

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

ESTELLA PAULA GALINA

DESENVOLVIMENTO DE PRESUNTO COZIDO COM REDUÇÃO DE SÓDIO

ERECHIM - RS

2014

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
URI ERECHIM**

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

ESTELLA PAULA GALINA

DESENVOLVIMENTO DE PRESUNTO COZIDO COM REDUÇÃO DE SÓDIO

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI).

Orientadoras: Dra. Geciane Toniazzo Backes
Dra. Mônica B. Alvarado Soares

ERECHIM - RS

2014

DESENVOLVIMENTO DE PRESUNTO COZIDO COM REDUÇÃO DE SÓDIO

Estela Paula Galina

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

Comissão Julgadora:

Dra. Geciane Toniazzo Backes
Orientadora

Dra. Mónica Beatriz Alvarado Soares
Orientadora

Dra. Rosa Cristina Prestes
UFSM

Dr. Jean Carlos Brustolin
Aurora Alimentos

Dra. Juliana Steffens
URI Erechim

URI-Erechim

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, o centro da minha vida, por ter me sustentado em Suas mãos para que eu não tropeçasse em meio às adversidades e provações.

Aos meus pais que me ensinaram: “Para ser grande é preciso ser perseverante e forte”. Agradeço por muitas vezes terem deixado seus sonhos para acreditar nos meus. Agradeço por toda compreensão e amor, por serem minha base, meu orgulho e por estarem sempre presentes em minha vida. As suas palavras, compreensão e carinho mesmo longe foram essenciais para mim. Vocês são os responsáveis por essa conquista, e eu os amo muito. Obrigada pela confiança e pelo amor em mim depositados. Se venço hoje, é graças a vocês. Essa conquista é nossa!

As Profas. Dra. Geciane Toniazzo Backes e Dra. Mônica Beatriz Alvarado Soares pelo privilégio de poder contar com a sua orientação, disponibilidade, atenção, confiança e empenho na realização deste trabalho.

A FAPERGS pelo auxílio financeiro.

A profa. Dra. Rosa Cristina Prestes pelas sugestões do trabalho e pelo auxílio nas análises de textura.

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

A empresa Cooperativa Central Aurora Alimentos pelo fornecimento de ingredientes e insumos e pelo apoio com o desenvolvimento do trabalho.

A Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) pela estrutura física e profissional que foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

A Michele pela ajuda com as análises e elaboração dos presuntos.

Ao Christian e Clodoaldo pela ajuda com os ajustes da formulação.

Aos funcionários da URI, pelo apoio em todos os momentos solicitados.

Enfim, agradeço a todos os familiares e amigos que de alguma forma me incentivaram e percorreram esta caminhada comigo, obrigada a todos.

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

DESENVOLVIMENTO DE PRESUNTO COZIDO COM REDUÇÃO DE SÓDIO

Estella Paula Galina
Julho/2014

Orientadoras: Geciane Toniazzo
Mônica Beatriz Alvarado Soares

A elevada ingestão de sódio tem sido associada ao desenvolvimento de inúmeras doenças, principalmente a hipertensão, doenças coronárias e acidente vascular cerebral. Os produtos de carne representam uma importante fonte de sódio na dieta humana contribuindo para sua ingestão diária. A redução do sódio na dieta representa uma prioridade para uma vida mais saudável. Sob esse aspecto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da redução e/ou substituição parcial do cloreto de sódio por outros sais de cloreto como uma alternativa para a redução do teor de sódio em presunto cozido de suíno. Foram selecionados três sais como substitutos do cloreto de sódio: cloreto de cálcio, cloreto de potássio e cloreto de magnésio em diferentes concentrações totalizando oito formulações. As formulações continham a seguinte mistura de sais: A (2,00% NaCl), B (1,00% NaCl), C (1,00% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂), D (1,00% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂), E (1,00% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl), F (1,50% NaCl, 0,5% MgCl₂), G (1,50% NaCl, 0,5% KCl), H (1,50% NaCl, 0,5% CaCl₂). Nas oito formulações foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas, histológicas e sensoriais para estudar os efeitos da redução de sódio em presunto cozido. Os resultados indicaram que com a redução e substituição do cloreto de sódio pelas formulações citadas não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras A, F e G principalmente nos parâmetros físicos elasticidade e na estrutura do presunto. A formulação F apresentou melhores resultados que a amostra padrão A para os parâmetros CRA, perdas, coesividade e mastigabilidade. Já a formulação G apresentou a maior aceitação sensorial pelos provadores. O trabalho permitiu encontrar parâmetros para a otimização

de formulações com teor reduzido de sódio em presunto cozido com boa aceitação sensorial e com características semelhantes à formulação controle.

Palavras-chave: hipertensão, CRA, formulações, sensorial.

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Food Engineering

PREPARATION OF HAM WITH REDUCTION / PARTIAL REPLACEMENT OF SODIUM CHLORIDE

Estella Paula Galina
July/2014

Supervisors: Geciane Toniazzo
Mónica Beatriz Alvarado Soares

High sodium intake has been linked to the development of many diseases, especially hypertension, coronary heart disease and stroke. The meat products are a major source of sodium in the human diet contributes to your daily intake. Reducing sodium in the diet is a priority for a healthier life. In this respect, the present work aimed to study the effect of reduction and / or partial replacement of sodium chloride by other salts as an alternative for reducing the sodium content of cooked ham pig chloride. We selected three salts as substitutes for sodium chloride calcium chloride, potassium chloride and magnesium chloride at different concentrations totaling eight formulations. The formulations contained the following mixture of salts: A (2.00% NaCl), B (1.00% NaCl), C (1,00% NaCl, 0.5% KCl, 0.5% CaCl₂), D (1.00% NaCl, 0.5% MgCl₂, 0.5% CaCl₂), E (1.00% NaCl, 0.5% MgCl₂, 0.5% KCl), F (1.50% NaCl, 0.5 % MgCl₂), G (1.50% NaCl, 0.5% KCl), H (1.50% NaCl, 0.5% CaCl₂). the eight formulations physico-chemical, microbiological, sensorial and histological analyzes were performed for study the effects of sodium reduction in cooked ham. results indicated that the reduction and substitution of sodium chloride by the aforementioned formulations no significant difference ($p < 0.05$) between samples a, F and G elasticity mainly in physical parameters and structure of the ham. F formulation showed better results than the standard sample for the CRA parameters, losses, cohesiveness and chewiness. Already formulation G had the highest sensory acceptance by panelists work allowed to find parameters for the optimization of formulations with reduced sodium content in baked ham with good acceptability and with similar characteristics to the control formulation.

Key words: hypertension, CRA, formulations, sensory.

LISTA DE SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANOVA Análise de Variância

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Aw Atividade de água

BMPA Associação de Carne Britânica

CaCl₂ Cloreto de cálcio

CRA Capacidade de Retenção da Água

DNPH 2,4 - Dinitrofenilhidrazine

KCl Cloreto de potássio

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MgCl₂ Cloreto de Magnésio

NaCl Cloreto de sódio

NSRI Iniciativa Nacional de Redução de Sal

OMS Organização Mundial da Saúde

pH Potencial hidrogeniônico

PIQ Padrão de Identidade e Qualidade

TBA Ácido Tiobarbitúrico

TCA Ácido tricloroacético

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da estrutura muscular da carne	25
Figura 2 - Fluxograma geral do processamento do presunto.	41
Figura 3 – Etapa de mistura (a) e aspecto da massa após o processo de cura (b).	42
Figura 4 – Tanque encamisado utilizado para o cozimento dos presuntos (a) e aspecto do produto após o resfriamento (b)	43
Figura 5 – Compressão das amostras no teste de CRA das formulações de presunto.	46
Figura 6 – Amostras para perdas por reaquecimento (a) e amostras para perdas por congelamento (b).	48
Figura 7 – Aspecto da formulação de presunto C elaborada com 1% NaCl, 25% de KCl e 25% de CaCl ₂ (A) e liberação de líquido na formulação C (B)	54
Figura 8 - Fotomicrografias obtidas para as formulações através de corte transversal com utilização do método Hematoxilina-Eosina com aumento de 40x e 100x.	67
Figura 9 – Histograma de frequência de aceitação sensorial para as diferentes formulações de presunto suíno	71
Figura 10 – Histograma de intenção de compra para as diferentes formulações de presunto	71
Figura 11 - Evolução da estabilidade oxidativa medida pelo Índice de Peróxido – IP (mEq/Kg) e TBARS (mgMalonaldeído/Kg) para a formulação A (controle); formulação B (redução de 50% cloreto de sódio) e formulação G (Formulação com redução de 25% de NaCl e substituição com 25% de KCl) no período de 0 a 75 dias.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características físico-químicas obrigatórias para presuntos	21
Tabela 2 – Formulações utilizadas para o desenvolvimento de presunto suíno com redução e substituição de sódio.	42
Tabela 3 – Valores de lipídios, proteína, umidade, relação umidade/proteína, Aw, TBARS, índice de peróxidos, DNPH, nitratos, nitritos, das diferentes formulações de presunto suíno.	53
Tabela 4 – Teores de Cinzas, K, Mg, Na e Ca das diferentes formulações de presunto suíno com redução e/ou substituição de sódio.	58
Tabela 5 – Valores de dureza, coesividade, adesividade, elasticidade e mastigabilidade das diferentes formulações.	60
Tabela 6 – Valores de Cor (L1*, a1* e b1*), oxidação após exposição a luz (L2*, a2* e b2*) e Cromaticidade (C1* e C2*) das diferentes formulações.	63
Tabela 7 – Valores de perdas por resfriamento, perdas por congelamento, perdas por reaquecimento e CRA das diferentes formulações.	64
Tabela 8 – Média das notas na análise sensorial para os atributos impressão global, sabor, cor e aparência das diferentes formulações.	70
Tabela 9 - Valores médios de pH, umidade e Aw das formulações de presunto suíno armazenados a 7°C durante 0, 10, 30, 45, 60 e 75 dias.	74
Tabela 10 - Valores médios de TBARS e Índice de peróxido das formulações de presunto suíno armazenados a 7°C durante 10, 30, 45, 60 e 75 dias.	76
Tabela 11 - Valores médios da avaliação de cor das formulações de presunto suíno armazenados a 7°C durante 10, 30, 45, 60 e 75 dias.	79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 CONSUMO DE CARNE SUÍNA E PRESUNTO.....	15
2.2 PROCESSAMENTO DO PRESUNTO.....	16
As etapas do processamento de presunto cozido são: seleção da matéria-prima, moagem, mistura, cura, embutimento, cozimento, resfriamento e acondicionamento.....	16
2.2.1 Seleção da matéria-prima.....	16
2.2.2 Moagem.....	16
2.2.3 Mistura.....	17
2.2.4 Cura.....	18
2.2.5 Embutimento.....	18
2.2.6 Cozimento.....	19
2.2.7 Resfriamento e acondicionamento.....	20
2.3 INGREDIENTES.....	20
2.3.1 Sal.....	21
2.3.2 Proteínas.....	21
2.3.3 Açúcares.....	22
2.3.4 Nitrito e nitrato de sódio.....	22
2.3.5 Fosfatos.....	23
2.3.6 Eritorbato.....	24
2.3.7 Glutamato monossódico.....	24
2.3.8 Carragena.....	24
2.4 COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA CARNE.....	25
2.5 REDUÇÃO DE SÓDIO EM PRODUTOS CÁRNEOS.....	26
2.6 EFEITO DO SAL SOBRE AS PROPRIEDADES DO PRESUNTO.....	34
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.1 PROCESSAMENTO DOS PRESUNTOS.....	40

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PRESUNTOS.....	43
3.2.1 Composição centesimal.....	43
3.2.2 Teor de nitrato e nitritos.....	43
3.2.3 Determinação de minerais.....	44
3.2.4 pH.....	44
3.2.5 TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico.....	44
3.2.6 Índice de peróxidos.....	44
3.2.7 Oxidação das Proteínas.....	45
3.2.8 Capacidade de Retenção de Água (CRA).....	45
3.2.9 Atividade de Água (Aw).....	46
3.2.10 Determinação das perdas.....	47
3.2.11 Perfil de textura TPA.....	48
3.2.12 Cor.....	49
3.2.13 Análise Microbiológica.....	49
3.2.14 Avaliação Histológica.....	49
3.2.15 Análise Sensorial.....	50
3.2.16 Avaliação da vida de prateleira.....	50
3.2.17 Análise Estatística.....	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1 Caracterização do produto.....	52
4.1.1 Físico-química.....	52
4.1.2 Análise de perfil de textura TPA.....	59
4.1.3 Avaliação de Cor, Oxidação após Exposição à Luz e Cromaticidade.....	61
4.1.4 Perdas e Capacidade de Retenção de água.....	64
4.1.5 Avaliação Histológica.....	66
4.1.6 Microbiológicas.....	69
4.1.7 Análise sensorial.....	69

4.1.8 Análises de vida de prateleira.....	73
5. CONCLUSÃO.....	81
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	84
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
8. APÊNDICE.....	97

1 INTRODUÇÃO

O maior volume de vendas no setor de carnes brasileiro está representado pelo segmento de produtos cárneos mais populares, e o presunto é um representante. Devido à grande consumo deste produto, os estudos sobre a redução do teor de sódio são importantes para promover a melhoria da qualidade na dieta da população. No entanto, o cloreto de sódio influencia na qualidade e segurança dos produtos cárneos.

No Brasil a ingestão de cloreto de sódio é estimada em $12,3 \text{ g/dia}^{-1}$ (NAKASATO, 2004). Produtos de carne são uma importante fonte de sódio na dieta humana contribuindo para cerca de 20% a 30% da ingestão diária (JIMÉNEZ COLMENERO et al., 2001). A sua redução não pode ocorrer sem uma avaliação rigorosa das consequências geradas pela redução na aceitação da estabilidade sensorial e vida de prateleira. Os ingredientes obrigatórios na produção de presunto são: carne, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio. Os ingredientes considerados opcionais são: proteínas de origem animal e/ou vegetal, açúcares, malto-dextrina, condimentos, aromas, especiarias e aditivos intencionais (BRASIL, 2000).

O sal é o mais importante dos condimentos e o elemento de uso mais amplo nas carnes preparadas. Além de potencializar o sabor, atua desidratando e modificando a pressão osmótica, o que inibe o crescimento microbiano e, portanto, limita a alteração microbiana (ORDÓÑEZ et al., 2007). É usado em carnes preparadas por razões importantes de liga, sabor/aroma e preservação. Outra função do NaCl é extrair as proteínas miofibrilares. A extração e solubilização destas proteínas musculares contribuem para a ligação da partícula da carne para a emulsificação da gordura e para o aumento da CRA (Capacidade de Retenção da Água). Assim, ele reduz as perdas por cozimento e melhora a qualidade e textura do produto. Quando o produto cru é cozido, a gordura, a água e os outros constituintes são atraídos dentro da matriz de proteína cárnea coagulada para formar produtos aceitáveis em relação a rendimento, maciez, umidade, textura e qualidade global (PARDI et al., 2007).

Segundo Ruusunen, Poulanne (2005) Apesar de o sal ser um ingrediente de grande importância na tecnologia de produtos cárneos, seu consumo em excesso está diretamente relacionado ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis: hipertensão, doenças cardiovasculares e doenças renais.

A redução de sódio em alimentos cárneos industrializados além de ser uma exigência do Ministério da Saúde se tornou uma aliada importante para a diminuição da ingestão de sódio da população devido ao seu alto consumo percapita (ANVISA, 2014). Desta forma é necessária a realização de estudos visando à diminuição do teor de sódio em alimentos cárneos industrializados como o presunto cozido, sem, no entanto, alterar suas características de qualidade.

Neste contexto, o objetivo geral do presente estudo foi avaliar a influência da redução e substituição parcial do cloreto de sódio em presunto cozido. Para atingir este objetivo as seguintes etapas foram desenvolvidas:

- Elaborar diferentes formulações de presunto cozido de suíno com redução e substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio, cloreto de magnésio e cloreto de cálcio;
- Realizar a caracterização físico-química do presunto cozido nas diferentes formulações desenvolvidas;
- Avaliar a estabilidade microbiológica de presuntos cozidos com redução e substituição parcial de sódio
- Verificar as alterações provocadas pela substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio, cloreto de magnésio e cloreto de cálcio na estrutura do presunto cozido através de análise histológica.
- Realizar análise sensorial das diferentes formulações de presunto a fim de verificar a aceitabilidade do produto.
- Avaliar o *shelf-life* das formulações de presunto que apresentaram maior aceitabilidade na avaliação sensorial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSUMO DE CARNE SUÍNA E PRESUNTO

O Brasil é o quarto maior produtor de carne suína do mundo, chegando a produzir em 2010, o volume de 3.237 mil toneladas da carne, atrás apenas da China, União Européia e Estados Unidos (ABIPECS, 2011). A produção da carne se concentra na região sul do país onde estão os três maiores produtores, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, respectivamente.

Embora a carne suína seja a mais consumida no mundo, chegando a ter um consumo médio anual de 68,5 kg/per capita em Hong Kong, no Brasil é a menos consumida pela população em sua forma *in natura*, onde em 2010 chegou ao consumo médio de 14,5 kg/per capita, pois os consumidores brasileiros tem preferência pelas carnes de frango e de bovinos. (ABIPECS, 2011).

Porém, apesar do consumo *in natura* da carne suína ser baixo no Brasil, 83,4% de toda a produção consumida internamente (SAAB e CLAUDIO, 2009), os consumidores brasileiros dão preferência a produtos industrializados e embutidos e dentre eles encontra-se o presunto.

O consumo de presunto representa 8,7% do consumo de produtos processados de suíno, atingindo um público cada vez mais exigente (ABIPECS, 2011).

O presunto é amplamente consumido e apreciado pela população mundial devido as suas características organolépticas como sabor e aroma, sendo considerado um dos produtos nobres da indústria de carnes (COSTA et al., 2007). Sua demanda vem crescendo, pois os consumidores buscam cada vez mais alimentos de qualidade, frescos e fáceis de preparar (BRESSAN et al., 2007).

No Brasil, a tecnologia de fabricação é muito diversificada, portanto, os presuntos podem apresentar variações na sua composição. De maneira geral, apresenta uma composição química cujos teores de proteínas encontram-se em torno de 14% e carboidratos 2%, sendo rico em minerais como sódio e potássio (BALDISSERA, 2007). Já para pH foram encontrados valores entre

5,9 e 6,1 (FRANCO; LANDGRAF, 2005) e valores de atividade de água de 0,91 a 0,97 (BRASIL, 2000; JAY, 2005).

2.2 PROCESSAMENTO DO PRESUNTO

As etapas do processamento de presunto cozido são: seleção da matéria-prima, moagem, mistura, cura, embutimento, cozimento, resfriamento e acondicionamento.

2.2.1 Seleção da matéria-prima

Segundo a Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o presunto cozido é obtido dos cortes do membro posterior do suíno, desossado ou não (BRASIL, 2000).

Também é importante o aspecto visual do produto que dependerá da região onde será consumido. Feiner (2006) menciona que fragmentos de gordura no interior do presunto não são aceitáveis por alguns consumidores. Nos Estados Unidos, por exemplo, exige-se que os produtos sejam completamente isentos de gordura visual, ao contrário da Itália e França, onde o produto deve apresentar a gordura exterior para dar um aspecto de produto elaborado artesanalmente. A gordura influenciará também na mastigabilidade do produto.

Além do teor de gordura, a temperatura da carne é outro fator importante. Recomenda-se no máximo 8°C para a matéria-prima com objetivo de garantir a qualidade microbiológica e evitar posteriormente o aumento excessivo da temperatura da massa (acima 20°C) o que provoca redução da estabilidade ocasionando liberação de gordura e desnaturação de proteínas (ORDÓÑEZ, 2007).

2.2.2 Moagem

Dependendo do tipo de presunto e do tipo de matéria-prima cárnea os cortes podem passar pelo processo de moagem.

A redução do tamanho das partículas de carne, também chamada de trituração, moagem ou cominuição é uma das operações mais utilizadas na elaboração de produtos cárneos (WEISS et al., 2010). A moagem consiste em utilizar a energia mecânica para desorganizar a estrutura dos tecidos pelas operações de corte, achatamento e ruptura. Este processo leva à formação de grãos constituídos de células mais ou menos intactas. Depois de cominuídos, a ação mecânica contínua libera os componentes que interagem e formam novas estruturas como geis e emulsões (GIRARD, 1991).

Segundo Rust (2004) citado por Weiss et al. (2010) o equipamento consiste de uma rosca sem fim que empurra e comprime os cortes através de um sistema moedor que é uma combinação de uma chapa perfurada com um número selecionado de furos com tamanhos específicos e com facas rotativas que cortam as fibras da carne antes de terem passado através dos orifícios.

Esta etapa é de extrema importância devido à liberação das proteínas actina e miosina da célula muscular mediante o processo de redução de tamanho, dando lugar posteriormente a uma intensa solubilização (PEARSON e GILLET, 1999).

2.2.3 Mistura

A mistura é definida como operação unitária na qual uma mistura homogênea é obtida de dois ou mais componentes, pela dispersão de um ou outro (FELLOWS, 2006).

Segundo Olivo (2006) a misturadeira apresenta boa extração protéica e dada a sua natureza e movimentação intensa podem provocar danos à estrutura da carne. Segundo Teixidor (2006), a velocidade excessiva vai gerar ruptura dos músculos, e esta velocidade deve ser otimizada, pois enquanto que velocidades muito baixas não provocarão a solubilização adequada das proteínas.

O fenômeno de liga ou união das peças de carne depende principalmente da extração das proteínas miofibrilares (miosina e/ou actomiosina) proporcionada por este processo (KATSARAS E BUDRAS, 1993) e da coagulação das proteínas no cozimento (LACHOWICZ et al., 2003).

A temperatura ideal de mistura encontra-se na faixa de 4 a 8 °C, sendo que temperaturas mais elevadas representam risco de contaminação e excesso de extração, ressecando a superfície da carne. A utilização de vácuo é vantajosa porque permite a melhor absorção dos ingredientes de cura e coesão das peças de carne. Além disso, as bolhas de ar presentes entre as porções cárneas e no exsudado são removidas prevenindo a expansão das bolhas durante o cozimento e subsequente diminuição da coesão entre os pedaços de carne (KATSARAS e BUDRAS, 1993).

2.2.4 Cura

A operação de cura ou maturação refere-se à conservação por adição de sal, compostos fixadores de cor (nitratos e/ou nitritos), açúcares e condimentos, obtendo-se a melhora das propriedades sensoriais (LAWRIE, 2007; BARBUT, 2002).

Recomenda-se que a duração da operação de cura seja de 12 a 15 horas, uma vez que os filamentos musculares são capazes de inchar durante este tempo e a água imobilizada é então depositada na estrutura do músculo.

2.2.5 Embutimento

Após a cura, o presunto é destinado à máquina de envase, moldagem e selagem. O mecanismo de funcionamento consiste na extração do ar da massa, moldagem e selagem da tampa. Uma moldagem em temperaturas demasiadamente baixas ou altas afeta negativamente a retração da embalagem (processo que ocorre após embalagem/moldagem na cavidade). Uma retração total de 30% é uma das condições mais importantes para obtenção de um presunto em filme plástico livre de gelatina (SILVEIRA, 1995).

A quantidade de material dosado deve ser correta para a obtenção de um bom resultado final, porque se a quantidade de carne for demasiada ocorrerão problemas durante o processo de vácuo, onde o material em excesso poderá obstruir e resultar em vácuo insuficiente. Como consequência aparece entre a carne e o filme (SCHEID, 1986) espaços que após o cozimento dão lugar ao depósito de gelatina (ARIMA, 1995).

