado que no início da fermentação o controle apresentou uma contagem de 4,52 log UFC g<sup>-1</sup>, que está acima do mínimo considerado suficiente para o processo fermentativo (4 log UFC g<sup>-1</sup>). O mesmo ocorreu em todas as formulações. As contagens de bactérias ácido lácticas aumentaram significativamente do dia 0 ao 7º dia, mantendo-se estáveis entre o 7º e o 14º dia e sofrendo uma redução entre o 14º e o 21º dia. Do 21º ao 30º dia as contagens mantiveram-se estáveis em níveis ainda superiores aos do dia 0 (apêndice 5). No 30º dia não foram observadas diferenças nas contagens de bactérias ácido lácticas entre as formulações.

Analisando as contagens de bactérias mesófilas e bactérias ácido lácticas em salames com substituição de NaCl por KCl, Gilabert et al. (2003) sugerem que esta substituição é uma alternativa viável, tendo em vista que não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos com KCl e o controle. No presente trabalho, as contagens de bactérias ácido lácticas apresentaram valores estatisticamente iguais ou maiores nos tratamentos comparando com o controle nos dias em que ocorre o processo fermentativo (dia zero e no dia 7), sendo estes satisfatórios. Nos dias subseqüentes, manteve-se o mesmo perfil.

Os resultados das análises microbiológicas indicam que todas as formulações com substituição de NaCl por KCl ou MgCl<sub>2</sub> apresentaram características

satisfatórias, não sendo este um limitante para a formulação de salame tipo hamburguês com teor de sódio reduzido.

#### **4.3 Análises sensoriais e análise objetiva da cor**

Ao contrário de Gou et al. (1996), no presente estudo os provadores não perceberam diferenças significativas entre as formulações, quando questionados sobre o quesito sabor. Diversos autores relatam a ocorrência de sabor metálico quando o NaCl é substituído por KCl em embutidos fermentados (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005; GELABERT et al., 2003). Entretanto, neste experimento, ao produzir e testar salame tipo hamburguês, com substituição do NaCl por 45 a 55% de KCl e MgCl<sub>2</sub>, não foi perceptível a alteração de sabor. Isto pode ser explicado, em parte, pelo sabor característico deste embutido, que apresenta em sua composição alto índice de condimentos com sabor marcante.

O ensaio sensorial iniciou-se com a avaliação das formulações com substituição do NaCl por MgCl<sub>2</sub>. Também não foram encontradas diferenças significativas nos parâmetros de aroma, sabor e textura. No entanto, os provadores consideraram a cor da formulação com 45% MgCl<sub>2</sub> melhor que a do controle, enquanto a cor da formulação com 50% MgCl<sub>2</sub> foi pior que a do controle. Este resultado pode estar relacionado à maior luminosidade (valor de L) da formulação com 45% de MgCl<sub>2</sub>, e à maior tendência ao vermelho (menor valor H) da formulação com 50% de MgCl<sub>2</sub> em comparação a formulação controle, o que sugere que os provadores preferiram as amostras de coloração mais clara.

O segundo ensaio analisou as características dos salames com substituição de NaCl por KCl. Também houve diferenças significativas no quesito cor, sendo que apenas a formulação com 55% de KCl apresentou cor pior que o controle. Este resultado pode estar relacionado ao valor de L dessas amostras, que foram os mais baixos entre as formulações, ainda que não tenham diferido estatisticamente do controle.

A partir desta análise, constatou-se que apenas a substituição de 45% do NaCl por outros sais resultaria em produtos com melhor cor. Assim, realizou-se um terceiro ensaio sensorial comparando as formulações com substituição de 45% do

NaCl ao controle. Neste ensaio os provadores não detectaram diferenças significativas entre as amostras em relação aos parâmetros de sabor e textura. No entanto, a formulação com 45% de KCl apresentou melhor coloração em comparação as demais e melhor aroma em comparação ao controle. A formulação com 45% de KCl apresentou maior luminosidade (valor de L) e menor intensidade de cor (valor de C) que o controle, o que pode ter contribuído para este resultado, uma vez que os provadores apresentaram preferência por amostras mais claras.

