UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

REDUÇÃO DE CLORETO DE SÓDIO E SUBSTITUIÇÃO DE NITRITO DE SÓDIO EM PRODUTO CÁRNEO EMBUTIDO COZIDO: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS

RENATA DO NASCIMENTO
Engenheira de Alimentos

Profa. Dra. MARISE A. R. POLLONIO
Orientadora

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Campinas,
Ago/2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

Nascimento, Renata do
N17r Redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio em produto cárneo embutido cozido: Características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. / Renata do Nascimento. -- Campinas, SP: [s.n], 2010.

Orientador: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Cloreto de sódio. 2. Nitrito de sódio. 3. Produto cárneo embutido cozido. I. Pollonio, Marise Aparecida Rodrigues. II. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

cars/bibfea

Título em inglês: Reduction of sodium chloride and replacement of sodium nitrite in stuffed cooked meat product: physical-chemical, microbiological and sensory characteristics
Palavras-chave em inglês (Keywords): Sodium chloride, Sodium nitrite, Cooked meat product
Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos
Banca examinadora: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Pedro Eduardo de Felício
Eliete Vaz de Faria
Data da defesa: 02/08/2010
Programa de Pós Graduação: Programa em Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Esse exemplar corresponde a redação final de dissertação defendida em 02/08/2010 por Renata do Nascimento aprovada pela comissão julgadora em 02/08/2010.

Prof^{a}. Dr^{a}. Marise Aparecida RodriguesPollonio
(Orientadora)

Prof. Dr. Pedro Eduardo Felício
UNICAMP / DTA
(Membro)

Dr^{a}. Eliete Vaz de Faria
LAFISE / ITAL
(Membro)

Prof^{a}. Dr^{a}. Elizabeth A. F. S. Torres
FSP / USP
(Membro)

Dr^{a}. Renata Maria dos Santos Celeghin
UNICAMP / DTA
(Membro)

Dedico esse trabalho aos meus pais
José Luiz e Olinda e à
minha irmã Fernanda

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Marise Pollonio, pela escolha em dividir comigo tanto conhecimento e sabedoria, pela oportunidade em ter sua orientação e pela confiança e amizade. Há coisas que realmente não têm preço;

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da UNICAMP, por todo o suporte à minha formação no curso de Pós Graduação e pela chance de me transformar de aluna especial em mestranda;

Aos colegas Paulo, Bibiane, Ana Carolina, pela grande ajuda. Devo a vocês muito mais que os sábados que investiram na realização de tantas análises. A Cláudia e Daniela pela ajuda e incentivo. Ao José Roberto e Vanessa pela paciência;

Ao Prof. Dr. Pedro Felício, pelo ânimo de todos os dias e por ter acreditado que eu poderia concluir esta pesquisa;

Aos membros da banca pelas construtivas observações que, com certeza, enriqueceram esse trabalho;

À SADIA S/A, pela ajuda e parceria. É muito bom fazer parte de um time que acredita e valoriza a educação e a inovação tecnológica;

Ao Getúlio Takahashi, pelo enorme incentivo desde antes do início da realização desse projeto. Não teria chegado aqui se não me fizesse crer na importância de começar;

Ao Fernando Brito, pelo carinho e pela incansável dedicação e profissionalismo na realização dos experimentos. Você passou de um profissional por quem sempre tive admiração e respeito para um querido colega;

Às profissionais da Análise Sensorial, em especial à Maria Cláudia, pela enorme ajuda nas avaliações. À equipe do Laboratório Central, em especial ao Charles, Carla e Sandra. Não vou me esquecer nunca do tempo que investiram em meu projeto;

À Lúcia Guedes, pela compreensão da minha dedicação ao mestrado em tempos difíceis, pela torcida pelos resultados, pelos inúmeros "sim" às minhas necessidades. Você exerceu um papel especial ao acreditar na relevância dessa pesquisa para o futuro do mercado de produtos cárneos;

Aos meus pais pela minha educação e por me fazerem compreender o sentido da expressão amor incondicional. À minha mãe, grande incentivadora, pelo seu constante e eterno apoio, por tantas palavras de conforto nos momentos onde o cansaço dominava o ânimo e por sempre acreditar que eu estava no caminho certo, desde o início. Ao meu pai pelo orgulho, por transferir a mim o sonho de ser Engenheiro, por ter investido na minha formação sem medir esforços e pela dica de que a área de alimentos era a minha vocação;

À minha irmã Fernanda pela a amizade e carinho, pelo exemplo de garra, coragem e ousadia, por ter traduzido vários momentos da minha vida em palavras e por ter sempre me amado e se orgulhado de mim;

Ao meu cunhado Cristovão por nunca ter se negado a atender os meus pedidos de ajuda e pelos inúmeros conselhos sensatos. Você não é só um amigo, é também meu irmão;

À minha avó Avelina, que deixou tantas saudades quando partiu, e que sempre torceu pelo meu sucesso, mesmo antes de eu começar a minha jornada profissional, com suas promessas e orações pelas notas boas e pela minha felicidade. Onde ela estiver ela sabe que tudo o que pediu foi atendido;

A todos que me ajudaram na realização desse trabalho meu muito obrigada.

ÍNDICE

Pág.

ÍNDICE..... ix
LISTA DE TABELAS..... xiv
LISTA DE FIGURAS..... xvii
RESUMO..... xix
ABSTRACT..... xxi
1. INTRODUÇÃO..... 1
2. OBJETIVOS..... 5
- Objetivos gerais..... 5
- Objetivos específicos..... 5

3. Revisão Bibliográfica..... 6
3.1. Principais tendências na reformulação de produtos cárneos..... 6
3.2. Redução de sódio em produtos cárneos..... 10
3.2.1. Funções do cloreto de sódio em produtos cárneos..... 12
a.) Conservação..... 12
b.) Agente de sabor..... 14
c.) Propriedades tecnológicas..... 15
3.3. Substituição de nitrito de sódio e nitrato de sódio..... 19
3.3.1. Funções do nitrito de sódio em produtos cárneos em produtos cárneos..... 19
a.) Mecanismo de ação do nitrito de sódio..... 22
b.) Agente de cor..... 23
c.) Ação conservante..... 24
d.) Propriedades antioxidantes e agente de sabor..... 25
3.3.2. Alternativas para substituição do nitrito de sódio em produtos cárneos. 27
4. MATERIAIS E MÉTODOS..... 30
4.1. Descrição das etapas do trabalho..... 30
4.2. PRIMEIRA ETAPA: Redução de cloreto de sódio em embutido cozido de peru..... 30
4.2.1. Elaboração de embutido cozido de peru..... 31

a.) Caracterização da matéria-prima..... 31
b.) Desenho experimental e formulações..... 31
c.) Processamento de embutido de peru com substituição de NaCl por KCl..... 32
4.2.2. Análises físico-químicas e sensoriais das formulações de embutido embutido de peru com substituição de NaCl por KCl..... 33
4.3. SEGUNDA ETAPA: Utilização de extrato vegetal de aipo como fonte de nitrato para substituição de nitrito de sódio..... 36
4.3.1. Caracterização do extrato vegetal de aipo em pó..... 37
4.3.2. Adição direta do extrato vegetal de aipo em salmoura..... 37
a.) Parâmetros de cozimento de embutido cozido de peru com adição do extrato de aipo direto em salmoura..... 38
4.3.3. Adição de mistura pré-fermentada de extrato vegetal de aipo..... 38
a.) Preparo da mistura pré-fermentada..... 38
b.) Preparo do embutido cozido de peru com mistura pré-fermentada.... 39
4.3.4. Análises físico-químicas de embutido cozido de peru com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo..... 40
4.4. TERCEIRA ETAPA: Avaliação da estabilidade físico-química e microbiológica de formulações de embutido cozido de peru com substituição de nitrito de sódio e redução de sódio..... 41
a) Desenho experimental e processamento..... 41
4.4.1. Elaboração de embutido cozido de peru..... 43
4.4.2. Análises físico-químicas de embutido cozido de peru com redução de sal e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo..... 43
4.4.3. Análises microbiológicas de embutido cozido de peru com redução de sal e com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo..... 44
4.5. Metodologia utilizada..... 45
4.5.1. pH..... 45
4.5.2. Determinação do teor de gordura total..... 45
4.5.3. Determinação do teor de proteína total..... 45
4.5.4. Determinação de umidade..... 45

4.5.5. Determinação de cinzas..... 45
4.5.6. Determinação de carboidratos totais..... 45
4.5.7. Determinação de atividade de água..... 46
4.5.8. Determinação do teor nitrito de sódio residual..... 46
4.5.9. Determinação do teor de nitrato de sódio..... 46
4.5.10. Determinação do teor de sódio..... 46
4.5.11. Determinação do teor de fosfato..... 46
4.5.12. Determinação instrumental de cor..... 46
4.5.13. Estabilidade de cor..... 47
4.5.14. Determinação do valor de TBARS..... 47
4.5.15. Contagem de bolores e leveduras..... 47
4.5.16. Contagem de anaeróbios sulfito redutor..... 48
4.5.17. Contagem de coliformes a 45℃..... 48
4.5.18. Contagem de *Escherichia coli*..... 48
4.5.19. Contagem de *Staphylococcos coagulase positiva*..... 48
4.5.20. Contagem total de bactérias mesófilas……..…… 48
4.5.21. Contagem de esporos mesófilos anaeróbio..... 48
5. RESULTADOS..... 49
5.1. PRIMEIRA ETAPA: Redução de cloreto de sódio em embutido cozido de peru..... 49
5.1.1. Caracterização da matéria-prima..... 49
5.1.2. Avaliação físico-química de embutido cozido de peru com redução de sódio..... 50
5.1.3. Avaliação sensorial de embutido cozido de peru com redução de sódio. 53
a) Teste de diferença do controle..... 53
b) Teste de aceitação sensorial para formulações de embutido cozido de peru 56
5.2. SEGUNDA ETAPA: Utilização de extrato vegetal de aipo como fonte de nitrato para substituição de nitrito de sódio..... 63
5.2.1. Determinação de nitrato de sódio no extrato natural de aipo em pó..... 63
5.2.2. Análises físico-químicas de embutido de peito de peru adicionado de

extrato de aipo como fonte de nitrato..... 64
5.2.3. Determinação do teor de nitrito residual após tempo de armazenamento (60 dias)..... 65
5.3. TERCEIRA ETAPA: Avaliação da estabilidade físico-química e microbiológica de formulações de embutido cozido de peru com substituição de nitrito de sódio e redução de sódio nos melhores níveis estudados..... 67
5.3.1. Caracterização físico-química de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora..... 67
5.3.2. Teores de sódio de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora..... 69
5.3.3. Determinação de atividade de água de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora ao longo da vida-de-prateleira..... 70
5.3.4. Determinação de % de umidade de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora..... 71
5.3.5. Determinação de pH de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora..... 73
5.3.6. Teores de nitrito de sódio residual (mg/g) de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora..... 74
5.3.7. Oxidação lipídica de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora durante a vida-de-prateleira..... 77
5.3.8. Avaliação instrumental de cor L*, a*, b* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*..... 80
5.3.9. Análise instrumental de cor L*, a*, b* de embutido cozido de peru com

redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* fatiados e expostos a luz e refrigeração a 8℃ dur ante o período de 8 horas..... 86
5.3.10. Estabilidade microbiológica de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* ao longo da vida-de-prateleira..... 90
CONCLUSÕES..... 100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 101
ANEXO I..... 119
ANEXO II..... 120

LISTA DE TABELAS

Pág.

TABELA 1. Formulações dos embutidos de carne de peru com redução de cloreto de sódio (%)..... 32
TABELA 2. Formulações dos batters de carne de peru com adição de extrato de aipo e cultura microbiana através de adição direta em salmoura... 37
TABELA 3. Formulação da pré-mistura fermentada..... 39
TABELA 4. Formulações dos batters de carne de peru com substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana e a formulação controle que serão submetidos ao processo 02..... 40
TABELA 5. Desenho experimental dos experimentos realizados..... 42
TABELA 6. Formulações dos batters de carne de peru com substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura..... 43
TABELA 7. Composição centesimal da matéria-prima peito de peru sem osso e sem pele..... 49
TABELA 8. Composição centesimal das formulações de embutido cozido de peito de peru com substituição de 25%, 50% e 75% de cloreto de sódio por cloreto de potássio no dia 0 (até 24 horas após o resfriamento..... 50
TABELA 9. Valores de atividade de água e pH de embutido cozido de peito de peru com redução de cloreto de sódio no dia 0 (logo após o resfriamento).. 52
TABELA 10. Teores de sódio (mg/100g) das formulações de embutido cozido de peito de peru com substituição de 25%, 50% e 75% de cloreto de sódio por cloreto de potássio no dia 0..... 53
TABELA 11. Avaliação do gosto salgado das formulações de embutido cozido de peito de peru com redução de NaCl pelo teste de Diferença do Controle..... 54
TABELA 12. Avaliação do sabor das formulações de embutido cozido de peito de peru com redução de NaCl pelo teste de Diferença do Controle..... 54
TABELA 13. Avaliação de maciez das formulações de embutido cozido de peito de peru com redução de NaCl pelo teste de Diferença do Controle..... 55

TABELA 14. Avaliação de suculência das formulações de embutido cozido de peito de peru com redução de NaCl pelo teste de Diferença do Controle..... 56
TABELA 15. Atributos sensoriais dos embutidos cozidos de peru com diferentes níveis de redução de NaCl (teste de Aceitação)..... 57
TABELA 16. Teor de nitrato de sódio (mg/kg) em extrato vegetal de aipo comercial..... 63
TABELA 17. Valores de atividade de água, pH e umidade (%) dos embutidos cozidos de peru com substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* após 60 dias de estocagem..... 64
TABELA 18. Teor de nitrito residual (mg/kg) dos embutidos cozidos de peru com 60 dias de estocagem..... 66
TABELA 19. Teores de carboidratos (%), proteína (%), gordura (%), fosfato (%) e cinzas (%) das diferentes formulações de embutido cozido de peru no dia 0..... 68
TABELA 20. Teores de sódio (mg/100g) das formulações de embutido cozido de peru no dia 0..... 69
TABELA 21. Valores de atividade de água para as formulações de embutido cozido de peru ao longo da vida-de-prateleira..... 71
TABELA 22. Teores de umidade (%) para as formulações de embutido cozido de peru ao longo da vida-de-prateleira..... 72
TABELA 23. Valores de pH das formulações de embutido cozido de peru ao longo da vida-de-prateleira..... 73
TABELA 24. Teores de malonaldeído (mg/100g) de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio por cloreto de potássio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo e cultura *starter*..... 79
TABELA 25. Valores de L* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* ao longo dos 60 dias de vida-de-prateleira..... 82
TABELA 26. Valores de a* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* ao longo dos 60 dias de vida-de-prateleira..... 83

TABELA 27. Valores de b* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* ao longo dos 60 dias de vida-de-prateleira..... 85
TABELA 28. Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias) 92
TABELA 29. Contagem de microrganismos anaeróbios sulfito redutor (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias)..... 93
TABELA 30. Contagem de coliformes a 45℃ (UFC/g) em butido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias)..... 94
TABELA 31. Contagem de *Escherichia coli* (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias)..... 95
TABELA 32. Contagem de microrganismos esporulados (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias)..... 96
TABELA 33. Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias)..... 98
TABELA 34. Contagem total de mesófilos (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias)..... 99

LISTA DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1. Esquema da ação do nitrato em produtos cárneos curados..... 20
FIGURA 2. Reação do ácido nitroso em um sistema cárneo..... 21
FIGURA 3. Conversões da mioglobina na superfície da carne..... 23
FIGURA 4. Mudanças químicas da mioglobina durante a reação de cura..... 24
FIGURA 5. Mistura pré-fermentada..... 39
FIGURA 6. Distribuição dos provadores que participaram do teste de aceitação de embutido cozido de peru com redução de sódio por idade..... 57
FIGURA 7. Histograma de aceitação das notas de impressão global das formulações com redução de NaCl avaliadas no teste de aceitação..... 59
FIGURA 8. Divisão por notas de impressão global das formulações com redução de NaCl avaliadas no teste de aceitação..... 59
FIGURA 9. Histograma de aceitação de sabor para as formulações com redução de NaCl avaliadas no teste de aceitação..... 60
FIGURA 10. Divisão das notas por sabor das formulações com redução de NaCl avaliadas no teste de aceitação..... 61
FIGURA 11. Histograma de notas de gosto salgado ideal das formulações com redução de NaCl..... 62
FIGURA 12. Distribuição de notas relativas ao atributo de gosto salgado em relação ao ideal das formulações com redução de NaCl..... 62
FIGURA13. Teores de nitrito de sódio residual das formulações de embutido cozido de peru redução de sódio e substituição de nitrito de sódio ao longo da vida-de-prateleira..... 75
FIGURA 14. Valores de nitrito de sódio em produtos emulsionados tipo salsicha cozida armazenados a 2ºC..... 76
FIGURA 15. Comparação dos valores de L* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* fatiadas e expostas a luz e refrigeração de 8℃ du rante 8 horas..... 87
FIGURA 16. Comparação dos valores de a* de embutido cozido de peru com

redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* fatiadas e expostas a luz e refrigeração de 8℃ du rante 8 horas..... 88
FIGURA 17. Comparação dos valores de b* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* fatiadas e expostas a luz e refrigeração de 8℃ du rante 8 horas..... 89

RESUMO

No desenvolvimento de produtos cárneos com apelos saudáveis, a redução de sódio e a substituição de nitrito de sódio são relevantes estratégias a serem implementadas pela indústria de processamento. Embora, já seja possível encontrar em alguns mercados produtos cárneos com redução de sódio, a produção desses itens com aceitação sensorial e desempenho tecnológico ainda é um grande desafio. Este trabalho tem o objetivo de avaliar a influência da redução de cloreto de sódio e a substituição do nitrito de sódio por extrato vegetal em embutidos cozidos de peru. Cloreto de potássio foi utilizado para substituir total ou parcialmente cloreto de sódio combinado com um mascarador comercial de sabor amargo nas formulações estudadas. Na pesquisa de substituição de nitrito de sódio em embutido cozido de peito de peru, extrato vegetal de aipo foi aplicado como fonte de nitrato e cultura *starter* como fonte redutora. Os níveis de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio avaliados foram: 25%, 50% e 75%. Na primeira etapa do trabalho avaliou-se a redução de cloreto de sódio com foco nos atributos sensoriais. De acordo com testes afetivos de Diferença do Controle e de Aceitação, foi possível concluir que a redução de 25% de NaCl é possível de ser realizada sem afetar a aceitação do produto. Na segunda etapa, avaliou-se o processo de fabricação mais indicado para aplicação do extrato de aipo e cultura *starter* como substitutos do nitrito de sódio. Finalmente, na terceira etapa foram elaboradas formulações com substituição de NaCl por KCl e mascarador de sabor amargo (25%, 50% e 75% de substituição) com adição de nitrito de sódio e com substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo, como fonte de nitrato, e cultura *starter*, como fonte redutora. Estudou-se a estabilidade dessas formulações ao longo de 60 dias de armazenagem à temperatura de 4℃, através de determinações físico-químicas, instrumentais, sensoriais e microbiológicas. Observou-se que todas as formulações mantiveram-se estáveis ao longo dos 60 dias em relação aos parâmetros físicos e oxidação lipídica. Os produtos com substituição de nitrito de sódio mostraram um tendência de aumento de intensidade de coloração amarela mais acentuada do que os produtos com adição de cloreto de sódio. A análise sensorial demonstrou que não houve efeito significativo da redução do NaCl sobre atributos gosto salgado e sabor. Em

relação à estabilidade microbiológica, todas as formulações apresentaram resultados similares e considerados aceitáveis em relação às normas de legislação. A condução desse trabalho permitiu a elaboração de um embutido cozido de peru com redução de sódio e substituição de nitrito de sódio por uma fonte natural de nitrato com resultados que garantem a viabilidade tecnológica dessa reformulação promovendo apelos mais saudáveis para essa categoria de produto cárneo.