2.2.6 Cozimento

O aquecimento (65 a 70°C) induz a ligação proteína-proteína o que transforma o extrato protéico viscoso na matriz tridimensional durante o processamento da carne (LI, 2006). Este extrato une os músculos e torna o presunto uma peça compacta (CASIRAGHI, 2007) favorecendo o aparecimento da textura desejada.

O cozimento escalonado na primeira fase de 30 a 60 minutos a 90°C para em seguida diminuir até 75 a 85°C é sugerido para se conseguir o fechamento dos poros, aumentando assim o rendimento, reduzindo a perda de peso, aumentando a suculência, melhorando a consistência, cor e coesão das peças. Além da redução do consumo de energia, o cozimento escalonado também evita o fluxo de calor excessivo que provocará desnaturação da camada protéica mais externa formando uma barreira térmica impedindo o correto cozimento do produto (OLIVO, 2006).

Segundo Tornberg (2005) as proteínas sarcoplasmáticas agregam-se entre 40 e 60°C, entretanto a coagulação pode ocorrer até acima de 90°C. As proteínas miofibrilares em solução iniciam a associação entre 36 e 40°C com subsequente gelatinização em 45 a 50°C. Em temperaturas entre 53 e 63°C ocorre a desnaturação do colágeno formando gelatina e também em temperaturas próximas de 60°C ocorre a geleificação da carragena e da proteína de soja. As mudanças estruturais durante o cozimento alteram a capacidade de retenção de água e textura dos produtos cárneos.

Segundo Li (2006) outro objetivo do cozimento é o desenvolvimento das características sensoriais desejadas: sabor, textura e cor no caso dos produtos curados e cozidos. O cozimento é aplicado para conferir certa vida-de-prateleira associado também à exclusão de micro-organismos que causam mudanças de cor (esverdeamento por *Lactobacillus viridescens*), destruição das formas vegetativas dos micro-organismos e inativação de enzimas cárneas que poderiam causar alterações posteriores no produto.

2.2.7 Resfriamento e acondicionamento

Após o tratamento térmico e a fim de assegurar sua eficácia, procede-se o resfriamento rápido das peças de preferência em banhos ou duchas de água fria (0 a 4°C), seguido de armazenamento até 10°C (MULLER, 1990).

O choque térmico abaixo de 45°C, com diminuição até 5°C visa cessar o cozimento e ajudar na destruição de possíveis micro-organismos que ainda sobreviveram ao tratamento térmico e também evitar o enrugamento da superfície da peça.

Segundo Damoradan et al. (2010), o resfriamento contribui para a diminuição da energia cinética térmica, facilitando a formação de ligações não covalentes estáveis entre grupos funcionais expostos das diversas moléculas de proteínas que promovem a gelificação que garante a textura do produto.

2.3 INGREDIENTES

No Brasil os ingredientes obrigatórios na produção de presunto cozido são: carne, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio em forma de salmoura. Os ingredientes considerados opcionais são: proteínas de origem animal e/ou vegetal, açúcares, malto-dextrina, condimentos, aromas, especiarias e aditivos intencionais (BRASIL, 2000).

Os ingredientes melhoram a eficiência na retenção de água (funcionalidade), o que influencia diretamente na maciez e na suculência, os quais são considerados os atributos mais importantes na qualidade da carne fresca e dos produtos cárneos (PARDI, 2007).

Na Tabela 1 podem ser observadas as características físico-químicas obrigatórias para presuntos segundo o PIQ (Padrão de Identidade e Qualidade para Presunto (BRASIL, 2000).

TABELA 1 – Características físico-químicas obrigatórias para presuntos.

Características físico-químicas	Quantidade permitida	Valor (%)
Carboidratos totais	Máximo	2,0
Relação Umidade/Proteína	Máximo	5,2
Proteína	Mínimo	14,0

Fonte: BRASIL (2000).

2.3.1 Sal

Usualmente adicionado a níveis de 2,5 a 3,0%, o sal é utilizado para preservar e melhorar o *flavor* dos alimentos, participando também do processo de cura da carne e da solubilização das proteínas (OCKERMAN, 1994).

O papel do sal é permitir a extração e a solubilização parcial das proteínas miofibrilares, gerando no meio a força iônica necessária e as condições adequadas para o estabelecimento de uma rede tridimensional coerente. Quando a miosina, a actina e a actomiosina são aquecidas em um meio de força iônica elevada, dão lugar a uma estrutura firme, enquanto na ausência de sal, produz-se uma estrutura esponjosa de pouca resistência (ORDONEZ, 2007).

Os efeitos antimicrobianos do cloreto de sódio provêm da redução da atividade de água no alimento, causando um diferencial osmótico na célula bacteriana e promove a plasmólise, perda de fluidos celulares e consequente morte ou inatividade (JAY, 2005).

2.3.2 Proteínas

Em presuntos, podem ser adicionadas proteínas de origem animal e vegetal. Estas proteínas apresentam comportamento muito parecido com as proteínas da própria carne, promovendo liga entre os pedaços de carne e retenção de água porque interagem diretamente com as proteínas cárneas ocupando espaços intersticiais na matriz do gel (PIETRASIK, JARMOLUK, SHAND, 2006).

Segundo Jiménez-Comenero et al. (2001) além das características funcionais importantes para a fabricação dos produtos como capacidade de

formar emulsão e capacidade de retenção de água que a proteína de soja apresenta, seu consumo é reconhecido como preventivo no tratamento de doenças cardiovasculares, câncer, osteoporose e para tratamento dos sintomas da menopausa.

2.3.3 Açúcares

O açúcar é um conservante eficaz e retarda o crescimento bacteriano. Ele serve para proporcionar um aroma agradável, evita o salgamento excessivo, ao mesmo tempo diminuindo a umidade e modera o sabor (ORDONEZ, 2007).

De acordo com Pardi (2007) são várias as propriedades dos açúcares que justificam o seu uso na indústria de carne: ação redutora potente, indispensável para a adequação do meio até a formação de nitroso-mioglobina e poder edulcorante que influi favoravelmente nas características organolépticas dos produtos acabados.

2.3.4 Nitrito e nitrato de sódio

De acordo com Ordonez (2007) a função dos nitratos e nitritos são:

- Estabilizar a cor;
- Contribuir para desenvolver o aroma característico da carne curada;
- Inibir o crescimento de algumas bactérias, especialmente o *Clostridium botulinum*;
- Retardar o desenvolvimento da rancificação.

O primeiro efeito da adição do nitrito em produtos cárneos é o desenvolvimento da coloração de carne curada (SEBRANEK & BACUS, 2007). A formação de cor em um produto curado e sua estabilidade é um parâmetro de qualidade muito importante (GOTTERUP et al. 2007). A mioglobina é a principal proteína responsável pela cor da carne, embora outras proteínas do grupo heme como a hemoglobina também atuam na coloração (MANCINI & HUNT, 2005). Porém, além da concentração das proteínas do grupo heme são

necessários aditivos como os nitritos e nitratos e agentes redutores para a formação da coloração típica de carne curada (GOTTERUP et al. 2007).

A quantidade mínima a ser adicionada nos produtos cárneos para produzir a cor adequada é estimada em 30 mg/kg, no entanto, a legislação brasileira permite a adição de até 50mg/kg (BRASIL, 2000). Para o produto final o teor residual máximo da soma de nitrito e nitrato é de 150 ppm.

O nitrito juntamente com o sal é tipicamente utilizado na elaboração de produtos cárneos curados ou fermentados. O nitrito é utilizado nesses produtos por promover o desenvolvimento de cor característica, róseo, e por inibir o desenvolvimento de esporulados, em particular, o *Clostridium botulinum*. Pode inibir também grupos de micro-organismos como: *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* e *Lactobacillos* (SINGHAL e KULKARNI, 2000).

A adição de sais nitrificantes (nitratos e nitritos) em presunto curado reforça o efeito preservativo do sal, por inibição do crescimento de *Clostridium botulinum* e assim a formação da sua toxina botulínica neurotóxica. O nitrito, também contribui para o desenvolvimento do sabor em presuntos e para a formação da cor avermelhada característica do produto final, que é bem conhecido pelos consumidores. Além disso, o nitrito exerce uma atividade antioxidante, retardando o desenvolvimento de ranço e “*off flavours*” durante o armazenamento (TOLDRÁ et al., 1998).

A difusão correta do nitrato no presunto é essencial para a adequada geração de nitrito e para exercer o seu efeito conservante. A monitorização do conteúdo de nitrito e nitrato em presunto curado é recomendada para manter os seus níveis estipulados pela legislação.

2.3.5 Fosfatos

Em produtos reestruturados, como os presuntos, os fosfatos contribuem para o rompimento das fibras do músculo facilitadas pelo massageamento, na solubilização das proteínas miofibrilares e a produção de um exsudado rico em proteínas solúveis. Essas proteínas do exsudado ligam os pedaços de carne entre si (PUOLANNE et al., 2001).

A adição de fosfatos em produtos cárneos reduz o efeito negativo proporcionado por baixas concentrações de cloreto de sódio como

propriedades sensoriais e tecnológicas (capacidade de retenção de água e gordura) e praticamente não aumenta a concentração do sódio do produto (BARBUT et al, 1988).

Os fosfatos reduzem perda por cozimento, melhoram textura e suculência, especialmente pelo aumento da CRA, retardam rancidez oxidativa, desenvolvem cor e reduzem o crescimento microbiano (JIMÉMEZ-COLMENERO, 2002).

2.3.6 Eritorbato

O eritorbato de sódio é acelerador da transformação do nitrito a óxido nitroso e estabilizante da cor formada por aquecimento a nitroso-hemocromo (BARRINGER et al, 2005).

2.3.7 Glutamato monossódico

Segundo Pardi (2007), o glutamato monossódico modifica as propriedades organolépticas dos produtos a que é adicionado, em doses de 0,10 a 0,25%. O glutamato monossódico tem sabor salino e mascara certos sabores, como o gosto cru ou o amargo. Seu efeito para melhorar o sabor manifesta-se quando unido ao cloreto de sódio.

2.3.8 Carragena

Carragena é o nome dado aos hidrocolóides encontrados entre as fibras celulósicas de algumas espécies de algas vermelhas, pertencentes à família *Rhodophyceae* (LEE et al., 2002).

A principal propriedade da carragena é a habilidade de modificar as características reológicas do sistema, mesmo em baixa quantidade, o que se deve à sua capacidade de formar géis ou tornar uma solução viscosa. Devido a estas características possuem diversas aplicações como geleificantes, espessantes e estabilizantes (VERBEKEN et al., 2005).

2.4 COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA CARNE

A fibra muscular (Figura 1) constitui a unidade estrutural dos músculos. São conhecidos três tipos de músculos: músculo liso ou involuntário, músculo estriado esquelético ou voluntário e músculo estriado cardíaco. Na sua organização e disposição, as fibras musculares estriadas esqueléticas estão agrupadas formando feixes envolvidos por uma membrana conjuntiva que recebe o nome de epimísio. Deste, partem septos que vão envolver pequenos feixes de fibras que são chamados perimísio, partindo daí septos que rodeiam cada fibra e que recebem o nome de endomísio (PARDI, 2007).

O músculo esquelético é formado por feixes de fibras musculares recobertos por tecido conjuntivo composto, sobretudo, de colágeno. A fibra da célula muscular é a unidade contrátil do tecido muscular. São células longas e multinucleadas de comprimento e diâmetro variáveis (ORDONEZ, 2007).

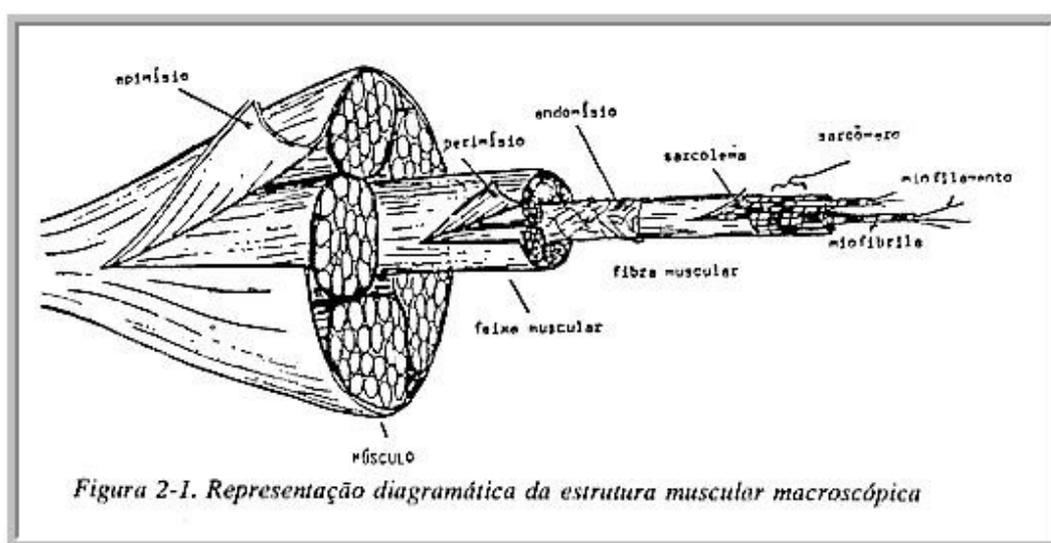


Figura 1 – Representação da estrutura muscular da carne.

Fonte: Pardi (2007)

Segundo Lawrie (2005), no interior da fibra muscular encontram-se as miofibrilas que são estruturas contráteis responsáveis pela aparência estriada do músculo esquelético. Por fim, a unidade da estrutura muscular é o sarcômero que é delimitado por duas linhas Z.

As propriedades moleculares exatas das proteínas que são responsáveis por várias funcionalidades desejáveis nos alimentos ainda não são bem compreendidas. Entre as propriedades físico-químicas que controlam a funcionalidade protéica incluem tamanho, forma, composição e sequência dos aminoácidos, carga líquida e distribuição das cargas, razão de hidrofobicidade/hidrofilicidade, estruturas secundárias, terciárias e quaternárias, flexibilidade e rigidez molecular e capacidade de interagir/reagir com outros componentes (DAMORADAN et al., 2010).

2.5 REDUÇÃO DE SÓDIO EM PRODUTOS CÁRNEOS

Apesar da importância do sal na produção de alimentos de alta qualidade e segurança, há um grande interesse em reduzir o consumo de sal na dieta humana. A partir de Junho de 2010, tem sido sugerido que o consumo de sódio, fornecido pelo Comitê Consultivo Dietary Guidelines, nos Estados Unidos, deve ser reduzido de 2300mg por dia para 1500mg por dia (SOONG, 2010; WENTHER, 2010).

No Brasil o Ministério da Saúde e a Associação Brasileira da Indústria produtora e exportadora de carne suína assinaram um termo de compromisso em 2013 para redução de teor de sódio nos alimentos. A proposta é reduzir o consumo de sal pela população brasileira para 5g/dia até 2020 (MS, 2013).

A ingestão de sódio excede o valor nutricional recomendado na maioria dos países industrializados (6 g/dia), e por esta razão, a redução do sódio nos alimentos é de grande interesse do ponto de vista da saúde (DESMOND, 2006). Embora seja amplamente aceito que há uma relação entre a ingestão elevada de sódio e a incidência de hipertensão e doenças cardíacas coronárias (MAC GREGOR, 1996), estudos recentes demonstraram que, esta relação é verdadeira para as pessoas idosas e aquelas com hipertensão e diabetes, porém não é necessariamente verdadeira para toda a população (HERMANSEN, 2000).

A carne *in natura* contém menos de 100 mg Na/100 g. A grande fonte de sódio dos produtos cárneos é proveniente da adição de cloreto de sódio nas formulações (RUUSUNEN & PUOLLANE, 2005).

Carne e seus derivados são importantes fontes de proteína e aminoácidos essenciais, gorduras, ferro, zinco, ácido linoleico conjugado (especialmente materiais derivados de ruminantes) e vitaminas B1, B2, B6 e B12 (BIESALSKI, 2005). No entanto, o consumo de carne tem sido criticado, pois contém níveis elevados de sódio e gordura e pouco ou nenhum percentual fibra ou cálcio. A redução de sódio para desenvolver produtos mais saudáveis é particularmente difícil porque implica necessariamente em remover ou substituir parcialmente os níveis de cloreto de sódio nas formulações, a principal fonte deste mineral em produtos cárneos (WEISS et al., 2010).

Com base nas tendências atuais de alimentação, o mercado de produtos cárneos busca a reformulação de seus produtos com o intuito de torná-los mais saudáveis. Com isso, poderão contribuir para a melhora da saúde global (ROODENBURG, et al. 2008). Além disso, o apelo de alimento natural, “*uncured*” ou orgânico é cada vez mais desejado pelos consumidores em países como os Estados Unidos. De acordo com Sebranek & Bacus (2007) na maioria dos casos os alimentos orgânicos e naturais são similares aos convencionais, e não apresentam alterações nas características de qualidades exigidas pelos consumidores.

A redução de aditivos é uma meta atual da indústria de alimentos e algumas estratégias são empregadas para esse propósito no processamento de produtos cárneos. A utilização de extratos vegetais como fonte de nitrato de sódio e como agentes antioxidantes naturais é um bom exemplo. A substituição de ingredientes sintéticos por ingredientes naturais é relatada como apelo para as indústrias comunicarem os consumidores que o produto é mais saudável que o convencional (SEBRANEK & BACUS, 2007).

Iniciativas de redução de sal, por exemplo, como a Iniciativa Nacional de Redução de Sal (NSRI), tem por objetivo reduzir o sal na dieta americana em 20% ao longo de um período de cinco anos, começando em 2010. Várias processadoras de carne e outras empresas de alimentos têm juntado esforços para reduzir o teor de sódio em todos os produtos alimentares, pois ao redor de 75% do sódio é adicionado ao alimento antes que chegue até o consumidor (DOYLE and GLASS, 2010).

A redução do teor de sal é uma questão de grande interesse para agências padrão em muitos países europeus, uma vez que é um alvo primário

para as estratégias preventivas de gestão de saúde. Desenvolver produtos cárneos com teor de sal reduzido, no entanto, não é simples porque a intensidade do sabor e características de segurança microbiológica pode diminuir quando o teor de sal é reduzido.

Na Irlanda, carnes curadas e processadas contribuem com 20,5% para a ingestão de sódio. Do mesmo modo, no Reino Unido, a carne e produtos de carne contribuem com 20,8% para a ingestão de sódio. Nos EUA, a carne e os produtos cárneos contribuem com 21,0% na ingestão de sódio (ENGSTROM et al., 1997).

A Autoridade de Segurança Alimentar da Irlanda (FSAI, 2005) publicou uma lista das empresas que já adotaram a redução de sal em seus produtos. A indústria de alimentos e bebidas irlandesa tem assumido um compromisso de reduzir os níveis de sódio para uma série de produtos: bacon abaixo de 1,3g sódio/100g; salsichas igual ou inferior a 0,88g/100 g; presunto cozido abaixo de 0,99g sódio/100 g e hambúrgueres igual ou inferior a 0,5g sódio/100 g. Em alguns casos, as empresas salientam que alguns de seus produtos têm 20-50% menos sal do que os seus produtos padronizados e que novas reduções de produtos estão em andamento.

No Reino Unido, a carne britânica Processors Association (BMPA) e o Food and Drink Federation fizeram um acordo de ter 1,1g sal/100g em hambúrgueres, 2g de sal/100 g em carnes cozidas não curadas; 1,1g sal/100 g em empanados, no entanto, nenhuma meta foi fixada para o bacon ou carnes curadas. Como consequência destas reduções, indústrias processadoras tem que desenvolver estratégias para reduzir os níveis de sódio em seus produtos. (FSA, 2003).

Antes de um substituto satisfatório para o cloreto de sódio ser encontrado, a melhor maneira de reduzir o consumo de sódio seria para a indústria de alimentos reduzirem gradualmente o teor de cloreto de sódio em produtos. Isso exige que as formulações e os procedimentos de fabricação de produtos à base de carne de baixo sal devam ser modificados. Olson (1982) relataram que uma redução de 25% de NaCl é provavelmente o máximo que pode ser atingido sem alterar as características do produto (sabor, textura, vida de prateleira).

De acordo com Ruusunen et al (2001), o teor de NaCl em salsichas e mortadela cozidos adicionados de fosfatos pode ser reduzido para 1,4% de NaCl sem perda da agradabilidade no sabor. Em presuntos cozidos, com base em avaliações de salinidade não é possível reduzir o teor de sal para 1,7% NaCl.

Segundo Ruunusen & Puolanne (2005), o nível de cloreto de sódio na dieta de uma população determina o nível aceitável para o qual o teor de NaCl em produtos à base de carne pode ser reduzido. Consequentemente, mesmos níveis de NaCl não se aplicam necessariamente a cada população. Existem várias abordagens para a redução do conteúdo de sódio em carnes processadas:

- (1) redução do nível de cloreto de sódio (NaCl) adicionado;
- (2) substituição total ou parcial de NaCl por outros sais de cloreto (KCl, CaCl₂, e MgCl₂);
- (3) substituição de parte do NaCl por sais não - cloreto tais como fosfatos, ou com o processamento de novas técnicas ou modificações do processo;
- (4) combinações de qualquer uma das abordagens acima (SOFOS, 1984; TERRELL, 1983). Terrell e Olson (1981) bem como Puolanne et al. (1988) estudaram os produtos de carne, onde NaCl tem sido substituído por outros sais (KCl, MgCl₂). A substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio ou cloreto de magnésio pode levar ao amargor no alimento (TERRELL & OLSON, 1981), apesar de terem sido obtidos bons resultados com uma mistura de cloreto de sódio e de potássio.
- (5) o uso de intensificadores de sabor que não têm um sabor salgado, melhoram o sabor salgado de produtos, quando usados em combinação com sal. Isto permite que seja diminuído o teor de sal nos produtos (ANGUS et al., 2005). Estes trabalham na ativação de receptores na boca e na garganta, o que ajuda a compensar a redução de sal (BRANDSMA, 2006).
- (6) a otimização da forma física do sal de modo tornar seu gosto mais biodisponível e, portanto, menos sal seria necessário (ANGUS et al., 2005).
- (7) o uso de mascaradores de sabor, tais como extratos de leveduras, lactatos, glutamato monossódico e nucleotídeos entre outros (BRANDSMA, 2006).

Mais recentemente, Leatherhead Food Internacional vem investigando a otimização e mudança da forma física do sal, de modo que torna seu sabor mais biodisponível e, portanto, podendo ser adicionado em menor quantidade aos produtos. Isto envolve aumentar a eficiência do sal, alterando a estrutura e modificando a percepção do sal (ANGUS et al., 2005).

Existem estudos onde o sal pode ser substituído por outros compostos que diminuam a atividade de água do produto, mas a principal barreira é o sabor que pode ser alterado. A maioria dos outros solutos, por exemplo, açúcares, não possuem o sabor salino. O lactato de sódio (ou de potássio) tem sido estudado como uma alternativa na substituição do sódio, pois também diminui a atividade de água, porém ocorre a diminuição no valor do pH, podendo ser mais efetiva que o sal. A inclusão do lactato em carnes curadas inibe o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* e *Listeria monocytogenes* (BETTS et al. 2003).

A utilização de misturas de sais minerais é, no entanto, uma boa maneira de reduzir o teor de sódio nos produtos à base de carne. A mesma salinidade percebida pode ser alcançada com misturas salinas com um teor de sódio inferior (PUOLANNE et al., 1988; WETTASINGHE & SHAHIDI, 1997).