Wirth (1990) analisando a possibilidade de redução de cloreto de sódio em produtos fermentados secos concluiu que o desenvolvimento da cor dos produtos com redução de sódio (até 50%), não teve aspecto restritivo para a produção destes. Este resultado é similar ao obtido no presente estudo, onde os provadores detectaram modificações prejudiciais na cor a partir da redução de 50-55% do NaCl.

A cor do produto é dos fatores decisivos no momento da compra. A coloração escurecida da carne se dá pela evaporação superficial, pelo congelamento e pela ação de aditivos, que interferem na capacidade de retenção de água pelas proteínas, que resultam na compactação das fibrilas protéicas. Carnes processadas curadas, além de preservadas, ainda mantém a cor vermelha dos embutidos, preservando esta característica primordial (BOBBIO et al., 2001; MANCINI et al., 2005). Os resultados do presente estudo indicam que a formulação de salame tipo hamburguês com 45% de KCl é a mais aceita sensorialmente, diferindo significativamente dos demais no que diz respeito a cor.

## 5 CONCLUSÕES

A substituição de 45 a 55% do NaCl de salame tipo hamburguês por KCl ou MgCl<sub>2</sub> (em base de massa) resulta em produtos com características físico-químicas e microbiológicas adequadas para comercialização no Brasil. Ainda que as substituições de 45% do NaCl por KCl ou MgCl<sub>2</sub> tenham melhorado as características sensoriais do salame tipo hamburguês, especialmente a cor, as substituições de 50% do NaCl por KCl e de 55% do NaCl por MgCl<sub>2</sub> também parecem ser viáveis, uma vez que resultaram em produtos com aceitação sensorial semelhante a do controle. Todos os níveis de substituição de cloreto de sódio se tornaram benéficos a saúde, tendo em vista que diminuíram o conteúdo de sódio com relação ao controle.

## 6 REFERÊNCIAS

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965.

ANONYMUS. Carne y productos cárnicos, productos estrella de la alimentación española. **Eurocarne** (Noticias, Febrero 2004).

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

ARNAU, J.A.; PERE, J.G. Disminución del contenido de sodio en productos cárnicos. **Eurocarne**, n.62, p.17-32, Dezembro 1997.

BACUS, J. N. Meat fermentation. **Food Technology**. Chicago: v. 54, p. 59 - 63, 1984.

BALDISSERA, E. M. **Desenvolvimento de presunto cozido pré-fermentado adicionado de fibra e cloreto de potássio**. Santa Maria: Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria. 80f, 2007.

BERAQUET, N. J. **Embutidos fermentados: Princípios do processamento de embutidos cárneos**. Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes (CTC-ITAL), maio, p. 147-159, 2005.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química de processamento de alimentos**. São Paulo: 3ª ed., p. 143, Livraria Varela, 2001.

BORTOLUZZI, R. C. Análise sensorial. Simpósio de tecnologia de produtos cárneos, v. 4, 1996, Santa Maria: **Anais**.: Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde – MS/**Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA**. Resolução Nº 12 de 02 de janeiro de 2001 - Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.

BRASIL Ministério da Agricultura. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Instrução Normativa nº. 22, de 31 de julho de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade de salame. Publicada no Diário Oficial da União de 03/08/00.

BUCKENHÜSKES, H. J. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as cultures for various food commodities. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 12, p. 253-272, 1993.

CHAGAS, S. S. **Redução do tempo de fabricação do salame tipo italiano**. Santa Maria, 1998. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**, Universidade Federal de Viçosa, p. 81, Viçosa, 1996.

CIMENO, O.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Calcium chloride as a potential partial substitute of NaCl in dry fermented sausages: effects on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. **Meat Science**, v. 57, p. 23–29, 2001.

CAMPAGNOL, P. C. B., **Cultura starter produzida em meio de cultura de plasma suíno e antioxidante natural na elaboração do salame**. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 2007.

COELHO, H. S. et al. Características físico-químicas do salame tipo italiano contendo couro suíno cozido. **Revista Nacional da Carne**, n. 278, p. 84-96, abril, 2000.