ABSTRACT

During developing meat products with healthy appeal, sodium reduction and replacement of sodium nitrite are important strategies to be implemented by the processing industry. Products with reduced sodium can be found in markets stores, although, the production of these goods with sensory acceptance and technological performance is still a great challenge. This study aims to evaluate the effect of reducing sodium chloride and the replacing sodium nitrite by celery extract in cooked turkey breast. Potassium chloride and a bitter taste masking were selected as a sodium chloride replacer, and celery extract and starter culture as substitute of sodium nitrite and reduction agent respectively. The replacement levels of sodium chloride by potassium chloride were evaluated at: 25%, 50% and 75%. At first stage of the study sodium reduction was evaluated with a focus on sensory attributes. According to sensory evaluation, it was concluded that the reduction of 25% NaCl can be accomplished without affecting product acceptance. In the second step, manufacturing process was asset for application of the extract of celery and starter culture as substitutes for sodium nitrite. Finally, the third phase were prepared formulations with replacement of NaCl by KCl and bitter mask taste (25%, 50% and 75% replacement) with the addition of sodium nitrite and sodium nitrite substitution for celery extract, as a source of nitrate and starter culture, such as source reduction. The stability of formulations were evaluated over 60 days of storage at 4 °C, through physical-chemical determinations, instrumental, sensory and microbiological. Through the analytic determinations showed that all formulations were stable over the 60 days. The instrumental analysis (determination of color throughout the period of shelf-life of sliced and products exposed to light) showed a trend of replacing products with sodium nitrite present intensity of yellowish sharper than the products with added sodium chloride, and the sensory analysis showed that the effect of reduction of NaCl did not alter this sensory attribute. Regarding microbiological stability, all formulations showed similar results and considered

acceptable. The conduct of this work allowed the preparation of a built-cooked turkey with sodium reduction and replacement of sodium nitrite by a natural source of nitrate with results that promote healthier appeals to this category of meat product.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação dos consumidores com saúde e segurança dos produtos alimentícios aumenta cada vez mais (HOFFMAN; WIKLUND, 2006) pela constante divulgação da relação entre a dieta e a saúde (ARIHARA, 2006). Além disso, o padrão de consumo muda significativamente a cada comprovada descoberta científica. Esse tema tem sido frequentemente abordado nas conferências ao redor do mundo com ênfase sobre o consumidor do futuro e as tendências de consumo de alimentos (GRUNERT, 2006). A dieta, embora não seja o único, é o fator mais importante que afeta a saúde e o bem estar dos consumidores (JIMÉNEZ-COLMENERO; CARBALLO & COFRADES, 2001).

Além da conscientização dos consumidores, órgãos governamentais alertam sobre os riscos da ingestão de alguns nutrientes, como maneira de reduzir o risco de doenças, e relacionam o seu excesso com problemas de saúde. Segundo dados do Ministério da Saúde do Brasil, as doenças do sistema circulatório constituem-se a primeira causa de morte no país, além de representarem um alto número de internações no Sistema Único de Saúde, significando grandes gastos para o Governo (BRASIL, 2008).

A carne e seus derivados são frequentemente associados com uma imagem negativa quando o tema são alimentos saudáveis. Embora seja uma importante fonte de nutrientes como proteínas, ferro e algumas vitaminas, contêm, em sua maioria, altos teores de gordura, sódio e conservantes como nitrito de sódio (BIESALSKI, 2005). Esses nutrientes e aditivos são frequentemente relacionados com problemas de saúde como aumento da pressão arterial. doenças cardíacas e até mesmo com alguns tipos de câncer.

A hipertensão arterial é considerada um problema de saúde pública por sua magnitude, risco e dificuldade no seu controle. É também reconhecida como um

dos mais importantes fatores de risco para o desenvolvimento do acidente vascular cerebral e infarto do miocárdio. Segundo Dickinson & Havas (2007) o nível de pressão sanguínea aumenta com a idade da população e está diretamente relacionada com o consumo de sódio. Jiménez-Colmenero; Ayo; Carballo, (2005) relatam doenças cardíacas como a principal causa de morte em países desenvolvidos.

Segundo Demeyer; Honikel; Smet (2008) existe uma forte associação entre consumo de produtos cárneos e risco de câncer. Ferguson (2009) relata que o consumo de produtos cárneos curados está associado à incidência de câncer de colo-retal devido à presença de nitrito de sódio em suas formulações. Sendo assim, os valores nutricional e gastronômico desses produtos podem ser prejudicados pelos relatos de doenças relacionadas ao seu consumo (DEMEYER; HONIKEL; SMET, 2008).

Frente a esse cenário, para a indústria de carnes a inovação e reformulação de seus produtos, tornando-os mais saudáveis, representa uma estratégia de sobrevivência nesse mercado emergente (GRUNERT, 2006). Existem algumas propostas para o desenvolvimento de produtos cárneos mais saudáveis como redução do teor de gordura, modificação do perfil lipídico, redução de colesterol, sódio, nitrito de sódio e incorporação de ingredientes funcionais (ARIHARA, 2006). Porém, quando o assunto é reformulação de produtos cárneos com foco em saúde, diversas barreiras tecnológicas devem ser vencidas, uma vez que o nitrito de sódio, cloreto de sódio e gordura possuem papéis fundamentais para a fabricação desses produtos e são relacionados com problemas de saúde.

O nitrito de sódio tem um papel extremamente importante na conservação de um produto cárneo. Sebranek & Bacus (2007) descrevem os mecanismos de ação do nitrito de sódio como agente conservador atuando na inibição do crescimento de microrganismos anaeróbios e como agente de cor e de sabor

conferindo propriedades sensoriais características de um produto curado. Com isso, para a sua redução deve ser avaliada a segurança microbiológica do produto. Uma alternativa recentemente sugerida para a redução e substituição do nitrito de sódio adicionado aos produtos cárneos é a utilização de fontes naturais de nitrato de sódio.

Segundo Sebranek & Bacus (2007) produtos naturais e não curados ("*uncured*") são uma grande tendência de mercado em países como os Estados Unidos. Nesses produtos utilizam-se ingredientes naturais e fontes naturais de nitrato de sódio como substituto do nitrito de sódio. Diversos estudos demonstram que os consumidores preferem alimentos orgânicos e naturais, pois relacionam pesticidas, antibióticos, hormônios e conservantes químicos com os produtos convencionais e estão dispostos a pagar um valor maior por produtos naturais e orgânicos, pois acreditam que esses componentes com propriedades tóxicas não estão presentes.

O cloreto de sódio é um ingrediente fundamental para a fabricação de um produto cárneo (RUUSUNEN, et al. 2005). Sua importância se deve às suas propriedades tecnológicas como capacidade de retenção de água, capacidade de formar emulsão, agente de sabor e textura e suas propriedades de conservação. Existem diversas alternativas estudadas para redução do teor de sódio como a substituição do cloreto de sódio por outros sais como o cloreto de potássio (DESMOND, 2006). Porém, alguns impactos negativos podem surgir com essa substituição como a alteração das características funcionais e sensoriais do produto.

A gordura, por sua vez, também é responsável por propriedades tecnológicas e sensoriais em um produto cárneo. Realça o sabor, melhora a textura e auxilia na formação de emulsão e na retenção de água dos produtos (COLMENERO, 2000). Uma alternativa à substituição de gordura é a utilização de

matérias-primas com menor teor de gordura e com perfil lipídico mais favorável. A utilização de matérias-primas com menor teor de gordura saturada e maior teor de gordura monoinsaturada e poliinsaturada que auxiliam na redução do colesterol LDL, pode ser uma alternativa para a indústria (FERREIRA, et al. 2000). A carne de peru apresenta baixo teor de colesterol e alto teor de ácidos graxos polinsaturados (BAGGIO; MIGUEL; BRAGAGNOLO, 2005), sendo uma opção para quem busca um perfil de ácidos graxos mais favoráveis. Isso justifica o crescimento do mercado de produtos de carne de peru.

Para a indústria de produtos cárneos, a reformulação de seus produtos com foco na redução de sódio e a substituição de nitrito de sódio não significa apenas a substituição desses ingredientes. É muito mais complexo, pois outras características de qualidade como sabor, textura, conservação são afetadas com essa redução. Portanto é um trabalho bastante desafiador tornar um produto cárneo mais saudável em relação ao teor de sódio e de nitrito de sódio sem alterar suas propriedades tecnológicas, seus atributos de qualidade e a segurança.

O presente trabalho tem como proposta estudar a reformulação de um produto cárneo embutido cozido de peru com redução do teor de cloreto de sódio e a substituição do nitrito de sódio focando as implicações nas propriedades tecnológicas e microbiológicas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Estudar a influência da redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal em embutido cozido de peru sobre suas propriedades físico-químicas e microbiológicas.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar as características físico-químicas e sensoriais de embutido cozido de peru com diferentes níveis de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

- Definir os procedimentos tecnológicos de fabricação de embutido de peru com utilização de extrato vegetal como fonte de nitrato e cultura *starter* como fonte redutora em substituição ao aditivo nitrito de sódio.

- Avaliar as propriedades físico-químicas e sensoriais de embutido de peru elaborado com adição de extrato vegetal como fonte de nitrato como substituto de nitrito de sódio e redução de sal.

- Avaliar a estabilidade microbiológica e oxidação lipídica de embutido de peru com redução de sódio e sem adição de nitrito de sódio em estudos de vida de prateleira.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Principais tendências na reformulação de produtos cárneos

A carne e seus derivados são essenciais na alimentação humana e as propriedades sensoriais, nutricionais, segurança, preço e conveniência são características importantes para seu consumo (GRUNERT, 2006; JIMÉNEZ-COLMENERO; CARBALLO; COFRADES, 2001). Constituem-se em uma importante fonte de proteína animal com aminoácidos essenciais (VALSTA; TAPANAINEM; MANNISTO, 2005), de vitaminas e minerais, mas também possuem elevados teores de gordura, ácidos graxos saturados, colesterol, etc. (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007) que atuam nos processos energéticos do metabolismo humano (BIESALSKI, 2005).

Os produtos cárneos, em geral apresentam altos teores de sódio, conservantes químicos e muitas vezes altos teores de gordura. O sódio é proveniente do cloreto de sódio e outros ingredientes como os conservantes químicos que são adicionados às formulações dos produtos devido à sua importância tecnológica. Os elevados teores de gordura ocorrem pelo fato desse componente estar presente em grandes proporções em cortes cárneos industriais para processamento presente na carne e por ser adicionada às formulações para conferir atributos sensoriais como textura e melhora de sabor.

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.

Os principais apelos para a reformulação de produtos cárneos, com o objetivo de torná-los mais saudáveis, são redução e/ou substituição de gordura, utilização de matérias-primas com perfil lipídico mais favorável, redução de sódio e redução de aditivos empregados na fabricação dos produtos.

As primeiras formulações de produtos cárneos desenvolvidas com o apelo de redução de gordura tiveram início na década de 90 e apresentaram aceitação sensorial inferior do produto padrão (RESURRECCION, 2003).

A redução de gordura em produtos cárneos pode ser obtida através de boa toalete na matéria-prima, seleção de cortes magros, redução do teor de gordura do animal alterando a composição de sua alimentação ou através da substituição da gordura nas formulações. A eliminação da gordura na matéria-prima é um procedimento bastante simples. Na etapa de refile da carne retira-se a parte gorda do músculo. Esse procedimento, em geral implica na elevação de custos na formulação, pois exigem-se cortes mais nobres disponíveis.

A redução da gordura do animal pode ser obtida através da utilização de estratégias de imunização, utilização de hormônios de crescimento entre outras (JIMÉNEZ-COLMENERO; CARBALLO; COFRADES, 2001), nem sempre é uma estratégia de sucesso em curto tempo.

Jiménez-Colmenero (1996) descreve que substituição de gordura por ingredientes específicos é bastante utilizada e o produto final apresenta características similares ao tradicional. Esses ingredientes tornaram mais viável a fabricação de produtos com menores teores de gorduras. Muitos deles têm propriedades extensoras nas formulações.

Atualmente existem diversos ingredientes disponíveis no mercado com essa função. Os amidos e amidos modificados, os hidrocolóides como a carragena e as fibras são um bom exemplo. Auxiliam a formação da estrutura do alimento com redução de gordura diminuindo os efeitos negativos sobre a textura e no sabor (BARRETTO, 2007).

As fibras dietéticas são outros ingredientes amplamente utilizados em produtos cárneos. Entre as principais fontes descritas na literatura estão as derivadas de soja, maçã, trigo, chicória, etc, que podem ser adicionadas a formulações de produtos cárneos atuando como ingredientes funcionais e substitutos de gordura (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007).

Outra alternativa para promover apelos de consumo mais a utilização de matérias-primas com melhor perfil de gordura. Isso é possível, através da seleção genética, alimentação, condições de crescimento do animal entre outras (JIMÉNEZ-COLMENERO; CARBALLO; COFRADES 2001). A utilização de suplementação alimentar animal permite a criação de animais com menor teor de gordura corpórea e técnicas de alimentação animal proporcionam a adição de vitaminas, antioxidantes na ração resultando em uma carne mais saudável.

Dentre as matérias primas selecionadas pela indústria de carnes com apelos mais saudáveis, a carne de peru é uma das mais utilizadas e apresenta alto valor nutricional (ZORBA & KURT, 2006). Por essa razão, os consumidores incorporam a carne de peru e os produtos industrializados produzidos com essa matéria-prima em sua dieta devido ao baixo teor de gordura (FERREIRA et al., 2000). Com isso o consumo mundial de carne de peru cresceu 10% de 1997 a 2002. Isso se deve aos baixos níveis de colesterol, gordura total e ácidos graxos saturados (BAGGIO; MIGUEL; BRAGAGNOLO, 2005).

Estudos demonstram que produtos industrializados de peito e sobre-coxa de peru apresentam em média 34,7% de ácidos graxos saturados, 38,2% de ácidos graxos insaturados e 25,6% de ácidos graxos poiinsaturados (FERREIRA et al., 2000), sendo assim uma alternativa para consumidores que buscam dietas com redução de gordura e de calorias (MILLER & HOLBEN, 1999).

A redução do teor de cloreto de sódio nos produtos cárneos pode ser obtida pela eliminação de parte do cloreto de sódio adicionado e da substituição de parte do cloreto de sódio por outro sal (TERRELL, 1983). Atualmente, existem vários substitutos para o cloreto de sódio, sendo o cloreto de potássio o mais utilizado. De acordo com Muguerza et al. (2004) diversos estudos vem sendo conduzidos substituindo o NaCl por KCl, MgCl, LiCl e $CaCl_2$ em diferentes concentrações e analisam os efeitos nas características sensoriais dos produtos.

Segundo Ruusunen & Puollane (2005), esses sais conferem ao produto sabor metálico desagradável. PASIN et al. 1989, estudaram a substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio em salsichas de carne suína e a aceitação sensorial foi significativamente inferior ao controle. Segundo Desmond (2006) é possível substituir 50% do cloreto de sódio por cloreto de potássio em presuntos cozidos sem comprometer a aceitação sensorial do produto.

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 são 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. Os apelos de alimento natural, orgânico e não curado ocorre amplamente em países como os Estados Unidos e a Europa (SEBRANEK & BACUS, 2007).

De acordo com Food Standards and Labeling Policy Book (USDA, 2005) um produto cárneo pode ser classificado como natural se não contiver nenhum aromatizante ou corante artificial, conservante químico, ingredientes artificiais ou sintéticos e se os produtos e os ingredientes forem minimamente processados.

Segundo Code of Federal Regulations (2005) todo produto que contempla a utilização de nitrito e/ou nitrato de sódio quando elaborado sem esses ingredientes deve utilizar em sua rotulagem o nome do produto seguido da expressão "*uncured*" ou não curado.

Além das estratégias citadas acima os produtos cárneos podem ser adicionados de ingredientes funcionais para conferir aspectos mais saudáveis (VANDENDRIESSCHE, 2008). O emprego da proteína de soja em produtos cárneos é um bom exemplo. Segundo Jiménez-Comenero; Carballo; Cofrades (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.

3.2. Redução de sódio em produtos cárneos

Recentemente recomenda-se a redução de ingestão de sódio devido à correlação entre altos níveis desse elemento com a hipertensão arterial (GUÀRDIA, et al., 2006). A principal fonte de sódio na dieta é o cloreto de sódio. Recomenda-se a ingestão de no máximo 6 g de cloreto de sódio por dia (DESMOND, 2006) o que é um grande desafio a ser mantido no consumo de produtos industrializados, os quais são os principais responsáveis pelo consumo de sódio de um indivíduo. A organização Mundial da Saúde preconiza uma recomendação de 5g de sal por dia, restringindo ainda mais seu consumo.

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

Em produtos cárneos, o cloreto de sódio não é a única fonte de sódio presente nas formulações. Ingredientes como nitrito e nitrato, eritorbato, ascorbato, fosfatos, lactato de sódio são essenciais para a fabricação dos produtos e contribuem para o teor total de sódio. O cloreto de sódio, ingrediente com maior concentração de sódio, possui características funcionais essenciais para a fabricação de produtos cárneos. Atua como conservante, interage com as proteínas da carne aumentando a capacidade de retenção de água e de formar emulsão, além de contribuir para o sabor e para a cor dos produtos (ARMENTEROS, et al., 2009).

A principal barreira para a substituição do cloreto de sódio em produtos cárneo é que este é o ingrediente mais barato disponível no mercado, os consumidores estão acostumados com o sabor salgado dos alimentos processados, além das propriedades tecnológicas e sensoriais mencionadas (DESMOND, 2006). Além disso, o principal substituto do NaCl empregado na indústria de carnes, o KCl apresenta sabor amargo e metálico, característica tal que limita sua utilização (GUÀRDIA, et al., 2006). Segundo Alino et al. (2009), tanto o KCl quanto o $CaCl_2$ e o $MgCl_2$, também estudados como substitutos do NaCl, conferem sabor amargo, metálico e adstringente além de reduzirem a percepção de sabor salgado quando usados em altas quantidades. Desmond (2006) relata que a utilização de mascaradores de sabor e realçadores de sabor salgado são alternativas para mascarar os efeitos indesejados da substituição do NaCl por outro sal.

Quando se trata de extração das proteínas miofibrilares a substituição se torna muito mais difícil. O cloreto de sódio é adicionado na formulação dos

produtos cárneos para melhorar a capacidade de retenção e de ligação de água (PUOLANNE; RUUSUNEN; VAINIONPÄÄ, 2001). O efeito do cloreto de sódio sobre as proteínas da carne é devido a forte interação e ligação do íon sódio com essas proteínas. Ruusunen & Puollane (2005), descreve a repulsão entre as proteínas miofibrilares, devido à presença do cloreto de sódio. Essa repulsão proporciona o intumescimento da proteína aumentando, portanto a capacidade de retenção de água e de formação de emulsão.

Para a indústria de processamento de carne a redução de sódio é um grande desafio tecnológico devido a importância da funcionalidade principalmente do cloreto de sódio para fabricação de seus produtos.

3.2.1. Funções do cloreto de sódio em produtos cárneos

O cloreto de sódio é um ingrediente amplamente empregado na indústria de processamento de carne devido suas propriedades funcionais que são indispensáveis para a fabricação desses produtos. É considerado desde longo tempo como o ingrediente chave para a fabricação de produtos cominuidos (KNIPE; OLSON; RUST 1985). É empregado como agente saborizante e realçador de sabor e é também responsável por propriedades de textura de carnes processadas (DESMOND, 2006).

a.) Conservação

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).

Entretanto em altas concentrações, o cloreto de sódio acelera o processo de oxidação lipídica de carne vermelhas e de aves pelo aumento da taxa de metamioglobina promovendo descoloração da carne (RHEE & ZIPRIN, 2001).

A salga da carne é empregada como uma etapa preliminar, em alguns casos, à defumação, secagem e cozimento de produtos cárneos. Esta etapa melhora a textura o sabor e a vida-de-prateleira dos produtos processados (VILLACÍS; RASTOGI; BALASUBRAMANIAM, 2008). Com a adição de cloreto de sódio reduzem-se a atividade de água dos produtos, auxiliando o controle do crescimento de microrganismos (CREHAN; TROY; BUCKLEY, 2000).

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.

Em produtos fermentados como salame, a redução da atividade de água é resultante da utilização de altas concentrações de sal e a redução do pH ocorre como resultado da fermentação através do desenvolvimento de microrganismos já existentes na carne (VANDENDRIESSCHE, 2008).

Desmond (2006) demonstrou que a redução no teor de sal de 60% para 1,5% resultou em um rápido crescimento a flora microbiana natural de salsichas. Hajmeer et al., (2006) descreve o efeito do cloreto de sódio sobre o crescimento de *Escherichia coli* O157:H7 e *Staphyloccocus aureus*. Em altas concentrações reduz populações dos microrganismos acima através da ação na redução da atividade de água do produto e na força iônica do produto.