Na Finlândia, existem no mercado salsichas cozidas feitas com uma mistura de sais em que o teor de sal com base no teor de cloreto de sódio é de no máximo 1,2%. Estas salsichas podem ser rotuladas como salsichas com teor reduzido de sal. Existe, contudo, uma desvantagem quando se utiliza misturas de sais: os consumidores não vão acostumar-se com uma percepção mais fraca de salinidade nos produtos de carne, por causa do sabor característico que ainda permanece forte.

Misturas de sais podem ser também utilizadas em presuntos, embora suas características sensoriais sejam mais sensíveis do que as de salsichas. Frye et al. (1986) substituíram 50% de NaCl (2%) por KCl em presuntos, e concluíram que os presuntos com NaCl a 2% tiveram as melhores pontuações sensoriais, mas a substituição de 50% com KCl apresentou melhor liga e pontuações sensoriais aceitáveis. Lin et al. (1991) observaram melhor rendimento no cozimento, substituindo 15-18% de NaCl (2%) por KCl em presunto cozido .

Gou et al. (1995) avaliaram o efeito da substituição por KCl, NaCl, K-lactato e glicina nas características de textura, sabor e cor de embutidos fermentados. Eles concluíram que a substituição em níveis de 30 e 40%, pode ser obtida com apenas ligeiras alterações sensoriais no produto. Sais como KCl e K-lactato são usados em produtos cárneos com teor de sal reduzidos para evitar o crescimento de agentes patogênicos e para manter um certo sabor salgado (DESMOND, 2006). O K-lactato combinado com NaCl pode retardar o aparecimento de deterioração (TAN & SHELEF, 2002).

O KCl tem propriedades de forá iônica semelhante às de cloreto de sódio, mas a sua adição a produtos à base de carne pode prejudicar a sua qualidade sensorial, reduzindo o sabor salgado, resultando em amargor, gosto metálico e adstringente (ASKAR et al., 1994; GOU et al., 1995.; DESMOND, 2006). Alguns autores (ASKAR et al., 1994; GOU et al., 1995; GELABERT et al., 2003) relataram que 40% KCl é o máximo com o qual o amargor seria aceitável.

O KCl tem sido o substituto mais investigado para o NaCl e a sua ingestão em vários estudos reduziu a pressão sanguínea em seres humanos. Vários estudos têm recomendado cloreto de potássio como uma substituição parcial para o cloreto de sódio em produtos cárneos (NASCIMENTO et al, 2007).

Gimeno et al. (1999) propuseram uma mistura de sais de cloreto a substituição de 61,5% de NaCl em Chorizo de Pamplona, evitando os efeitos negativos observados com um excessiva concentração de cada um. Eles obtiveram um produto que poderia ser considerado como aceitável nas propriedades de textura e de cor. Estes autores também utilizaram ascorbato de cálcio para substituir 46% de NaCl em Chorizo e concluíram que o produto apresentou valores aceitáveis de cor e textura e não apresentou problemas do ponto de vista microbiológico.

Fulladosa et al. (2009) descobriram que a adição de 39,7g de lactato de potássio/kg de carne crua durante o processo de salga não têm efeito negativo sobre a cor, o sabor ou textura de presuntos com teor reduzido de sal (15g NaCl/kg) processado a 5°C e com uma perda de peso de 30%. Costa-Corredor et al. (2009) descobriram que a adição de K- lactato em presuntos com teor reduzido de sal contribuiu para o aumento da salinidade e diminuiu a A_w ,

proteólise e suavidade de presuntos que tiveram uma perda de peso de aproximadamente 40%.

Ruusunen et al., (2001), em um estudo sobre presuntos cozidos, com 1,1%, 1,4%, 1,7%, 2,0% e 2,3% de NaCl, concluíram que seria possível reduzir o teor de sal de presunto cozido para 1,7% de NaCl, mantendo ainda a salinidade sensorial normal do presunto cozido. Segundo os mesmos autores, uma das maiores barreiras para a substituição de sal é o custo, pois o sal é um dos ingredientes mais baratos disponíveis. Além disso, os consumidores se acostumaram ao sal através do consumo de alimentos processados tornando assim a sua redução mais difícil.

Collins (1997) relatou que a utilização de uma mistura de 70% de NaCl/30% de KCl e 70% de NaCl/30% de $MgCl_2$ não apresentaram diferença em termos de sabor, maciez e aceitação global em comparação com presuntos feitos com 100% de sal.

Quando o nível de NaCl aumenta, é mais perceptível nos produtos gordos do que nos magros (MATULIS et al., 1994). No entanto, Ruusunen et al. (2001) demonstraram que o conteúdo de gordura de salsichas cozidas afeta a salinidade percebida de diferentes maneiras, dependendo da composição da formulação. Ao substituir carne de porco magra por gordura de porco, aumentando o teor de gordura e, simultaneamente, reduzindo o teor de proteína da carne, a salinidade percebida de salsichas aumenta, mas substituindo água com a gordura em uma base igual peso, a percepção de salinidade da salsicha não muda.

Schwartz & Mandigo (1976) estudaram várias combinações 0-2,5% de NaCl e tripolifosfato de sódio 0-0,5% em carne de porco reestruturada e descobriram que o sal diminuiu os valores de TBA (Ácido Tiobarbitúrico), perda na embalagem, melhorou a cor após o cozimento, o aroma, sabor e a textura.

Um estudo realizado para reduzir o teor de sódio em produtos cárneos curados por injeção da carne com uma salmoura contendo KCl em combinação com citrato de cálcio, lactato de cálcio, lactose, dextrose, fosfato de potássio, ácido ascórbico e nitrito de sódio demonstrou que o processo permite a produção de um presunto cozido com teor reduzido de sódio com zero de perda de peso e um sabor idêntico ao presunto cozido com um teor normal de sódio -(RIERA et al., 1996).

Sofos (1983) demonstrou que os fosfatos, podem ser muito úteis na redução do teor de NaCl em produtos cárneos. Ruusunen et al. (2005) investigaram a utilização de fosfatos na redução de sódio de produtos cozidos de carne. Os fosfatos são geralmente usados em produtos à base de carne para aumentar a capacidade de retenção de água e melhorar o rendimento no cozimento. Eles aumentam a capacidade de retenção de água em produtos frescos e curados de carne porque aumenta a força iônica, o que liberta negativamente sítios carregados nas proteínas de carne de modo que as proteínas podem se ligar mais na água. A funcionalidade de fosfatos é bastante afetada pela adição de sal e estes ingredientes agem sinergicamente.

Os sais de potássio de fosfato também estão comercialmente disponíveis e são igualmente eficazes em termos de capacidade de ligação de água, gelificação ou força iônica, como os sais de sódio (DESMOND, 2006).

Ruusunen et al. (2002) descobriram que é possível a redução de teor de sódio (1,0-1,4%) em mortadelas e presuntos cozidos onde os fosfatos foram adicionados. Uma redução adicional do teor de sódio em produtos cárneos com baixo teor de sódio é possível através da substituição de fosfato de sódio com fosfato de potássio.

Existe uma grande variedade de ingredientes que podem ser utilizados para substituir o cloreto de sódio e incluem proteínas funcionais, fibras, hidrocolóides e amidos. A matriz de gel formada com estes ingredientes alternativos promove uma ligação através de uma combinação de proteína de coagulação e formação de gel, e interação com as proteínas do músculo (COLLINS, 1997).

O uso de sais substitutos como o cloreto de potássio é limitado principalmente pelo seu sabor amargor. Por isso, vários compostos inibidores do sabor amargo têm sido propostos para serem adicionados como glutamato monossódico, ervas. (HAGA et al., 1984). Quando os dois compostos são misturados ocorre interferência nas células receptoras gustativas e o sabor amargo é suprimido (BRESLIN e BEAUCHAMP, 1995).

Outros estudos deverão ser desenvolvidos pela indústria cárnea para aumentar a funcionalidade da carne em formulações com baixo teor de sódio, como o uso da carne em pré-rigor e tecnologias de alta pressão. Carne em pré-rigor é conhecida pela sua funcionalidade superior, em termos de extração de

proteínas miofibrilares e de capacidade de retenção de água. O teor de sódio pode ser reduzido através do uso da carne em pré-rigor sem afetar as propriedades físicas, químicas, sensoriais ou propriedades de emulsão em salsichas (PUOLANNE & TERRELL, 1983). O tratamento de alta pressão pode ser de interesse para melhorar a funcionalidade de proteínas onde é desejável reduzir o teor de sódio de produtos cárneos (CHEFTEL & CULIOLI, 1997).

2.6 EFEITO DO SAL SOBRE AS PROPRIEDADES DO PRESUNTO

O cloreto de sódio (NaCl) é um dos mais antigos e mais familiares ingredientes alimentares conhecido pelo homem. O sal é especialmente importante em carnes processadas, contribuindo para a qualidade desejável nos alimentos e para a segurança alimentar (MARTIN et al, 2001). O papel do sal em produtos cárneos processados pode ser classificado em três grandes categorias: as características de processamento, preservação e atributos sensoriais (HUTTON, 2002).

Uma das principais funções do sal em produtos cárneos processados é a solubilização das proteínas miofibrilares da carne. Actina e miosina são insolúveis em baixas concentrações de sal, mas tornam-se solúveis em altas concentrações de sal. A maioria dos produtos cárneos depende dessa propriedade das proteínas miofibrilares para gerar características de textura (MATTEWS e STRONG, 2005).

O efeito do cloreto de sódio sobre as proteínas da carne é causado provavelmente pelo fato de o íon cloreto estar mais fortemente ligado às proteínas do que os de íon sódio. Isto provoca um aumento na carga negativa de proteínas (DESMOND, 2006).

Hamm (1972) apud Ruusunen & Puolanne (2005) conclui que isso causa repulsa entre as proteínas miofibrilares (miofilamentos) resultando numa expansão de miofibrilas e a solubilização dos filamentos, o último é devido às repulsões de moléculas individuais. Grupos polares das cadeias laterais dos aminoácidos das proteínas se ligam as moléculas de água através ligações de Van Der Waals. Mais as moléculas fazem parte da camada monomolecular com orientações semelhantes. Assim, todas as moléculas de água serão mais ou

menos influenciadas pelas forças de tração causada pelos grupos polares das proteínas.

Pelo contrário, cadeias laterais não polares dos aminoácidos empurram as moléculas polares de água fazendo com que a estrutura em arco fique em torno do grupo não polar. A quantidade de água presente é determinada pela carga líquida das proteínas causando repulsão que aumenta a ligação, e pelo número e força das pontes cruzadas que limitam a ligação. Isso parece razoável, porque as distâncias entre as superfícies de filamentos são de cerca de 20 nm (para a actina- miosina e actina-actina) ou 30 nm (miosina-miosina). O que significa que uma espessura de uma camada de água é de cerca de 60-90 moléculas. A hipótese explica os efeitos do conteúdo de sal e do pH, bem como o papel de pontes cruzadas e, conseqüentemente, como a água é retida na carne Ruusunen & Puolanne (2005).

A solubilidade da miosina aumenta quando a concentração de NaCl aumenta de 0,4 a 0,5 M. Após a agregação inicial e a formação das estruturas de filamentos começam a separar-se em teores de sais superiores a 0,25 M. O inchamento das miofibrilas começa na concentração de 0,5 M sem fosfatos acrescentados e na 0,4 M com fosfatos adicionados, onde uma extensa extração de miosina também começa a tomar lugar. O inchamento depende do pH (OFFER & KNIGHT, 1988).

O cloreto de sódio aumenta a ligação de água – carnes, linearmente entre forças iônicas de 0 até 1,0 (OFFER & KNIGHT, 1988). Este corresponde a menos de 5% de NaCl em carne magra, desde que o teor de água é em torno de 75%. Parte da água está fortemente ligada à camada monomolecular (4 pontos percentuais) e camada multimolecular (4-6 percentual pontos), o que significa que esta água não possui características físicas da água livre e conseqüentemente contém menor quantidade de soluto. Portanto, pode ser estimada que a força iônica do sal deva ser calculada para 65 g água em 100 g de carne magra. Isto deve ser levado em conta quando se comparam com as curvas de ligação de água (OFFER & TRINICK, 1983).

O cloreto de sódio adicionado em formulações de produtos cárneos atua no mecanismo de extração das proteínas miofibrilares, já que essas são solúveis em elevada força iônica, além de contribuir para o sabor e conservação dos produtos (MACFARLANE; MACKENZIE; TURNER, 1984;

LANTTO, et al., 2007). Seu efeito nas proteínas miofibrilares é provavelmente causado pela forte ligação entre os íons de sódio e as proteínas (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005). Esse ingrediente ativa as proteínas aumentando a sua capacidade de ligação e proporciona o seu intumescimento aumentando a capacidade de retenção de água, que é justificada através da alteração na estrutura da miofibrila (DESMOND, 2006, BÖCKER, et al.,2006).

Em uma análise abrangente sobre a redução de sódio e ingestão de produtos cárneos, Ruusunen and Puolanne (2005) apresentaram duas hipóteses para explicar o papel do NaCl na ligação de água na carne. Isto inclui Hamm (1986), que propõe que íons Cl^- tendem a penetrar nos miofilamentos causando um inchamento, enquanto que (OFFER & TRINICK, 1983) afirmam que os íons de Na^+ formam uma nuvem de íons em torno dos filamentos. Offer & Knight (1988) baseiam sua hipótese sobre a seletiva ligação do íon Cl^- com as proteínas miofibrilares. Segundo esses autores, isso não causa uma acentuada repulsão entre os filamentos, mas uma quebra no eixo da molécula de miosina. Isso resulta no afrouxamento da estrutura miofibrilar.

O efeito do NaCl sobre as proteínas da carne é provavelmente causado pelo fato do íon Cl^- ser mais fortemente ligado as proteínas que o íon Na^+ . Isto provoca um aumento nas cargas negativas das proteínas. Hamm (1972) apud Ruusunen & Puolanne (2005) conclui que isto provoca a repulsão entre as proteínas miofibrilares, o que resulta numa expansão de miofibrilas devido às repulsões de moléculas individuais. A adsorção de íons Cl^- por grupos carregados positivamente resulta num deslocamento do ponto isoelétrico da miosina para valores inferiores de pH, causando um enfraquecimento da interação entre grupos de cargas opostas em um pH maior do que o ponto isoelétrico e, por conseguinte, um aumento do inchamento e da capacidade de retenção de água.

O sal é um componente essencial na contribuição para a textura dos produtos cárneos processados. Ruusunen et al. (2001) relataram que presunto cozido com níveis de adição de sal abaixo de 1,4% tinham mais perdas por cozimento em comparação com presuntos com níveis de sal superiores a 1,7%. Os autores ressaltam que em produtos com baixo teor de sal, com uma quantidade elevada de adição de água, é necessário adicionar proteína extra ou outros ingredientes funcionais para aumentar o rendimento.

Em relação à oxidação de lípidos, a substituição parcial de NaCl por outros sais pode afetar a oxidação. Vários estudos em produtos cárneos reconheceram o NaCl como um agente pró-oxidante e propuseram alguns mecanismos de ação oxidativa. De acordo com Kanner et al. (1991) o NaCl atua deslocando os íons de ferro a partir de macromoléculas de ligação e Hernández et al. (2002) concluíram que o sal parece diminuir a atividade da glutathione peroxidase. A utilização de sais de cloreto como alternativa para a substituição parcial do NaCl pode afetar a atividade da lipase, a geração de ácidos graxos livres e oxidação lipídica.

O uso do sal para preservar antecede ao uso da refrigeração. O desenvolvimento da refrigeração e das embalagens indica que o teor de sal pode ser reduzido, mas ainda é um componente essencial na preservação de produtos curados. A atividade antimicrobiana do cloreto de sódio pode ser direta ou indireta dependendo da quantidade utilizada no alimento. Em alguns produtos, o cloreto de sódio é adicionado para conferir sabor sendo classificado como antimicrobiano indireto. No caso de produtos secos ou defumados, uma grande quantidade de sal (cloreto de sódio) é adicionada tornando esses produtos praticamente estáveis (MATTEWS & STRONG, 2005).

Eles dependem praticamente do cloreto de sódio para sua preservação, sendo classificado como antimicrobiano direto. A quantidade de cloreto de sódio necessária para ser adicionada nos alimentos e prevenir crescimento bacteriano é grande, cerca de 16,5% de sal em solução e conduzir a atividade de água para 0,90, dificultando a aceitação do consumidor com relação ao sabor e havendo, por isso, a combinação com outras técnicas de preservação (RAVISHANKAR & JUNEJA, 2000).

O sal é utilizado desde a antiguidade como conservante em produtos (DESMOND, 2006). Em níveis elevados o cloreto de sódio apresenta propriedades bacteriostáticas (TERRELL, 1983) e prolonga a vida-de-prateleira de produtos cárneos (PASIN et al., 1989).

Entre as principais propriedades do cloreto de sódio em produtos cárneos são: a sua ação conservante, o aumento na capacidade de retenção de água das proteínas miofibrilares promovidas pelo aumento da força iônica, e, por conseguinte, uma maior extração das proteínas, redução da perda de água durante o armazenamento e o aumento na estabilidade da emulsão

cárnea devido a uma melhor incorporação da mistura gordura e água (TERRELL, 1983).

A redução da atividade de água combinada com agentes conservantes, redução de pH, cocção ou conservação do alimento por frio, conhecida como tecnologia das barreiras, prolonga a vida útil de um alimento (FELLOWS, 2006). Essa combinação de processos de conservação é amplamente utilizada na indústria de alimentos e é considerada uma tecnologia antiga.

Além de ser um ingrediente de baixo custo, o NaCl tem excelentes propriedades tecnológicas, e sua redução e/ou substituição reduz o gosto salgado, diminuindo notavelmente o sabor (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005) e a estabilidade microbiológica e físico-química além de modificar as propriedades de textura de produtos cárneos (SOFOS, 1984; TERRELL, 1983).

O conteúdo de gordura é essencial para garantir as características de qualidade, tais como sabor, suculência e textura, que também são afetados pela redução de NaCl nas formulações. O sal tem sido usado desde os tempos antigos para a preservação de produtos cárneos e é um dos ingredientes mais utilizados em produtos cárneos processados. Na indústria de carne o sal é usado como um condimento ou intensificador de sabor e também é responsável pelas propriedades de textura desejadas em carnes processadas.

Sal influencia certo número de propriedades funcionais em produtos cárneos: ele ativa proteínas para aumentar a hidratação e a capacidade de ligação de água, que aumenta as propriedades de ligação de proteínas para melhorar a textura; que aumenta a viscosidade de massas à base de carne, facilitando a incorporação de gordura para formar massas estáveis, é essencial para o sabor e é um bacteriostático (TERRELL, 1983).

Apesar de vários estudos terem sido conduzidos para investigar a redução e substituição de sódio em carnes processadas, ainda é uma necessidade o desenvolvimento de novas abordagens para reduzir o sódio sem prejudicar a segurança e qualidade do produto. É especialmente importante encontrar métodos que efetivamente mantem o sabor salgado que está tradicionalmente associado a carnes processadas, sem a introdução de sabores não tradicionais que são frequentemente associados com uma diminuição da aceitação do consumidor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo serão descritos os procedimentos experimentais adotados para o desenvolvimento do produto e sua caracterização físico-química, microbiológica, sensorial e histológica, bem como as análises da vida de prateleira.

3.1 PROCESSAMENTO DOS PRESUNTOS

Os presuntos foram elaborados com pernis suínos desossados e refrigerados, doados pela empresa Aurora Alimentos de Chapecó-SC. Os presuntos foram processados nas instalações da usina piloto de tecnologia de carnes e derivados da URI Erechim.

O processamento do presunto seguiu o fluxograma apresentado na Figura 2. O pernil suíno-prima foi moído em disco 8 mm e misturado aos ingredientes da salmoura em misturadeira (Frigomaq) com capacidade para 15 kg.

O disco 8 mm foi utilizado para todas as formulações, pois uma maior cominuição da matéria-prima auxilia na retenção de água no presunto, diminuindo o impacto da redução de sódio do produto.

Para ao preparo da salmoura foram utilizados os seguintes ingredientes: água, proteína isolada, cloreto de sódio, açúcar, condimento, fosfato de sódio, carragena, gultamato monossódico, eritorbato de sódio, nitrito de sódio e corante em uma proporção de uma formulação comercial. A Tabela 2 apresenta as diferentes formulações para a redução e/ou substituição do cloreto de sódio. Na formulação B, onde houve apenas a redução de sódio, o sal foi substituído pela carne.

A adição dos ingredientes na salmoura obedeceu a seguinte ordem: Fosfato, proteína de soja, condimento, sal, nitrito, corante, glutamato monossódico, carragena e por último, o eritorbato.

A etapa de mistura ocorreu por período de 30 minutos (sem vácuo). Como precaução, a misturadeira foi revestida com gelo para garantir que a temperatura máxima da massa não atingisse valores acima dos 12°C conforme recomendam Ordóñez et al. (2007). A massa obtida ficou acondicionada em

refrigerador convencional ($\pm 7^{\circ}\text{C}$) por período de aproximadamente 12 horas para cura do produto (Figura 3).

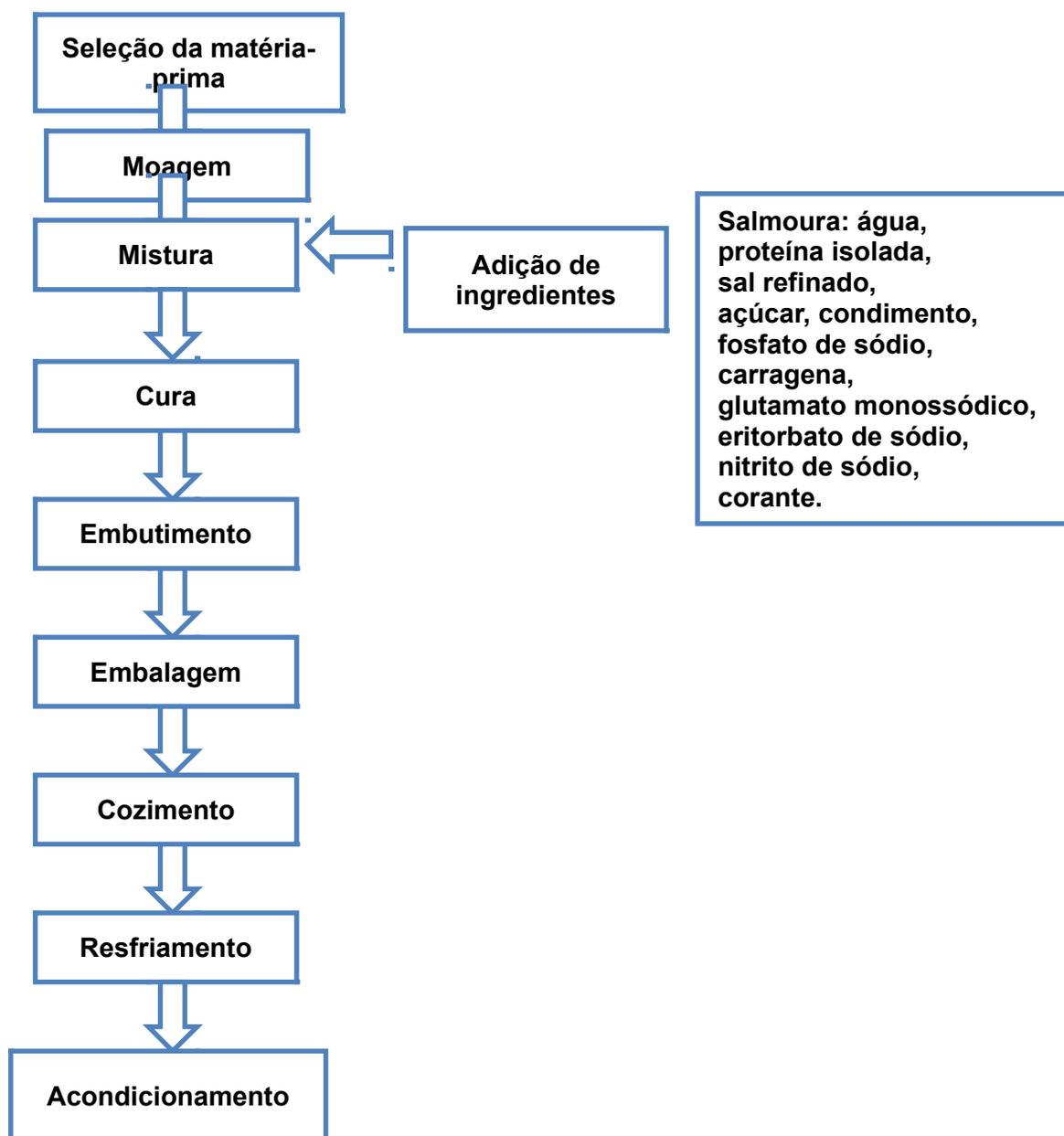


Figura 2 - Fluxograma geral do processamento do presunto.