COLLINS, J. E. (1997). **Reducing salt (sodium) levels in process meat poultry and fish products**. In A. M. Pearson & T. R. Dutson (Eds.), *Advances in meat research. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products*, v. 11, p. 283–297; London: Blackie Academic & Professional.

DETONI, C. H. et al. Influência de diferentes culturas “starter” comercial quanto à variação de pH e de acidez em ácido láctico durante maturação de salame italiano. **Revista Nacional da Carne**, nº. 215, p. 75-81, 1995.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**. v. 74, p. 188–196, 2006.

DESOUZART, O. **Evolução do consumo da carne suína no Brasil**. 2007. Disponível em: <<http://www.porkwould.com.br>> Acesso em: 22 maio de 2009.

DICKINSON, B. D.; HAVAS S. Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake. **Archives of Internal Medicine**. v. 167(14), p. 1460-1468, 2007. DOI: 10.1001/archinte.167.14.1460.

DUTCOSKY S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2ª ed., p. 239, Editora Champagnat, Curitiba, 2007.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. et al. F. High-pressure-cooked low-fat pork and chicken batters as affected by salt levels and cooking temperature. **Journal of Food Science**, v. 63, p. 656-659, 1998.

FERNÁNDEZ, M. et al. Accelerated ripening of dry fermented sausages. **Food Science & Technology**. v. 11, p. 201-209, 2001.

FRASSETTO, L. A. et al. Adverse effects of sodium chloride on bone in the aging human population resulting from habitual consumption of typical American diets. **Journal Nutrition**. v. 138(2), p. 419-422, 2008.

GARCIA, F. T.; GAGLEAZZI, U. A.; SOBRAL, P. J. A. Variação das propriedades físicas e químicas do salame tipo italiano durante secagem e fermentação. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 3, p. 151-158, 2000.

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

GILLETTE, M. *Flavour* effects of sodium chloride. **Food Technology**, v. 39(6), p. 47-57, 1985.

GIMENO, O.; ASTIASARAN, 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**, v. 56, p. 23-29, 2001.

GIMENO, O.; ASTIASARAN, I.; BELLO, J. Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl<sub>2</sub> on texture and colour of dry fermented sausages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 873-877, 1999.

GOMES, E. A. Importância dos minerais na dieta. Disponível em: <http://yahoo.minhavidade.com.br/materias/saude/Aimportanciadosmineraisnadieta>. Acesso em 15 de maio de 2009.

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**, v. 42(1), p. 37–48, 1996.

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

HENRIKSEN, A. P.; STAHNKE, H. L. Sensory and chromatographic evaluations of water soluble fractions from dried sausages. **Journal of Agricultural Chemistry**. v. 45, p. 2679-2684, 1997.

HERMANSEN, K. Diet blood pressure and hypertension. **British Journal of Nutrition**, v. 83 (Suppl. 1), p. 113–119, 2000.

HIERRO, E.; HOZ, L.; ORDÓÑEZ, J. A. Contribution of microbial and meat endogenous enzymes to the lipolysis of dry fermented sausages. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v. 45, p. 2984-2995, 1997.

JAY, J. **Microbiología moderna de los alimentos**. 3ª Edição, Zaragoza: Acríbia, p. 804, 1994.

JESSEN, B. *Starter cultures for meat fermentations*. In: CAMPBELL-PLATT, G.; COOK, P. E. (Org.). **Fermented Meats**. London: Blackie Academic Professional, p.130-159, 1995.

LAW, N.; FROST, C.; WALD, N. By how much does dietary salt reduction lower blood pressure. I - Analysis of observational data among populations. **British Medical Journal**, v. 302, p. 811-815, 1991.

LEIBA, M. D. et al. Does dietary recall adequately assess sodium, potassium, and calcium intake in hypertensive patients. **Nutrition**, v. 21, p. 462-466, 2005.

LILIC, S.; MATEKALOSVERAK, V.; BOROVIĆ, B. Possibility of replacement of sodium chloride by potassium chloride in cooked sausages – sensory characteristics and health aspects. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 24 (1-2), p. 133-138, 2008.

LÓPEZ, L. I.; COFRADES, S.; RUIZ, C. C.; JIMÉNEZ, C. F. Design and nutritional properties of potential functional frankfurters based on lipid formulation, added seaweed and low salt content. **Meat Science**, v. 83(2), p. 255-262, 2009.