Frente às razões acima citadas, deve ser estudado como prioridade, o impacto da redução de cloreto de sódio na conservação e segurança durante todo o prazo de validade considerando as combinações de outros obstáculos à deterioração como por ex., tipo de embalagem, cadeia de frio ao longo de todas as etapas de processo, distribuição e armazenamento no varejo.

b.) Agente de sabor

O sabor dos alimentos é um atributo de qualidade muito importante e decisivo para sua escolha. Na alimentação, a sensação de prazer está diretamente relacionada com o sabor do produto.

A percepção de gosto salgado está relacionada à dieta do indivíduo (VANDENDRIESSCHE, 2008). Quanto maior o consumo diário de cloreto de sódio na alimentação menor a sensibilidade desse indivíduo a percepção do gosto salgado.

A percepção do gosto salgado é produzida através da combinação do cátion Na+ com o ânion Cl e não é apenas uma resposta sensorial. é também um conjunto de processos fisiológicos (RUUSUNEN, et al.,2005; MATTES, 1997).

O cloreto de sódio é um ingrediente essencial para o sabor de produtos cárneos atuando como realçador de sabor (TERRELL, 1983; DESMOND, 2006).

Os consumidores relacionam produtos menos salgados com menor satisfação e isso resulta em menor aceitação (PASSIN, et al., 1989). Ruusunen & Puolanne (2005) descrevem que tanto o cloreto de sódio quanto a gordura contribuem para as propriedades sensoriais dos produtos cárneos, tornando sua redução ainda mais difícil sob o ponto de vista tecnológico e sensorial.

c.) Propriedades tecnológicas

No processamento de produtos cárneos, as propriedades tecnológicas como formação de emulsão, capacidade de retenção de água e formação de gel são fundamentais para a formação da matriz do produto e para as características sensoriais de textura e suculência. Segundo Xiong (2005) a suculência e a textura são consideradas os atributos de qualidade mais importantes para o consumidor.

Como a carne contém aproximadamente 75% de água a capacidade de retenção de água e a capacidade de ligação de água são de extrema importância, pois determinam as características de qualidade, o rendimento das carnes in natura e dos produtos cárneos bem como as características sensoriais dos produtos cozidos (BERTRAM; KRISTENSEN; ANDERSEN, 2004; LESIAK, et al., 1996).

As proteínas da carne influenciam as propriedades tecnológicas dos produtos cárneos através da interação proteína-água, proteína-gordura e proteína-proteína (COFRADES & JIMÉNEZ-COLMENERO, 1998). Elas possuem um papel fundamental na retenção de água de produtos processados (BERTRAM; KRISTENSEN; ANDERSEN, 2004). Seu estado físico-químico influencia a funcionalidade do sistema cárneo (LI & WICK, 2006). São constituídas por proteínas miofibrilares ou proteínas solúveis em sal que são compostas pela miosina (cerca de 54% das proteínas), actina (cerca de 20%) e tinina (cerca de 10%) e são as proteínas funcionais de produtos cárneos processados (UPDIKE, et al., 2005, BÖCKER, et al., 2006).

Em solução aquosa, a miosina é solúvel enquanto a actina apenas sofre intumescimento (STANLEY; STONE; HULTIN, 1994). Em produtos emulsionados as proteínas miofibrilares atuam como agentes emulsificantes melhorando a habilidade de ligar gordura e água, a estabilidade, densidade e viscosidade da

emulsão (ZORBA & KURT, 2006). A miosina é a proteína responsável pelas propriedades de gelatinização e retenção de água de produtos cárneos (UPDIKE, et al., 2005).

Para a fabricação de um produto cárneo emulsionado, o primeiro passo é a extração das proteínas miofibrilares, uma vez que serão responsáveis pelas características finais de qualidade. Essas proteínas estão presentes em três diferentes fases: na matriz protéica, na fase aquosa e no filme protéico que envolve os glóbulos de gordura (GORDON & BARBUT1997).

Alterações químicas e físicas que afetam a estrutura da proteína ocorrem através da solubilização e/ou agregação das proteínas e desidratação do músculo.

O tipo da estrutura formada depende de alguns fatores como: pH, presença de sal e condições de temperatura (BARBUT, 1997). Essas alterações ocorrem através da presença de sais, sendo o cloreto de sódio o mais importante, da elevação da força iônica do sistema, da alteração de pH da carne ou do sistema, da utilização de altas temperaturas e cominuição da carne.

O aumento ou a diminuição do pH da carne ou do sistema resulta em alterações nas cargas das proteínas. A carga das proteínas miofibrilares é alterada através da força iônica que afeta o grau de intumescimento das proteínas (BERTRAM; KRISTENSEN; ANDERSEN, 2004). Segundo Terrel (1983), o aumento do pH aumenta a força iônica resultando na ativação das proteínas. Por essa razão, o pH do músculo tem um papel importante na distribuição dos grupos iônicos nas moléculas da proteína. No ponto isoelétrico, a carga é nula e a capacidade de retenção de água é muito pequena. Com o aumento do pH ocorre o aumento da capacidade de retenção de água das proteínas (BARBUT, 1997).

Sendo assim, o controle das condições das matérias-primas é fundamental na elaboração de um produto cárneo. Quando a matéria-prima apresenta características exsudativas (carne PSE: *pale*, *soft* e *exudative*) seu pH é inferior ao da carne normal e a coloração é pálida (MOLETTE; REMIGNON; BABILÉ, 2003). Nesse tipo de matéria-prima, ocorre a perda dos atributos funcionais e as características dos produtos elaborados com esse tipo de matéria-prima são comprometidas com baixa capacidade de retenção de água (LI & WICK, 2006). Estima-se que cerca de 20% da carne de peru apresenta características PSE (UPDIKE et al., 2005). Segundo Xiong, 2005 o uso de fosfatos aumenta a capacidade de retenção de água da proteína. Isso se deve ao afastamento do pH em relação ao ponto isoelétrico da proteína. Puolanne; Ruusunen; Vaainionpää (2001) descrevem que é possível obter uma máxima capacidade de retenção de água quando o pH do músculo ou do gel de miosina se encontra em 6,0.

A força iônica também é um atributo de grande importância para ser considerado quando se trata de extração das proteínas moifibrilares. Estudos demonstram claramente os efeitos da força iônica na desidratação térmica da miosina e das proteínas do músculo (BÖCKER, et al., 2006). A cominuição de músculos em soluções salina com força iônica de 0,25M resulta em intumescimento da fibra muscular devido a extração das proteínas miofibrilares (UPDIKE et al., 2005).

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).

A ligação entre o cloreto de sódio e as proteínas da carne resulta em aumento das cargas negativas das proteínas (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005). Os íons cloreto penetram nos miofilamentos causando o intumescimento e os íons sódio formam uma camada iônica ao redor dos filamentos (PUOLANNE; RUUSUNEN; VAINIONPÄÄ, 2001). Os grupos polares das cadeias de aminoácidos das proteínas ligam água em sua superfície através da força de Van der Waals. A molécula de água, polar, se orienta para a parte negativa da solução. A parte não polar da cadeia de aminoácidos "força a molécula de água polar causando uma estrutura arqueada ao redor dos grupamentos (RUUSUNEN & PUOLANNE, 2005). Isso proporciona uma repulsão entre os filamentos da molécula de miosina, quebrando o feixe do filamento (DESMOND, 2006).

Em produtos emulsionados ou cominuídos, a solubilização da proteína na fase contínua forma um filme protéico ao redor dos glóbulos de gordura, desse modo a gordura fica retida durante o cozimento (DESMOND, 2006). A estrutura da miofibrila é afetada pela força iônica e pelo pH. Nesses produtos, ocorre a passagem do sistema cárneo do estado de sol para o estado de gel, formando uma rede tridimensional, formada pelas proteínas miofibrilares (LI & WICK, 2006).

Através de eletroforese, observa-se que diferentes sais têm efeitos diferentes na extração da miosina, sendo o NaCl o mais eficaz seguido pelo LiCl e pelo KCl, que apresentou os menores resultados de extração de proteína miofibrilar em pH 7,0 (MUNASINGHE & SAKAI, 2004).

Frente a grande importância do cloreto de sódio para a fabricação de produtos cárneos, o grande desafio da indústria é a obtenção de produtos com

teor reduzido de sódio mantendo inalteradas as propriedades funcionais e sensoriais.

3.3. Substituição de nitrito de sódio e nitrato de sódio em produtos cárneos

Nitrito de sódio é considerado um aditivo essencial em produtos cárneos pelo papel desempenhado como agente de cura conferido pelas propriedades de cor, sabor e conservação. No entanto, vários atributos toxicológicos são atribuídos a esse composto e muitos são os estudos para estabelecer níveis seguros de adição nas formulações cárneas. Al-Shuibi & Al-Abdullah (2002) descrevem que a substituição parcial ou total do nitrito de sódio adicionado aos produtos cárneos é desejável devido aos questionamentos gerados sobre a potencial interação do nitrito e aminas produzindo as nitrosaminas. Serão descritos a seguir, tópicos relativos ao papel do nitrito de sódio e requerimento necessários para sua substituição em produtos cárneos.

3.3.1. Funções do nitrito de sódio em produtos cárneos

O uso do nitrito e nitrato de sódio em produtos cárneos é expresso como cura e é empregado desde a antiguidade como uma maneira de conservar esses produtos. No século XIX, pesquisadores descobriram que alguns sais conservavam melhor as carnes a ainda conferiam coloração rosada (HONIKEL, 2008). Porém apenas a partir século XX é que o nitrito foi investigado como um ingrediente fundamental para o processo de cura (SHAHIDI & PEGG, 1995). Segundo Honikel (2008), somente após 1914 foi demonstrado que o ânion do nitrito, o ácido nítrico (HNO_2) ou o óxido nítrico (NO) que reage com a mioglobina, conforme Figura 1.

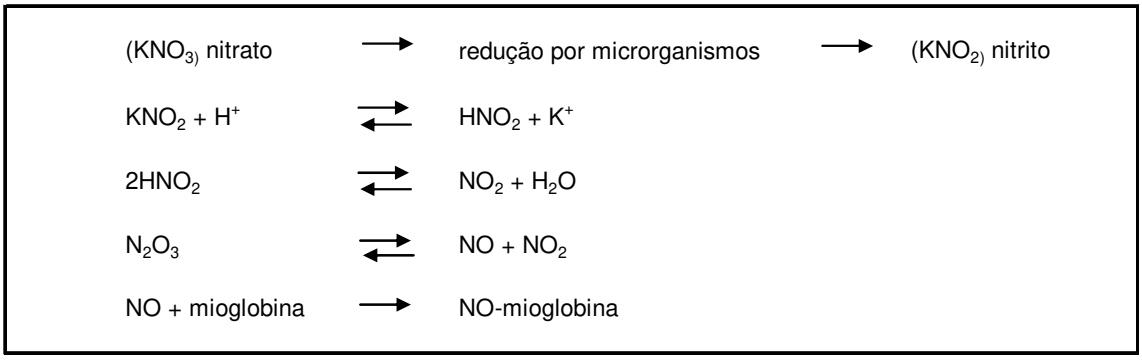

Figura 1. Esquema da ação do nitrato em produtos cárneos curados
Fonte: HONIKEL, 2008.

O nitrito, além de ser responsável pela reação de cura, possui diversas funções em um produto cárneo. Atua como agente de cor, agente de sabor e como conservante, inibindo o crescimento do *Clostridium botuninum* (NAKAMURA & NAKAMURA, 1996; GOTTERUP et al. 2007; MANCINI & HUNT, 2005; HONIKEL, 2008; ZARRINGHALAMI; SAHARI; HAMIDI-ESFEHANI, 2008; LINDSTRÖM; KIVINIEMI; KORKEALA, 2006; AKHTAR et al. 2009). Apresenta, também, propriedades antioxidantes retardando a deterioração do sabor e odor de produtos cárneos curados (SHAHIDI & PEGG, 1995).

Os níveis de adição de nitrito de sódio em produtos cárneos variam de acordo com regulamentações e também de acordo com o resultado que se espera do produto, por exemplo em produtos de cura longa, como salames, é necessária a adição de nitrato e nitrito de sódio, em produtos com baixa atividade de água a quantidade de nitrito adicionada será menor do que em produtos de elevada ou atividade de água intermediária.

Nos Estados Unidos, desde da década de 90, o teor máximo permitido de adição de nitrito de sódio em produtos cárneos é de 156 mg/kg (CASSENS, 1997). No Brasil, segundo a Portaria nº1.002, de 11 de dezembro de 1998

(BRASIL,1998) o nível máximo de nitrito de sódio residual em um produto cárneo cozido é de 150 mg/kg.

a.) Mecanismo de ação do nitrito de sódio

O mecanismo de ação do nitrito é descrito na Figura 2 (Honikel, 2008). Se o nitrito for adicionado diretamente na carne pode ser facilmente solubilizado em pH ao redor de 5,5. O nitrito pode reagir com a água e através de duas moléculas de HNO_2 (ácido nítrico) resultam uma molécula de HNO_2 e uma de HNO_3 (ácido nitroso). Por outro lado, uma molécula de NO (óxido nítrico) pode ser facilmente oxidada a NO_2 (óxido nitroso) na presença de oxigênio, conforme demonstrado na Figura 2.

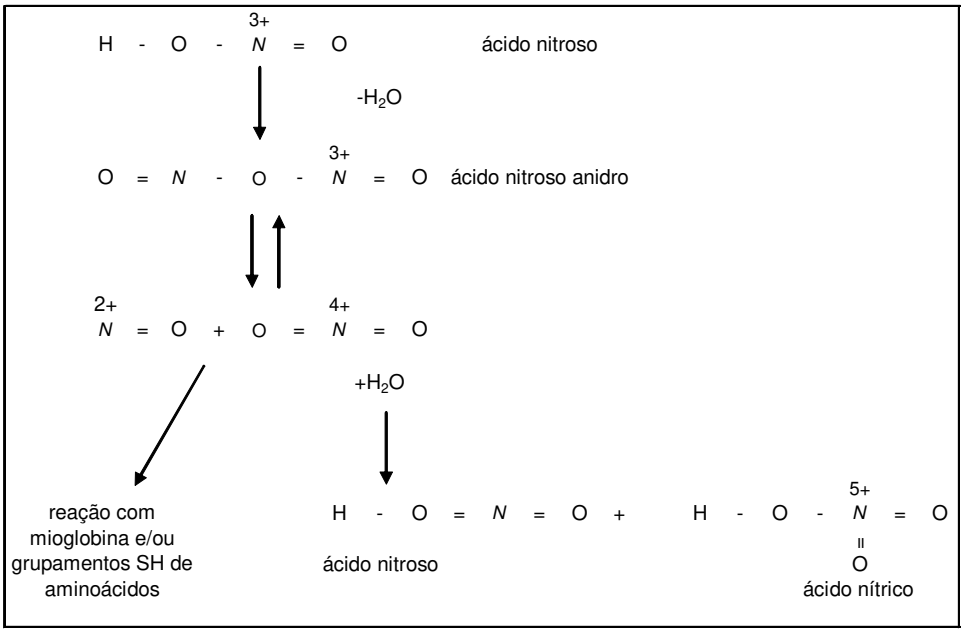

Figura 2. Reação do ácido nitroso em um sistema cárneo

Fonte: HONIKEL, 2008.

Conforme Figura 2 e segundo Sebranek & Bacus (2007) o nitrito é um componente altamente reativo e pode ser convertido em uma grande variedade de compostos na carne, incluindo ácido nitroso, óxido nítrico e nitrato.

b.) Agente de cor

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 mioglobina sofre alterações de acordo com o meio em que está exposta. Dependendo da concentração de oxigênio pode resultar em oximioglobina (coloração vermelho brilhante), metamioglobina (coloração marrom) e até mesmo carboximioglobina, quando em contato com monóxido de carbono, conforme Figura 3. A forma de oximioglobina não é estável a altas temperaturas (HONIKEL, 2008).

Os três estados da mioglobina (a mioglobina, oximioglobina e metamioglobina), ocorrem juntos na carne. No animal vivo a metamioglobina aparece muito pouco, porém aumenta com o pós-mortem (HONIKEL, 2008).

Com a adição de nitrito na carne, ocorrem outras reações com a mioglobina, formando a coloração característica de produtos curados.

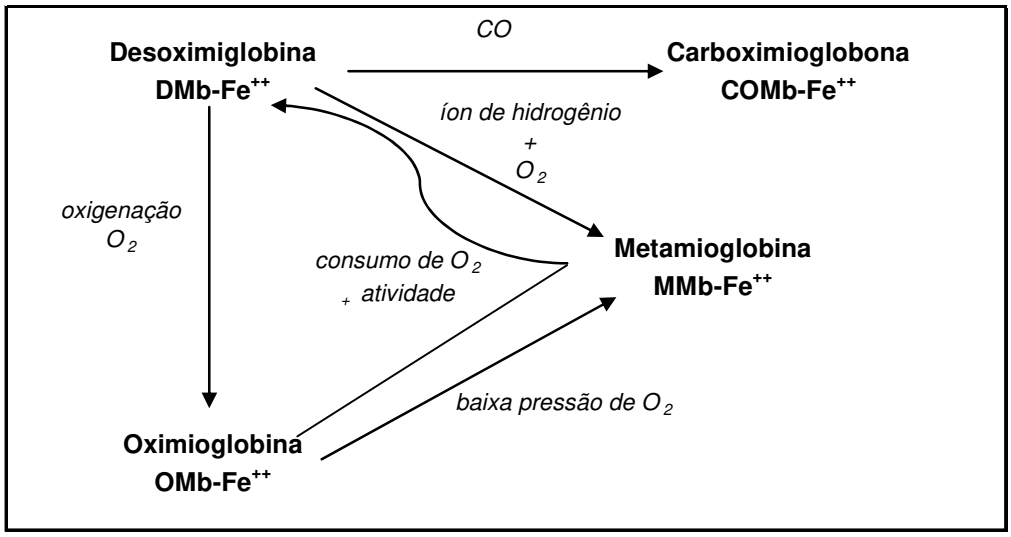

Figura 3. Conversões da mioglobina na superfície da carne.

Fonte: MANCINI & HUNT, 2005.

Observando a Figura 4 percebe-se que o nitrito não age diretamente na carne. O óxido nítrico é o agente que reage com os pigmentos da carne. A formação do óxido nítrico é facilitada através da presença de agentes redutores como os ascorbatos, conforme já demonstrado na Figura 2.

Em meio redutor ou na presença de enzimas, o Fe^{3+} presente na mioglobina se reduz a Fe^{2+}, através da ação de agentes redutores ou através da ação de enzimas. O óxido nítrico se liga a mioglobina (Fe^{2+}) formando o pigmento nitrosomioglobina que é termo-resistente (HONIKEL, 2008). Quando aquecida a proteína é desnaturada, porém o pigmento nitrosohemocromo não é destruído e continua sendo encontrado em produtos cárneos submetidos a tratamentos térmicos de até 120ºC (CORREIA, 2008).