Tabela 2 – Formulações utilizadas para o desenvolvimento de presunto suíno com redução e substituição de sódio.

Formulação	A (Controle)	B	C	D	E	F	G	H
NaCl	2,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,5%	1,5%	1,5%
KCl	-	-	0,5%	-	0,5%	-	0,5%	-
CaCl ₂	-	-	0,5%	0,5%	-	-	-	0,5%
MgCl ₂	-	-	-	0,5%	0,5%	0,5%	-	-



(a)



(b)

Figura 3 – Etapa de mistura (a) e aspecto da massa após o processo de cura (b).

Em seguida, as peças foram embutidas manualmente em embalagens de nylon/poliamida termoencolhíveis que foram doadas pela empresa Aurora Alimentos de Chapecó-RS. As embalagens foram previamente hidratadas em água a $\pm 30^{\circ}\text{C}$ por um período aproximado de 30 minutos e cortadas para se adaptarem ao tamanho das fôrmas ovais (ZEUS S/A) de 500g. Após o embutimento, as embalagens foram fechadas com lacres de plástico e acondicionados nas formas.

O cozimento (Figura 4a) foi realizado em tanque encamisado (Frigomaq) em etapas (escalonado), sendo: 30 minutos a 60°C , 30 minutos a 67°C , 30 minutos a 72°C , 30 min a 75°C e aproximadamente 150 minutos a 78°C até as peças atingirem 72°C internamente. O cozimento escalonado foi realizado para garantir a adequada gelatinização das proteínas sarcoplasmáticas, miofibrilares e estromais além de reduzir o consumo de energia e evitar a desnaturação

proteica superficial que provocaria formação de uma barreira à troca de calor (TORNBERG, 2005). Em seguida ocorreu o resfriamento em banho de água fria e gelo por 3 horas. As amostras foram mantidas sob refrigeração ($\pm 7^{\circ}\text{C}$) até serem realizados os demais testes (Figura 4b).

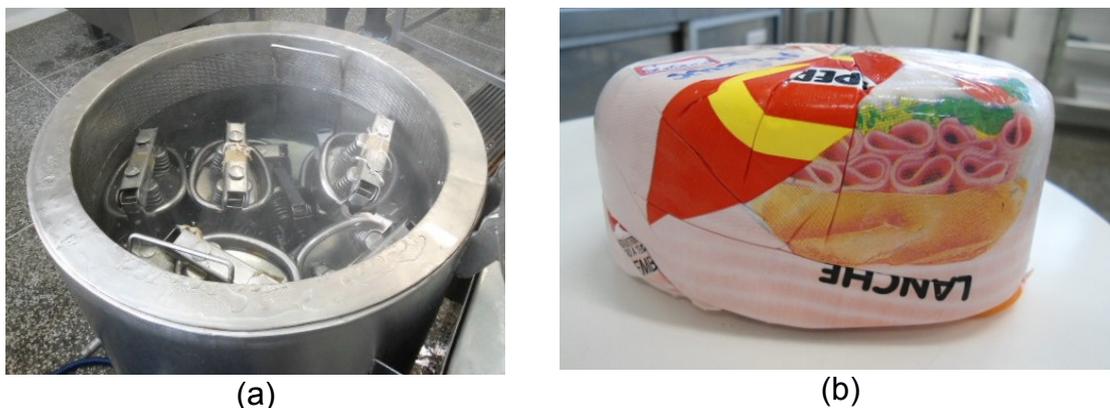


Figura 4 – Tanque encamisado utilizado para o cozimento dos presuntos (a) e aspecto do produto após o resfriamento (b).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PRESUNTOS

As análises físico-químicas, sensoriais e microbiológicas do produto final foram realizadas nos laboratórios da UR Erechim, exceto as análises de textura foram realizadas no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais – NIDAL da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

3.2.1 Composição centesimal

Foram realizadas as seguintes determinações em base úmida: umidade (método de gravimetria indireta a 105°C), cinzas (método de incineração em mufla a 550°C), proteínas (método de Kjeldahl). Para lipídios (método de Soxhlet) foi utilizada base seca conforme metodologia indicada por BRASIL (2005).

3.2.2 Teor de nitrato e nitritos

O teor de nitrato (NaNO_3) e nitrito (NaNO_2) (método espectrofotométrico) foi determinado conforme metodologia recomendada por BRASIL (2005).

3.2.3 Determinação de minerais

A determinação de minerais foi realizada pelo método espectrofotométrico.

3.2.4 pH

O pH foi determinado por potenciometria, pesando-se 5g de amostra e solubilizou-se em 50mL de água destilada (BRASIL, 2005).

3.2.5 TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico

As análises foram realizadas de acordo com metodologia descrita por RAHARJO et al. (1992), modificado por WANG et al. (2002), seguindo recomendações de SHAHIDI et al. (1985) no que se refere à adição de sulfanilamida com algumas adaptações. Adicionou-se 0,5 mL de antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,5 % em um tubo contendo 5 g de amostra triturada. Em seguida, adicionou-se 2 ml de solução de sulfanilamida 0,5 % e deixou em repouso por 10 min. Posteriormente, 18 ml de ácido tricloroacético (TCA) 5 % foi adicionado e homogeneizou-se. Em uma alíquota de 2 ml do filtrado, adicionou-se 2 ml de TBA 0,08 M e a reação foi conduzida em banho-maria (40°C) por 1 hora e 30 min. Posteriormente, realizou-se leitura em espectrofotômetro (Agilent UV-8553) a 531 nm e os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma (mgMal/Kg) de amostra.

3.2.6 Índice de peróxidos

O índice de peróxido foi realizado segundo metodologia descrita pelo Instituto ADOLFO LUTZ (IAL, 2005). Inicialmente pesou-se 5 g (0,05) de amostra em um frasco de Erlenmeyer de 200 ml dissolvendo em uma solução de 30 ml de ácido acético-clorofórmio 3:2, adicionando-se 0,5 ml de solução saturada de iodeto de potássio e ficando em repouso ao abrigo da luz por exatamente 1 minuto. Acrescentou-se 30 ml de água, 0,5 ml de solução de

amido 2% indicador e titulou-se com solução de tiosulfato de sódio 0,1 N, com constante agitação. Continuando com a titulação até que a coloração amarela tenha desaparecido. Preparou-se uma prova em branco nas mesmas condições e titulou-se. O resultado deste método determina todas às substancias, em termos de miliequivalentes de peróxido por quilograma (mEq/Kg) de amostra, que oxidam o iodeto de potássio nas condições do teste.

3.2.7 Oxidação das Proteínas

Para avaliar a extensão da oxidação das proteínas ocorrida nos tratamentos, realizou-se determinação do grupo carbonil formado durante o período estudado conforme metodologia descrita por LEVINE et al. (1990) modificado. A concentração do grupo carbonil foi calculada medindo DNPH (2,4-dinitrofenilhidrazine) quantificado através da medição em absorbância 370 nm usando um coeficiente de extinção de $22,0 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$. A concentração de proteína foi calculada pelo método Bradford (BRADFORD, 1976), por espectrofotometria a 280 nm (UV – visível, Agilent 8453E), usando uma curva padrão com albumina bovina (0,260 a 2,360 mg/mL) em guanidina 6 M. Os resultados foram expressos em nmol de carbonil por mg de proteína (nmol de carbonil/mg de proteína).

3.2.8 Capacidade de Retenção de Água (CRA)

A capacidade de retenção de água (CRA) refere-se a capacidade da carne reter sua própria água durante a aplicação de forças externas, como cortes, aquecimento, trituração e prensagem e também se refere à capacidade da carne de reter total ou parcialmente a água adicionada durante o processamento (ORDONEZ, 2007).

A Capacidade de Retenção de Água (CRA) foi avaliada utilizando o método de Ockermann e Organisciak (1989) citado por Prestes (2011) adaptado. O método consistiu em retirar amostras de presunto com aproximadamente 3 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura e pesá-las. As amostras foram comprimidas (50 %) com uso de uma placa de 3 kg durante 15 minutos (foi utilizada uma placa de vidro para proteger a amostra) (Figura 5). Esta

avaliação foi realizada a temperatura ambiente. Após este período as amostras foram secas com papel toalha e pesadas novamente. O valor percentual de água retida foi determinado pela diferença de peso.



Figura 5 – Compressão das amostras no teste de CRA das formulações de presunto.

3.2.9 Atividade de Água (A_w)

A determinação de atividade de água é um meio para determinar o potencial químico da água, a qual está relacionada com a estabilidade microbológica e enzimática de um alimento. A atividade de água é definida como a pressão de vapor de água relação de alimentos para que a pressão de vapor acima da água pura, também denominado como umidade relativa de equilíbrio. (RAHMAN & ALANI, 2009).

Pardi et al. (2007) citam que a avaliação da atividade de água é útil também no estudo das reações de deterioração dos alimentos, inclusive dos desidratados, permitindo o controle por exemplo, da oxidação dos lipídios, da reação de Maillard, das reações enzimáticas e, de modo especial, do desenvolvimento microbiano.

A A_w foi determinada com o aparelho com o aparelho Testo® modelo 650 calibrado e a uma temperatura de aproximadamente 20°C. O equipamento utiliza a técnica de determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado para medir a A_w de um produto.

3.2.10 Determinação das perdas

As perdas foram avaliadas com objetivo de analisar o comportamento dos presuntos quando submetidos ao resfriamento, congelamento, descongelamento e reaquecimento visto que atualmente a utilização deste produto em pratos prontos tem se tornado significativa.

Perdas por resfriamento

As perdas por resfriamento foram determinadas segundo metodologia sugerida por Yang et al. (2001) citado por Prestes (2011) adaptada. As amostras de presunto, com aproximadamente 100g, foram mantidas por 10 dias a temperatura de refrigeração ($\pm 7^{\circ}\text{C}$) em geladeira, pesadas individualmente e retiradas das embalagens. As peças e embalagens foram secas com papel absorvente e novamente pesadas. O valor percentual foi determinado pela diferença de peso.

Perdas por reaquecimento

Segundo metodologia proposta por Hachmeister e Herald (1998) citado por Prestes (2011) as amostras foram cortadas em tamanhos uniformes de aproximadamente 2x2x6cm e pesadas (Figura 6a). Posteriormente foram mergulhadas em aproximadamente 400mL de água em ebulição em béquer de 500mL. Após o tratamento foram escorridas em papel toalha e colocadas sob refrigeração ($\pm 7^{\circ}\text{C}$) por 6 minutos. O percentual de perda por reaquecimento foi dado pela diferença de peso.

Perdas por congelamento

Segundo a metodologia de Lee et al. (2002) citado por Prestes (2011), com algumas adaptações, as amostras foram cortadas em cilindros de aproximadamente 1cm de altura e 3cm de diâmetro (Figura 6b). As amostras foram então pesadas e embaladas individualmente em papel laminado e levadas ao congelamento a $\pm 18^{\circ}\text{C}$. Após 72 horas de congelamento as peças

foram descongeladas a temperatura ambiente por 4 horas e então embaladas em papel filtro de 13 cm de diâmetro.

Posteriormente, as amostras foram prensadas entre duas placas de vidro usando aproximadamente 2.000g por 5 minutos. Após a prensagem as amostras foram retiradas do papel filtro e novamente pesadas e o percentual de água perdido foi determinado pela diferença de peso.

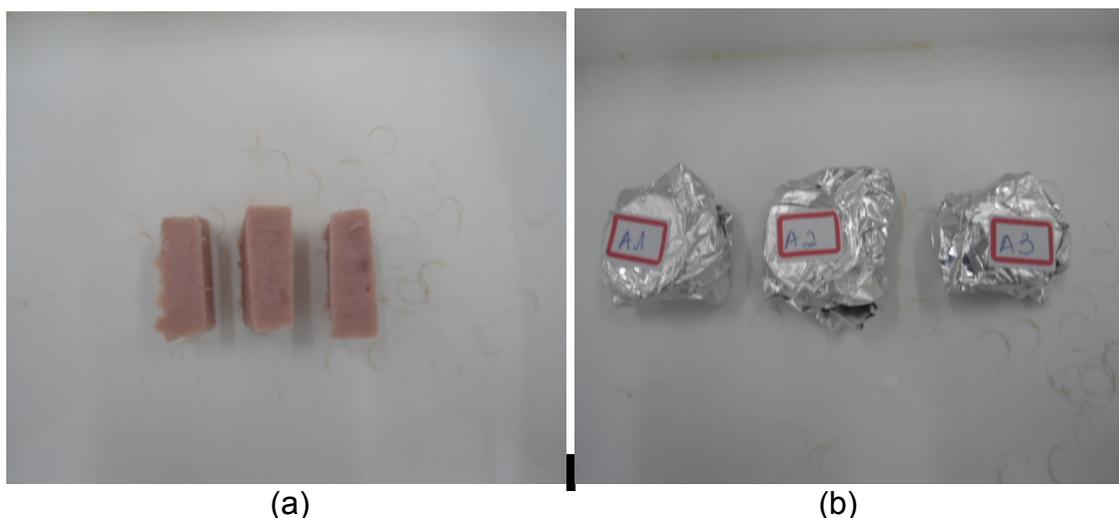


Figura 6 – Amostras para perdas por reaquecimento (a) e amostras para perdas por congelamento (b).

3.2.11 Perfil de textura TPA

As análises do perfil de textura foram realizadas no texturômetro TA-XT plus equipado com o aplicativo Texture Exponent 32 (Stable Microsystems Ltd., Surrey, England). Para a análise as amostras encontravam-se à temperatura ambiente. As amostras foram cortadas em cilindros de aproximadamente 3,0cm de diâmetro e 2,5cm de altura e analisadas em ciclo duplo de compressão utilizando probe cilíndrica com 45mm de diâmetro e compressão de 50% de sua altura original. As condições utilizadas para a análise do perfil de textura foram as seguintes: velocidade pré-teste de 1mm/s, velocidade de teste 5,0mm/s e pós-teste de 5,0mm/s, força de 1g e trigger de 5g. Os parâmetros avaliados foram: dureza (N), coesividade, adesividade, elasticidade e mastigabilidade (BOURNE, 1978).

3.2.12 Cor

As coordenadas de cor luminosidade (L^*) e cromaticidade (sendo a^* o índice de verde a vermelho e b^* o índice azul a amarelo) foram obtidas através do colorímetro Hunter Lab (modelo Mini Scan EZ 4500L) calibrado com padrão branco ($Y=93$, $x=0,3136$ e $y=0,3321$). A leitura foi realizada em fatias de presunto com aproximadamente 5mm de espessura retiradas do centro da peça ($\pm 7^\circ\text{C}$). A cromaticidade (C^*_{ab}) foi calculada conforme a Equação (1) sugerida por CIE (1978) citado por García-Segovia et al. (2007).

A cromaticidade também pode ser denominada Índice de Saturação (C^*) e corresponde ao comprimento da projeção da localização da cor no plano (a^* , b^*), ou seja, o comprimento do vetor (RAMOS e GOMIDE, 2007) apud Prestes (2011). Para avaliação da alteração da cor (oxidação) as mesmas fatias foram deixadas expostas a luz (aproximadamente 500 lux) por período de 60 minutos (temperatura ambiente de aproximadamente 20°C). Posteriormente foram avaliados os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* para avaliar a alteração da cor (oxidação) quando exposta a luz e oxigênio.

$$C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (1)$$

3.2.13 Análise Microbiológica

As análises microbiológicas realizadas no dia 0 e foram para micro-organismos mesófilos, Coliformes 45°C , *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* coagulase positiva, Clostrídios sulfito redutores e *Listeria monocytogenes* segundo a RDC12 (BRASIL, 2001).

3.2.14 Avaliação Histológica

As amostras de presunto (três) de cada formulação foram fixadas em formol a 10% com posterior técnica histológica de rotina incluindo as etapas de desidratação gradativas, diafanização, infiltração e emblocamento em parafina das amostras. A partir de cada bloco de parafina obteve-se lâminas histológicas com cortes de $4\mu\text{m}$ de espessura de cada grupo para posterior

coloração pela técnica de Hematoxilina-Eosina. As lâminas foram numeradas de acordo com o grupo a que pertencia (JUNQUEIRA & CARNEIRO 2008).

As análises dos cortes histológicas foram realizadas em microscópio (Lambda Lqt – 3) e as imagens foram fotografadas no software Motic Images Plus 2.0. O campo histológico de cada lâmina foi avaliado, utilizando-se as objetivas de 4 e 10 vezes de aumento e ocular de 10 vezes.

3.2.15 Análise Sensorial

Na análise participaram 80 provadores não treinados de ambos os sexos de diferentes faixas etárias (18-50 anos). O projeto foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética da URI sob o número 028783/2013.

As amostras de 15- 20 gramas de presunto na forma de cubos foram apresentados em pratos plásticos de cor branca. A apresentação ocorreu de forma balanceada com utilização de etiqueta de identificação para cada amostra, com número de três dígitos aleatórios e uma ficha para identificação e avaliação das amostras. Empregou-se o Teste Escala Hedônica Estruturada de 9 pontos (1 – desgostei muitíssimo a 9 - gostei muitíssimo) e de intenção de compra utilizando-se uma escala de 5 pontos (5 - certamente compraria a 1 - certamente não compraria), conforme modelo de ficha apresentada na Figura 6.

As avaliações sensoriais ocorreram em cabines individuais, com a distribuição de um copo de água e biscoito “água e sal”, para serem utilizadas entre os intervalos de avaliação das amostras, e com orientação oral prévia de como proceder, além do recebimento e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, atendendo procedimento do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI – Campus Erechim/RS, com aprovação do projeto com o número 028783/2013.

3.2.16 Avaliação da vida de prateleira

A avaliação da vida de prateleira será determinada apenas com as formulações que apresentaram maior aceitabilidade na análise sensorial. Foram realizadas as análises de pH, cor, Aw, umidade, índice de peróxidos,

TBARS e bactérias lácticas em 10, 30, 45, 60 e 75 dias após a produção seguindo as metodologias descritas anteriormente.

3.2.17 Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados das análises físico-químicas e sensoriais foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey com nível de significância de 95% ($p > 0,05$) utilizando o programa Statistica® 8.0 (STATSOFT Inc).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os resultados referentes à caracterização físico-química, microbiológica, sensorial e histológica das formulações de presunto com redução e/ou substituição de sódio. Também será mostrada a previsão de vida de prateleira das formulações com maior aceitabilidade na avaliação sensorial.

4.1 Caracterização do produto

4.1.1 Físico-química

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados referentes aos teores de lipídios, nitrato, nitrito, relação umidade/proteína, umidade, proteína, cinzas, DNPH, atividade de água, TBARS e índice de peróxidos dos presuntos elaborados com redução e/ou substituição de sódio.

Ao analisar a Tabela 3, verifica-se que os menores teores de lipídios foram de 0,52 g/100g encontrados na mostra C, na qual o NaCl foi substituído por 25% de KCl e 25% de CaCl₂. Os maiores teores foram obtidos na amostra B, 1,37g/100g, com redução de 50% de NaCl. O baixo teor de lipídios obtido na amostra C pode ser devido a forma como os diferentes sais testados auxiliaram na retenção da gordura na matriz protéica, sendo que esta amostra também apresentou maior liberação de líquido, conforme mostra a Figura 7, podendo a gordura ter sido arrastada juntamente com o líquido liberado.

Whiting (1984) concluíram que, quando o conteúdo de sal é reduzido (de 2,5% para 1,5%, sem fosfato), a exsudação da água será afetada em primeiro lugar, em seguida, a resistência do gel, mas o conteúdo de gordura não será afetado.

Tabela 3 – Valores de lipídios, proteína, umidade, relação umidade/proteína, Aw, TBARS, índice de peróxidos, DNPH, nitratos, nitritos, das diferentes formulações formulações de presunto suíno.

Ensaio	Lipídios (g/100g)	Proteína (g/100g)	Umidade (%)	Relação U/P	Aw	TBARS (mg de MDA/Kg de amostra)	Índice de Peróxidos (mEq/kg)	DNPH (nmol de carbonil/mg de proteína)	Nitrato (ppm)	Nitritos (ppm)
A	0,89 ^{cd} ±0,00	15,60 ^b ±0,12	77,93 ^{abc} ±0,46	4,99 ^{abc} ±0,05	0,977 ^a ±0,002	0,036 ^b ±0,001	0,20 ^b ±0,01	0,016 ^c ±0,006	23,84 ^a ±0,85	68,54 ^a ±0,52
B	1,37 ^a ±0,11	15,63 ^b ±0,32	78,47 ^{abcde} ±0,41	4,96 ^{ab} ±0,15	0,973 ^b ±0,001	0,050 ^a ±0,004	0,30 ^a ±0,01	0,019 ^c ±0,005	19,10 ^b ±0,23	62,07 ^c ±0,57
C	0,52 ^e ±0,07	16,34 ^a ±0,24	78,06 ^{abc} ±0,12	4,75 ^b ±0,11	0,975 ^{ab} ±0,001	0,035 ^b ±0,003	0,20 ^b ±0,01	0,028 ^b ±0,005	15,10 ^c ±0,70	26,74 ^e ±0,73
D	0,75 ^c ±0,001	16,57 ^a ±0,30	77,56 ^{bc} ±0,40	4,78 ^{ab} ±0,12	0,977 ^a ±0,001	0,030 ^c ±0,001	0,25 ^{ab} ±0,05	0,014 ^c ±0,001	9,51 ^d ±0,31	12,61 ^g ±0,17
E	0,76 ^{cd} ±0,001	16,33 ^a ±0,23	77,63 ^{abc} ±0,29	4,75 ^b ±0,09	0,975 ^{ab} ±0,001	0,056 ^a ±0,002	0,30 ^a ±0,01	0,046 ^{ab} ±0,011	4,61 ^e ±0,10	54,65 ^d ±0,21
F	0,74 ^{cd} ±0,05	15,41 ^b ±0,18	77,39 ^{cf} ±0,20	4,84 ^{ab} ±0,13	0,973 ^b ±0,001	0,053 ^a ±0,001	0,30 ^a ±0,001	0,026 ^b ±0,011	22,94 ^a ±0,25	65,22 ^b ±0,71
G	0,73 ^{cd} ±0,13	15,68 ^b ±0,07	78,27 ^{abce} ±0,19	4,97 ^{ab} ±0,04	0,972 ^b ±0,001	0,030 ^{bc} ±0,002	0,30 ^a ±0,01	0,047 ^{ab} ±0,010	14,44 ^c ±0,57	62,15 ^c ±0,73
H	1,12 ^b ±0,01	15,57 ^b ±0,12	76,67 ^{df} ±0,14	4,93 ^{ab} ±0,05	0,972 ^b ±0,001	0,024 ^d ±0,001	0,20 ^b ±0,01	0,060 ^a ±0,010	22,97 ^a ±0,37	18,50 ^f ±0,62

Formulação A (controle 2,0% NaCl); Formulação B (1,0% NaCl); Formulação C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂); Formulação D (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂); Formulação E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl); Formulação F (1,5% NaCl, 0,5% MgCl₂); Formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) e Formulação H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂).