LOTAIF, L. A. D. **Suplementação de potássio através de um sal de cozinha: efeitos sobre a pressão arterial avaliada em consultório e pela monitorização ambulatorial da pressão arterial de 24 horas em pacientes com hipertensão.** São Paulo: Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo; p. 80, 1990.

LÜCKE, F. K. Fermented meats. In: LUND, B. M.; BAIRD-PARKER, A. C.; GOULD, G. W. (Org.). **The microbiology safety and quality of food.** Zaithersburg: Aspen Publ., Cap. 19, p. 420-444, 2000.

LÜCKE, F. K. Fermented sausages. In: WOOD B. J. B (Org.). **Microbiology of fermented foods.** 2nd ed, London: Blackie Academy Professional, v. 2, p. 441-483, 1998.

LYNCH, N. M. In search of the salty taste. **Food Technology**, v. 41(11), p. 82–86. 1987.

NETO, M. P. **Manual de embutidos cárneos fermentados,** Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes (CTC-ITAL), p. 80, 2006.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, p. 100–121, 2005.

MATULIS, R. J. et al. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt and pH. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 42-47, 1995.

MELO, M. F. G.; SANTOS, L. M. P.; LIRA, P. I. C. Uso de suplementos vitamínicos e/ou minerais por crianças menores de seis meses no interior do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil.** v. 5 n.3 Recife jul./set. 2005.

MOLINA, M. C. et al. Hipertensão arterial e consumo de sal em população urbana. **Revista de Saúde Pública**. v. 37(6), p. 743-750, 2003.

MONFORT, J. M. Los productos carnicos crudos curados. In: XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (2002: Porto Alegre). **Anais**. Porto Alegre: SBCTA, p. 3984-3992, 2002.

NASSU, R. T. et al. Estudo das características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de embutidos fermentados tipo salame formulados com diferentes proporções de carne caprina e suína. **Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, jul./dez, 2001.

ORDÓÑEZ, J. A. P. et al. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal**. Vol. 2. Porto Alegre: Artmed. p. 279, 2005.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnología de los Alimentos**. Volume 2. Madrid: Síntesis, p. 366, 1998.

PAPADAKIS, S. E. et al. A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods. **Food Technology**, v. 54, n.12, p. 48-54, 2000.

PASIN, G. et al. Replacement of sodium chloride by modified potassium chloride (co-crystallised disodium-50-inosinate and disodium-50-guanylate with potassium chloride) in fresh pork sausages. **Journal of Food Science**, v. 54(3), p. 553–555, 1989.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiânia: UFG, Vol. 2, p. 1110, 1996.

PETÄJÄ, E.; KUKKONEN, E.; PUOLANNE, E. Einfluss des Salzgehaltes auf die Reifung von Rohwurst. **Fleischwirtschaft**, v. 65, p. 189–193, 1985.

POMPEU, F. R. **Tratamento não-farmacológico da hipertensão arterial**. Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina da UFMG. Disponível em: <http://www.medicina.ufmg.br/edump/clm/imphipert.htm>. Acesso em: 15 de maio de 2009.

PRÄNDL, O. et al. **Tecnologia e higiene de la carne**. Zaragoza: Acribia, p. 854, 1994.

QUADROS, C. P. et al. **Natural antioxidants for mechanically deboned chicken meat**. In: 48th International Congress of Meat Science and Technology, Roma. Congress Proceedings, 2002.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, 70, p. 531–541, 2005.

SARNO, F. et al. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, **Revista de Saúde Pública**, v. 43(2), p. 219-225, 2009.

SAWITZKI, M. C. **Propriedades tecnológicas de *Lactobacillus plantarum* isolado de salames artesanais e aplicado como cultivo iniciador em salame tipo milano**. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos), UFSC, Florianópolis, 197f, 2007.

SBN Congresso Brasileiro de Hipertensão Arterial Disponível em: <http://www.sbn.org.br/Diretrizes/cbha4.htm>. Acesso em: 15 de maio de 2009.