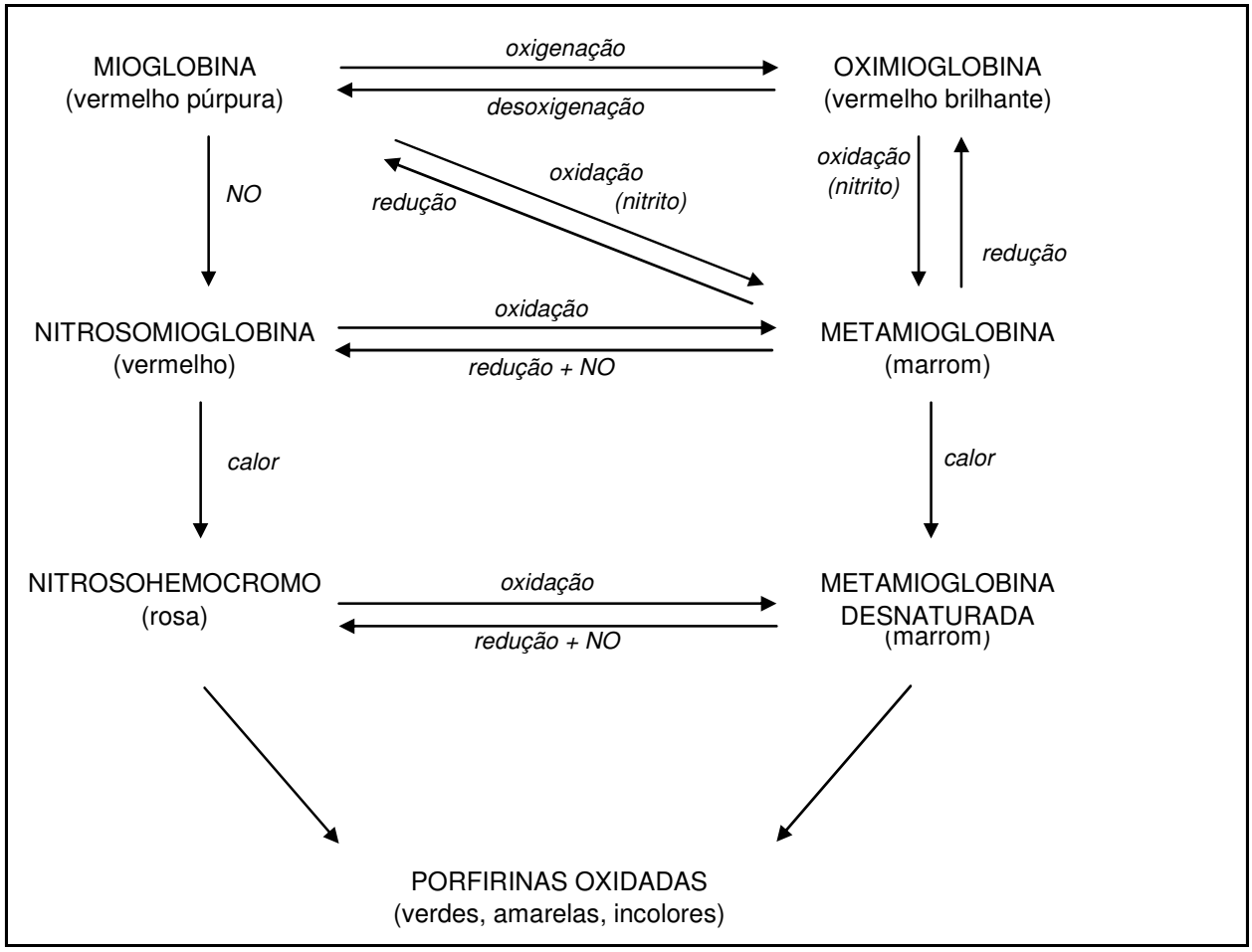

Figura 4. Mudanças químicas da mioglobina durante a reação de cura.
Fonte: KRAMLICH, PEARSON, TAUBER, 1973.

c.) Ação conservante

Há muitos anos, o nitrito é reconhecido como conservante e atua na inibição do crescimento de microrganismos (HONIKEL, 2008; SEBRANEK & BACUS, 2007). O grau de proteção que confere ao produto cárneo curado depende da contaminação inicial do produto ou da carne, do teor de nitrito residual, do tempo e temperatura de exposição do produto (SHAHIDI & PEGG, 1995). Apresenta ação bactericida principalmente na inibição da formação de

esporos de *Clostridium bo*tulinum e na formação de suas toxinas (ZHANG, KONG, XIONG, 2007). Atua também no crescimento de esporos de bactérias aeróbias (SHAHIDI & PEGG, 1995) e de outros microrganismos como a *Listeria monocytogenes* (SEBRANEK & BACUS, 2007).

A ação como um agente anti-botulínico é dependente de diversos fatores externos como pH, concentração de cloreto de sódio, teor de ferro e agentes redutores. Alguns estudos revelam que o óxido nítrico e o ácido nitroso podem ser os responsáveis pelo efeito antimicrobiano do nitrito (SEBRANEK & BACUS, 2007).

O *Clostridium botulinum* é uma bactéria anaeróbia Gram-positiva que, em condições ótimas de crescimento pode formar esporos termo-resistentes, além de tolerar altas concentrações de cloreto de sódio e tem como limitante de pH a faixa de 4,3 – 4,5, o que não ocorre num produto cárneo cozido e embutido (LINDSTRÖM, KIVINIEMI, KORKEALA, 2006).

Sua toxina é extremamente perigosa e na maioria das vezes letal (AKHTAR et al., 2009), o que faz seu controle fundamental para a garantia da segurança de um produto cárneo.

A decisão de substituir ou reduzir o nitrito de sódio em um produto cárneo deve ser muito bem avaliada a fim de serem encontradas alternativas que não afetem a segurança do produto, inclusive quando o mesmo é exposto a situações de abuso (SHAHIDI & PEGG, 1995).

d.) Propriedades antioxidantes e agente de sabor

O sabor da carne curada é resultado de sensações de efeito acumulativo de diversos componentes. Segundo Shahidi & Pegg (1995) o sabor de cura pode ser

dividido em duas principais áreas nomeadas de evolução sensorial do sabor através do nitrito e a identificação de compostos voláteis e não voláteis responsáveis pelo sabor característico da carne curada.

A oxidação lipídica é uma das principais causas de perda de qualidade de carnes e produtos cárneos ao longo da vida-de-prateleira (WALSH et al., 1998). Os componentes lipídicos da carne cozida, principalmente as membranas fosfolipídicas, que estão altamente presentes em ácidos graxos polinsaturados, são as responsáveis pelo início do desenvolvimento do aroma e odor de ranço (WALSH, et al., 1998; SHAHIDI & PEGG, 1995). A carne de peru, embora apresente baixo teor de gordura, é relativamente rica em ácidos graxos polinsaturados, sendo portanto, bastante susceptível a oxidação lipídica (PIGNOLI, et al. 2009). Além disso, nos produtos processados o elemento ferro, que está presente em moléculas de alto peso molecular (hemoglobina, mioglobina, etc), fica disponível em compostos de baixo peso molecular como os aminoácidos, nucleotídios e fosfatos e atua como um catalisador da reação de oxidação lipídica (MORRISSEY, et al., 1998).

A oxidação lipídica pode gerar compostos como os malonaldeídos, pentanal e hexanal, os quais são conhecidos e correlacionados a defeitos como sabor e odor desagradáveis em produtos cárneos não curados (SHAHIDI & PEGG, 1995).

Os sais de nitrito também apresentam eficiência no retardamento da rancidez oxidativa (WALSH et al., 1998). Com isso, o nitrito auxilia no sabor atuando como agente antioxidante. Sendo assim, umas das diferenças de sabor entre uma carne curada e uma carne não curada pode ser explicada através da ação do nitrito na oxidação lipídica e nos pigmentos heme em carnes (SEBRANEK & BACUS, 2007). A explicação para a ação antioxidante é a facilidade da molécula de NO se oxidar a NO_2 na presença de oxigênio (HONIKEL, 2008).

Segundo pesquisa realizada por Shahidi & Pegg (1995) a eliminação da oxidação lipídica através da cura resulta em maior efeito na percepção de sabor do produto ou da carne, sendo que os produtos com cura apresentam resultados mais satisfatórios.

Sendo assim, além da preocupação com alterações na cor, na conservação de um produto com redução ou substituição do nitrito de sódio deve-se avaliar o aspecto de sabor e de oxidação.

3.3.2. Alternativas para substituição do nitrito de sódio em produtos cárneos

Diversos estudos relacionam a ingestão de nitrito e nitrato de sódio com doenças como câncer. Segundo Al-Shuibi & Al-Abdullah (2002) os problemas relacionados com a ingestão de nitrito de sódio despontaram há 20 anos quando foi reportado que crianças que consumiam mais de doze salsichas por dia tinham nove vezes mais chances de desenvolver leucemia infantil. Murphy et al. (1998) descreveram que o consumo de nitrito por mulheres grávidas aumenta o risco de câncer no cérebro. Jafari & Emam-Djomeh (2007) associaram o consumo de produtos com nitrito de sódio com leucemia e tumores cerebrais em crianças. Recentemente, Demeyer, Honikel, Smet (2008) relacionaram o consumo de produtos cárneos industrializados com câncer no cólon. Ainda que muitos desses estudos sejam rebatidos por falta de mais evidências científicas, o fato é que se acrescenta ainda mais um motivo para afastar os produtos cárneos do conceito saudável.

Frente as implicações do consumo de nitrito de sódio o mercado de alimentos naturais, sem adição de conservantes químicos, cresce em todo mundo e com isso grandes oportunidades são abertas para o processamento de novos produtos cárneos.

Segundo estudo realizado por Jafari & Emam-Djomeh (2007) a tecnologia dos obstáculos pode ser uma alternativa para redução do nível de nitrito adicionado a produtos cárneos sem prejudicar a estabilidade e a segurança do mesmo. Zhang, Kong, Xiong (2007) avaliaram a utilização de bactérias do tipo *Lactobacillus fermentum* como substituto do nitrito de sódio.

Alguns vegetais e especiarias naturais também podem ser utilizados como substitutos de nitrito de sódio em um produto curado. Özcan & Akbulut (2007) avaliaram o teor de nitrato de sódio em vegetais e especiarias e mostraram que podem ser uma alternativa ao nitrito de sódio adicionado aos produtos cárneos. Sebranek & Bacus (2007) descreveram o extrato de aipo concentrado como uma rica fonte de nitrato de sódio podendo ser um potente substituto de nitrito. Segundo Gotterup et al. (2007) o nitrato deve ser reduzido a nitrito que deve ser reduzido a óxido nítrico, o agente que participa da reação de cura, o que acontece através da adição de agentes antioxidantes ou através da adição de culturas microbianas.

Quando os extratos naturais são adicionados ao produto cárneo como fonte de nitrato de sódio, existe a necessidade da adição de um agente redutor para reduzir o nitrato adicionado a nitrito e esse por sua vez atuar como o agente de cura. A adição de microrganismos como cultura *starter* é uma alternativa. Segundo Gotterup et, al. (2007) com a adição de bactérias redutoras de nitrito é possível a redução do nitrato a nitrito e consequentemente a óxido nítrico. Bactérias Gram-positivas, não patogênicas são comumente aplicadas como cultura *starter* em carnes e os S*taphylococcus* são um exemplo.

O *Staphylococcus carnosus* pode ser utilizado com agente redutor do nitrato. Sua atividade nitrato-redutase é fortemente melhorada em condições de anaerobiose, embora também apresente atividade em condições de aerobiose (OLESEN, STAHNKE, TALON, 2004). Gotterup et al. (2007) utilizaram o

Staphylococcus carnosus como iniciador da reação de cura em salames fermentados devido a atividade nitrato-redutora que esse microrganismo apresenta. Na Europa misturas de *Staphylococcus carnosus* e o *Staphylococcus xylosus* são amplamente empregadas como cultura *starter* em produtos cárneos fermentados (OLESEN & STAHNKE, 2004). Além de reduzirem o nitrato a nitrito, apresentam um papel importante no desenvolvimento de aroma, odor e cor de produtos fermentados (SIMONOVÁ et al. 2006).

Segundo Tjener et al. (2004) o *Staphylococcus carnosus* e o *Staphylococcus xylosus* são os microrganismos que mais desenvolvem o odor de produto curado e formam o maior nível de 3-metil-butanal. metilcetonas e etil ésteres, quando comparados com outras culturas. A atividade nitrato redutora do *Staphylococcus carnosus* está associada com a degradação de cadeias de aminoácidos de alto valor biológico e a formação de compostos de aroma como aldeídos e ácido que são característicos de produtos curados (OLESEN; STAHNKE; TALON, 2004).

Com base na revisão, observa-se o desafio tecnológico imposto na redução de sal e substituição de nitrito de sódio em produtos cárneos para que sejam garantidas a aceitação sensorial e segurança microbiológica, o que justifica o presente estudo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Descrição das etapas do trabalho

O trabalho foi realizado em três etapas:

1. Elaboração de embutido cozido de peru com diferentes níveis de redução de cloreto de sódio.

2. Utilização de extrato vegetal de aipo como fonte de nitrato para substituição de nitrito de sódio em formulações de embutido cozido de peru.

3. Avaliação da estabilidade físico-química e microbiológica de formulações de embutido cozido de peru com substituição de nitrito de sódio e redução de cloreto de sódio.

4.2. PRIMEIRA ETAPA:

Redução de cloreto de sódio em embutido cozido de peru

Essa etapa teve como objetivo avaliar o efeito da redução de cloreto de sódio sobre as propriedades sensoriais de um embutido cozido de peru. Esse produto foi selecionado para conferir propriedades saudáveis em relação às características da matéria prima (carne de peru).

Foram avaliados três níveis de redução de cloreto de sódio (25, 50 e 75%). O substituto de cloreto de sódio selecionado foi o cloreto de potássio e foi empregado um mascarador de sabor amargo nas formulações com cloreto de potássio. Os experimentos foram realizados em duplicata. Para avaliação sensorial foram utilizados os testes de diferença de controle e de aceitação.

4.2.1. Elaboração de embutido cozido de peru

a.) Caracterização da matéria-prima

A matéria-prima utilizada para todos os estudos foi peito de peru sem osso e sem pele, obtido de animais macho e proveniente do Frigorífico Sadia S/A, unidade de Chapecó, com garantia de qualidade assegurada. Para caracterização da matéria-prima foi determinada a composição centesimal através das análises de proteína, umidade e gordura, dos lotes selecionados para os experimentos, em triplicata.

b.) Desenho experimental e formulações

Foram realizadas 4 formulações, sendo uma controle e as demais com substituição de 25% (F1), 50% (F2) e 75% (F3) de NaCl por KCl. As formulações utilizadas para se observar o efeito da redução de cloreto de sódio sobre a aceitação sensorial de embutido cozido de peru são apresentadas na Tabela 1.

Para todos os experimentos utilizaram-se os mesmos lotes de matérias-primas e ingredientes e as instalações piloto da Sadia S/A localizada em São Paulo. Os ingredientes selecionados foram provenientes de empresas fornecedoras de indústrias processadoras de carne. Os condimento e especiarias são compostos por óleos essenciais e resina de especiarias como pimenta vermelha, pimenta preta, coentro, cravo, canela, noz moscada, cuja função é conferir o sabor característico do produto. O mascarador de sabor amargo, um ingrediente comercial da empresa Firmenich, já utilizado por indústrias de alimentos é composto por aromas naturais, maltodextrina de milho, guanilato de dissódio, inosinato dissódico, triglicerídeos de cadeia média (óleo de coco e ou semente de palma) e dióxido de silício, segundo informações do fabricante.

Tabela 1. Formulações dos embutidos de carne de peru com redução de cloreto de sódio (%)

	FC (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
Peito de peru	70,00	70,00	70,00	70,00
Água	24,48	24,27	24,27	24,27
Sal refinado	1,60	1,09	0,58	0,07
Fécula de mandioca	1,00	1,00	1,00	1,00
Proteína isolada de soja	1,00	1,00	1,00	1,00
Açúcar refinado	0,50	0,50	0,50	0,50
Condimento califórnia	0,50	0,50	0,50	0,50
Tripolifosfato de sódio	0,35	0,35	0,35	0,35
Carragena refinada	0,30	0,30	0,30	0,30
Glutamato monossódico	0,20	0,20	0,20	0,20
Eritorbato de sódio	0,05	0,05	0,05	0,05
Nitrito de sódio	0,02	0,02	0,02	0,02
Corante natural carmin de cochonilha	0,01	0,01	0,01	0,01
Cloreto de potássio	-	0,51	1,03	1,53
Marcarador de sabor amargo	-	0,20	0,20	0,20

FC: Formulação controle
F1: Formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio
F2: Formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio
F3: Formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio

c.) Processamento de embutido cozido de peru com substituição de NaCl por KCl

A carne de peru foi descongelada em câmaras de resfriamento com temperatura controlada até atingir temperatura entre 2 e 6℃. Após descongelamento, parte do peito de peru (75% do peso inicial da carne) foi moído em moedor (marca Stelka) em disco de 35 mm e a porção restante (25% do peso inicial da carne) em disco de 5 mm.

A salmoura, água e os demais ingredientes com exceção da carne foi preparada em agitadores (marca Rotostat). Parte do peso da água foi adicionada na forma de gelo com o objetivo de manter a temperatura final da salmoura entre 2 e 6℃.

De acordo com as formulações, a carne de peito de peru e a salmoura foram misturadas em tumbler a vácuo (marca Tecmaq) durante 30 minutos com vácuo.

A manutenção da temperatura ficou entre 6 e 8°C. Após mistura o batter foi embutido em embutideira (marca Handtmann) em tripa artificial plástica previamente hidratada com água a 30°C durante 40 minutos, com calibre nominal de 75 mm, largura plana de 107 mm , espessura de 55 micras, gramatura 60 gm^2, taxa de permeabilidade ao oxigênio a 1 atm, 23°C, 0 % UR = 25 cc/m^2/dia e taxa de permeablidade ao vapor d'água a 37,8°C e 100% UR = 15 g/m^2/dia e foram amarradas nas duas pontas manualmente.

Os produtos embutidos foram acondicionados em gaiolas e encaminhados para cozimento em estufa com temperatura controlada de 76°C e com vapor direto até a temperatura interna atingir 72°C. Após cozimento os produtos foram resfriados em chuveiros com água a temperatura ambiente por 1 hora e acondicionados em câmaras de refrigeração até temperatura interna atingir 8°C. Os produtos foram armazenados em câmaras a 4°C.

4.2.2. Análises físico-químicas e sensoriais das formulações de embutido cozido de peru com redução de NaCl

As propriedades físico-químicas e sensoriais foram avaliadas através das análises citadas abaixo, sendo que as análises físico-químicas foram realizadas no dia 0, ou seja, em até 24 horas após o resfriamento do produto e as análises sensoriais após 15 dias de processamento. As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata. Os métodos estão descritos no item 4.5.

a) atividade de água;
b) % de carboidratos totais;

c) % de cinzas;
d) % de gordura total;
e) pH;
f) % de proteína total;
g) sódio (mg/100g);
h) % de umidade;
i) análise sensorial teste de diferença do controle
j) análise sensorial teste de aceitação.

Para a avaliação sensorial, nos testes de diferença do controle e testes de aceitação, as amostras FC (formulação controle), F1 (formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl), F2 (formulação com 50% de substituição de NaCl por KCl) e F3 (formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl) foram processadas em fatias com 0,9 mm de espessura.

O teste de diferença do controle foi aplicado segundo metodologia descrita por Meilgaard et al. (1999), onde 20 provadores pré-selecionados e treinados para esse tipo de teste receberam, primeiramente, a amostra controle (FC) e a mesma foi fixada como referência com relação aos atributos que foram avaliados, gosto salgado, sabor, maciez e suculência. Após avaliação da amostra controle, cada provador foi encaminhado a cabine de avaliação sensorial onde recebeu a ficha de avaliação, conforme Anexo I.

Nas cabines, analisaram-se as 4 amostras (FC, F1, F2 e F3) codificadas e apresentadas monadicamente e aleatorizadas. Em cada amostra foi avaliado o quão intenso está cada característica com relação a amostra controle. A escala utilizada foi de 1 a 9, sendo:

- Gosto salgado: 9 = extremamente mais intenso que o controle; 7 = moderadamente mais intenso que o controle; 5 = gosto salgado igual ao controle;

3 = moderadamente menos intenso que o controle e 1 = extremamente menos intenso que o controle.

- Sabor: 9 = extremamente mais intenso que o controle; 7 = moderadamente mais intenso que o controle; 5 = sabor igual ao controle; 3 = moderadamente menos intenso que o controle e 1 = extremamente menos intenso que o controle.

- Maciez: 9 = extremamente mais macio que o controle; 7 = moderadamente mais macio que o controle; 5 = maciez igual ao controle; 3 = moderadamente menos macio que o controle e 1 = extremamente menos macio que o controle.

- Suculência: 9 = extremamente mais suculento que o controle; 7 = moderadamente mais suculento que o controle; 5 = suculência igual ao controle; 3 = moderadamente menos suculento que o controle e 1 = extremamente menos suculento que o controle.

Os resultados foram avaliados com base em análise de variância de Teste de Dunnett bilateral.

O teste de aceitação foi conduzido em cabines individuais com iluminação branca. Foram selecionados 37 provadores não treinados, funcionários da empresa que consomem frios de peru pelo menos duas vezes por semana, com idade de 20 a 60 anos.

Os provadores receberam, nas cabines individuais, as fichas de avaliação (Anexo II) e as 4 amostras codificadas, apresentadas monadicamente e aleatorizadas. Em cada amostra foi avaliado:

a.) Impressão “global”: escala hedônica estruturada de 9 pontos (desgostei muitíssimo - gostei muitíssimo);

b.) Aceitação "sabor": escala hedônica estruturada de 9 pontos (desgostei muitíssimo - gostei muitíssimo) e

c.) Escala do ideal "gosto salgado": escala ideal estruturada de 7 pontos (muito menos salgado - muito mais salgado que o ideal).

Os resultados foram analisados através da análise estatística: estatística descritiva, One way ANOVA, Tukey ($p<0,05$).