Média de valores ± desvio padrão seguidos de letras iguais minúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente à nível de 5% (Teste de Tukey).



Figura 7 – Aspecto da formulação de presunto C elaborada com 1% NaCl, 25% de KCl e 25% de CaCl₂ (A) e liberação de líquido na formulação C (B).

Os menores teores de proteína foram obtidos nos ensaios A, B, F, G e H (15,41 a 15,68g/100g) não apresentando diferença estatística a nível de confiança de 95%. Os maiores teores foram para as amostras C, D e E com valores de 16,33 a 16,57g/100g, sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre estas amostras (Tabela 2). Os teores de proteínas encontram-se dentro do limite estabelecido pela legislação (14g/100g) para todas as formulações (BRASIL, 2000).

Ruusunen et al. (2001) relataram que presuntos cozidos com teores de sal inferiores a 1,4% possuem maiores perdas no cozimento. Como consequência do baixo teor de sal, os presuntos possuem baixos valores de umidade e alto teor de proteína. Quando uma grande quantidade de água é adicionada, os produtos com baixo teor de sal necessitam de grande quantidade de proteína ou outro ingrediente funcional para aumentar o rendimento pós cozimento.

O sal tem vital importância na solubilização e extração das proteínas miofibrilares, agindo na redução de seu ponto isoelétrico, ocasionando a despolimerização dos filamentos de miosina, dissociação da actimiosina e, auxiliando no aumento da capacidade de retenção de água. Isso acarreta em uma maior incorporação de água na carne, e ainda ajuda na sua retenção durante o cozimento, pois estas proteínas solubilizadas gelificam com o calor e evitam que a carne perca esta umidade (SEBRANEK, 2009).

A extração das proteínas miofibrilares é de grande importância para as carnes processadas. A solubilização das proteínas miofibrilares através do sal

forma um exsudado pegajoso sobre a superfície das peças de carne que ligam as peças de carne, em conjunto, após o cozimento. Esta camada forma uma matriz de proteína coagulada com o calor que aprisiona água livre (MONAHAN & TROY, 1997).

Em produtos reestruturados, como os presuntos, o sal e os fosfatos contribuem para o rompimento das fibras do músculo facilitadas pelo massageamento, para a solubilização das proteínas miofibrilares e a produção de um exsudado rico em proteínas solúveis. Essas proteínas do exsudado ligam os pedaços de carne entre si (PUOLANNE et al., 2001).

Na Tabela 2, observa-se que os valores de umidade variaram de 78,47% (B) a 76,67%, observando-se que entre os tratamentos A, B, C, E e G não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) entre si.

Horita (2010) em seu trabalho de redução e substituição de cloreto de sódio por outros sais em mortadela não encontrou diferença significativa ($p > 0,05$) para a umidade nas sete formulações testadas F1 (2% de NaCl), F2 (1%NaCl, 0,5%KCl e 0,5%CaCl₂), F3 (1%NaCl, 0,5%KCl, 0,5%MgCl₂), F4 (0,5%NaCl, 1%KCl, 0,5%CaCl₂), F5 (0,5%NaCl, 1%KCl, 0,5%MgCl₂), F6 (1% KCl e 1% NaCl) e F7 (1% de NaCl).

Nascimento (2010) também não encontrou diferenças significativas ($p > 0,05$) para o parâmetro umidade em seu estudo de substituição de cloreto de sódio em embutido cozido de peru nas formulações F1 (25% KCl), F2 (50% KCl), F3 (75% KCl) e F4 (100% NaCl).

Para a relação umidade/proteína (Tabela 2), os valores encontrados foram de 4,75% (C e E) e 4,99% (A), sendo que a formulação que apresentou o maior valor da relação umidade/proteína foi a formulação A (controle), a qual tinha maior quantidade de cloreto de sódio e as amostras C e E, com 50% de substituição de Na por 25% de KCl. Este resultado pode ter ocorrido devido ao exsudado liberado pelas amostras, pois o mesmo não foi utilizado para a realização das análises, sendo utilizado somente o presunto.

Pardi et al. (2007) cita que a ação do sal na solubilização das proteínas actina e miosina melhora a retenção de água na carne.

Em relação aos valores de atividade de água apresentados na Tabela 2, observa-se que os tratamentos A, C, D e E apresentaram os maiores valores de água livre, sendo que na amostra A (controle) a formulação apresenta maior

quantidade de cloreto de sódio (2%) e as amostras C, D e E possuem substituição de 50% de sódio, não apresentando diferença significativa com 95% de confiança. Já para o tratamento B com redução de 50% de sódio, e para os tratamentos F, G e H, com redução e substituição de 25% sódio, verifica-se os menores valores de água livre não diferindo entre si, porém com diferença significativa entre os demais tratamentos. Segundo Pardi et al. (2007), em concentrações elevadas, o sal aumenta a pressão osmótica do meio com a consequente redução da atividade de água.

Os valores da oxidação de lipídios TBARS, índice de peróxidos e de oxidação de proteínas DNPH apresentaram variação entre as diferentes formulações (Tabela 2). Em relação a TBARS, verifica-se que os maiores valores (0,056 mg de MDA/Kg de amostra) foram encontrados nas formulações onde realizou-se a redução (B) e substituição de cloreto de sódio por cloreto de magnésio (E e F), sendo que estas amostras não diferem estatisticamente entre si a nível de 95% de confiança. É importante ressaltar que os menores valores foram obtidos na formulação controle (A) e nas formulações C, D, G e H com redução e substituição de sódio, verificando que a redução ou substituição do sódio é favorável ao processo tecnológico de elaboração de presunto com baixos teores de sódio. Nascimento (2010), em seu estudo de redução do cloreto de sódio em embutido cárneo cozido de peru, encontrou valores de TBARS superiores aos obtidos no presente trabalho, variando de 0,348 a 0,774mg/100g.

Ripolles et al. (2011) avaliaram a influência da substituição do cloreto de sódio por outros sais em presunto curado e encontraram valores de TBARS entre 0,8 a 1,3 μg de malonaldeído/g, sendo que a formulação com 50% NaCl e 50% KCl obteve o maior valor para TBARS, demonstrando que a redução do cloreto de sódio influenciou favoravelmente na oxidação de lipídios, diferente aos resultados obtidos no presente trabalho. Segundo Pardi et al. (2007), o sal age sobre a gordura, na qual ele favorece a oxidação e a rancificação, sendo então seu papel negativo.

Para o índice de peróxidos os valores obtidos seguem o mesmo comportamento observado para TBARS (Tabela 2). Nas formulações A, C, D e H variaram de 0,20 a 0,25 mEq/kg indicando não haver diferença significativa

($p > 0,05$). As formulações B, E, F e G são estatisticamente iguais ($p < 0,05$) com 0,30 mEq/kg de presunto suíno.

Na Tabela 2 estão expressos os valores de oxidação de proteínas das formulações de presunto com redução e substituição de sódio. Observa-se que a amostra controle (A) apresentou o menor valor para oxidação protéica, 016 nmol de carbonil por mg de proteína, não diferindo estatisticamente das formulações B e D. Os maiores valores de oxidação foram obtidos nas formulações E, G e H, variando de 0,46 a 0,60 nmol de carbonil por mg de proteína, não diferindo estatisticamente entre si ($p > 0,05$). Os valores da TBARS, peróxidos e DNPH de todas as formulações foram considerados baixos, demonstrando que a redução de sódio não influenciou na oxidação de lipídios e proteínas.

Os teores de nitrato obtidos nas formulações de presunto suíno (Tabela 2) variaram de 4,61 a 23,84 ppm, sendo que as amostras A (controle), F (substituição de 25% de cloreto de magnésio) e H (25% de cloreto de cálcio) apresentaram os maiores valores, não diferindo significativamente ($p > 0,05$) entre si. Para os teores de nitritos, observou-se uma variação de 12,61 a 68,54 ppm nas formulações de presunto, sendo estes estatisticamente diferentes entre si. Cabe ressaltar que a soma dos teores de nitratos e nitritos, para todas as formulações desenvolvidas, encontram-se dentro do limite máximo permitido pela legislação, 150 ppm (BRASIL, 2000).

Em estudo realizado por Nascimento (2010), o autor encontrou valores de 0 a 0,48mg/kg de nitrito de sódio em embutido cozido de peru com substituição de cloreto de sódio por extrato de aipo após 60 dias de estocagem. Armenteros et al. (2012) encontrou valores que variaram de 210 a 100 ppm de nitrato e 8 a 10 ppm de nitrito se sódio em presunto curado onde o cloreto se sódio foi substituído por uma mistura de KCl, MgCl e CaCl₂.

A Tabela 4 mostra os resultados referentes aos teores de cinzas e componentes minerais (K, Mg, Na e Ca) obtidos nas diferentes formulações de presunto formulados com redução e/ou substituição de sódio. Analisando a Tabela 4, pode-se verificar que os teores de cinzas para a formulação B diferem significativamente ($p > 0,05$) das demais formulações, com valor de 4,4 g/100g, sendo esta formulação a que foi elaborada com redução de 50% de cloreto de sódio.

Tabela 4 – Teores de Cinzas, K, Mg, Na e Ca das diferentes formulações de presunto suíno com redução e/ou substituição de sódio.

Enasios	Cinzas (g/100g)	K (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Na (mg/100g)	Ca (mg/100g)
A	5,02 ^a ±0,24	4,70 ^d ±0,40	10,31 ^c ±0,42	32,33 ^a ±0,32	10,20 ^e ±0,13
B	4,44 ^b ±0,27	3,36 ^f ±0,49	10,52 ^c ±0,44	19,93 ^c ±0,25	10,07 ^e ±0,44
C	4,77 ^a ±0,18	7,63 ^b ±0,38	8,99 ^d ±0,55	16,86 ^e ±0,98	40,16 ^b ±0,63
D	5,22 ^a ±0,18	4,83 ^d ±0,51	12,85 ^b ±0,25	18,36 ^d ±0,35	39,71 ^b ±0,61
E	5,18 ^a ±0,31	6,30 ^c ±0,70	12,71 ^b ±0,45	15,10 ^h ±0,26	12,90 ^d ±0,58
F	5,37 ^a ±0,03	4,10 ^e ±0,20	14,20 ^a ±0,27	28,50 ^b ±0,53	10,37 ^e ±0,72
G	5,15 ^a ±0,32	9,40 ^a ±0,17	10,42 ^c ±0,16	28,13 ^b ±0,40	16,53 ^c ±0,51
H	5,06 ^a ±0,09	5,06 ^d ±0,38	10,86 ^c ±0,31	27,60 ^b ±0,36	57,20 ^a ±0,40

Formulação A (controle 2,0% NaCl); Formulação B (1,0% NaCl); Formulação C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂); Formulação D (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂); Formulação E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl); Formulação F (1,5% NaCl, 0,5% MgCl₂); Formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) e Formulação H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂).

Média de valores ± desvio padrão seguidos de letras iguais minúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente à nível de 5% (Teste de Tukey).

Em relação à análise de K, Mg, Na e Ca (Tabela 3), as formulações que apresentaram maiores teores de potássio foram C, E e G com substituição de 25% de cloreto de sódio por 25% KCl, variando de 6,30 a 9,40 mg/100g. Para o mineral magnésio, os maiores teores (12,71 a 14,20 mg/100g) foram obtidos nas formulações D, E e F, as quais também foram elaboradas com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de magnésio. Para os teores de sódio verifica-se que o maior valor foi obtido na formulação A (controle), 32,33 mg/100g, a qual possui em sua formulação a adição de 2% de cloreto de sódio, diferindo estatisticamente das demais amostras ($p > 0,05$). Na sequência, as amostras que também apresentaram altos teores foram a F, G e H (27,60 a 28,50 mg/100g) por terem sido elaboradas com redução de 25% de cloreto de sódio sendo esta iguais estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

Já para o teor de cálcio a amostra H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂) apresentou o maior valor (57,20mg/100g de produto), seguida das amostras C e D, com teores de 40,16 e 39,71mg/100g de produto, respectivamente, sendo esta amostras que tiveram substituição de 25% de cloreto de sódio por 25% de cloreto de cálcio.

4.1.2 Análise de perfil de textura TPA

A Tabela 5 apresenta os resultados referentes as análises de textura (dureza, coesividade, adesividade, elasticidade e mastigabilidade) das diferentes formulações de presunto com redução e/ou substituição de sódio. Analisando os dados da Tabela 4 observa-se que para o parâmetro dureza a amostra H (1,5% de NaCl e 0,5% CaCl₂) apresentou o menor valor (91,03 N), diferindo ($p>0,05$) estatisticamente das demais amostras. Já as amostras que apresentaram maior dureza foram as formulações F, 1,5% de NaCl e 0,5% MgCl₂ (158,17 N), seguida da E, 1,0% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% MgCl₂ (150,29 N) as quais apresentam em comum o cloreto de magnésio. Ressalta-se que as amostras B (1,% de NaCl) e D (1,% de NaCl, 0,5% de CaCl₂ e 0,5% MgCl₂) apresentam dureza semelhante (~142 N) ($p<0,05$) a amostra A (controle) com 2% de NaCl.

Tabela 5 – Valores de dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e adesividade das diferentes formulações.

Enasios	Dureza (N)	Elasticidade (mm)	Coesividade (N)	Mastigabilidade (N.mm)	Adesividade (N.mm)
A	140,51 ^c ±4,09	2,19 ^a ±0,07	0,62 ^c ±0,01	175,61 ^{ab} ±2,76	-0,02 ^f ±0,01
B	143,80 ^c ±0,29	1,95 ^c ±0,01	0,61 ^d ±0,01	174,10 ^{ab} ±1,93	-0,24 ^f ±0,01
C	138,09 ^d ±1,80	1,96 ^c ±0,01	0,63 ^b ±0,01	170,29 ^{ab} ±8,67	-0,14 ^b ±0,03
D	144,06 ^c ±2,55	1,95 ^c ±0,01	0,52 ^e ±0,01	128,87 ^d ±1,86	-0,13 ^b ±0,02
E	150,29 ^b ±0,95	2,03 ^b ±0,02	0,61 ^d ±0,01	173,35 ^b ±0,87	-0,96 ^a ±0,02
F	158,17 ^a ±2,34	2,13 ^a ±0,03	0,65 ^a ±0,01	178,41 ^a ±1,36	-0,08 ^d ±0,01
G	113,25 ^e ±4,03	2,17 ^a ±0,01	0,47 ^f ±0,02	146,59 ^c ±10,73	-0,05 ^e ±0,01
H	91,03 ^f ±3,68	1,97 ^c ±0,02	0,38 ^g ±0,01	95,31 ^e ±1,09	-0,11 ^c ±0,01

Formulação A (controle 2,0% NaCl); Formulação B (1,0% NaCl); Formulação C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂); Formulação D (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂); Formulação E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl); Formulação F (1,5% NaCl, 0,5% MgCl₂); Formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) e Formulação H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂).

Média de valores ± desvio padrão seguidos de letras iguais minúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente à nível de 5% (Teste de Tukey).

Elasticidade segundo Cville and Szczesniak (1973) apud Andrade (2006) significa velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois que a força de deformação é removida. Desta forma, um valor maior para a elasticidade é desejado, pois do contrário a amostra

apresentaria uma textura mais flácida, com maior perda de líquido. Ao analisar os resultados de elasticidade das diferentes formulações de presunto apresentados na Tabela 4, verifica-se que as amostras A (controle), F (1,5% de NaCl e 0,5% MgCl₂) e G (1,5% de NaCl e 0,5% KCl) apresentaram os maiores valores de elasticidade (~2,15 mm), não diferindo estatisticamente entre si ($p > 0,05$). Assim, é possível substituir o cloreto de sódio por cloreto de magnésio ou cloreto de potássio sem afetar a elasticidade do produto.

A dureza é a força necessária para produzir uma certa deformação, segundo Civille and Szczesniak (1973) apud Andrade (2006), assim observa-se que a amostra que apresentou o menor valor para dureza foi a amostra H assim como para o parâmetro elasticidade, indicando que esta amostra não seria bem aceita pelo consumidor, pois a dureza é uma importante característica de produtos cárneos.

Na Tabela 5, o melhor resultado para parâmetro coesividade foi encontrado na formulação F (1,5% de NaCl e 0,5% MgCl₂) com valor de 0,65 N, diferindo estatisticamente das demais formulações ($p > 0,05$). Para o parâmetro mastigabilidade o melhor resultado foi obtido na amostra F (1,5% de NaCl e 0,5% MgCl₂) com valor de 178,41 N.mm, sendo estatisticamente igual ($p < 0,05$) as formulações A (controle), B (1,0% de NaCl) e C (1,0% de NaCl, 0,5% de KCl e 0,5% CaCl₂). O parâmetro coesividade é a grandeza que mede a extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura e a mastigabilidade é a energia requerida para mastigar um alimento sólido até a deglutição (ANDRADE, 2006).

Ao analisar a Tabela 5 para o parâmetro adesividade, verifica-se que as amostras A (controle) e B (1% de cloreto de sódio) apresentaram os menores valores em torno de -0,023 N.mm, sendo iguais estatisticamente ($p > 0,05$), seguidas da amostra G (1,5% de NaCl e 0,5% KCl) com valor de -0,050 N.mm, embora diferentes estatisticamente. Segundo (ANDRADE, 2006), a adesividade, em seu sentido físico, significa a energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento.

Uma das principais funções do sal em alimentos processados é a solubilização das proteínas miofibrilares da carne. Isto ativa as proteínas para aumentar a hidratação e capacidade de ligação de água, em última análise, o aumento da ligação entre as proteínas melhora a textura. Aumentar a

capacidade de retenção de água da carne reduz a perda durante o cozimento aumentando assim a maciez e suculência da carne.

4.1.3 Avaliação de Cor, Oxidação após Exposição à Luz e Cromaticidade

A cor é a primeira característica sensorial apreciada pelo consumidor. Essa impressão óptica é relacionada, de imediato, com diversos aspectos ligados à qualidade e ao grau de frescor. O aspecto exterior pode ser associado ao tempo de armazenamento, à vida útil, à dureza e à suculência (ORDONEZ, 2007).

Na Tabela 6 podem ser visualizados os resultados encontrados para os parâmetros de cor ($L1^*$, $a1^*$ e $b1^*$), oxidação avaliada após exposição sob luz ($L2^*$, $a2^*$ e $b2^*$) e cromaticidade antes e após a oxidação ($C1^*$ e $C2^*$). Para todos os parâmetros de cor avaliados (L^* , a^* , b^* e C^*) antes e após a exposição a luz a amostra D (1,0% de NaCl, 25% de $CaCl_2$ e 25% de $MgCl_2$) foi a que apresentou os maiores valores diferindo estatisticamente das demais formulações a nível de confiança de 95%.

Os valores de $L1^*$ apresentados pelos presuntos variaram entre 62,23 e 67,46, e comportamento semelhante também foi observado para o parâmetro $L2^*$, indicando que as superfícies das amostras são opacas, pois quanto mais próximo de 100 mais opaca é a superfície analisada.

Resultados semelhantes foram obtidos por Horita et al. (2010) para o parâmetro luminosidade obtendo os maiores valores na formulação com 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$ em mortadela com redução de sódio. Nascimento et al. (2007) avaliando a substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em salsichas obteve diferença significativa no parâmetro luminosidade para as três formulações testadas T1: 1,5% NaCl/0,5% KCl; T2: 1,25% NaCl/0,75% KCl; T3: 1% NaCl/1% KCl em relação ao controle (2% NaCl).

Para o parâmetro $a1^*$, intensidade da cor vermelha, as amostra D (1,% de NaCl, 0,5% de $CaCl_2$ e 0,5% $MgCl_2$) e H (1,5% de NaCl e 0,5% $CaCl_2$) apresentaram os maiores valores, 12,19 e 12,51, respectivamente. Mesmo comportamento foi observado para o parâmetro $a2^*$, com as amostras submetidas à exposição á luz, em ambos os tratamentos as amostras são

significativamente iguais. Para Horita et al. (2011) a formulação que apresentou diferença significativa ($p>0,05$) das demais foi a formulação contendo 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$, apresentando o valor de 13,86 para o valor de $a1^*$.

Nas formulações de presunto, os dados do croma $b1^*$ e $b2^*$, apresentaram-se positivos (4,06 a 6,90) (Tabela 6), indicando a presença do componente amarelo. Para Horita et al. (2011) a formulação que apresentou diferença significativa ($p>0,05$) das demais foi a formulação contendo 1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $MgCl_2$, apresentando o valor de 11,52 para o parâmetro $b1^*$.

Tabela 6 – Valores de Cor (L1*, a1* e b1*), oxidação após exposição a luz (L2*, a2* e b2*) e Cromaticidade (C1* e C2*) das diferentes formulações.

Ensaio	L1*	L2*	a1*	a2*	B1*	B2*	C1*	C2*
A	64,29 ^d ±0,20	63,96 ^e ±0,08	10,17 ^d ±0,12	10,58 ^{de} ±0,41	4,44 ^d ±0,29	5,89 ^c ±0,39	11,09 ^f ±0,23	12,12 ^b ±0,26
B	65,09 ^c ±0,09	64,43 ^d ±0,02	11,63 ^c ±0,12	10,29 ^e ±0,08	4,97 ^c ±0,06	6,00 ^c ±0,24	12,64 ^c ±0,12	11,91 ^b ±0,19
C	66,84 ^b ±0,19	66,76 ^b ±0,16	11,76 ^c ±0,09	11,12 ^b ±0,56	6,16 ^b ±0,07	6,62 ^b ±0,01	13,27 ^b ±0,09	12,94 ^a ±0,48
D	67,46 ^a ±0,04	67,57 ^a ±0,09	12,19 ^{ab} ±0,09	11,95 ^a ±0,04	6,26 ^a ±0,01	6,90 ^a ±0,17	13,70 ^a ±0,07	13,50 ^a ±0,09
E	63,38 ^e ±0,08	63,25 ^e ±0,07	10,75 ^c ±0,08	10,62 ^d ±0,07	4,12 ^f ±0,01	4,06 ^e ±0,10	11,51 ^e ±0,07	11,35 ^c ±0,09
F	62,23 ^f ±0,40	62,80 ^f ±0,24	11,74 ^b ±0,25	11,38 ^b ±0,05	4,24 ^d ±0,18	3,99 ^e ±0,01	12,48 ^d ±0,29	12,05 ^b ±0,05
G	65,19 ^c ±0,02	65,32 ^c ±0,14	10,76 ^c ±0,14	10,92 ^c ±0,05	4,50 ^d ±0,10	4,38 ^d ±0,02	11,66 ^e ±0,10	11,76 ^b ±0,05
H	64,53 ^d ±0,32	64,36 ^d ±0,15	12,51 ^a ±0,19	11,47 ^b ±0,11	6,07 ^b ±0,07	6,29 ^c ±0,09	13,90 ^a ±0,21	13,38 ^a ±0,13

Formulação A (controle 2,0% NaCl); Formulação B (1,0% NaCl); Formulação C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂); Formulação D (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂); Formulação E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl); Formulação F (1,5% NaCl, 0,5% MgCl₂); Formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) e Formulação H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂).