SCHEID, G. A. **Avaliação sensorial e físico-química de salame tipo italiano contendo diferentes concentrações de cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 94f, 2001.

SEMAN, D. L.; OLSON, D. G.; MANDIGO, R. W. Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. **Journal of Food Science**, v. 45, p. 1116-1121, 1980.

SHIMOKOMAKI M. et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Livraria Varela, p. 236, 2006.

SOFOS, J. N. Antimicrobial effects of sodium and other ions in foods: a review. **Journal of Food Safety**, v. 6, p. 45–78, 1984.

STAHNKE, L. H. et. al. Maturity acceleration by *Staphylococcus carnosus* in fermented sausage – relationship between maturity and flavor compounds. **Journal of Food Science**, v. 35, p. 115-119, 2002.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2ª ed. Porto Alegre (RS): Boletim Técnico do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

TERRA, A. B. M.; FRIES, L. L. M.; TERRA, N. N. **Particularidades na fabricação de salame**. São Paulo: Livraria Varela, p. 152, 2004a.

TERRA, N. N.; TERRA, A. B. M.; TERRA, L. M. **Defeitos nos produtos cárneos: origens e soluções**. São Paulo: Livraria Varela, p. 88, 2004b.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: UNISINOS, p. 216, 2005.

TERRELL, R. N. Reducing the sodium content of processed meats. **Food Technology**, v. 37, p. 66–71, 1983.

VARNAN, A. H.; SUTHERLAND, J. P. Fermented Sausages In: Meat & Meat Products, Technology. **Chemistry and Microbiology**, Champman & Hall, London, England, p. 430, 1995.

VARNAN, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos cárneos: tecnología, química y microbiología**. Zaragoza: Acribia, p. 423, 1998.

ZANARDI, E. et al. Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. **Meat Science**, v. 66, p. 415-423, 2004.

YAMADA, E. A.; BERAQUET, N. J. Embutido fermentado cozido. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p.19-27, 1993.

WIRTH, F. Reducción de sal comum en los productos cárnicos. Posibilidades y limitaciones. **Fleischwirtschaft Español**, v. 1, p. 46-51, 1990.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Diet nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva; (WHO Technical report series, 916), 2003.

## **APÊNDICES**



## Apêndice 1

Tabela 1- Concentração de minerais (mg/100 g de salame) nos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub>.

Formulação	Sódio (Na)	Potássio (K)	Cálcio (Ca)	Magnésio (Mg)	Razão K/Na
Controle	1175,8	1180,8	68,6	47,1	1,0
45% KCl	735,9	2752,2	74,2	44,7	3,7
50% KCl	681,0	3840,0	80,0	43,0	5,6
55% KCl	650,4	3952,0	78,1	44,3	6,1
45% MgCl <sub>2</sub>	723,2	1458,3	55,1	258,4	2,0
50% MgCl <sub>2</sub>	691,5	1211,7	62,0	325,9	1,8
55% MgCl <sub>2</sub>	662,7	1343,2	72,6	340,3	2,0

Os resultados referem-se à análise de uma amostra composta, que foi obtida misturando-se as três repetições de cada formulação, realizada em duplicata. Os teores de cálcio e magnésio foram determinados por espectroscopia de absorção atômica e os teores de sódio e potássio por fotometria de chama (TEDESCO et al., 1995).