4.3. SEGUNDA ETAPA:

Utilização de extrato vegetal de aipo como fonte de nitrato para substituição de nitrito de sódio

Nesta etapa estudou-se a viabilidade de substituir o nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo em um produto cárneo definido como embutido cozido de peru. O extrato de aipo em pó (Chr. Hansen®) foi utilizado como fonte natural de nitrato de sódio. Como fonte redutora do nitrato de sódio foi utilizada uma cultura *starter* composta por *Staphylococcus carnosus spp.utilis* e *Staphylococcus carnosus*. As dosagens utilizadas da cultura *starter* e do extrato vegetal de aipo foram sugeridas pelo fornecedor e dois processos de adição foram testados para as condições de processo. Foram avaliadas a adição direta em salmoura e adição de mistura pré-fermentada, visando a melhor conversão do nitrato a nitrito de sódio.

4.3.1. Caracterização do extrato vegetal de aipo em pó

Para caracterização do extrato de aipo em pó foi determinado o teor de nitrato de sódio da amostra empregada nos experimentos.

4.3.2. Adição direta do extrato vegetal de aipo em salmoura

Foram realizadas 2 formulações, sendo uma controle e uma com substituição do nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* (F1). As formulações utilizadas para se observar o efeito da substituição do nitrito de sódio por extrato vegetal em um embutido cozido de peru são apresentadas na Tabela 2. Os experimentos foram realizados em duplicata.

Tabela 2. Formulações dos batters de carne de peru com adição de extrato de aipo e cultura microbiana através de adição direta em salmoura.

	FC (kg)	**F1** (kg)
Peito de peru	70,00	70,00
Água	24,48	24,07
Sal refinado	1,60	1,60
Fécula de mandioca	1,00	1,00
Proteína isolada de soja	1,00	1,00
Açúcar refinado	0,50	0,50
Condimento califórnia	0,50	0,50
Tripolifosfato de sódio	0,35	0,35
Carragena refinada	0,30	0,30
Glutamato monossódico	0,20	0,20
Eritorbato de sódio	0,05	0,05
Nitrito de sódio	0,02	--
Corante natural carmin de cochonilha	0,01	0,01
Extrato de aipo	--	0,35
Mistura água + cultura microbiana	--	0,07

FC = Formulação controle
F1 = Formulação com substituição do nitrito de sódio por extrato de aipo + cultura microbiana – adição direta em salmoura
* a cultura microbiana foi diluída em água (25 gramas para 100 ml de água)

a.) Parâmetros de cozimento de embutido cozido de peru com adição do extrato de aipo direto em salmoura

A formulação controle que representa a FC e a formulação com substituição de nitrito por extrato vegetal de aipo, que representa F1 foram elaboradas conforme descrito na etapa 4.2.1., porém, segundo a recomendação do fornecedor, a etapa de cozimento foi escalonada em estufas para permitir a redução do nitrato a nitrito de sódio pela cultura *starter*, conforme descrito abaixo.

- 1ª etapa: 3 horas com temperatura interna da estufa de 40°C;
- 2ª etapa: 2 horas com temperatura interna da estufa de 55°C;
- 3ª etapa: 2 horas com temperatura interna da estufa de 65°C e
- 4ª etapa: temperatura da estufa de 76°C até a tempera tura de o produto atingir 72°C.

O objetivo do escalonamento é permitir a redução do nitrato presente no extrato de aipo pela cultura *starter* e para isso a temperatura inicial é próxima a temperatura ótima de crescimento do microrganismo.

4.3.3. Adição de mistura pré-fermentada de extrato vegetal de aipo

O segundo processo avaliado foi a adição do extrato natural de aipo na forma de mistura pré-fermentada. Assim, a redução do nitrato a nitrito ocorre na etapa de fermentação de solução composta por cultura microbiana, extrato de aipo, água e dextrose, conforme descrito a seguir.

a.) Preparo da mistura pré-fermentada

A mistura pré-fermentada foi obtida pela adição de água, ingredientes, conforme a Tabela 3, submetida a homogeneização.

A mistura foi mantida em agitação com agitador mecânico com baixa rotação, em banho Maria com controle automático de temperatura, durante 2 horas em temperatura de 30℃, conforme Figura 5.

Tabela 3. Formulação da pré-mistura fermentada.

	F1 (kg)
ÁGUA	76,9
AIPO	15,4
CULTURA STARTER	2,0
DEXTROSE	5,7

Figura 5. Mistura pré-fermentada

b.) Preparo do embutido cozido de peru com mistura pré-fermentada

Foram realizadas 2 formulações, sendo uma controle e uma com substituição do nitrito de sódio por mistura pré-fermentada de extrato de aipo e cultura *starter* (F1). As formulações utilizadas para se observar o efeito da substituição do nitrito de sódio por extrato vegetal em um embutido cozido de peru são apresentadas na Tabela 4.

A formulação controle e com substituição de nitrito de sódio foram elaboradas conforme descrito na etapa 4.2.1. Na salmoura adicionou-se a mistura pré-fermentada elaborada conforme descrito na etapa anterior. O cozimento foi realizado em estufas com temperatura constante de 76ºC até a temperatura interna do produto atingir 72ºC (conforme etapa 4.2.1.).

Tabela 4. Formulações dos batters de carne de peru com substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana e a formulação controle que serão submetidos ao processo 02.

	FC (kg)	**F1** (kg)
Peito de peru	70,00	70,00
Água	24,48	24,07
Sal refinado	1,60	1,60
Fécula de mandioca	1,00	1,00
Proteína isolada de soja	1,00	1,00
Açúcar refinado	0,50	0,50
Condimento califórnia	0,50	0,50
Tripolifosfato de sódio	0,35	0,35
Carragena refinada	0,30	0,30
Glutamato monossódico	0,20	0,20
Eritorbato de sódio	0,05	0,05
Nitrito de sódio	0,02	--
Corante natural carmin de cochonilha	0,01	0,01
Pré-fermentado	--	2,00

FC = Formulação controle
F1 = Formulação com substituição do nitrito de sódio por extrato de aipo + cultura microbiana – adição na forma de mistura pré-fermentada

4.3.4. Análises físico-químicas de embutido cozido de peru com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo.

As propriedades físico-químicas foram avaliadas através das análises citadas abaixo após 60 dias de fabricação para verificar a efetividade do extrato de aipo como substituto do nitrito de sódio:

a) atividade de água;
b) nitrito de sódio residual (mg/100g);
c) pH e
d) % de umidade.

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata.

Os dados foram avaliados através da análise de variância (ANOVA) e as médias das análises foram comparadas pelo teste de Tukey.

4.4. TERCEIRA ETAPA:

Avaliação da estabilidade físico-química e microbiológica de formulações de embutido cozido de peru com substituição de nitrito de sódio e redução de sódio

Nessa etapa foi avaliada a estabilidade ao longo da vida-de-prateleira (60 dias) de formulações de carne de peru com redução de cloreto de sódio (25%, 50% e 75% de redução) e substituição de nitrito de sódio por fonte natural de nitrato. Com base no melhor resultado obtido na etapa 4.3., procedeu-se à adição do extrato de aipo e da cultura microbiana diretamente em salmoura e o cozimento do produto foi escalonado para permitir a redução do nitrato a nitrito de sódio. Os experimentos foram realizados em duplicata.

b) Desenho experimental e processamento

Foram realizadas 8 formulações, conforme descrito na Tabela 5, sendo uma controle e as demais com substituição de 25% (F1), 50% (F2), 75% (F3) de NaCl por KCl e com adição de um valor fixo de nitrito de sódio, formulação com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo e cultura microbiana sem substituição de cloreto de sódio (F4), e formulações com substituição de

nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo e cultura microbiana com substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio nas porcentagens de 25% de substituição (F5), 50% (F6) e 75% (F7), sendo assim, as alterações nas variáveis de interesse (cloreto de sódio e nitrito de sódio).

Tabela 5. Desenho experimental dos experimentos realizados.

	FC (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	F4 (%)	F5 (%)	F6 (%)	F7 (%)
Cloreto de sódio	100,00	75,00	50,00	25,00	100,00	75,00	50,00	25,00
Cloreto de potássio + mascarador de sabor amargo	-	25,00	50,00	75,00	-	25,00	50,00	75,00
Nitrito de sódio	100,00	100,00	100,00	100,00	-	-	-	-
Extrato vegetal de aipo + cultura microbiana	-	-	-	-	100,00	100,00	100,00	100,00

FC = formulação controle;
F1 = formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio;
F2 = formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio;
F3 = formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio;
F4 = formulação com substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana;
F5 = formulação com substituição de 25% de cloreto de sódio por cloreto de potássio e de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana;
F6 = formulação com substituição de 50% de cloreto de sódio por cloreto de potássio e de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana e
F7 = formulação com substituição de 75% de cloreto de sódio por cloreto de potássio e de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana.

As formulações utilizadas nos experimentos para se observar o efeito da redução de cloreto de sódio e substituição do nitrito de sódio por extrato natural sobre a estabilidade físico-química e microbiológica são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Formulações dos batters de carne de peru com substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura.

	FC (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	F4 (%)	F5 (%)	F6 (%)	F7 (%)
Peito de peru	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00
Água	24,48	24,27	24,27	24,27	24,48	24,27	24,27	24,27
Sal refinado	1,60	1,09	0,58	0,07	1,60	1,09	0,58	0,07
Fécula de mandioca	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Proteína isolada de soja	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Açúcar refinado	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Condimento califórnia	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Tripolifosfato de sódio	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Carragena refinada	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Glutamato monossódico	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Eritorbato de sódio	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Nitrito de sódio	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-
Corante natural carmin de cochonilha	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cloreto de potássio	-	0,51	1,03	1,53	-	0,51	1,03	1,53
Marcarador de sabor amargo	-	0,20	0,20	0,20	-	0,20	0,20	0,20
Extrato vegetal de aipo em pó	-	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,35
Mistura água + cultura microbiana	-	-	-	-	0,07	0,07	0,07	0,07

FC = formulação controle;
F1 = formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio;
F2 = formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio;
F3 = formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio;
F4 = formulação com substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana;
F5 = formulação com substituição de 25% de cloreto de sódio por cloreto de potássio e de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana;
F6 = formulação com substituição de 50% de cloreto de sódio por cloreto de potássio e de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana e
F7 = formulação com substituição de 75% de cloreto de sódio por cloreto de potássio e de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura microbiana.

4.4.1. Elaboração de embutido cozido de peru

Os batters foram elaborados conforme descrito na etapa 4.3.2. utilizando o programa de cozimento escalado.

4.4.2. Análises físico-químicas de embutido cozido de peru com redução de sal e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo

As propriedades físico-químicas dos embutidos cozidos de peru foram avaliadas através das análises citadas abaixo:

a) composição centesimal: no 0 dia;
b) % fosfato: no 0 dia;
c) sódio (mg/100 g): no 0 dia;
d) atividade de água: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
e) % nitrito de sódio residual: 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias;
f) pH: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
g) % umidade: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
h) determinação objetiva de cor L*, a*, b*: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
i) determinação do valor de TBARS: 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias;
j) estabilidade de cor: 15 dias;

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata. Os dados foram avaliados através da análise de variância (ANOVA) e as médias das análises foram comparadas pelo teste de Tukey.

4.4.3. Análises microbiológicas de embutido cozido de peru com redução de sal e com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo

Foram realizadas as seguintes análises microbiológicas em duplicata:

a) contagem de bolores e leveduras: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
b) contagem de anaeróbios sulfito redutor: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
c) contagem de coliformes a 45℃: 0, 15, 30, 45 e 6 0 dias;
d) contagem de *Escherichia coli*: 0, 15, 30, 45 e 60 dias;
e) contagem de esporos mesófilos anaeróbio: 0 e 60 dias;
f) contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*: 0, 15, 30, 45 e 60 dias e
g) contagem total de bactérias mesófilas: 0, 15, 30, 45 e 60 dias.

4.5. Metodologia utilizada

4.5.1. pH

O valor de pH foi medido através do pHmetro MA 130 Metler, com sonda de penetração.

4.5.2. Determinação do teor de gordura total

A determinação foi realizada segundo AOAC (2007).

4.5.3. Determinação do teor de proteína total

A determinação foi realizada por combustão, segundo AOAC (2007).

4.5.4. Determinação do teor de umidade

Foi realizada segundo AOAC (1984).

4.5.5. Determinação do teor de cinzas

A determinação foi segundo AOAC (2007).

4.5.6. Determinação do teor de carboidratos totais

A determinação foi realizada por diferença.

4.5.7. Determinação de atividade de água

A determinação foi realizada em analisador de atividade de água do tipo Decagon utilizando o método fotoelétrico.

4.5.8. Determinação do teor de nitrito de sódio residual

A determinação foi realizada de acordo com método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2005).

4.5.9. Determinação do teor de nitrato de sódio

A determinação foi realizada de acordo as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005).

4.5.10. Determinação do teor de sódio

A determinação foi realizada de acordo as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005).

4.5.11. Determinação do teor de fosfato

A determinação foi realizada de acordo as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005).

4.5.12. Determinação instrumental de cor

Para essa análise, o embutido cozido de peru foi fatiado em porções com 2,5 cm de espessura. Foram utilizadas duas fatias para cada ensaio. Cada leitura foi a média de 2 pontos distintos, um na parte superior da fatia e outro na parte

inferior. Utilizou-se um espectrofotômetro Minolta Modelo CM 508-d com auto average 3 e Iluminante D65 e sistema de cor CIE L* a* b*, onde L* representa a luminosidade, a* o eixo vermelho-verde e o b* o eixo amarelo-azul. Todas as amostras estavam em temperatura ambiente.

4.5.13. Estabilidade de cor

Para análise de estabilidade de cor as amostras foram cortadas em pedaços com 2,5 cm de espessura, envoltas por filme plástico e armazenadas em refrigeradores a 8℃ com iluminação artificial (luz natural do dia Philips 9W/840). A cada período pré-determinado fez-se a leitura da cor na parte superior da amostra (parte em exposição a luz), no mesmo equipamento e condições descritas no item.

4.5.14. Determinação do valor de TBARS

O valor de TBARS foi determinado segundo descrito por TARLADGIS et al. 1960, modificado por Zipser & Watts (1962).

Por se tratar de um produto curado, com nitrito em sua formulação, utilizou-se o método de TARLADGIS et al. (1960) com acréscimo do reagente sulfanilamida 0,5% em HCl 20% v/v, segundo Zipser & Watts (1962). Realizou-se o teste de recuperação para se calcular a constante de destilação, conforme detalhado por Pollonio (1994).

4.5.15. Contagem de bolores e leveduras

A análise foi realizada segundo DOWNES & ITO (2001).

4.5.16. Contagem de anaeróbios sulfito redutor

A análise foi realizada segundo DOWNES & ITO (2001).

4.5.17. Contagem de coliformes a 45℃

Foi realizada segundo AOAC (2005).

4.5.18. Contagem de *Escherichia coli*

Foi realizada segundo AOAC (2005).

4.5.19. Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*

A análise foi realizada segundo ISO 6888-1 (2003).

4.5.20. Contagem total de bactérias mesófilas

A análise foi realizada segundo DOWNES & ITO (2001) e AOAC (2005).

4.5.21. Contagem de esporos mesófilos anaeróbio

A análise foi realizada segundo DOWNES & ITO (2001).

5. RESULTADOS

5.1. PRIMEIRA ETAPA:

Redução de cloreto de sódio em embutido cozido de peru

Conforme descrito no item 4.2., nessa etapa foram avaliados três níveis de redução de cloreto de sódio (25, 50 e 75%) em um embutido cozido de peru.

5.1.1. Caracterização da matéria-prima

A composição centesimal da matéria-prima utilizadas em todos os nos experimentos está apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Composição centesimal da matéria-prima peito de peru sem osso e sem pele.

	(%)
Proteína	22,03 (0,07)
Gordura	1,99 (0,01)
Umidade	75,61 (0,39)
Cinzas	1,17 (0,01)

M = média e DP = desvio padrão

Os resultados físico-químicos encontrados na matéria-prima utilizada para elaboração de todos os experimentos (Tabela 7) estiveram de acordo com o esperado. O peito de peru sem osso e sem pele é uma matéria-prima com baixo teor de gordura e alto teor de proteína. Zorba & Kurt (2006) relataram em seu estudo, teores semelhantes ao encontrado para a carne de peito de peru utilizada nos experimentos, sendo 1,44% de gordura, 25,52% de proteína e 72,05% de umidade. Lee & Ahn (2005) apresentaram valores de 1,61% de gordura, 23,91%

de proteína e 72,06% de umidade. A composição dessa matéria prima é muito favorável para estudos de reformulação com redução de cloreto de sódio e aditivos nos produtos finais, uma vez que se preserva o baixo teor de gordura, permitindo assim, apelos saudáveis de forma global.

5.1.2. Avaliação físico-química de embutido cozido de peru com redução de sódio

Os embutidos cozidos de peru processados de acordo com o item 4.2.1. foram avaliados quanto às propriedades físico-químicas e sensoriais descritas no item 4.2.2. A Tabela 8 apresenta os resultados da composição centesimal, dos tratamentos com redução de cloreto de sódio.

Tabela 8. Composição centesimal das formulações de embutido cozido de peito de peru com redução de cloreto de sódio no dia 0 (até 24 horas após o resfriamento).

Amostra	**Umidade** % M (DP)	**Cinzas** % M (DP)	**Proteína** % M (DP)	**Gordura** % M (DP)	**Carboidrato** % M (DP)
FC	75,46 (0,47)[a]	3,17 (0,04)[a]	17,45 (0,29)[a]	1,52 (0,10)[a]	2,40 (0,56)[a]
F1	75,21 (1,73)[a]	3,18 (0,03)[a]	17,24 (0,15)[a]	1,57 (0,11)[a]	2,80 (1,88)[a]
F2	75,48 (0,54)[a]	3,15 (0,01)[a]	17,36 (0,23)[a]	1,57 (0,06)[a]	2,4 (0,58)[a]
F3	75,03 (0,52)[a]	3,17 (0,02)[a]	17,39 (0,08)[a]	1,71 (0,18)[a]	2,72 (0,58)[a]

[a], médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F2 = Formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F3 = Formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

A análise estatística (teste de Tukey, p< 0,05) revelou que os valores de umidade, carboidratos (por diferença), proteína, gordura e cinzas não diferiram significativamente entre as amostras. Esse resultado era esperado, uma vez que

nos tratamentos não foi alterado nenhum macro componente que pudesse influenciar a composição centesimal das formulações elaboradas. O teor de gordura dos produtos apresentou resultados similares aos produtos de mercado, uma vez que a matéria-prima utilizada continha baixos teores de gordura. Segundo Baggio, Miguel, Bragagnolo (2005), produtos comerciais elaborados com peito de peru apresentam em média 1,5 gramas de gordura para cada 100 gramas de produto. Conforme Portaria número 27, de 13 de janeiro de 1998 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) é possível utilizar o apelo de redução ou *light* em gordura para aos produtos elaborados, uma vez que apresentam menos que 3 gramas de gordura para 100 gramas de produto.

Os valores de atividade de água e pH estão descritos na Tabela 9. Através do teste de Tukey ($p<0,05$) não houve diferença significativa entre a atividade de água das amostras. Resultados semelhantes foram descritos por Alino et al., (2009) onde se avaliou a substituição do NaCl por KCl, nas proporções de 35, 50 e 70%, o que não resultou em alterações nos valores de atividade de água das amostras estudadas.

Com relação ao pH, embora, com base no teste de Tukey ($p<0,05$) os valores das amostras diferiram entre si, estes apresentaram-se dentro do esperado para esse tipo de produto e a diferença, apesar de significativa estatisticamente são muito próximas e podem ser devidas às variações da matéria prima. Resultado similar foi encontrado por Jiménez-Colmenero, Ayo, Carballo (2005) em estudo das propriedades físico-químicas de salsichas com redução de sódio e não encontraram grandes diferenças entre os valores de pH. Isso pode ser explicado devido a similaridade das propriedades iônicas do cloreto de potássio e do cloreto de sódio e a adição de tripolifosfato de sódio, que eleva o pH do sistema.

Tabela 9. Valores de atividade de água e pH de embutido cozido de peito de peru com redução de cloreto de sódio no dia 0 (logo após o resfriamento).