Média de valores ± desvio padrão seguidos de letras iguais minúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente à nível de 5% (Teste de Tukey).

4.1.4 Perdas e Capacidade de Retenção de água

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados de perdas por resfriamento, congelamento, reaquecimento e CRA (%) para os tratamentos de presunto com redução e/ou substituição de sódio.

Tabela 7 – Valores de perdas por resfriamento, perdas por congelamento, perdas por reaquecimento e CRA das diferentes formulações de presunto suíno.

Enasios	Resfriamento (%)	Congelamento (%)	Reaquecimento (%)	CRA (%)
A	2,55 ^a ±0,68	19,78 ^a ±0,28	10,01 ^d ±0,03	94,82 ^b ±0,09
B	1,08 ^b ±0,12	19,35 ^b ±0,35	10,65 ^d ±0,01	94,69 ^b ±0,16
C	1,19 ^b ±0,21	20,29 ^a ±0,49	17,20 ^a ±0,62	91,89 ^c ±0,11
D	2,98 ^a ±0,44	18,85 ^b ±0,68	14,27 ^b ±0,04	93,89 ^b ±0,79
E	2,25 ^a ±0,96	16,46 ^c ±0,44	9,94 ^d ±0,17	93,68 ^b ±0,64
F	1,54 ^b ±0,22	16,02 ^c ±0,82	9,15 ^e ±0,18	96,02 ^a ±0,63
G	2,23 ^a ±0,66	20,26 ^a ±0,81	8,45 ^f ±0,11	93,80 ^b ±0,58
H	2,44 ^a ±0,14	20,03 ^a ±0,70	12,36 ^c ±0,29	85,93 ^d ±0,50

Formulação A (controle 2,0% NaCl); Formulação B (1,0% NaCl); Formulação C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂); Formulação D (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂); Formulação E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl); Formulação F (1,5% NaCl, 0,5% MgCl₂); Formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) e Formulação H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂).

Média de valores ± desvio padrão seguidos de letras iguais minúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente à nível de 5% (Teste de Tukey).

Analisando a Tabela 7, verifica-se que as maiores perdas por resfriamento das amostras de presunto foram A (controle, 2% de NaCl), B (1% de NaCl), E (1% NaCl, 0,5 % de KCl e 0,5 % de MgCl₂), G (1,5% NaCl, 0,5 % de KCl) e H (1,5% NaCl, 0,5 % de CaCl₂), variando de 2,23 a 2,98%, porém sendo estatisticamente iguais.

Em relação às perdas por congelamento observou-se que as formulações A (Controle, 2% de NaCl), C (1% NaCl, 0,5 % de KCl e 0,5 % de CaCl), G (1,5% NaCl, 0,5 % de KCl) e H (1,5% NaCl, 0,5 % de CaCl₂) apresentaram os maiores percentuais de perdas por congelamento, com valores de 19,78 a 20,29%, sendo iguais estatisticamente a nível de confiança de 95%.

Em relação às perdas por reaquecimento (Tabela 7), verifica-se que todas as formulações apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), sendo que o maior valor foi encontrado na formulação C (1% NaCl, 0,5 % de KCl e 0,5 % de CaCl), 17,20%.

Ao analisar a Tabela 7, em relação ao CRA, observa-se que a amostra referente à formulação F (1,5% NaCl, 0,5 % de $MgCl_2$) apresentou melhor CRA, e conseqüentemente menores perdas por resfriamento, congelamento e reaquecimento. Bem como a formulação H (1,5% NaCl, 0,5% de $CaCl_2$) apresentou menor CRA (85,93%) e conseqüentemente maiores perdas por resfriamento (2,44%), congelamento (20,03%) e reaquecimento (12,36%). Isso pode ser atribuído à presença de cátions divalentes (Ca^{++} e Mg^{++}), os quais possuem menor capacidade retenção de água e conseqüentemente, menor estabilidade de emulsão (HAM, 1960) apud Ruusunen & Puolanne (2005) . Quanto maior a quantidade de líquido liberado, menor é a estabilidade do gel cárneo. Isto é, uma maior quantidade de água não se ligou a matriz protéica do presunto.

Horita (2010) estudou a influência da redução e substituição do cloreto de sódio em mortadela na estabilidade da emulsão e rendimento no cozimento. Em seu estudo a formulação F4 contendo 0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$ apresentou o maior teor de líquido liberado. As amostras F2 (1% NaCl, 0,5% KCl e 0,5% $CaCl_2$) e F4 (0,5% de NaCl, 1%KCl e 0,5% $CaCl_2$) tiveram menores valores significativos ($p > 0,05$) de rendimento no cozimento comparado com a amostra controle F1 (2% de NaCl).

Ordenez (2007) ressalta que na concentração de NaCl utilizada normalmente na indústria cárnea para a elaboração de produtos maturados cozidos (próxima a 2%), superando o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, a CRA aumenta, enquanto a pH inferiores, diminui. A adição de NaCl na elaboração de produtos como salsichas e presunto cozido leva ao incremento da CRA. Este efeito pode decorrer da neutralização de cargas positivas por íons Cl^- que tem grande capacidade de interagir com as moléculas proteicas. Hamm (1972) apud Ruusunen & Puolanne (2005) concluiu que isto provoca a repulsão entre as proteínas miofibrilares, o que resulta numa expansão de miofibrilas devido às repulsões de moléculas individuais. A adsorção de íons Cl^- com grupos carregados positivamente resulta em um

deslocamento do ponto isoelétrico para valores inferiores de pH, causando um enfraquecimento da interação entre grupos de cargas opostas em um pH maior do que o ponto isoelétrico e, por conseguinte, um aumento da capacidade de retenção de água (HAMM, 1986) apud Ruusunen & Puolanne (2005).

4.1.5 Avaliação Histológica

Através da utilização dos métodos histológicos foi possível à análise da estrutura do produto, fibras da carne e tecido conjuntivo. Pode-se visualizar na Figura 8 (letras A a H) as fotomicrografias obtidas. Na fotomicrografia A verifica-se o presunto com a formulação padrão (2,0% de NaCl) mostrando a integridade da fibra muscular em secção transversal e longitudinal (setas). Nota-se a liga entre o tecido conjuntivo denso com os tecidos adjacentes (tc) ao lado de algumas células musculares com presença de gotículas de ar. Nota-se também que houve uma boa formação de liga na massa cárnea. (*).

Na Figura 8 B observa-se a fotomicrografia do presunto com formulação onde só houve a redução de cloreto de sódio (1,0%). Observar-se nesta, as fibras musculares pequenas na secção transversal e longitudinal (setas). Nota-se leve desorganização tecidual entre o tecido conjuntivo denso com os demais adjacentes (tc). Além disso, pode-se observar gotículas de ar entre os tecidos (*).

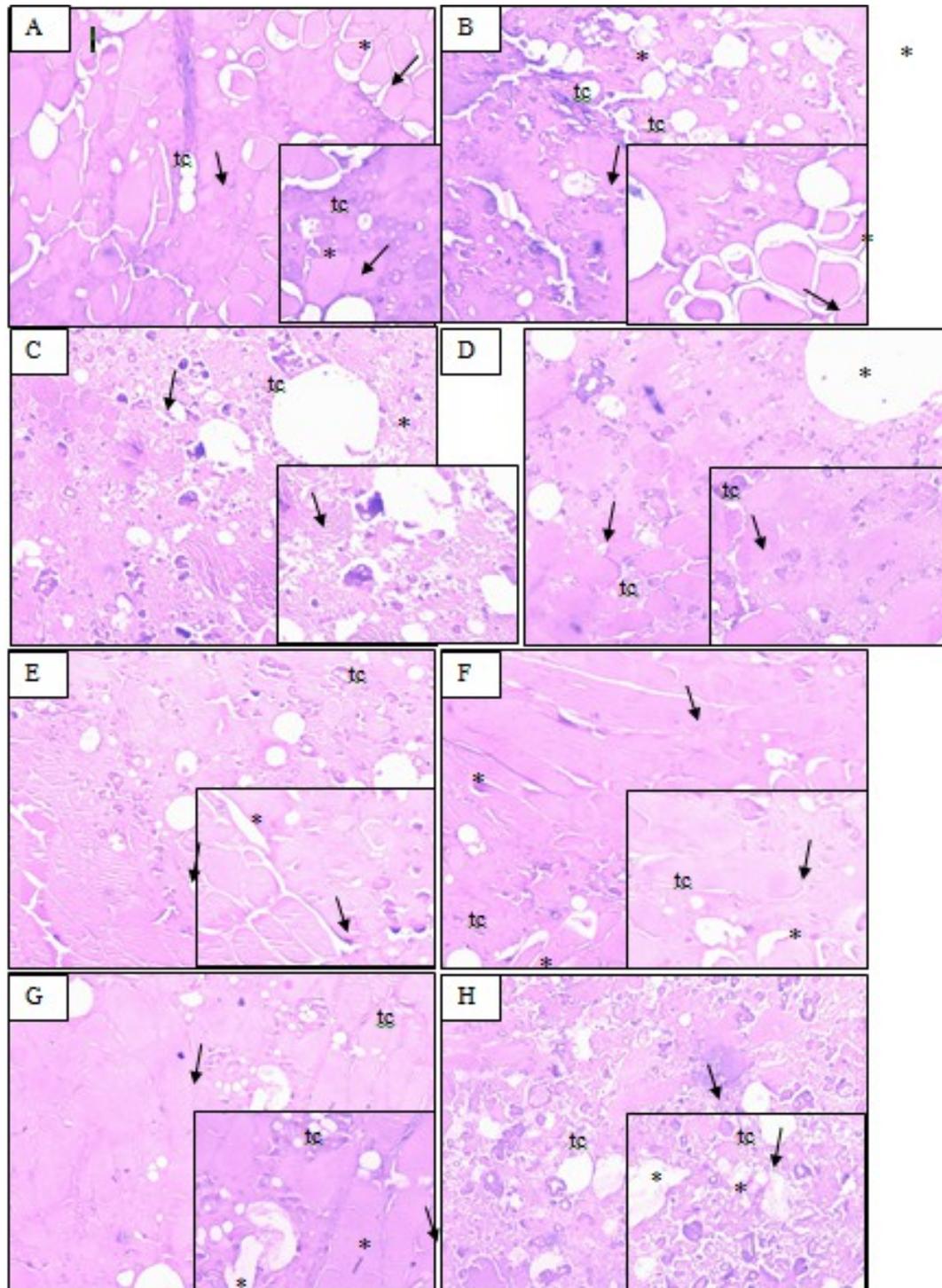


Figura 8 - Fotomicrografias de formulações de presunto suíno com redução e/ou substituição de cloreto de sódio obtidas através de corte transversal com utilização do método Hematoxilina-Eosina com aumento de 40x e 100x. Formulação A (controle 2,0% NaCl); Formulação B (1,0% NaCl); Formulação C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂); Formulação D (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂); Formulação E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl); Formulação F (1,5% NaCl, 0,5% MgCl₂); Formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) e Formulação H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂).

Na Figura 8C é possível verificar as características do presunto onde houve substituição do cloreto de sódio em 50% na formulação (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂), pode-se notar poucas fibras musculares no sentido transversal e longitudinal apresentando estriação citoplasmática, ou seja, com presença de líquido no citoplasma (setas) ao lado de gotículas de ar (*). Observa-se a desestruturação do tecido conjuntivo denso e sem liga com os demais tecidos intersticiais (tc).

No tratamento D (1,00% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂, apresentado na Figura 8, o presunto apresenta as fibras musculares espessas e bem organizadas (setas). Nota-se a conexão tecidual (tc) ao lado de poucas gotas de ar (*).

Analisando a Figura 8 E, observa-se na estrutura do presunto, onde utilizou-se para a formulação 1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂ e 0,5% KCl, intensa estriação citoplasmática na fibra muscular (setas). Nota-se a liga tecidual ao lado de poucas gotículas de ar (*). Já para a formulação F (1,50% NaCl, 0,5% MgCl₂), nota-se a organização da fibra muscular em secção transversal e longitudinal de aspecto normal (setas), o tecido conjuntivo denso com os tecidos adjacentes (tc) ao lado de algumas células musculares com presença de gotículas de ar (*).

O presunto elaborado com 1,5% de NaCl, 0,5% de KCl (Figura G) mostra as fibras musculares espessas e sem estriação citoplasmática muito semelhante ao tecido normal (setas). Nota-se pouco tecido conjuntivo adjacente (tc), porém mantém uma liga tecidual com os demais tecidos adjacentes além de poucas gotículas de ar (*). Em H observa-se o presunto formulado com 1,5% de NaCl, 0,5% de CaCl₂, apresentando desorganização tecidual (tc) com fibras musculares muito pequenas no sentido transversal e longitudinal (setas). Não existe liga tecidual (tc) ao lado de gotas de ar (*).

Nas figuras 8 A, F e G as estruturas observadas nas fotomicrografias são bastante semelhantes, com estrutura muscular íntegra, bem organizada, formando uma rede e com poucas bolhas de ar. Já nas Figuras 8 B, D e E observa-se uma diferença nestas estruturas e as citadas anteriormente, com presença de mais bolhas de ar, maiores espaços, evidenciando que a formação de liga não foi tão boa. Nas Figuras B e H as estruturas dos

presuntos apresentaram-se bastante ruim, com pouca formação de liga, a gordura presente não conseguiu se ligar a rede proteica.

4.1.6 Microbiológicas

A análise microbiológica revelou que as amostras de presunto nas oito formulações testadas apresentaram condições próprias para consumo conforme a RDC 12 (BRASIL, 2002). Para este estudo foram avaliados bactérias mesófilas, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* sp, *Listeria monocytogenes* e Clostrídios sulfito redutores, sendo que foi verificada a ausência destes micro-organismos para as análises de *Salmonella* sp, *Listeria monocytogenes* e para as análises de bactérias mesófilas, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* coagulase positiva e Clostrídios sulfito redutores os resultados ficaram dentro dos padrões em todas as amostras analisadas, mostrando que a redução do cloreto de sódio não influenciou na qualidade microbiológica dos presuntos.

Horita (2010) também obteve resultados conforme o padrão da RDC 12 (BRASIL, 2001), para mortadelas com redução do teor de sódio. Nascimento (2010) em seu trabalho de redução do teor de sódio em produto cárneo embutido cozido obteve resultados satisfatórios para coliformes termotolerantes, clostrídio sulfito redutores, *Staphylococcus* coagulase positiva e bactérias mesófilas.

4.1.7 Análise sensorial

Na Tabela 8 e Figuras 9 e 10 são apresentados os resultados da avaliação sensorial das diferentes formulações de presunto com redução e/ou substituição de cloreto de sódio.

Analisando a Tabela 8 observa-se que a amostra G apresentou maiores pontuações em relação aos atributos impressão global e sabor em relação as outras formulações. Nos atributo cor as amostras B e G apresentaram as maiores pontuações e para aparência as amostras A, B, F e G apresentaram as melhores pontuações na opinião dos provadores.

Tabela 8 – Análise sensorial para os atributos impressão global, sabor, cor e aparência das diferentes formulações de presunto suíno.

Enasios	Impressão Global	Sabor	Cor	Aparência
A	7,53 ^{ab} ±1,30	7,52 ^a ±1,33	7,67 ^b ±1,04	7,60 ^a ±1,32
B	7,58 ^{ab} ±1,15	7,32 ^b ±1,40	7,80 ^a ±1,42	7,70 ^a ±1,66
C	6,88 ^{ag} ±1,41	6,97 ^d ±1,42	7,42 ^c ±1,19	7,10 ^d ±1,33
D	6,98 ^{ag} ±1,44	6,9 ^d ±1,66	7,65 ^b ±0,98	7,22 ^c ±1,35
E	7,08 ^{af} ±1,49	6,55 ^f ±1,85	7,57 ^b ±1,23	7,20 ^c ±1,70
F	7,43 ^{ac} ±1,29	7,12 ^c ±1,41	7,60 ^b ±1,48	7,67 ^a ±1,47
G	7,80 ^a ±0,86	7,30 ^b ±1,66	7,75 ^a ±1,01	7,65 ^a ±1,40
H	7,30 ^{ad} ±1,39	6,80 ^e ±2,04	7,30 ^d ±1,48	7,37 ^b ±1,14

Formulação A (controle 2,0% NaCl); Formulação B (1,0% NaCl); Formulação C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂); Formulação D (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂); Formulação E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl); Formulação F (1,5% NaCl, 0,5% MgCl₂); Formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) e Formulação H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂).

Média de valores ± desvio padrão seguidos de letras iguais minúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente à nível de 5% (Teste de Tukey).

Os histogramas de frequência para a aceitação e intenção de compra das formulações de presunto suíno com redução e/ou substituição de cloreto de sódio são apresentados nas Figuras 9 e 10. Através do índice de aceitação, observa-se que a formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) apresentou a maior aceitabilidade (90%) e as menos aceitas foram as formulações C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂) e E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl) (62,50%). Para o histograma de intenção de compra a formulação G também apresentou maior pontuação (77,5%) e a formulação com menor intenção de compra foi a C.

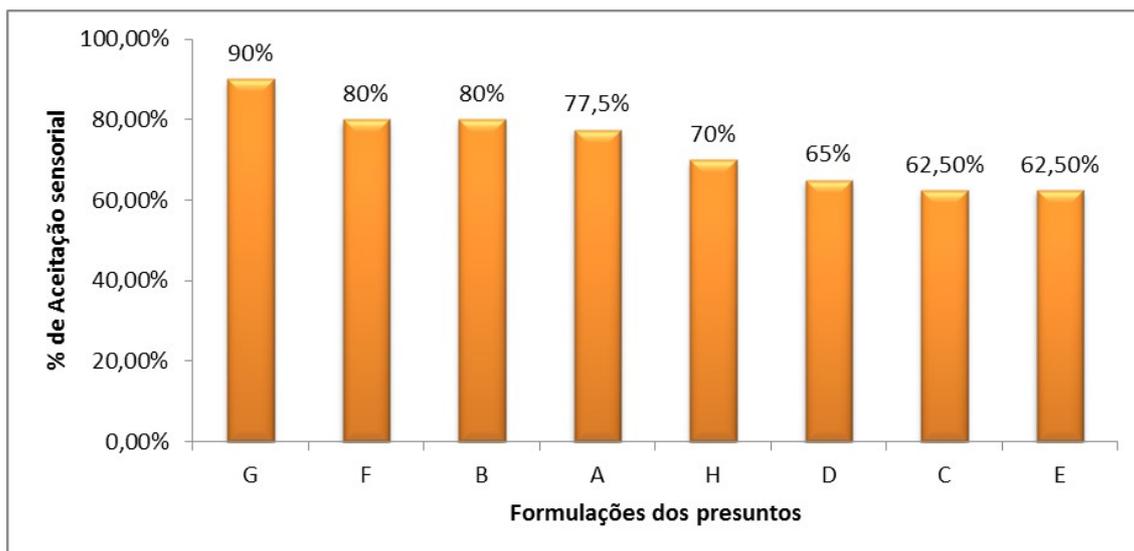


Figura 9 – Histograma de frequência de aceitação sensorial para as diferentes formulações de presunto suíno.

Formulação A (controle 2,0% NaCl); Formulação B (1,0% NaCl); Formulação C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂); Formulação D (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂); Formulação E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl); Formulação F (1,5% NaCl, 0,5% MgCl₂); Formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) e Formulação H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂).

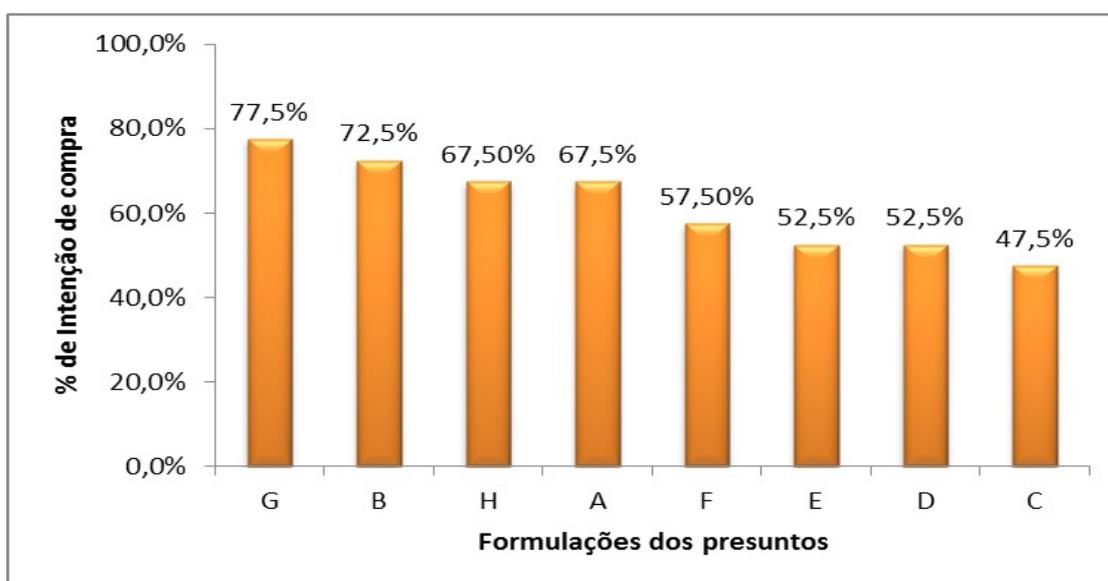


Figura 10 – Histograma de intenção de compra para as diferentes formulações de presunto.

Formulação A (controle 2,0% NaCl); Formulação B (1,0% NaCl); Formulação C (1,0% NaCl, 0,5% KCl, 0,5% CaCl₂); Formulação D (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% CaCl₂); Formulação E (1,0% NaCl, 0,5% MgCl₂, 0,5% KCl); Formulação F (1,5% NaCl, 0,5% MgCl₂); Formulação G (1,5% NaCl, 0,5% KCl) e Formulação H (1,5% NaCl, 0,5% CaCl₂).

Com a diminuição do teor de cloreto de sódio, ocorrem alterações no produto final que incluem diferenças sensoriais, principalmente no sabor. O

fator sensorial limitante dos produtos com substituição parcial do cloreto de sódio refere-se principalmente ao sabor amargo (SEMAN et al. 1980; GELABERT et al. 2003; GUARDIA et al. 2008). As mudanças no sabor ocorrerão em produtos com menor teor de cloreto de sódio, mas, até certo ponto, não pode ser crítica, pois representa um sinal da preferência dos consumidores. Como mostrou o presente estudo, a amostra mais aceita sensorialmente foi a amostra G (1,5 % NaCl e 0,5 % KCl), sendo que a amostra controle F1 (2% NaCl) ficou em quarto lugar na aceitação, demonstrando que a formulação G pode ser uma alternativa para a redução do consumo de sódio pela população sem perdas na aceitação sensorial do produto.

Seperich et al. (1983), realizaram a substituição parcial do cloreto de sódio por CaCl_2 em produtos emulsionados e não foram encontrados diferenças sensoriais comparando-se com a amostra controle para até 25% de substituição, semelhante ao resultado encontrado para a amostra F2 (1% de NaCl, 0,5% KCl e 0,5% CaCl_2) deste experimento.