## Apêndice 2

Figura A

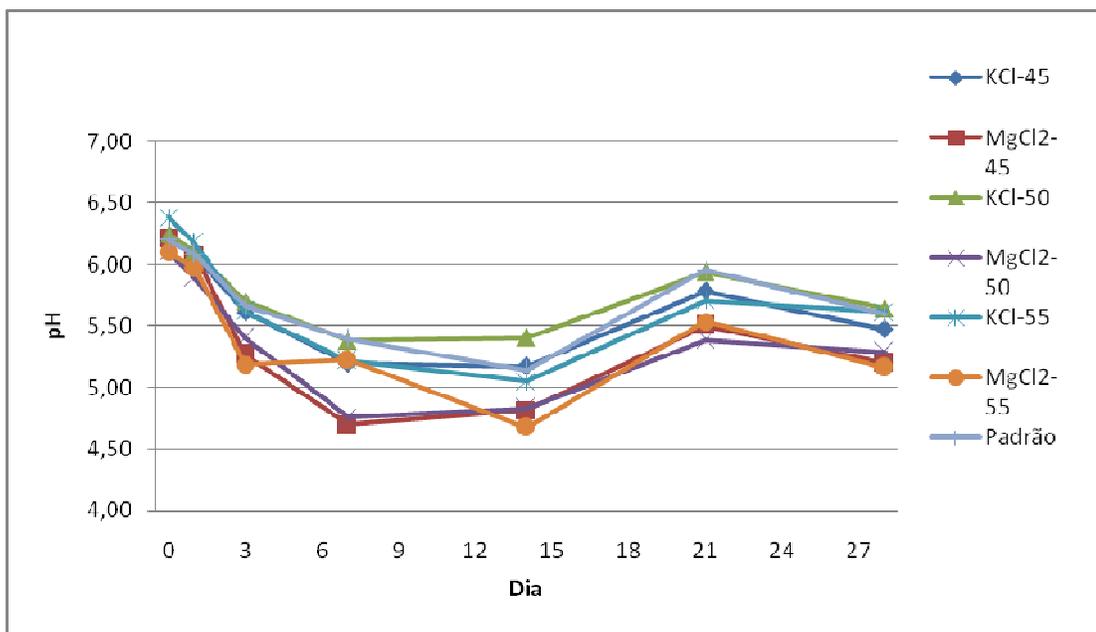


Figura B

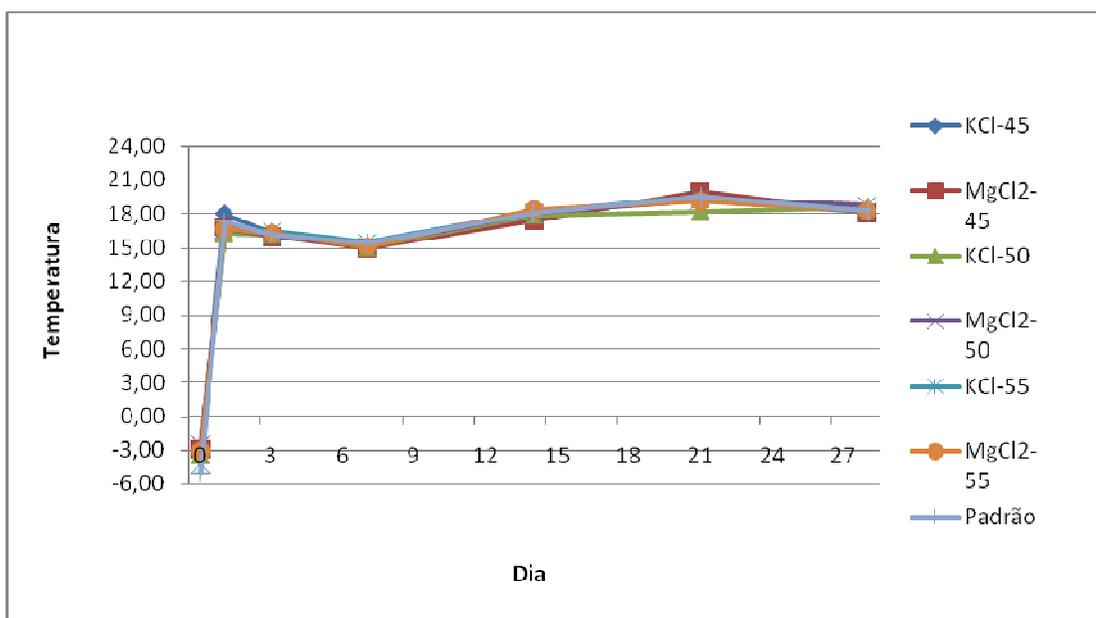


Figura 1 - Evolução dos valores de pH (A) e de temperatura (B) dos salames tipo hambúrguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub>, durante o período de fabricação.