Amostra	Atividade de água M (DP)	pH M (DP)
FC	0,982 (0,001)[a]	6,07 (0,05)[a]
F1	0,983 (0,002)[a]	5,91 (0,05)[b]
F2	0,985 (0,001)[a]	5,82 (0,07)[c]
F3	0,980 (0,006)[a]	5,86 (0,02)[bc]

[a, b, c], médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F2 = Formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F3 = Formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

As determinações dos teores de sódio, que foram realizadas nas amostras após o processamento (24 h), são apresentadas na Tabela 10.

Os tratamentos diferiram (p<0,05) em relação ao teor de sódio, o que era previsto. Os teores de redução de sódio apresentados foram: 10%, 29% e 36% respectivamente. Armenteros et al. (2009) estudaram a substituição de 35%, 50% e 70% de cloreto de sódio por cloreto de potássio, em presuntos curados, e as reduções de sódio obtidas nas amostras estudadas foram 11%, 44% e 55%. Isso pode ser explicado pelo fato de existir outras fontes de sódio nas formulações provenientes de tripolifostato de sódio, nitrito de sódio, eritorbato de sódio e do glutamato monossódico.

Tabela 10. Teores de sódio (mg/100g) de embutido cozido de peito de peru com substituição de 25%, 50% e 75% de cloreto de sódio por cloreto de potássio no dia 0.

Amostra	**Sódio** mg/100g M (DP)
FC	1024,26 (24,28)[a]
F1	919,95 (31,33)[b]
F2	721,79 (35,16)[c]
F3	652,06 (25,91)[d]

[a, b, c, d], médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F2 = Formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F3 = Formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

5.1.3. Avaliação sensorial de embutido cozido de peru com redução de sódio

As formulações com cloreto de sódio e com substituição de 25, 50 e 75% de cloreto de sódio por cloreto de potássio e mascarador de sabor amargo foram submetidas a testes sensoriais, de diferença do controle e de aceitação, que estão apresentados a seguir.

a) Teste de diferença do controle

O objetivo do teste foi avaliar o grau de diferença entre as amostras com substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio e mascarador de sabor amargo.

Os resultados do teste de diferença do controle estão apresentados nas Tabelas 11, 12, 13 e 14.

Tabela 11. Avaliação do gosto salgado das formulações de embutido cozido de peito de peru com redução de NaCl pelo teste de Diferença do Controle.

Amostra	FC	M (DP)	Diferença da média com o padrão	p-valor
FC	FC	4,5 (1,2)	0,0	-
F1	FC	3,9 (1,1)	-0,6	0,174
F2	FC	3,2 (1,1)*	-1,3	0,001
F3	FC	2,7 (1,1)*	-1,8	0,000

* médias destacadas diferem significativamente da amostra controle (p< 0,05 – Teste de Dunnett)
M = média, DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F2 = Formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F3 = Formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

Através dos resultados apresentados na Tabela 11 e analisados pelo teste de Dunnett, observou-se que as amostras não diferiram significativamente em relação aos atributos sabor, maciez e suculência (p<0,05). Em relação ao atributo gosto salgado as amostras com 75% e 50% de diferiram da amostra controle e da amostra F1 (p<0,05). A amostra com 25% de substituição não diferiu significativamente da amostra controle.

Tabela 12. Avaliação do sabor das formulações dos embutidos cozidos de peito de peru com redução de NaCl pelo teste de Diferença do Controle.

Amostra	FC	M (DP)	Diferença da média com o padrão	p-valor
FC	FC	5,4 (1,0)	0,0	-
F1	FC	5,5, (1,1)	0,1	0,988
F2	FC	5,3 (1,4)	-0,1	0,998
F3	FC	5,7 (1,7)	0,3	0,920

M = média, DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F2 = Formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F3 = Formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

Tabela 13. Avaliação de maciez das formulações dos embutidos cozidos de peito de peru com redução de NaCl pelo teste de Diferença do Controle.

Amostra	FC	M (DP)	Diferença da média com o padrão	p-valor
FC	FC	5,5 (1,0)	0,0	-
F1	FC	5,2 (0,7)	-0,3	0,854
F2	FC	5,2 (1,3)	-0,3	0,534
F3	FC	5,3 (1,2)	-0,1	0,930

M = média, DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F2 = Formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F3 = Formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

Em relação aos demais atributos apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14 as amostras F1, F2, F3 não diferiram significativamente da amostra controle (FC). Os resultados para o atributo sabor, embora encontrem similares na literatura, não podem ser facilmente explicados, especialmente nos níveis de 75% de redução. Pode ter ocorrido que pelo fato do embutido cozido de peru ser naturalmente um produto de sabor suave, com uso de um bom mascarador sugerido por fornecedores industriais, essa diferença não foi tão marcante, mas esses dados merecem uma reavaliação.

Resultado semelhante foi descrito por Nascimento et al. (2007) onde foi estudado o impacto da substituição de 25% de cloreto de sódio por cloreto de potássio em salsichas. Desmond (2006) descreve o cloreto de potássio como o substituto mais comum para o cloreto de sódio e relata que é possível a substituição parcial do cloreto de sódio por cloreto de potássio, conforme resultados encontrados. Guardia et al. (2006) descrevem que para salames a substituição de NaCl por KCl pode ser percebida por provadores treinados, principalmente pelo fato do KCl apresentar sabor amargo.

Tabela 14. Avaliação de suculência das formulações de embutido cozido de peito de peru com redução de NaCl pelo teste de Diferença do Controle.

Amostra	FC	M (DP)	Diferença da média com o padrão	p-valor
FC	FC	4,6 (1,1)	0,0	-
F1	FC	4,4 (0,9)	-0,2	0,964
F2	FC	4,1 (1,6)	-0,5	0,789
F3	FC	4,8 (1,7)	0,2	0,922

M = média, DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F2 = Formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F3 = Formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

Segundo Desmond (2006), a utilização de mascaradores de sabor amargo compensa o gosto salgado, que pode ser perdido com a substituição do cloreto de sódio por outro sal. além de mascarar o sabor amargo característico do cloreto de potássio. Phelps et al. (2006) descreve que alguns aminoácidos como a glicina, lisina, taurina apresentam efeito potencializador do sabor salgado. Essa pode ser a justificativa dos resultados obtidos acima nesse estudo, mas a redução de 75% sugere a necessidade de explorar mais esses resultados.

b) Teste de aceitação sensorial para formulações de embutido cozido de peru

O perfil dos provadores selecionados para realização do teste de aceitação é apresentado na Figura 6.

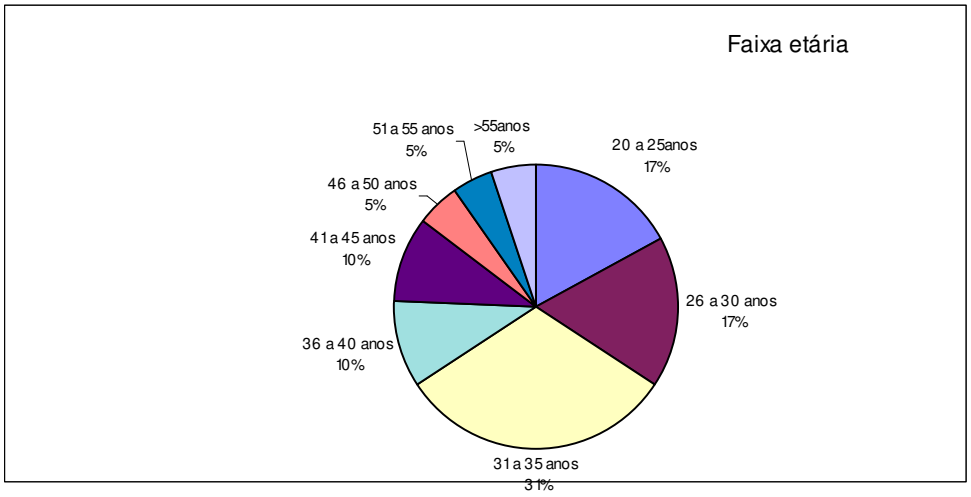

Figura 6. Distribuição dos provadores que participaram do teste de aceitação de embutido cozido de peru com redução de sódio por idade.

A partir da Figura 6, constata-se que a maioria dos provadores era jovem com idade de 20 a 35 anos.

Os valores médios obtidos no teste sensorial de aceitação estão apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15. Atributos sensoriais dos embutidos cozidos de peru com diferentes níveis de redução de NaCl (teste de Aceitação).

	FC M (DP)	F1 M (DP)	F2 M (DP)	F3 M (DP)
Impressão global	5,5 (2,1)^{b}	6,6 (1,4)^{a}	4,8 (1,9)^{bc}	4,4 (2,0)^{c}
Sabor	5,5 (2,2)^{a}	6,3 (1,5)^{a}	4,4 (2,0)^{b}	3,6 (1,9)^{b}
Gosto salgado	4,1 (1,2)^{a}	4,0 (0,8)^{a}	3,7 (1,2)^{a}	3,0 (1,4)^{b}

$^{a, b,c}$, médias da mesma linha com letras diferentes diferem significativamente ($p< 0,05$ – Teste de Tukey)
M = média, DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F2 = Formulação com 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio,
F3 = Formulação com 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

Em relação ao atributo impressão global o produto com redução de 25% de NaCl (F1) foi o melhor aceito diferindo significativamente dos demais ($p<0,05$). Analisando as Figuras 7 e 8 que apresentam a distribuição de notas, percebe-se que o produto com 25% de redução (F1) teve a maior aceitação (notas acima de 6) comparado com as outras amostras. Guárdia et al. (2006) relata que a substituição de 50% NaCl por KCl pode ser possível, em salames fermentados, sem alterar a aceitação dos consumidores.

De acordo com os resultados encontrados por Resurreccion (2003), 34 provadores sensoriais preferiram mortadelas com teores NaCl entre 1,35 – 1,95%, valor similar ao adicionado nos tratamentos F2, com 25% de substituição de NaCl.

Em relação ao atributo gosto salgado, embora as amostras FC, F1 e F2 não diferiram entre si ($p<0,05$), a amostra F1 apresentou nota de gosto salgado mais próxima ao "ideal", ou seja, mais próxima do gosto salgado desejado pelos consumidores.

Os produtos com 50 e 75% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio (F2 e F3) não diferiram ($p<0,05$) entre si em relação ao atributo sabor, mas diferiram em relação as amostras FC e F1 e apresentaram a maior rejeição (notas iguais ou abaixo de 4).

Ainda em relação ao atributo sabor as amostras controle e com 25% de substituição (FC e F1) não apresentam diferença significativa entre si e diferiram das demais.

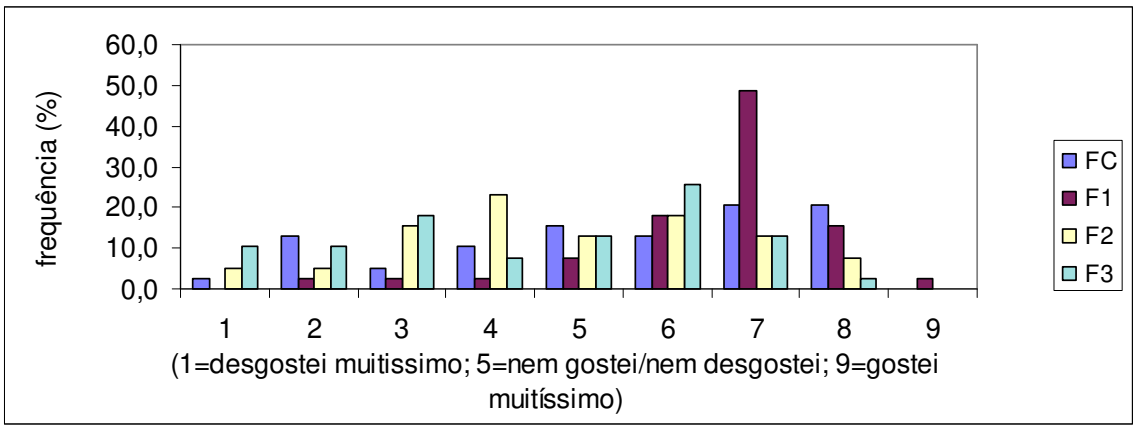

Figura 7. Histograma de aceitação das notas de impressão global das formulações com redução de NaCl avaliadas no teste de aceitação.

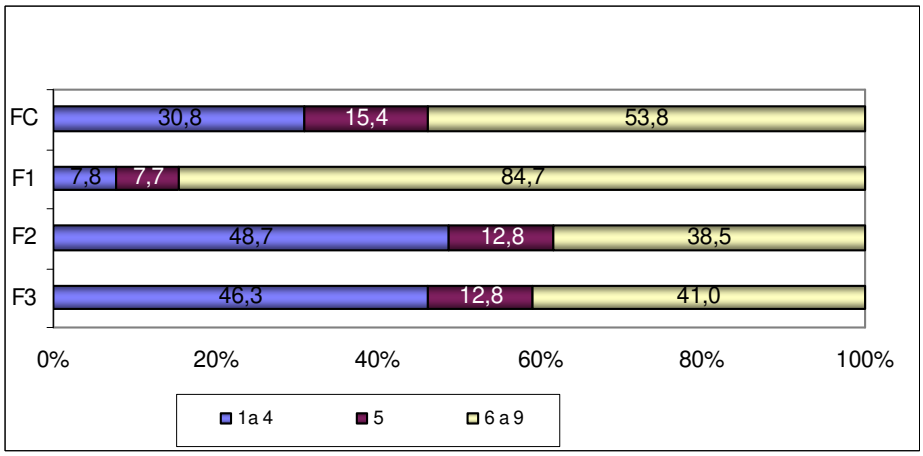

Figura 8. Divisão por notas de impressão global das formulações com redução de NaCl avaliadas no teste de aceitação.

Através da Figura 9 é possível avaliar a distribuição de notas resultantes da avaliação do atributo sabor das formulações com redução de NaCl.

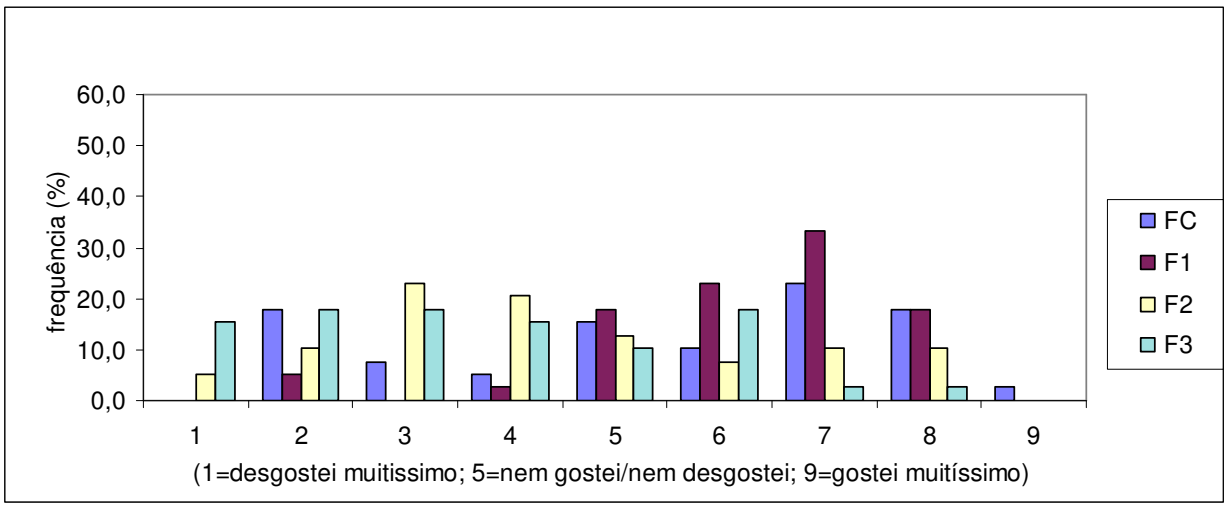

Figura 9. Histograma de aceitação de sabor para as formulações com redução de NaCl avaliadas no teste de aceitação.

A formulação com 25% de substituição de NaCl (F1) por KCl apresentou maior concentração de notas entre 6 e 8 (notas de aceitação) e pouca concentração de notas próximas aos valores de recusa (1 a 4), destacando-se mais uma vez.

Analisando a Figura 10, percebe-se que com relação ao sabor a amostra (FC) controle e com 25% de substituição de NaCl foram os produtos com maior aceitação. A maior rejeição foi observada para a amostra F3 com 67% e menor rejeição para a amostra F1 com 8%.

O mascarador de sabor amargo utilizado nas formulações é composto pelos realçadores de sabor guanilato dissódico e inosinato dissódico. Esses dois componentes são reconhecidos como o quinto gosto básico – umami e atuam como relaçadores de sabor (IIYAMA et al., 2003). Barylko-Pikielna & Kostyra (2007) descrevem que esses realçadores de sabor (umami) são efetivos para produtos condimentados e carnes. Segundo Desmond (2006), a utilização de

agentes de sabor como guanilato de sodio e inosinato de sódio melhora o sabor dos produtos com redução de cloreto de sódio.

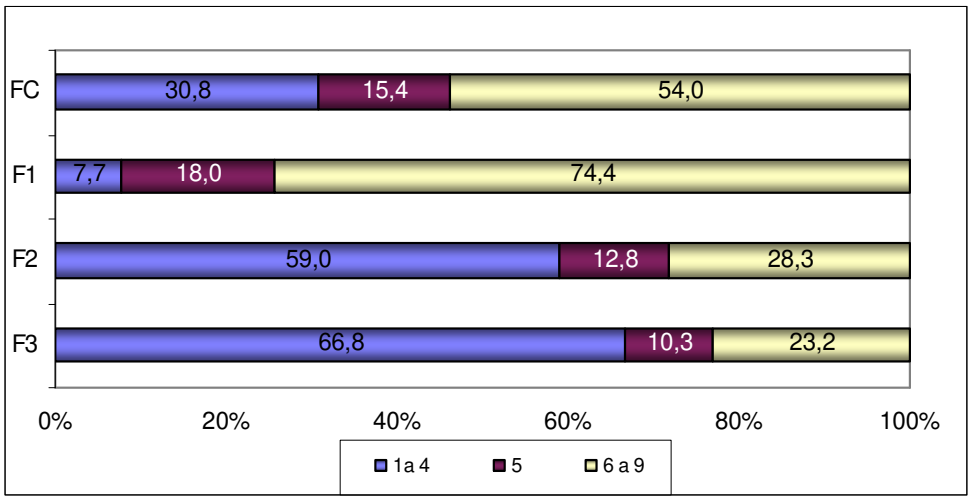

Figura 10. Divisão das notas por sabor das formulações com redução de NaCl avaliadas no teste de aceitação.

Com isso a adição de mascarador de sabor composto por esses ingredientes pode justificar a melhor aceitação do sabor do produto com redução de cloreto de sódio.

Através das Figuras 11 e 12 é possível avaliar a distribuição de notas resultante da avaliação do atributo gosto salgado ideal das formulações com redução de NaCl.

A amostra F3 (com 75% de substituição de NaCl por KCl) diferiu das demais ($p<0,05$) e apresentou a maioria das notas abaixo do ideal (notas iguais ou abaixo de 4).

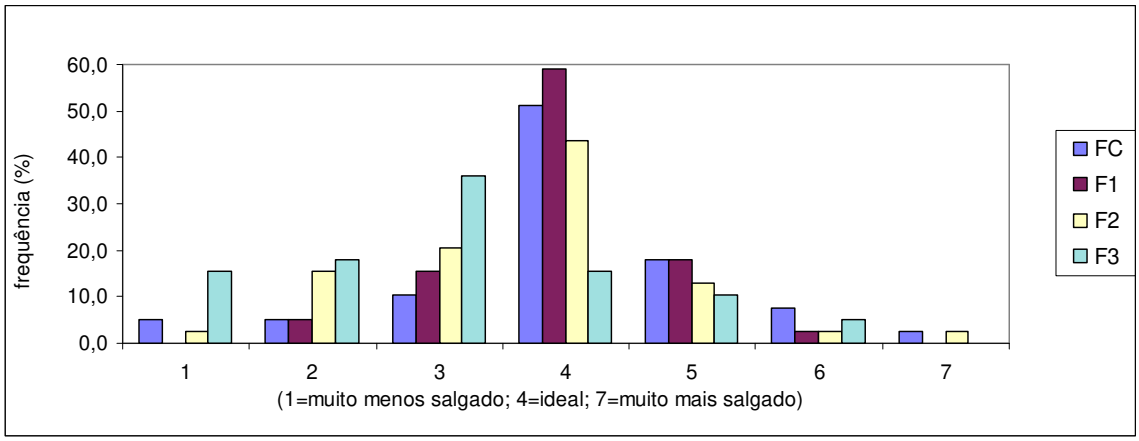

Figura 11. Histograma de notas de gosto salgado ideal das formulações com redução de NaCl.