Horita et al. (2011) em seu estudo com embutidos fermentados tipo mortadela encontrou maior rejeição no parâmetro sabor para as amostras F4 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5% CaCl_2), F5 (0,5% de NaCl, 1% KCl e 0,5% MgCl_2) e F6(1% de NaCl, 1% KCl).

Em trabalho proposto por Gelabert et al (2003), o sabor amargo foi detectado em embutidos fermentados com substituições de cloreto de sódio por KCl e foram aceitos com até 40% de substituição. No estudo elaborado por Keeton (1984) observou-se aceitação dos presuntos crus com até 33,3% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio, porém foi detectado um ligeiro sabor amargo nessas amostras quando comparado com o controle (100% de cloreto de sódio).

Askar et al. (1994), e mostrou-se que o uso de KCl podem promover o desenvolvimento de sabores amargos no produto final.

Armenteros et al. (2012) em seu trabalho com presunto em cura a seco obteve notas baixas para os presuntos preparados com sais de magnésio e cálcio (formulação para todos os atributos sensoriais. Os cátions divalentes são caracterizados por o gosto amargo, adstringente, produzindo metálico e sensações irritantes e, portanto, a aceitação do produto final foi inferior. (Frye et al, 1986; Hand et al, 1982a, b; Lawless et al., 2003).

Em presuntos, Collins (1997) referiu-se que a utilização de uma mistura 70% NaCl/30% de KCl e 70% NaCl/30% MgCl₂ não apresentaram diferença em termos de sabor, maciez e aceitação global em comparação com presuntos feitos com 100% de sal.

4.1.8 Análises de vida de prateleira

Na Tabela 9 são mostrados os resultados para pH, umidade e Aw para o presunto suíno durante o tempo de estocagem a 7±2°C e seu comportamento quando analisadas entre as formulações durante 75 dias.

Observa-se que houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as formulações (Tabela 8). Aos 30° dias teve-se um aumento nos valores de pH para todas as formulações, sendo que no período de 75 dias o valor de pH diminuiu para todas as formulações. Os resultados para bactérias lácticas indicaram ausência em todos os períodos de estocagem para todas as formulações.

Os resultados para a umidade (Tabela 9) mostraram diferença significativa ($p>0,05$) entre as formulações, porém não foi observada diferença durante o período de estocagem.

Na Tabela 9 observa-se que para os valores de Aw houve diferença significativa ($p>0,05$) para as formulações. Os resultados indicam que os valores Aw aumentaram a partir do período de 30 dias para as formulações B (1% de cloreto de sódio) e G (1,5% de cloreto de sódio e 0,4% de cloreto de potássio).

Tabela 9 - Valores médios de pH, umidade e A_w das formulações de presunto suíno armazenados a 7°C durante 0, 10, 30, 45, 60 e 75 dias.

Formulação	Dias de armazenamento					
	0	10	30	45	60	75
pH						
A	6,32 ^{aB} ±0,02	6,34 ^{aB} ±0,02	6,43 ^{bA} ±0,02	6,39 ^{aA} ±0,02	6,40 ^{aA} ±0,02	6,35 ^{aB} ±0,01
B	6,25 ^{bC} ±0,02	6,27 ^{bC} ±0,01	6,38 ^{aA} ±0,01	6,33 ^{bB} ±0,02	6,29 ^C ±0,01	6,37 ^{aA} ±0,01
G	6,24 ^{bC} ±0,02	6,24 ^{cC} ±0,01	6,36 ^{aA} ±0,02	6,38 ^{aA} ±0,09	6,31 ^{bB} ±0,01	6,37 ^{aA} ±0,01
Umidade						
A	77,80 ^{bA} ±0,40	74,24 ^{cB} ±0,99	78,33 ^{bA} ±0,34	78,55 ^{bA} ±0,05	78,86 ^{bA} ±0,14	78,90 ^{bA} ±0,20
B	78,65 ^{aB} ±0,28	76,86 ^{bB} ±0,12	80,65 ^{aA} ±0,68	79,51 ^{aA} ±0,09	80,26 ^{aA} ±0,18	79,82 ^{aA} ±0,16
G	77,86 ^{bA} ±0,38	78,25 ^{aA} ±0,04	78,24 ^{bA} ±0,94	77,75 ^{cA} ±0,01	78,28 ^{cA} ±0,01	78,15 ^{cA} ±0,18
A_w*						
A	0,977 ^{cC} ±0,001	0,973 ^{bD} ±0,002	0,985 ^{cB} ±0,001	0,996 ^{aA} ±0,002	0,997 ^{aA} ±0,002	0,986 ^{cB} ±0,003
B	0,982 ^{bC} ±0,001	0,992 ^{aB} ±0,003	0,998 ^{aA} ±0,001	0,997 ^{aA} ±0,001	0,997 ^{aA} ±0,001	0,998 ^{aA} ±0,001
G	0,987 ^{aB} ±0,001	0,975 ^{bC} ±0,002	0,989 ^{bA} ±0,001	0,989 ^{bA} ±0,002	0,991 ^{bA} ±0,001	0,992 ^{bA} ±0,002

A: Formulação controle; B: Formulação com redução de 50% cloreto de sódio; G: Formulação com redução de 25% de NaCl e substituição com 25% de KCl. Média de valores ± desvio padrão seguido de letras iguais minúsculas/maiúsculas na mesma coluna/linha não diferem estatisticamente à nível de 5% (Teste de Tukey).

Na Tabela 10 observa-se a evolução do Índice de Peróxido e das Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico – TBARS no decorrer do tempo de armazenagem e seu comportamento quando analisadas entre as formulações, respectivamente.

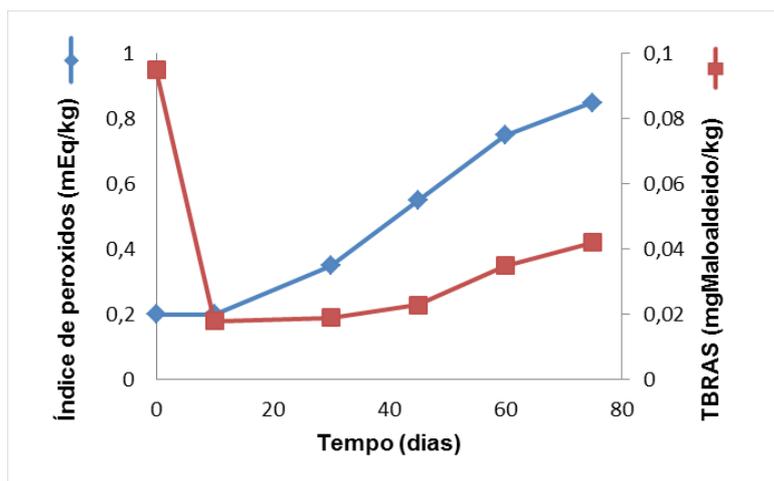
Para o índice de peróxidos (Tabela 10) os resultados mostram que existe diferença significativa ($p > 0,05$) entre a formulação A em relação às formulações B (1% de cloreto de sódio) e G (1,5% de cloreto de sódio e 0,5% de KCl) (Tabela 10). Verifica-se aumento no Índice de peróxido no decorrer de 30 a 75 dias para a formulação A (controle), já para as formulações B e G o aumento acontece a partir do decimo dia, sendo que em todas as formulações existe diferença significativa ($p > 0,05$) entre os seis tempos analisados.

Na Tabela 10 para a análise de TBARS os resultados indicaram não haver diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações. Mas, observou-se diferença significativa no tempo de estocagem. É possível observar na Tabela 10 e Figura 11 aumento no valor de TBARS no tempo zero apresentando maiores valores de TBARS (0,088 a 0,098 mgMaloaldeido/kg). Para os períodos de 10 a 30 dias o TBARS (0,018 a 0,028 mgMaloaldeido/kg) não houve diferença significativa para todas as amostras. Gracey et al (1999) estabeleceram valores limites de Índice de peróxido como aceitáveis para a estabilidade lipídica, inferiores a 5 mEq/Kg, valores superiores a este indicariam o início da rancificação. Como os valores encontrados estão abaixo deste valor pode-se considerar todas as formulações em bom estado de conservação.

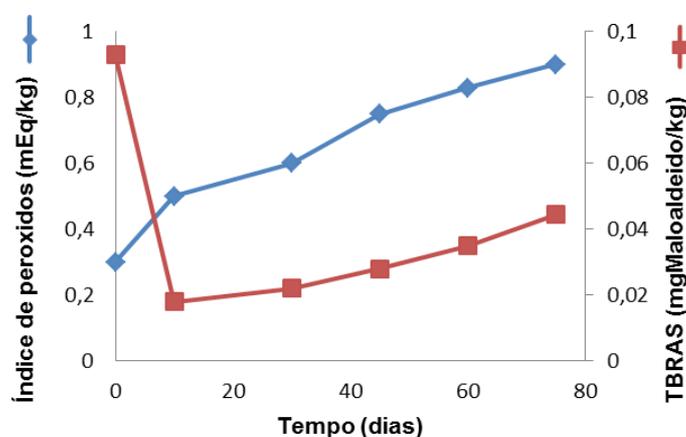
Tabela 10 - Valores médios de TBARS e Índice de peróxido das formulações de presunto suíno armazenados a 7°C durante 10, 30, 45, 60 e 75 dias.

Formulação	Dias de armazenamento					
	0	10	30	45	60	75
Índice de peróxidos (mEq/Kg)						
A	0,20 ^{bE} ±0,01	0,20 ^{cE} ±0,01	0,35 ^{cD} ±0,05	0,55 ^{cC} ±0,05	0,75 ^{bB} ±0,05	0,85 ^{cA} ±0,05
B	0,30 ^{aF} ±0,01	0,50 ^{aE} ±0,05	0,60 ^{aD} ±0,01	0,75 ^{aC} ±0,05	0,83 ^{aB} ±0,02	0,90 ^{aA} ±0,01
G	0,30 ^{aF} ±0,01	0,40 ^{bE} ±0,01	0,50 ^{bD} ±0,01	0,60 ^{bC} ±0,01	0,83 ^{aB} ±0,02	0,88 ^{bA} ±0,02
TBARS (mgMal/Kg)						
A	0,095 ^{aA} ±0,04	0,018 ^{aD} ±0,001	0,019 ^{aD} ±0,002	0,023 ^{aC} ±0,001	0,035 ^{aB} ±0,004	0,0420 ^{aB} ±0,003
B	0,093 ^{aA} ±0,04	0,018 ^{aE} ±0,002	0,022 ^{aD} ±0,001	0,028 ^{aD} ±0,005	0,035 ^{aC} ±0,001	0,0445 ^{aB} ±0,002
G	0,080 ^{bA} ±0,04	0,020 ^{aDE} ±0,001	0,026 ^{aD} ±0,005	0,022 ^{aDE} ±0,001	0,033 ^{aC} ±0,001	0,0405 ^{aB} ±0,002

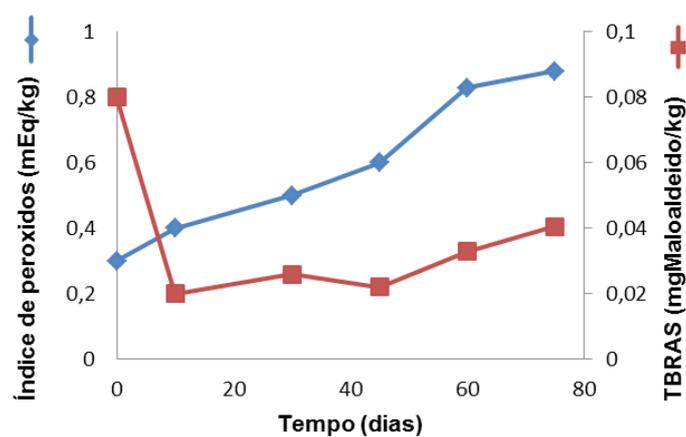
A: Formulação controle; B: Formulação com redução de 50% cloreto de sódio; G: Formulação com redução de 25% de NaCl e substituição com 25% de KCl. Média de valores ± desvio padrão seguido de letras iguais minúsculas/maiúsculas na mesma coluna/linha não diferem estatisticamente à nível de 5% (Teste de Tukey).



(a)



(b)



(c)

Figura 11 - Evolução da estabilidade oxidativa medida pelo Índice de Peróxido – IP (mEq/Kg) e TBARS (mgMalonaldeído/Kg) para a formulação A (controle); formulação B (redução de 50% cloreto de sódio) e formulação G (Formulação com redução de 25% de NaCl e substituição com 25% de KCl) no período de 0 a 75 dias.

Produtos com valores de TBARS inferiores a 1 mgMal/Kg normalmente não acrescentam sabores e odores residuais de ranço característico da oxidação lipídica (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2001). Vários trabalhos na literatura relatam a correlação entre o TBARS e características sensoriais do produto. Ahmad e Srivastava (2007), não verificaram odor de ranço em amostras de carne com valores de TBARS de 0,5 e 1,0 mgMal/Kg. Segundo Osawa et al (2005) os aromas de ranço inicialmente são detectáveis em valores de 0,5 a 2 mgMal/Kg de amostra avaliada por painel sensorial de provadores treinados.

A determinação da cor objetiva é determinada pelo parâmetro "L" que mensura a luminosidade e/ou brilho do produto e quanto menores forem tais valores, mais escura é a cor da amostra. O parâmetro "a" representa a coloração vermelha da carne e o valor "b" indica a variação da cor na tonalidade amarela. Assim, para que a coloração dos produtos cárneos permaneça com o tom de vermelho desejado, é esperado que os valores de "b" na amostra sejam baixos e "a" elevados.

Na Tabela 11 mostram-se são apresentados os valores médios da luminosidade (L^*), cor vermelha (a^*) e cor amarela (b^*) para as amostra de presunto suíno armazenado a $7\pm 2^\circ\text{C}$ durante 75 dias. Observa-se que existe diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações para o parâmetro L^* . Os resultados mostram aumento no valor de L^* no decorrer de 0 a 75 dias para a todas as formulações, perdendo coloração do produto, sendo que em todas as formulações existe diferença significativa ($p > 0,05$) entre os períodos avaliados.

Tabela 11 - Valores médios da avaliação de cor das formulações de presunto suíno armazenados a 7°C durante 10, 30, 45, 60 e 75 dias.

Formulação	Dias de armazenamento					
	0	10	30	45	60	75
Cor L*						
A	62,68 ^{cE} ±0,08	62,75 ^{cE} ±0,12	64,13 ^{bB} ±0,11	64,42 ^{bA} ±0,035	63,60 ^{cC} ±0,06	63,31 ^{aD} ±0,05
B	61,71 ^{bD} ±0,04	61,73 ^{bD} ±0,16	64,95 ^{aC} ±0,03	68,07 ^{aA} ±0,05	65,30 ^{aB} ±0,02	56,32 ^{bE} ±0,04
G	63,88 ^{aBCD} ±0,01	63,85 ^{aBC} ±0,26	63,69 ^{cCD} ±0,07	64,32 ^{bAB} ±0,035	64,14 ^{bABC} ±0,09	47,88 ^{cE} ±0,06
Cor a*						
A	16,38 ^{bD} ±0,04	16,45 ^{bD} ±0,02	17,13 ^{bC} ±0,11	17,23 ^{bB} ±0,070	17,87 ^{bA} ±0,03	13,17 ^{bE} ±0,04
B	18,92 ^{aB} ±0,08	19,06 ^{aB} ±0,04	18,11 ^{aC} ±0,09	17,56 ^{aD} ±0,06	19,29 ^{aA} ±0,06	15,70 ^{aE} ±0,05
G	16,55 ^{bB} ±0,16	16,55 ^{bB} ±0,22	17,29 ^{bA} ±0,06	17,47 ^{aA} ±0,08	17,44 ^{bA} ±0,02	12,78 ^{cC} ±0,01
Cor b*						
A	7,19 ^{bA} ±0,05	7,19 ^{bA} ±0,07	5,40 ^{bC} ±0,03	5,49 ^{cC} ±0,075	6,46 ^{aB} ±0,06	6,39 ^{aB} ±0,05
B	7,56 ^{aA} ±0,03	7,60 ^{aA} ±0,06	6,70 ^{aC} ±0,03	7,00 ^{aB} ±0,040	6,51 ^{aE} ±0,03	5,66 ^{bD} ±0,11
G	6,42 ^{cABC} ±0,13	6,43 ^{cABC} ±0,09	6,55 ^{aAB} ±0,58	5,79 ^{bBC} ±0,045	6,11 ^{bABC} ±0,02	3,89 ^{cD} ±0,05

A: Formulação controle; B: Formulação com redução de 50% cloreto de sódio; G: Formulação com redução de 25% de NaCl e substituição com 25% de KCl. Média de valores ± desvio padrão seguido de letras iguais minúsculas/maiúsculas na mesma coluna/linha não diferem estatisticamente à nível de 5% (Teste de Tukey).

Os valores do parâmetro a^* para as formulações A (controle) e B (1% de cloreto de sódio) não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) com valores de ao redor de 16,55. Já para amostra G (1,5% de cloreto de sódio e 0,5% de cloreto de potássio) o valor observado foi de 18,92 (Tabela 11). Durante a estocagem observou-se aumento no período de 30 a 60 dias para todas as formulações. Entretanto, no período de 75 dias o valor de a^* foi evidenciada uma decréscimo na cor vermelha (a^*) para todas as formulações.

Na Tabela 11 os resultados para o parâmetro b^* mostraram diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações. Durante o armazenamento observou-se que nos períodos de 30 a 45 dias o valor de b^* teve uma diminuição para as formulações A (2% de cloreto de sódio) e G 1,5% de cloreto de sódio e 0,5% de cloreto de potássio). Sendo que no período de 60 dias o valor de b^* aumento, no entanto no período de 75 dias estes valores tiveram uma diminuição diferenciada, sendo que na formulação G o valor de b^* foi mais evidente (3,89).

RIZVI (1981), explica que estas oscilações da cor a^* dos produtos cárneos com o armazenamento, podem estar relacionadas à oxidação do pigmento nitrosohemocromo por agentes químicos, como o oxigênio, ou agentes microbianos, associado à luz, o que levam a formação de porfirinas verdes, amarelas ou incolores.

5. CONCLUSÃO

A redução e/ou substituição de sódio influencia nas características físicas, químicas, histológicas, microbiológicas e sensoriais do produto. Neste sentido, este trabalho contribuiu com informações relacionadas a elaboração de diferentes formulações de presunto cozido com redução e/ou substituição de sódio, bem como caracterização deste produto, conforme conclusões apresentadas a seguir:

- Caracterização físico- química:

- A amostra C apresentou os menores teores de lipídios (0,52 g/100g) e amostra B apresentou os maiores teores (1,37g/100g).

- Para os teores de proteína foram obtidos valores entre 15,41 a 16,57g/100g.

- A umidade das amostras variou de 78,47% (B) a 76,67% (H).

- Para a relação umidade/proteína, os valores encontrados foram de 4,75% (C e E) e 4,99% (A), sendo que a formulação que apresentou o maior valor da relação umidade/proteína foi à formulação A (controle).

- A A_w apresentou baixa variação de 0,972 a 0,977, porém com diferença estatística entre as amostras.

- Em relação ao TBARS, verifica-se que os maiores valores (0,056 mg de MDA/Kg de amostra) foram encontrados nas formulações B, E e F.

- Os valores de índice de peróxidos obtidos nas amostras de presunto apresentaram-se entre 0,20 a 0,25 mEq/kg.

- Para a oxidação de proteínas os valores obtidos variaram de 0,46 a 0,60 nmol de carbonil por mg de proteína.

- Os teores de nitratos e nitritos, para todas as formulações desenvolvidas, encontram-se dentro do limite máximo permitido pela legislação (150 ppm).

- A formulação B apresentou valores de cinzas (4,44 g/100g) e consequentemente os menores teores de K (3,36 mg/100g), Mg (10,52 mg/100g), Na (19,93 mg/100g) e Ca (10,07 mg/100g).

- Análise de perfil de textura: Em relação aos parâmetros de textura, observou-se que a amostra H apresentou a menor dureza (91,03 N) e a maior foi obtida na amostra F (158,17 N). Ao analisar a elasticidade, verifica-se que as amostras A (controle), F (1,5% de NaCl e 0,5% MgCl₂) e G (1,5% de NaCl e 0,5% KCl) apresentaram os maiores valores (~2,15 mm). O melhor resultado para parâmetro coesividade foi encontrado na formulação F (1,5% de NaCl e 0,5% MgCl₂) com valor de 0,65 N. Para o parâmetro mastigabilidade o melhor resultado foi obtido na amostra F (1,5% de NaCl e 0,5% MgCl₂) com valor de 178,41 N.mm.

- Análise de cor: Ao analisar a cor das diferentes formulações de presunto, o parâmetro luminosidade, L1* e L2*, variou de 62,23 e 67,46 (para amostra submetida à oxidação), respectivamente, indicando que as superfícies das amostras são claras. Para o parâmetro a*, intensidade da cor vermelha, as amostra D e H apresentaram os maiores valores (~12,51). E os dados do croma b* apresentaram-se positivos variando de 4,06 a 6,90, indicando a presença do componente amarelo.

- Análise de perdas: As maiores perdas por resfriamento das amostras de presunto foram A (controle, 2% de NaCl), B (1% de NaCl), E (1% NaCl, 0,5 % de KCl e 0,5 % de MgCl₂), G (1,5% NaCl, 0,5 % de KCl) e H (1,5% NaCl, 0,5 % de CaCl₂), variando de 2,23 a 2,98%.

- Em relação às perdas por congelamento observou-se que as formulações A (Controle, 2% de NaCl), C (1% NaCl, 0,5 % de KCl e 0,5 % de CaCl), G (1,5% NaCl, 0,5 % de KCl) e H (1,5% NaCl, 0,5 % de CaCl₂) apresentaram os maiores percentuais de perdas, com valores de 19,78 a 20,29%.

Nas perdas por reaquecimento, verificou-se que o maior valor foi encontrado na formulação C (1% NaCl, 0,5 % de KCl e 0,5 % de CaCl), 17,20%.

Em relação ao CRA observou-se que a formulação F apresentou-se melhor resultado, e conseqüentemente menores perdas por resfriamento, congelamento e reaquecimento, e a formulação H apresentou maiores perdas.

- Avaliação histológica: nas formulações A, F e G as estruturas obtidas nas fotomicrografias são bastante semelhantes, com estrutura muscular íntegra, bem organizada, formando uma rede e com poucas bolhas de ar. Já

nas formulações B, D e E observa-se uma diferença nestas estruturas, com presença de mais bolhas de ar, maiores espaços, evidenciando que a formação de liga não foi tão boa. Nas formulações B e H as estruturas dos presuntos apresentaram-se bastante ruins, com pouca formação de liga, a gordura presente não conseguiu se ligar a rede proteica.

- Análises microbiológicas: A análise microbiológica revelou que as amostras de presunto nas oito formulações testadas apresentaram condições próprias para consumo conforme a RDC 12 (BRASIL, 2002), sendo que obteve-se ausência para as análises de *Salmonella* sp e *Listeria monocytogenes* e para as análises de bactérias mesófilas, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* coagulase positiva e Clostrídios sulfito redutores os resultados ficaram dentro dos padrões em todas as amostras analisadas.

- Avaliação sensorial: a formulação B (1% de NaCl) representa uma estratégia direta de redução, pois apresentou boa aceitação sensorial e a redução de sódio não teve influência nas características do produto.