### Apêndice 3

Figura A

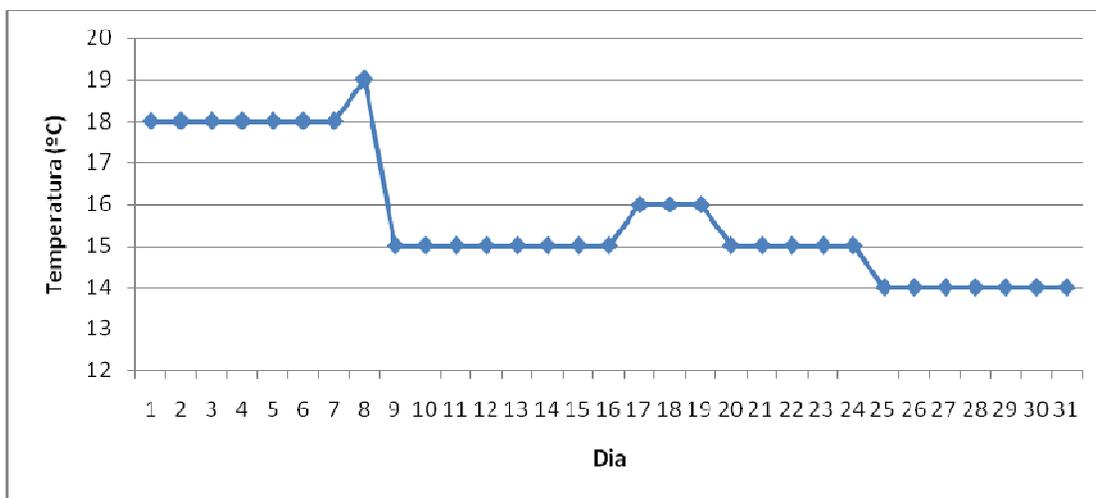


Figura B

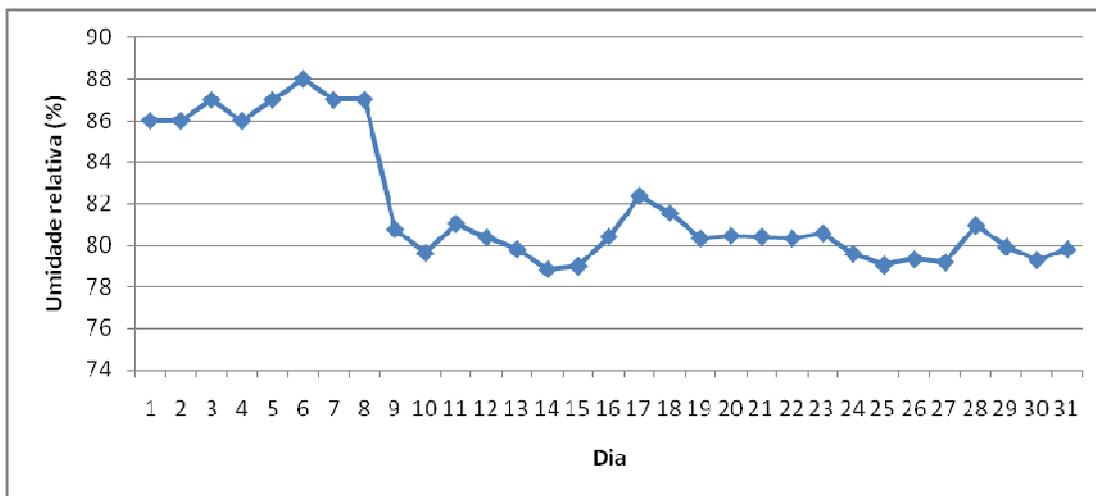


Figura 2 - Evolução da temperatura (A) e da umidade relativa (B) da câmara de maturação para os salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub>, durante 30 dias de cura.