O produto mais aceito sensorialmente foi a formulação G que contém 1,5% NaCl, 0,5% KCl de KCl e 0,5% de CaCl₂.

- Os tratamentos F (1,50% NaCl, 0,5% MgCl₂) e G (1,50% NaCl, 0,5% KCl) foram as formulações que apresentaram os melhores resultados. As duas formulações apresentaram boa aceitabilidade sensorial e características muito semelhantes à formulação padrão. Através da análise histológica observou-se que a estrutura dos dois tratamentos não apresentou muita diferença da estrutura da amostra padrão, podendo assim ser aplicadas na indústria como uma alternativa para redução do consumo de sódio pela população.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos resultados obtidos sugere-se novas pesquisas com substituição de cloreto de sódio por sais não cloretos, tais como fosfatos e também com produtos que otimizam a forma física do sal, tornando seu sabor mais biodisponível.

Sugerem-se também novas pesquisas com redução do cloreto de sódio e uso de mascaradores de sabor, tais como extratos de ervas, lactatos e glutamato monossódico.

A substituição de nitrito de sódio por extrato de ervas também é um trabalho interessante, sendo outra forma de reduzir o teor de sódio no presunto.

Testar as formulações com redução e/ou substituição de sódio estudadas no presente trabalho em presunto elaborado com o processo de tumbleamento, pois é um processo utilizado em larga escala nas indústrias cárneas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Anvisa vai monitorar alimentos que devem reduzir presença de sal.** Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/anvisa+portal/anvisa/sala+de+imprensa/menu+noticias+anos/2013+noticias/anvisa+vai+monitorar+alimentos+quem+devem+reduzir+presenca+de+sal>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

AHMAD, S.; SRIVASTAVA, P. K. **Quality and vida de prateleira evaluation of fermented suasages of buffalo meat with different levels of heart and fat.** Meat Science, v. 75, p. 603-603, 2007.

Aho, K., Harmsen, P., Hatano, S., Marquardsen, J., Smirnov, V. E., & Strasser, T. (1980). **Cerebrovascular disease in the community: results of a WHO collaborative study.** Bulletin of the World Health Organisation, 58, 113–130.

ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; BLESAS, E.; PAGÁN, M., J.; BARAT, J., M., **Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin.** Meat Science, v. 83, p. 423 - 430, 2009.

ANDRADE, A.A. **Estudo do perfil sensorial , físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

Angus, F., Phelps, T., Clegg, S., Narain, C. den Ridder, C., & Kilcast, D. (2005). **Salt in processed foods:** Collaborative Research Project. Leatherhead Food International

ARMENTEROS, M; ARISTOY, M.C.; TOLDRÁ, F. **Evolution of nitrate and nitrite during the processing of dry-cured ham with partial replacement of NaCl by other chloride salts.** Meat Science, v. 91, p. 378-381, 2012.

Askar, A., El-Samahy, S. K., & Tawfik, M. (1994). Pasterna and beef bouillon. **The effect of substituting KCl and K-lactate for sodium chloride.** Fleischwirtschaft, 73(3), 289–292.

ABIPECS – **Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína.** Anuário 2011. Disponível em: < www.abipecs.org.br. Acesso em: 17 jun 2014.

ARIMA, H. K. **Curso sobre qualidade e processamento de presunto cozido e apresuntado.** Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) – Centro de Tecnologia de Carnes (CTC), Campinas, 1995, 120p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial de alimentos e bebidas** – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT.1993, 8p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington: AOAC, 1990. 2.v.

BARBUT, SHAI. **Poultry Products Processing: An Industry Guide**. CRC Press, 2002,548p.

BALDISSERA, E.M. **Desenvolvimento de presunto cozido pré-fermentado adicionado de fibra e cloreto de potássio**. 2007, 90f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2007.

BARBUT, S. ; MAURER, A. J.; LINDSAY , R. C. **Effects of reduced sodium chloride and added phosphates on physical and sensory properties of turkey frankfurters**. *Journal of Food Science* , v. 53, n.1, p. 62-66, 1988.

Barringer, B. R., Jones, F.F. & Neubaum, D.O. **A quantitative content analysis of the characteristics of rapid-growth firms and their founders**. *Journal of Business Venturing*, v. 20, n. 5, p. 663–687, 2005

Brandsma, I. (2006). **Reducing sodium: a European perspective**. *Food Technology*, 60(3), 25–29.

BRASIL (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução nº40 de 21 de março de 2001**: regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória para alimentos e bebidas embalados. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40_01rdc.htm> Acesso em 03/02/2014.

BRASIL (2002). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº12**, de 2 de Janeiro de 2002. Diário Oficial. Brasília, p.68, 2002.

BRASIL (2000). Ministério da Agricultura. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Presunto**. Diário Oficial, Brasília, nº419. seção 1, p.7-12, 2000.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico- Químicos para Análises de Alimentos**, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, Ministério da Saúde, 2005, 1018p.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal Biochem.** v. 72, p. 248-254, 1976.

Bertino, M., Beauchamp, G. K., & Engelman, K. (1982). **Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt.** The American Journal of Clinical Nutrition, 36, 1134–1144.

Biesalski, H. K. (2005). **Meat as a component of a healthy diet — Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?** Meat Science, 70, 509–524.

BRESSAN, M. C. et al. Influência da embalagem na vida útil de presuntos fatiados. **Ciênc. Agrotec.**, v. 31, p. 433-438, 2007.

Blesa, E., Aliño, M., Barat, J. M., Grau, R., Toldrá, F., & Pagán, M. J. (2008). **Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts.** Meat Science, 78, 135–142.

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

Campbell, J. F. (1979). **Binding properties of meat blends, effects of salt type, blending time and post-blending storage.** Ph.D. Thesis, Michigan State University.

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

COSTA, M. R. et al. Perfil sensorial e aceitação de presuntos crus produzidos por métodos tradicionais e acelerados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, p.170-176, 2007.

Cheftel, J. C., & Culioli, J. (1997). **Effects of high pressure on meat: a review.** Meat Science, 46(3), 211–234.

Crehan, C. M., Troy, D. J., & Buckley, D. J. (2000). **Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5% salt.** Meat Science, 55, 123–130.

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 (Vol. 11, pp. 283–297). London: Blackie Academic & Professional.

Costa-Corredor, A., Serra, X., Arnau, J., & Gou, P. (2009). **Reduction of NaCl content in restructured dry-cured hams: Post-resting temperature and drying level effects on physicochemical and sensory parameters.** *Meat Science*, 83, 390–397.

Costa FP, Machado SH. (2010). **O consumo de sal e alimentos ricos em sódio pode influenciar na pressão arterial das crianças?** *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 15, p. 1383-1389.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**, Artmed, 2010, 900p.

Desmond, E. **Reducing salt: A challenge for the meat industry:** *Meat Science*, 74 (2006) 188–196.

Doyle, M. E., & Glass, K. A. (2010). **Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health.** *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 44–56.

Engstrom, A., Tobelmann, R. C., & Albertson, A. M. (1997). **Sodium intake trends and food choices.** *American Journal of Clinical Nutrition*, 65, 704S–707S.

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

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

FSA. (2003). **Programme of mini surveys: sausages survey.** Disponível em: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis41_03.PDF#page=11>. Acesso em: 12 maio 2014

FRANCO, Bernadette Dora Gombossy de Melo; LANDGRAF, Mariza. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005.

Frye, C. B., Hand, L. W., Calkins, C. R., & Mandigo, R. W. **Reduction or replacement of sodium chloride in a tumbled ham product.** *Journal of Food Science*, 51, 836-837, 1986.

FSAI. (2005a). **Salt and health: review of the scientific evidence and recommendations for public policy in Ireland.** Food Safety Authority of Ireland.

Fries, H. A. (1976). **Salt volume and prevention of hypertension.** *Circulation: Journal of the American Heart Association*(4), 589–595.

Frye, C. B., Hand, L. W., Calkins, C. R., & Mandigo, R. W. (1986). **Reduction or replacement of sodium chloride in a tumbled ham product.** *Journal of Food Science*, 51, 836–837.

Fulladosa, E., Serra, X., Gou, P., & Arnau, J. (2009). **Effects of potassium lactate and high pressure on transglutaminase restructured dry-cured ham with reduced salt content.** *Meat Science*, 82, 213–218.

GARCÍA-SEGOVIA, P.; ANDRÉS-BELLO, A.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J. **Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*).** *Journal of Food Engineering*, v.80, p.813-821, 2007.

GAVA, A. J. **Tecnologia de alimentos- Princípios e Aplicações.** São Paulo: Nobel, 2008.

GELABERT, J.; GOU, P.; GUERRERO, L.; ARNAU, J. (2003) **Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages.** *Meat Science*, v. 65, p. 833-839.

Gillette, M. (1985). **Flavor effects of sodium chloride.** *Food Technology*, 39, 47–52, 56.

GIMENO, O.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. (1999). **Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl₂ on texture and color of dry fermented sausages.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.47, p. 873-877.

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

Gotterup, J., Olsen, K., Knöchel, S., Tjener, K., Stahnke, L., H. & Moller, J. K. S. (2007). **Relationship between nitrate/nitrite reductase activities in meat associated staphylococci and nitrosylmyoglobin formation in a cured meat model system.** *International Journal of Food Microbiology*, 120, 303–310.

Gou, P., Guerrero, L., Gelabert, J., & Arnau, J. (1995). **Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin.** *Meat Science*, 42, 37–48.

Greubel, S., Kluthe, R., & Zuercher, G. (1997). **Reduction of the sodium content of common foods.** What is required – what is possible?. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 36, 76–77.

GUARDIA, M.D.; GUERRERO, L.; GELABERT, J. GOU, P.; ARNAU, J. (2008). **Sensory characterization and consumer acceptability of small caliber fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate.** *Meat Science*, v. 80, p. 1225-1230.

Hazen (2010) **Projected Effect of Dietary Salt Reductions on Future Cardiovascular Disease: The New England Journal of Medicine**, 2010; 362:590-599.

Hammer, G. F. (1981). **Zur Salzigkeit einiger Fleischerzeugnisse unter variierter Kochsalzzugabe**. Fleischwirtschaft, 61, 609–614.

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

Hernández, P., Park, D., & Rhee, K. S. (2002). **Chloride salt type/ionic strength, muscle site and refrigeration effects on antioxidant enzymes and lipid oxidation in pork**. Meat Science, 61, 405–410.

HORITA, C.N. **Redução de cloreto de sódio em Produto emulsionado tipo mortadela: Influência sobre a qualidade global**. 2010, 107f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010

HUTTON, T. (2002). Sodium. **Technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products**. British Food Journal, v. 104, p. 126-152.

INTERSALT COOPERATIVE RESEARCH GROUP. (1988). **Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion**. British Medical Journal, 297, 319–329.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Brasília, 4^oed. 2005.

JAY, J.M.(2005). Microbiologia de Alimentos. 6.ed.Artmed, 711p.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. (2002) **Healthier meat and meat products: their role as Functional foods**. Meat Science, Barking,v.59, p. 5-13.

JUNQUEIRA, L.C.U. & CARNEIRO, J. Histologia Básica. 11^a Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524p.

KATSARAS, K.; BUDRAS, K.The relationship of the microstructure of cooked ham to its properties and quality. **Lebensm Wiss Technology**, v.26, n.3, p.229-234, 1993.

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

Lawless, H. T., Rapacki, F., Horne, J., & Hayes, A. (2003). **The taste of calcium and magnesium salts and anionic modifications.** *Food Quality and Preference*, 14(4), 319–325.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne.** Porto Alegre: Artmed, 2005, 384p.

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

LEVINE, R. L.; REZNICK, A. Z.; PACKER, L. Oxidative damage to proteins: Spectrophotometric method for carbonyl assay. **Methods in Enzymology**, v. 186, p. 357–363, 1990.

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

Lin, G. C., Mittal, G. S., & Barbut, S. (1991). **Optimization of tumbling and KCl substitution in low sodium restructured hams.** *Journal of Muscle Foods*, 2, 71–91.

Lutz, G. D. (2005). **Personal communication: Alberger salt improves protein functionality in meat blends: Technical Bulletin.**

Liu, K., Cooper, R., McKeever, J., McKeever, P., Byington, R., Soltero, I., et al. (1979). **Assessment of the association between habitual salt intake and high blood pressure: methodological problems.** *American Journal of Epidemiology*, 110, 219–226

MacGregor, G. A., & Sever, P. S. (1996). **Salt-overwhelming evidence but still no action: can a consensus be reached with the food industry?** *British Medical Journal*, 3(12), 1287–1289.

Marsh, A. C. (1983). **Processes and formulations that affect the sodium content of foods.** *Food Technology*, 37, 45–49.

Mancini R.A., Hunt M.C., **Current research in meat color**, Department of Animal Sciences and Industry, Kansas State University, 224 Weber Hall, Manhattan, KS 66506-0201, USA, Science Direct, *Meat Science*, 2005, 71, 100-121

Martín, L., Antequera, T., Ventanas, J., Benítez-Donoso, R., & Córdoba, J. J. (2001b). **Free amino acids and other non-volatile compounds formed during processing of Iberian ham.** *Meat Science*, 59(4), 363–368.

Matulis, R. D., McKeith, F. K., & Brewer, M. S. (1994). **Physical and sensory characteristics of commercially available frankfurters**. *Journal of Food Quality*, 17, 263–271.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Gabinete do Ministro. Extrato de compromisso. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 dez. 2013. p. 160.

Monahan, F. J., & Troy, D. J. (1997). **Overcoming sensory problems in low fat and low salt products**. In A. M. Pearson & T. R. Dutson (Eds.), *Advances in Meat Research. Production and Processing of Healthy Meat, Poultry and Fish Products* (Vol. 11, pp. 257–281). London: Blackie Academic & Professional

Molina MCB, Cunha RS, Herkenhoff LF, MillJG. (2003). **Hipertensão arterial e consumo de sal em população urbana**. *Rev. Saúde Pública*, v. 37, p. 743-750.

Morgan, T., Adam, W., Gilles, A., Wilson, M., Morgan, G., & Carney, S. (1978). **Hypertension treated by salt restriction**. *Lancet I*, 227–230.

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

NAKASATO, M. (2004). Sal e hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v.11, n.2, p. 95-97.

NASCIMENTO, R. **Redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de Sódio em produto cárneo embutido cozido: Características físico-químicas, microbiológicas e Sensoriais**. 2010, 142f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010

NASCIMENTO, R.; CAMPAGNOL, P.C.B.; MONTEIRO, E.S.; POLLONIO, M.A.R (2007). **Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas**. *Alim. Nutr.* v. 18, n.3, p. 297-302.

Nilson EAF, Jaime PC, Resende DO. **Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados**. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;34(4):287–92.

OCKERMAN, H.W.; HANSEN, C.L. **Industrialización de subproductos de origen animal**. Zaragoza : Acribia, 133 – 160p., 1994.

OLIVO, Rubison. *O mundo do frango*. Criciúma: Ed. Rubison Olivo, 2006, 680p.

Offer, G., & Knight, P. (1988). **The structural basis of water-holding in meat**. In R. A. Lawrie (Ed.). *Developments in meat science – 4* (pp. 173–243). London: Elsevier Applied Science.

Offer, G., & Trinick, J. (1983). **On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils.** *Meat Science*, 8, 245–281.

OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. *Carnes: no caminho da pesquisa.* 2 ed. Cocal do Sul: Imprint, 2001. 155p.

Olson, D. G. (1982). **Salt for processing probably can be cut by only one quarter.** *The National Provisioner*, 17, 7–10

OMS (1990). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.** Technical report series 797, Geneva.

ORDÓÑEZ, J. .A. P. (coord.) **Tecnologia de Alimentos**, Porto Alegre: Artmed, 2007, 277p.

OSAWA, C.C.; FELÍCIO, P.E.; GONÇALVES, L.A.G. **Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos.** *Revista Química Nova*, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne.** Goiânia: UFMG, 2007, v.2, 1109p.

Pasin, G., O'Mahony, G., York, B., Weitzel, B., Gabriel, L., & Zeidler, G. (1989). **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*, 54(3), 553–555.

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

PIETRASIK, Z.; JARMOLUK, A.; SHAND, P.J. Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. **LWT – Food Science and Technology**, p.34-38, 2006.

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

Puolanne, E., Ruusunen, M., & Vainionpa“a”, J. (2001). **Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate.** *Meat Science*, 58, 1–7

Puolanne, E., Saarela, E., & Ruusunen, M. (1988). **The effect of NaCl– KCl– MgSO4-mixture (Pan_) on the quality of cooked sausage.** In *Proceedings of*

the 34th international congress of meat science and technology. Part B (pp. 302–304). Brisbane, Australia.

Puolanne, E., & Terrell, R. N. (1983a). **Effects of salt levels in prerigor blends and cooked sausages on water binding, released fat and pH.** *Journal of Food Science*, 48, 1022–1024.

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

Rahman, M., and S. S. Salani. 2009. **Water activity measurement methods of foods.** Pages 9–32 in *Food Properties Handbook*. 2nd ed. M. Rahman, ed. CRC Press, New York, NY.

Riera, J. B., Martinez, M. R., Salcedo, R. C., Juncosa, G. M., & Sellart, J. C. (1996). **Process for producing a low sodium meat product.** US Patent 5534279.

RIZVI, S. S. H. **Rheological properties of comminuted meat systems.** *Food Technology*, Chicago, v. 35, n. 5, p. 238-243, 1981.

Ruusunen, M., Puolanne, E. **Reducing sodium intake from meat products:** *Meat Science* 70 (2005) 531–541

Ruusunen, M., Niemisto, M., & Puolanne, E. (2002). **Sodium reduction in cooked meat products by using commercial potassium phosphate mixtures.** *Agricultural and Food Science in Finland*, 11, 199–207

Ruusunen, M., Saarikka-Tirkkonen, M., & Puolanne, E. (2001). **Saltiness of coarsely ground cooked ham with reduced salt content.** *Agricultural and Food Science in Finland*, 10, 27–32.

Ruusunen, M., Simolin, M., & Puolanne, E. (2001). **The effect of fat content and flavor enhancers on the perceived saltiness of cooked "bologna-type" sausages.** *Journal of Muscle Foods*, 12, 107–120.

Ruusunen, M., Vainionpää, J., Puolanne, E., Lyly, M., Lahteenmäki, L., Niemisto, M., et al. (2005). **Reducing the sodium content in meat products: the effect of the formulation in low-sodium ground meat patties.** *Meat Science*, 69, 53–60.

SAAB, M.S.M.; CLAUDIO, L.D.G. A cadeia produtiva da carne suína no Brasil. **Revista PorkWorld**, v.49, ano 8, p. 16-19, mar./abr., 2009.

SCHEID, D. Manufacture of cook-in ham. **Fleischwirtsch**, v.2, p31-34, 1986.

Schwartz, W. C., & Mandigo, R. W. (1976). **Effect of salt, sodium tripolyphosphate and storage on restructured pork.** *Journal of Food Science*, 41, 1266–1269.

Schlierf, G., Arab, L., Schellenberg, B., Oster, P., Mordasini, R., Schmidt-Gayk, H., et al. (1980). **Salt and hypertension.** Data from the Heidelberg study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 33, 872–875.

SEBRANEK, J. G.; BACUS, J. **Cured meat products without direct addition of nitrate and nitrite: what are the issues?** *Meat Sci.*, Barking, v. 77, n. 1, p. 136-147. 2007.

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

SEPERICH, G.J.;ASHOOR,S.H.(1983) **The effect of partial and total replacement of sodium chloride with calcium chloride in a bologna product.** Progress report to the American Meat Inst. From Arizona State University.

SINGHAL, R.S., KULKARNI, P.R. (2000): **Freezing of Foods.** *Encyclopedia of Food Microbiology*, Academic Press, London, 840-845

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

Sofos, J. N. (1983). **Effects of reduced salt (NaCl) levels on the stability of frankfurters.** *Journal of Food Science*, 48, 1684–1691.

Soong, S. (2010) **Shaking things up.** *Meatingplace*, p. 71–76.

Tan, W., & Shelef, L. A. (2002). **Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in refrigerated and frozen fresh ground pork.** *Meat Science*, 62(2002), 27–32.

TEIXIDOR, M.X. **Metalquimia**, v.22, 2006, 120p.

Terrell, R. N. (1983). **Reducing the sodium content of processed meats.** *Food Technology*, 37, 66–71.

Terrell, R. N., & Olson, D. G. (1981). **Chloride salts and processed meats: properties sources, mechanisms of action, labelling.** In *Proceedings of Meat Industry Research Conference* (pp. 67–94). Arlington, Va: American Meat Institute Foundation.

The National FINDIET 2002 Study. (2003). Publications of the National Public Health Institute. B3/2003. Helsinki

Toldrá, F., & Flores, M. (1998). **The role of muscle proteases and lipases in flavour development during the processing of dry-cured ham.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38, 331–352.

TORNBERG, E. **Effects of heat on meat proteins – Implications on Structure and Quality of meat products.** *Meat Science*, v.70, p.493-508, 2005.

Tuomilehto, J., Jousilahti, P., Rastenyte, D., Vladislav, M., Tanskanen, A., & Pietinen, P. (2001). **Urinary sodium excretion and cardiovascular mortality in Finland: a prospective study.** *Lancet*, 357, 848–851.

Tuomilehto, J., Karppanen, H., Tanskanen, A., Tikkanen, J., & Vuori, J. (1980). **Sodium and potassium excretion in a sample of normotensive and hypertensive persons in Eastern Finland.** *Journal of Epidemiology and Community Health*, 34, 174–178.

VERBEKEN, D. et al. **Influence of k-carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins.** *Meat Science*, v.70, n.1, p.161-166, 2005.

Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., & Salminen, H. (2010). **Review — Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products.** *Meat Science*, 86, 196–213.

Wenther, J.B. (2003). **The effect of various protein ingredients utilized as a lean meat replacement in a model emulsion system and frankfurters** (p 325). PhD Dissertation. Ames, IA: Iowa State University.

Wettasinghe, M., & Shahidi, F. (1997). **Oxidative stability, cooking yield and texture of pork treated with a low-sodium salt.** *Journal of Muscle Foods*, 8, 373–382.

Whiting, R. C. (1984). **Stability and gel strength of frankfurter batters made with reduced NaCl.** *Journal of Food Science*, 49, 1350–1354, 1362.

WHO.(2006) **Reducing salt in populations.** Report of a Who Forum and Technical Meeting 5-7 October, Paris, France. Disponível em: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/reducingsalt/en/>. Acesso em 03/01/2014

8. APÊNDICE

Questionário:

1. Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada uma nos atributos: Impressão Global, Sabor, Cor e Aparência.

9 – gostei muitíssimo

8 – gostei muito

7 – gostei moderadamente

6 – gostei ligeiramente

5 – nem gostei / nem desgostei

4 – desgostei ligeiramente

3 – desgostei moderadamente

2 – desgostei muito

1 – desgostei muitíssimo

IMPRESSÃO				
	GLOBAL	SABOR	COR	APARÊNCIA
AMOSTRA	Valor	Valor	Valor	Valor
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

2. Por favor, com relação a cada amostra, indique se você GOSTOU ou NÃO GOSTOU, de um modo geral. Responda **SIM**, caso você tenha gostado da amostra ou **NÃO** caso você não tenha gostado da amostra.

Amostra

_____ SIM () NÃO ()

3. Por favor, com relação a cada amostra, indique qual seria sua **INTENÇÃO DE COMPRA**.

Responda **SIM**, caso você comprasse a amostra ou **NÃO** caso você não comprasse a amostra.

Amostra

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()