## Apêndice 4

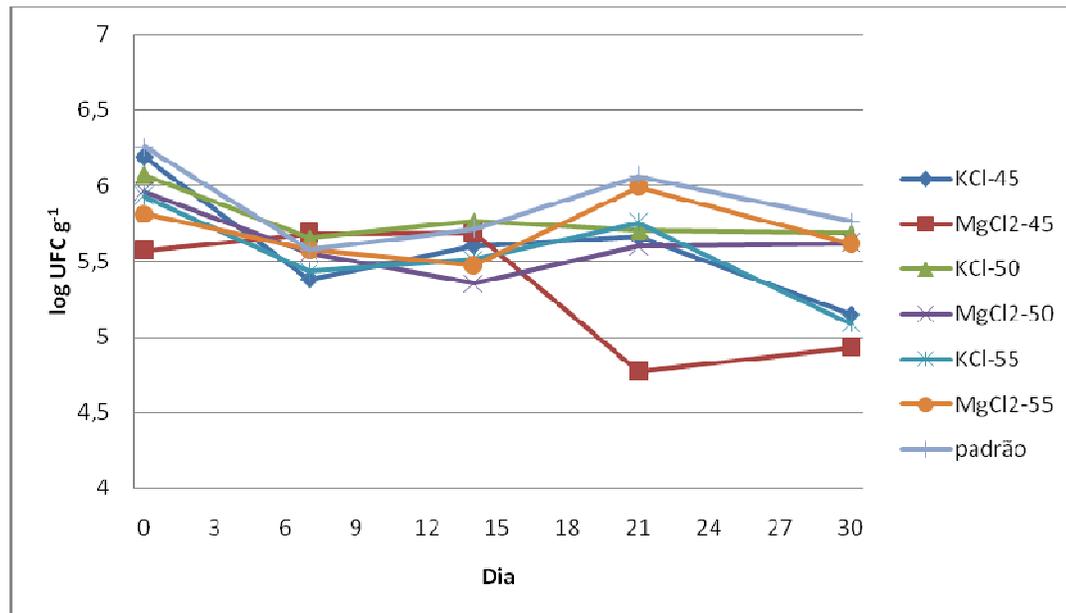


Figura 3 - Evolução da contagem total de microrganismos mesófilos aeróbios dos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub>, durante o período de fabricação.

## Apêndice 5

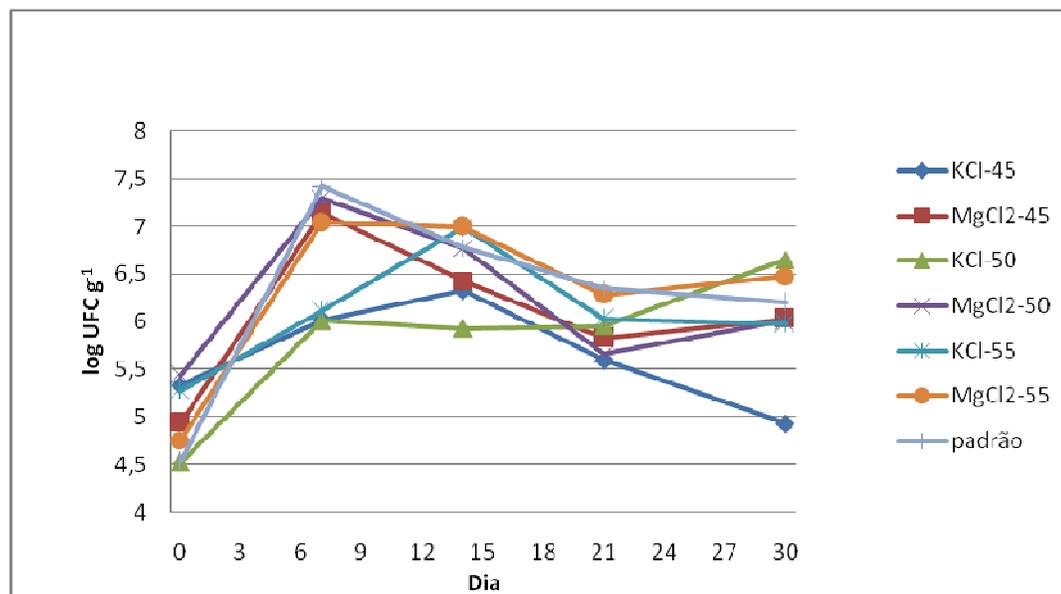


Figura 4- Evolução da contagem de bactérias ácido lácticas dos salames tipo hamburguês elaborados com diferentes níveis de substituição do NaCl por KCl e MgCl<sub>2</sub>, durante o período de fabricação.