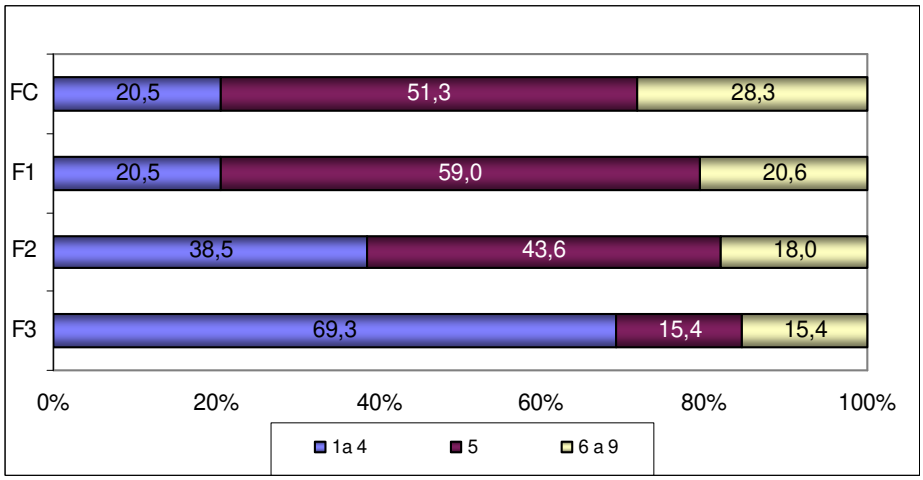

Figura 12. Distribuição de notas relativas ao atributo gosto salgado em relação ao ideal para as formulações com redução de NaCl.

Segundo Dimitrakopoulou et al (2005), o nível de sal adicionado a um produto interfere nos atributos sensoriais do mesmo. Em seu estudo, demonstrou que quanto menor o teor de sal. menor o valor dos atributos sensoriais do produto. Porém, quando se utilizam substitutos de cloreto de sódio é possível obter resultados satisfatórios. Ruusunem & Puolanne (2005) descrevem que 50% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em presuntos resultou em

notas de aceitação satisfatórias. Desmond (2006) comenta em seu estudo que a utilização de realçadores de sabor como o glutamato monossódico intensifica o sabor salgado do produto com redução ou substituição de sal.

5.2. SEGUNDA ETAPA:

Utilização de extrato vegetal de aipo como fonte de nitrato para substituição de nitrito de sódio

O desempenho do extrato de aipo como substituto de nitrito de sódio foi avaliado nessa etapa. A partir dos resultados obtidos nessa etapa, foi selecionada a melhor forma de aplicação do extrato de aipo como fonte de nitrato.

5.2.1. Determinação de nitrato de sódio no extrato natural de aipo em pó

O extrato de aipo é uma fonte natural rica em nitrato de sódio. A empresa Chr. Hansen fornece esse insumo com nome comercial de *Natasy CC-227*.

O teor de nitrato de sódio encontrado na amostra de extrato de aipo utilizada nos experimentos como fonte de nitrato de sódio está apresentado na Tabela 16. Ozcan & Akbulut (2007) analisaram diversos extratos naturais, os quais são reconhecidos como fonte de nitrato e descrevem o teor de nitrato de sódio em extrato de aipo como sendo em torno de 10.919 mg/kg.

Tabela 16. Teor de nitrato de sódio (mg/kg) em extrato vegetal de aipo comercial.

	Teor de nitrato de sódio (mg/kg)
Extrato vegetal de aipo	2234,11

5.2.2. Análises físico-químicas de embutido de peito de peru adicionado de extrato de aipo como fonte de nitrato

Conforme descrito no item 4.3., as formulações controle e com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo e cultura *starter* foram analisadas após 60 dias de estocagem sob refrigeração a 4°C, em relação à atividade de água, pH e umidade da amostra controle e das amostras com substituição do nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo e cultura *starter* como fonte redutora são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17. Valores de atividade de água, pH e umidade (%) dos embutidos cozidos de peru com substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* após 60 dias de estocagem.

Amostra	**Atividade de água** M (DP)	**pH** M (DP)	**Umidade** % M (DP)
FC	0,971 (0,003)[a]	5,72 (0,72)[a]	75,51 (0,18)[a]
F1	0,968 (0,001)[a]	6,15 (0,038)[a]	74,42 (2,15)[a]
F2	0,969 (0,001)[a]	6,00 (0,30)[a]	75,32 (0,35)[a]

[a] , médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente ($p < 0,05$ – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle
F1 = Formulações dos batters de carne de peru com adição direta do extrato de aipo e cultura *starter* como substitutos do nitrito de sódio, submetidos a cozimento escalonado
F2 = Formulações dos batters de carne de peru com adição direta do extrato de aipo e cultura *starter* na forma de mistura pré-fermentada como substitutos do nitrito de sódio, submetido ao cozimento com vapor direto

Conforme o esperado, através do teste de Tukey ($p<0,05$), não houve diferença significativa entre os resultados apresentados, uma vez que a única variação entre as formulações foi a substituição do nitrito de sódio.

5.2.3. Determinação do teor de nitrito residual após tempo de armazenamento refrigerado (60 dias)

O período de armazenamento selecionado para o estudo foi 60 dias, o qual corresponde o período de vida-de-prateleira para os embutidos cozidos de peru. Como o teor de nitrito residual é importante para a garantia da segurança do produto ao longo da vida-de-prateleira, as determinações de nitrito residual foram realizadas no final do tempo de armazenagem (60 dias) e segundo Honikel (2008) esse é o período máximo para o nitrito de sódio ser consumido no produto. Garantir a presença de nitrito residual no final da vida-de-prateleira de um produto cárneo é também garantir a sua segurança.

Na Tabela 18 estão apresentados os valores de nitrito residual das formulações avaliadas após o período de vida-de-prateleira (60 dias). Os resultados descritos indicam que o desvio padrão encontrado foi bastante alto, porém percebe-se que no processo de adição do extrato de aipo e cultura *starter* como mistura pré-fermentada (F2), descrito no item 4.3.3., não foi encontrado nitrito residual após 60 dias de armazenamento a 4°C. Isso não ocorreu com a formulação submetida à adição direta do extrato de aipo e cultura *starter* como substitutos do nitrito de sódio, submetidos a um processo de cozimento escalonado. Segundo Honikel (2008), emulsões tipo salsicha cozida adicionadas de 150 mg/kg de nitrito de sódio, apresentaram após 60 dias de conservação a 2℃, 4 mg/kg de nitrito residual.

Honikel (2008) descreve que a cultura microbiana empregada no estudo apresenta melhor atividade redutora em condições de anaerobiose, condição predominante na formulação F1, uma vez que a cultura foi adicionada na etapa de mistura (em equipamento a vácuo) e o produto foi embutido em condições de vácuo e em envoltório impermeável, o que garante a baixa presença de ar no seu interior. Além disso, o produto foi submetido a um processo de cozimento

escalonado, sendo a primeira etapa de 3 horas a 40ºC, o que favoreceu a redução do nitrato presente no extrato de aipo a nitrito. Nas condições da formulação F2, embora utilizaram-se substratos, como a dextrose, para o favorecimento da ação do *Staphylococcus carnosus spp.utilis e carnosus* o resultado não foi satisfatório uma vez que o teor de nitrito residual do produto após 60 dias foi 0 mg/kg. Isso pode ser explicado pela condição de aerobiose em que foi preparada a mistura pré-fermentada que diminui a atividade da cultura (OLESEN, STAHNKE, TALON, 2004). Talon et al. (1999) também descreveram que o *Staphylococcus carnosus* apresenta melhor atividade nitrato redutase em condição de anaerobiose.

Tabela 18. Teor de nitrito residual (mg/kg) dos embutidos cozidos de peru com 60 dias de estocagem.

Amostra	**Nitrito de sódio** mg/kg M (DP)
FC	0,48 (0,31)[a]
F1	0,24 (0,10)[a]
F2	0,00 (0,00)[a]

[a], médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle
F1 = Formulações dos batters de carne de peru com adição direta do extrato de aipo e cultura *starter* como substitutos do nitrito de sódio, submetidos a cozimento escalonado
F2 = Formulações dos batters de carne de peru com adição direta do extrato de aipo e cultura *starter* na forma de mistura pré-fermentada como substitutos do nitrito de sódio, submetido ao cozimento com vapor direto

Portanto, com base no teor residual de nitrito de sódio após 60 dias de estocagem, o processo escolhido para adição do extrato de aipo como fonte de nitrato de sódio e cultura microbiana como fonte redutora na terceira etapa foi o processo de adição direta em salmoura com cozimento escalonado.

5.3. TERCEIRA ETAPA:

Avaliação da estabilidade físico-química e microbiológica de formulações de embutido cozido de peru com substituição de nitrito de sódio e redução de sódio nos melhores níveis estudados

Nessa etapa foram processados embutidos cozidos de peru com substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio nos níveis de 25, 50 e 75% e substituição total do nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo e cultura microbiana. O processo de fabricação utilizado está descrito no item 4.3.2. A estabilidade dos produtos ao longo de 60 dias de armazenamento foi avaliada através de determinações físico-químicas, sensoriais e microbiológicas.

5.3.1. Caracterização físico-química de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora

Na Tabela 19 estão apresentados os valores de % de carboidratos, proteína, gordura, fosfato e cinzas para as formulações estudadas no dia 0 (até 24 horas após o resfriamento do produto).

De acordo com os resultados encontrados, através do teste de Tukey ($p<0,05$) não houve diferença significativa entre as formulações para os teores de carboidratos, proteína, fosfato e cinzas entre as amostras estudadas. O teor de gordura diferiu significativamente entre as amostras sendo que as amostras FC, F1, F3, F4 e F7 apresentaram os menores valores e não diferiram entre si ($p<0,05$). Como a variação entre as formulações foi em relação à quantidade de cloreto de sódio e potássio adicionados e a quantidade de nitrito e extrato vegetal de aipo os resultados se apresentaram dentro do esperado.

Tabela 19. Teores de carboidratos (%), proteína (%), gordura (%), fosfato (%) e cinzas (%) das diferentes formulações de embutido cozido de peru no dia 0.

Amostra	**Carboidratos** % M (DP)	**Proteína** % M (DP)	**Gordura** % M (DP)	**Fosfato** % M (DP)	**Cinzas** % M (DP)
FC	1,70 (0,01)^{a}	16,84 (0,24)^{a}	0,92 (0,05)^{c}	0,65 (0,01)^{a}	3,16 (0,12)^{a}
F1	2,11 (0,78)^{a}	17,32 (0,13)^{a}	1,08 (0,08)^{bc}	0,69 (0,16)^{a}	3,17 (0,01)^{a}
F2	1,99 (0,09)^{a}	17,05 (0,13)^{a}	0,79 (0,04)^{d}	0,64 (0,02)^{a}	3,19 (0,09)^{a}
F3	2,28 (0,44)^{a}	16,47 (0,13)^{a}	0,97 (0,06)^{bcd}	0,60 (0,00)^{a}	3,29 (0,01)^{a}
F4	2,03 (0,35)^{a}	16,30 (0,10)^{a}	0,94 (0,16)^{cd}	0,63 (0,01)^{a}	3,31 (0,01)^{a}
F5	2,01 (0,04)^{a}	16,65 (0,23)^{a}	1,61 (0,01)^{a}	0,65 (0,06)^{a}	3,27 (0,01)^{a}
F6	2,16 (0,22)^{a}	16,87 (0,52)^{a}	1,32 (0,09)^{ab}	0,61 (0,01)^{a}	3,18 (0,01)^{a}
F7	2,29 (0,10)^{a}	17,49 (0,45)^{a}	1,24 (0,13)^{bc}	0,60 (0,04)^{a}	3,24 (0,11)^{a}

^{a,b,c,d}, médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$ – Teste de Tukey)

M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

A variação de gordura existente entre as amostras pode ser justificada pela variação do teor de gordura da matéria-prima devido a diferença de refile entre as peças de peito de peru, uma vez que trabalhou-se com músculo íntegros moídos. Porém, mesmo com a variação apresentada, a porcentagem de gordura encontrada está abaixo de 3 gramas por 100 gramas de produto, possibilitando a utilização do apelo “teor reduzido de gordura”ou “*light*” em gordura.

5.3.2. Teores de sódio de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora

A Tabela 20 apresenta os resultados da determinação de sódio das formulações de embutido cozido de peru com redução de sódio e substituição de nitrito de sódio no dia 0 (até 24 horas após o resfriamento).

Tabela 20. Teores de sódio (mg/100g) das formulações de embutido cozido de peru no dia 0.

Amostra	**Sódio** mg/100g M (DP)
FC	1009,38 (51,99)[a]
F1	880,25 (16,07)[ab]
F2	716,21 (17,42)[bc]
F3	456,32 (2,57)[d]
F4	1070,57 (8,52)[a]
F5	901,08 (15,26) [ab]
F6	730,04 (105,49)[bc]
F7	527,35 (88,30)[cd]

[a,b,c,d], médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$ – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Os teores de redução de sódio encontrados nas amostras com nitrito de sódio foram de: 12,8%, 29,0% e 54,8% (comparando F1, F2 e F3 com a amostra controle FC) e de 15,8%, 31,8% e 50,7% (comparando F5, F6 e F7 com a amostra controle com substituição de nitrito de sódio F4).

Conforme apresentado na Tabela 20 a partir do teste de Tukey ($p<0,05$) é possível verificar que as amostras diferiram entre si em relação ao teor de sódio. As amostras sem redução de NaCl (FC e F4) e as amostras com redução de 25% de NaCl (F1 e F5) não diferiram entre si. A formulação controle diferiu significativamente em relação às amostras F2, F3, F6 e F7 (formulação com substituições de sódio de 50 e 75% respectivamente).

As formulações com 50 e 75% de substituição de NaCl por KCl poderiam ser chamadas de produtos com baixo teor de sódio, segundo a Portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1998 da ANVISA (BRASIL, 1998), quando comparadas com a amostra controle e F4, pois apresentaram redução de sódio maior de 25% em relação a formulação controle e diferença absoluta maior de 120mg/100 g de produto.

5.3.3. Determinação de atividade de água de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora ao longo da vida-de-prateleira

Ao longo do tempo de vida-de-prateleira (60 dias a 4ºC), as amostras foram analisadas para verificar o comportamento da atividade de água durante esse período.

Conforme Tabela 21, embora estatisticamente ($p<0,05$) os resultados demonstrem diferença significativa, a variação dos valores de atividade de água foi muito pequena. O maior valor apresentado foi de 0,980 para a amostra F7 no dia 0. Os valores de atividade de água das amostras ao longo do período de vida-de-prateleira se mantiveram estáveis em relação ao valor inicial.

Tabela 21. Valores de atividade de água para as formulações de embutido cozido de peru ao longo da vida-de-prateleira.

Amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
FC	0,976 (0,001)^{cdA}	0,976 (0,001)^{bA}	0,974 (0,001)^{cA}	0,973 (0,003)^{bA}	0,974 (0,001)^{aA}
F1	0,977 (0,001)^{cdA}	0,976 (0,001)^{abAB}	0,975 (0,001)^{abABC}	0,974 (0,002)^{bBC}	0,973 (0,003)^{cC}
F2	0,979 (0,001)^{abA}	0,976 (0,002)^{abA}	0,974 (0,001)^{cB}	0,974 (0,002)^{abB}	0,975 (0,002)^{aB}
F3	0,976 (0,000)^{cdAB}	0,979 (0,002)^{aA}	0,975 (0,002)^{abcB}	0,977 (0,001)^{aA}	0,974 (0,004)^{aB}
F4	0,978 (0,002)^{bcA}	0,977 (0,001)^{abA}	0,977 (0,001)^{abcA}	0,974 (0,002)^{abB}	0,973 (0,001)^{aB}
F5	0,975(0,000)^{dABC}	0,978 (0,003)^{abA}	0,977 (0,001)^{abAB}	0,973 (0,001)^{abBC}	0,972 (0,004)^{aC}
F6	0,978 (0,001)^{bcA}	0,976 (0,002)^{abAB}	0,978 (0,001)^{aA}	0,976 (0,001)^{abAB}	0,975 (0,001)^{aB}
F7	0,980 (0,001)^{aA}	0,978 (0,001)^{abAB}	0,978 (0,003)^{abABC}	0,976 (0,001)^{abBC}	0,975 (0,002)^{aC}

^{a,b,c}, médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
$^{A, B, C}$, médias da mesma linha com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Os dados apresentados na Tabela 21 são muito próximos dos valores reportados por Fernandéz-Salguero, Gómez, Carmona, (1993) onde presuntos apresentaram valor de atividade de água igual a 0,976 e mortadela 0,969 e teores de NaCl de aproximadamente 2.5%.

5.3.4. Determinação de % de umidade de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora

Determinou-se a umidade das formulações de embutido cozido de peru ao longo do período de vida-de-prateleira (60 dias a 4℃). Esses valores estão apresentados na Tabela 22.

Tabela 22. Teores de umidade (%) para as formulações de embutido cozido de peru ao longo da vida-de-prateleira.

Amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
FC	77,390 (0,318)^{aA}	76,405 (0,251)^{bcdB}	76,455 (0,251)^{abcB}	76,355 (0,254)^{bcdB}	76,288 (0,254)^{bcdB}
F1	76,315 (0,575)^{cdAB}	75,682 (0,369)^{dB}	76,853 (0,448)^{aA}	76,022 (0,316)^{dB}	76,067 (0,070)^{cdeB}
F2	76,970 (0,142)^{abA}	76,898 (0,264)^{abcA}	76,157 (0,171)^{bcA}	76,880 (0,081)^{aA}	76,957 (0,413)^{aA}
F3	76,995 (0,400)^{abAB}	77,415 (0,411)^{aA}	76,010 (0,147)^{cC}	76,787 (0,431)^{abAB}	76,947 (0,333)^{aAB}
F4	77,430 (0,077)^{aA}	77,017 (0,540)^{abAB}	76,620 (0,190)^{abB}	76,763 (0,197)^{abB}	76,875 (0,434)^{abAB}
F5	76,470 (0,142)^{bcAB}	76,152 (0,239)^{dB}	76,735 (0,173)^{aA}	76,473 (0,080)^{abcAB}	75,512 (0,513)^{eC}
F6	76,485 (0,301)^{bcA}	76,185 (0,403)^{cdA}	76,722 (0,511)^{aA}	76,723 (0154)^{abA}	76,507 (0,085)^{abcA}
F7	75,745 (0,279)^{dB}	76,393 (0,553)^{bcdA}	76,527 (0,324)^{abcA}	76,155 (0,232)^{cdAB}	75,708 (0,160)^{deB}

^{a,b,c,d,e}, médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
$^{A, B, C}$, medias da mesma linha com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Analisando a Tabela 22, observa-se que houve diferença significativa (p<0,05) entre as formulações, porém a redução nos valores de umidade ao longo da estocagem foi muito pequena. Esse resultado pode ser explicado pela grande homogeneidade no preparo dos batters, uma vez que foram preparadas em escala industrial. O objetivo dessa análise foi estudar o comportamento da tendência de perda de água durante a estocagem durante a vida-de-prateleira. Observou-se que a redução de sal nas formulações não promoveu alterações nas propriedades de ligação do batter cozido.

5.3.5. Determinação de pH de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora

Ao longo do período de vida-de-prateleira, realizaram-se determinações de pH para avaliar o comportamento das formulações durante a estocagem. Analisando a Tabela 23, percebe-se que os valores encontrados apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) durante o período analisado.

Tabela 23. Valores de pH das formulações de embutido cozido de peru ao longo da vida-de-prateleira.

Amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
FC	6,203 (0,008)^{bcAB}	6,220 (0,011)^{bA}	6,198 (0,019)^{aB}	6,205 (0,005)^{bAB}	6,200 (0,011)^{abAB}
F1	6,210 (0,010)^{bA}	6,222 (0,004)^{bA}	6,208 (0,032)^{aA}	6,230 (0,006)^{abA}	6,055 (0,115)^{cB}
F2	6,235 (0,016)^{aAB}	6,252 (0,004)^{aA}	6,218 (0,031)^{aB}	6,260 (0,009)^{aA}	6,248 (0,008)^{aA}
F3	6,160 (0,022)^{dD}	6,183 (0,012)^{cC}	6,212 (0,035)^{aA}	6,207 (0,005)^{bB}	6,157 (0,008)^{abcABC}
F4	6,158 (0,004)^{dAB}	6,172 (0,008)^{cdAB}	6,227 (0,051)^{aA}	6,067 (0,077)^{cB}	6,058 (0,130)^{cB}
F5	6,145 (0,005)^{deB}	6,157 (0,010)^{eB}	6,227 (0,051)^{aA}	6,187 (0,014)^{bAB}	6,152 (0,012)^{abcB}
F6	6,135 (0,005)^{eCD}	6,163 (0,005)^{deBC}	6,248 (0,031)^{aA}	6,187 (0,010)^{bB}	6,112 (0,039)^{bcA}
F7	6,185 (0,005)^{cB}	6,220 (0,000)^{bA}	6,217 (0,033)^{aA}	6,237 (0,005)^{abA}	6,212 (0,008)^{abA}

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente ($p< 0,05$ – Teste de Tukey)
$^{A, B, C, D}$, medias da mesma linha com letras diferentes diferem significativamente ($p< 0,05$ – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Embora os valores de pH das formulações estudadas apresentassem diferença significativa, percebe-se que a variação de pH foi pequena, ou seja, os valores se mantiveram estáveis (comparação entre as amostras e entre os períodos de avaliação). Resultado similar foi encontrado por Silva (2004) quando

estudou a variação de pH de lingüiças frescais de frango durante a armazenagem. O autor relaciona a estabilidade do pH das formulações com a ação tamponante do tripolifosfato de sódio utilizado nos produtos.

As formulações F1 (com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio) e a amostra F4 (com substituição total do nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e sem redução de NaCl) apresentaram os menores valores de pH no final do período de armazenamento, porém ainda valores acima de 6,0.

5.3.6. Teores de nitrito de sódio residual (mg/g) de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora

Ao longo do período de vida-de-prateleira realizaram-se determinações do teor residual de nitrito de sódio das formulações de embutido cozido de peru apresentadas na Figura 13. Essa determinação é muito importante para avaliar a capacidade de manutenção do nitrito de sódio produzido a partir da redução do nitrato do extrato de aipo pela cultura *starter* e prever a segurança do produto final.

No tempo zero, os valores de nitrito de sódio residual encontrados nas amostras de todas as formulações foi próximo a 20 mg/kg. Esses valores iniciais aumentaram após 7 dias para valores entre 40 mg/kg até próximos a 70 mg/kg. Esse aumento pode ser justificado em função da redução de nitrato a nitrito pelas bactérias presentes no batter. Posteriormente a esse período, ocorreu a redução nos valores até níveis entre 5 a 15 mg/kg, os quais se mantiveram até o término do período de vida-de-prateleira.

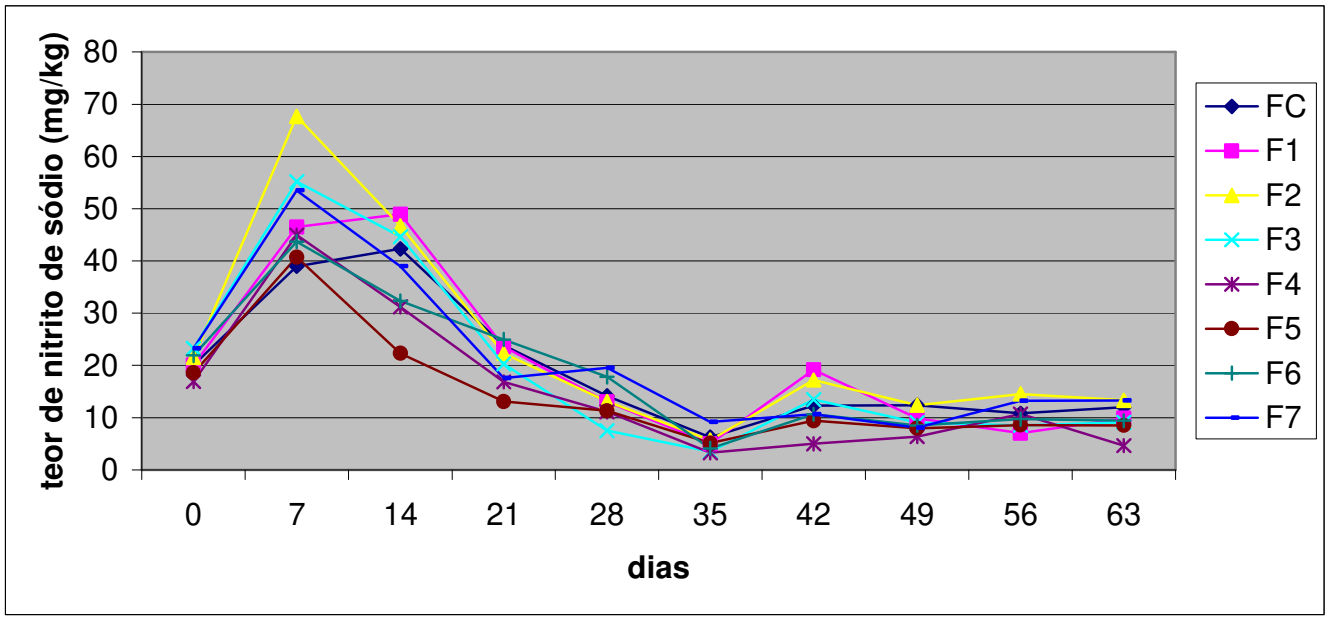

Figura 13. Teores de nitrito de sódio residual das formulações de embutido cozido de peru redução de sódio e substituição de nitrito de sódio ao longo da vida-de-prateleira.

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Segundo descrito por Honikel (2008), os valores de nitrito de sódio de produtos cárneos emulsionados, armazenados a 2ºC diminuem ao longo da vida-de-prateleira, conforme Figura 14. Os valores de nitrito de sódio residual das amostras se mantiveram próximos e com comportamento semelhante, em declínio a partir do dia 0. Ainda, segundo Honikel, 2008, o declínio de nitrito ocorre de maneira mais lenta em produtos com pH mais elevado (as amostras FC, F2 e F7 apresentaram maiores valores de pH ao término da vida-de-prateleira e consequentemente maiores valores de nitrito residual).

No caso da presente pesquisa, há vários fatores que devem ser considerados e o mais importante é a redução total ou parcial do nitrato de sódio presente no extrato de aipo em função das condições redutoras do batter antes e após o cozimento.

Novos estudos devem ser conduzidos para quantificar os efeitos da temperatura, ação da cultura *starter*, presença de outros compostos redutores de forma a garantir níveis baixos de nitrito residual, porém seguros.

Figura 14. Valores de nitrito de sódio em produtos emulsionados tipo salsicha cozida armazenados a 2ºC.

período de armazenagem	Teor de nitrito de sódio adicionado na formulação de salsichas cozidas (ppm)			
	75	100	150	200
após cozimento	21,9	30,5	59,5	53,7
após 20 dias	7,5	9,3	10,2	15,4
após 40 dias	3,6	6,4	7,6	7,7
após 60 dias	0,5	0,9	0,9	5,8

Fonte: HONIKEL, 2008

Observaram-se também, diferenças nos valores de nitrito residual entre as amostras com adição direta de nitrito de sódio e com adição de extrato de aipo como fonte de nitrato e cultura *starter* como fonte redutora, reforçando mais uma vez a capacidade nitrato-redutora do *Staphulococcus carnosus utilis ssp.,* e *carnosus* e sua influência.

5.3.7. Oxidação lipídica de embutido de peru cozido com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* como fonte redutora durante a vida-de-prateleira

A oxidação lipídica é uma das causas mais importantes na deterioração de um produto cárneo (MORRISEY et. al., 1998). Além de alterar o sabor do produto (*off-flavor*), a oxidação lipídica está diretamente relacionada com a oxidação de cor, uma vez que os radicais produzidos pela oxidação lipídica agem diretamente ou indiretamente na oxidação dos pigmentos da carne (GRAY; GOMAA; BUCKLEY, 1996). Sendo assim, o controle dos produtos da reação de oxidação lipídica é extremamente importante para inibir ou reduzir a deterioração de importantes propriedades físicas e sensoriais de produtos cárneos.

Um desses produtos secundários do processo da reação de oxidação lipídica é o malonaldeído cujo valor é quantificado num dos métodos mais utilizados para controle desse problema, conhecido como TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005). Segundo Fernández; Pérez-Álvarez; Fernández-Lopez (1997), existem diversas teorias sobre os possíveis mecanismos de formação dos malonaldeídos através dos ácidos graxos polinsaturados com três duplas ligações ou mais, associados a fosfolipídios. As frações de fosfolipídios são identificadas como os primeiros substratos da deterioração lipídica e são responsáveis pela geração de TBARS incluindo malonaldeído em fígado de frango, coração e ovo (FERNÁNDEZ; PÉREZ-ÁLVAREZ; FERNÁNDEZ-LOPEZ, 1997).

O método de TBARS é fácil de ser aplicado e o resultado é bastante rápido (PIGNOLI et al. 2009).

Na Tabela 24 são apresentados os valores de TBARS encontrados nas amostras analisadas (amostras controle, com substituição de cloreto de sódio por

cloreto de potássio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo) ao logo do período de vida-de-prateleira.

Analisando os valores da Tabela 24, percebe-se que o comportamento das amostras em relação a oxidação lipídica foi bastante similar. No dia 0 as amostras com redução de sódio e substituição do nitrito de sódio (F4, F5, F6 e F7) não apresentaram diferença significativa em relação a amostra controle. Por outro lado as amostras F1, F2 e F3 diferiram ($p<0,05$) em relação a amostra FC. Ao longo de todo período de vida-de-prateleira, das formulações com substituição do nitrito de sódio pelo extrato vegetal de aipo apresentaram os menores valores de malonaldeído, o que representa menor oxidação lipídica. Para as formulações que utilizaram nitrito de sódio, quanto maior a substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio maior foi o valor de TBARS encontrado, na maioria dos pontos analisados. Segundo Cheng; Wang; Ockerman (2007) a adição de cloreto de sódio nos níveis de 0,5 a 2,5% favorece a oxidação lipídica, uma vez que nessas concentrações o cloreto de sódio apresenta propriedades pró-oxidantes, o que não ocorreu nas amostras avaliadas. Isso pode ser explicado pela influência do nitrito de sódio adicionado as formulações, um potente antioxidante.

De acordo com Osawa; Felício; Gonçalvez (2005) o nitrito de sódio interfere na determinação de TBARS na etapa de destilação reduzindo o número de TBA e essa redução ocorre de forma linear com o aumento da concentração de nitrito. Fernández; Pérez-Álvarez; Fernández-Lopez (1997) descreveram que o teor de nitrito residual dos produtos resultam na formação de malonaldeído que não participa na reação de TBA, gerando valores menores do que realmente deveria ser. O malonaldeído reage com nitrito mesmo em temperatura ambiente.

Tabela 24. Teores de malonaldeído (mg/100g) de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio por cloreto de potássio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo e cultura *starter*

Amostra	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias	49 dias	56 dias	63 dias
FC	0,422 (0,029)^{cdCD}	0,478 (0,064)^{bC}	0,931 (0,125)^{bA}	0,630 (0,092)^{bB}	0,408 (0,033)^{cCD}	0,309 (0,019)^{dEF}	0,401 (0,054)^{cCDE}	0,357 (0,027)^{dDE}	0,226 (0,022)^{cF}	0,690 (0,036)^{abB}
F1	0,560 (0,103)^{bB}	0,478 (0,072)^{bCD}	1,066 (0,054)^{aA}	0,673 (0,032)^{bB}	0,486 (0,044)^{bCD}	0,333 (0,017)^{bcdE}	0,506 (0,054)^{bC}	0,399 (0,029)^{bcDE}	0,175 (0,029)^{cF}	0,712 (0,095)^{abB}
F2	0,558 (0,047)^{bC}	0,450 (0,015)^{bcCD}	1,007 (0,043)^{abA}	0,905 (0,151)^{aB}	0,483 (0,023)^{bCD}	0,352 (0,025)^{bcDE}	0,470 (0,039)^{bCD}	0,401 (0,017)^{bD}	0,225 (0,016)^{cE}	0,826 (0,245)^{abB}
F3	0,774 0,076)^{aB}	0,694 (0,195)^{aBC}	0,937 (0,065)^{bA}	0,940 (0,071)^{aA}	0,619 (0,041)^{aCD}	0,472 (0,020)^{aE}	0,637 (0,065)^{aBCD}	0,531 (0,042)^{aDE}	0,319 (0,024)^{bF}	0,931 (0,118)^{aA}
F4	0,450 (0,069)^{cdC}	0,348 (0,026)^{bcdCD}	0,922 (0,055)^{bA}	0,633 (0,036)^{bB}	0,405 (0,024)^{cCD}	0,362 (0,036)^{bD}	0,366 (0,019)^{cCD}	0,329 (0,017)^{deD}	0,289 (0,019)^{bD}	0,655 (0,200)^{bB}
F5	0,418 (0,029)^{cdC}	0,337 (0,065)^{cdCD}	0,976 (0,054)^{abA}	0,697 (0,128)^{bB}	0,346 (0,006)^{dCD}	0,310 (0,028)^{cdD}	0,400 (0,011)^{cCD}	0,337 (0,009)^{deCD}	0,393 (0,029)^{aCD}	0,616 (0,121)^{bB}
F6	0,501 (0,105)^{cdCD}	0,275 (0,017)^{dE}	0,922 (0,031)^{bA}	0,654 (0,051)^{bBC}	0,360 (0,007)^{dDE}	0,298 (0,026)^{dE}	0,403 (0,036)^{cDE}	0,362 (0,013)^{cdDE}	0,400 (0,014)^{aDE}	0,697 (0,271)^{abB}
F7	0,348 (0,034)^{dCDE}	0,392 (0,047)^{bcdCD}	0,898 (0,100)^{bA}	0,645 (0,107)^{bB}	0,322 (0,021)^{dCDE}	0,247 (0,034)^{eE}	0,365 (0,010)^{cCD}	0,308 (0,018)^{eDE}	0,417 (0,081)^{aC}	0,620 (0,100)^{bB}

^{a,b,c,d,e}, médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
^{A,B,C,D,E,F}, médias da mesma linha com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl

Para as amostras com substituição de nitrito de sódio (F4, F5, F6 e F7), houve muita variação no teor de TBARS, porém na maioria dos pontos da vida-de-prateleira, quanto maior a substituição do cloreto de sódio pelo cloreto de potássio menor o valor de malonaldeído. Isso está de acordo com o feito relatado na literatura onde, quanto menor o sal menor a oxidação. De acordo com estudo realizado por Rhee & Ziprin (2001) variando a quantidade de cloreto de sódio adicionado em carne de frango de 0 a 5% encontra-se valores de TBARS de 0,25 a 0,82 mg/kg, confirmando o efeito pró-oxidante do NaCl.

Todos os valores encontrados foram baixos, o que era esperado, pois embora a matéria-prima utilizada, o peito de peru, apresente alto teor de ácidos graxos insaturados e polinsaturados, que aceleram o processo de oxidação (PIGNOLI et al., 2009) o teor de gordura dos produtos são inferiores a 3%. Além disso, o uso do eritorbato de sódio, como agente antioxidante, controla e minimiza o efeito da oxidação lipídica. Outro parâmetro de controle que deve ser ressaltado no controle da oxidação das formulações estudadas é a ausência de oxigênio. As amostras foram misturadas e embutidas em condições de vácuo e acondicionadas em tripas plásticas com barreira ao oxigênio (GRAY; GOMAA; BUCKLEY, 1996).

5.3.8. Avaliação instrumental de cor L*, a*, b* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*

A aparência de um produto cárneo é um dos fatores que mais influencia os consumidores na sua escolha (SHAHIDI & PEGG, 1995). Zang; Kong; Xiong (2007) descrevem a formação e estabilidade de cor como atributos sensoriais dos produtos cárneos que interferem na aceitação dos consumidores. Portanto, a cor e a estabilidade de cor são características de qualidade que devem ser controladas em um produto cárneo.

O nitrito de sódio, por sua vez, é o ingrediente principal para a formação de cor em produtos curados (JAFARI & EMAM-DJOMEH, 2007). No item 3.3.1. está descrito o mecanismo de formação de cor dos produtos cárneos com nitrito de sódio em sua composição.

Existem diversas opções para avaliação instrumental de cor de produtos cárneos. O método de determinação escolhido deve ser apropriado para o objetivo da avaliação. Segundo Mancini & Hunt (2005) as mensurações de *Hunter* para L*, a* e b* são as mais indicadas para presuntos curados e desidratados. Os métodos de CIE e *Hunter Lab* promovem maior reprodutividade nos valores de luminosidade comparado com os outros métodos.

Jafari & Emam-Djomeh (2007) utilizaram o mesmo método para avaliação de cor de salsicha com teores reduzidos de nitrito durante 30 dias de armazenagem, assim como Zarringhalami; Sahari; Hamidi-Esfehani (2008) no estudo da substituição de nitrito de sódio por corante natural também em salsichas.

Na Tabela 25 estão apresentados os valores de L* das amostras com redução de 25%, 50% e 75% de sódio com adição de nitrito de sódio e com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo do período de 60 dias de vida-de-prateleira.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 25, percebe-se que o valor de luminosidade (L*) das amostras estudadas mantiveram-se estáveis quando se comparam os valores iniciais e finais. Zang; Kong; Xiong (2007) estudaram as alterações de cor em salsichas adicionadas de nitrito de sódio e *Lactobacillus fermentum* com três diferentes concentrações e não encontrou diferença significativa entre os valores de luminosidade, embora tenham encontrado diferentes valores de nitrito residual.

Tabela 25. Valores de L* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* ao longo dos 60 dias de vida-de-prateleira.

Amostra	0	15	30	45	60
FC	70,334 (0,549)^{aAB}	70,595 (0,837)^{abA}	70,410 (0,686)^{abAB}	69,618 (0,598)^{aB}	70,275 (0,560)^{abAB}
F1	69,801 (1,135)^{aA}	68,941 (2,866)^{aA}	69,976 (1,198)^{abA}	69,816 (0,351)^{aA}	69,951 (0,663)^{abA}
F2	69,985 (0,959)^{aA}	70,579 (0,326)^{bA}	70,284 (0,392)^{abA}	70,980 (0,474)^{aA}	70,504 (1,062)^{abA}
F3	70,655 (0,512)^{aA}	70,819 (0,239)^{abA}	70,876 (0,452)^{aA}	70,913 (0,620)^{aA}	70,551 (1,227)^{abA}
F4	69,710 (0584)^{aB}	68,919 (0,652)^{aC}	69,623 (0,410)^{bB}	71,218 (0,334)^{aA}	69,919 (0,378)^{abB}
F5	69,959 (0,720)^{aA}	69,870 (0,516)^{bA}	69,871 (0,314)^{bA}	70,879 (3,587)^{aA}	70,241 (0,251)^{abA}
F6	70,861 (0,825)^{aA}	70,804 (0,281)^{abA}	70,245 (0,692)^{abA}	70,799 (0,927)^{aA}	70,998 (0,320)^{aA}
F7	70,728 (0,628)^{aA}	70,048 (0,552)^{abA}	70,089 (0,437)^{abA}	70,433 (1,703)^{aA}	69,845 (0,290)^{bA}

^{a,b}, médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
$^{A, B, C}$, médias da mesma linha com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Os tratamentos utilizados no experimento resultaram em pequenas alterações no valor de L*. Segundo Youssef & Barbut (2009) o aumento da capacidade de retenção de água resulta em maiores valores de luminosidade. No presente estudo o uso de ingredientes como a proteína isolada de soja e carragena semi-refinada, que atuam como extensores aumentaram a capacidade de retenção de água dos produtos, pode explicar a similaridade dos resultados dos valores de L*. Cheng; Wang; Ockerman (2007), estudaram a oxidação de cor em carne suína salgada e não encontraram diferença no valor de L* entre amostras com adição de 0,5 a 2,5% de cloreto de sódio, o que está de acordo com

os resultados encontrados nesse experimento onde a variação no teor de cloreto de sódio não influenciou o valor de luminosidade das amostras.

Na Tabela 26 estão apresentados os valores de a* das amostras com redução de 25%, 50% e 75% de sódio com adição de nitrito de sódio e com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo do período de 60 dias de vida-de-prateleira.

Observando a Tabela 26, percebe-se que os valores de a* (vermelho) diminuíram com o decorrer do período de vida-de-prateleira, porém em geral a diferença entre as amostras não foi significativa. Segundo Faria et al. (2001) a perda de cor também pode ocorrer no interior do produto, com velocidade mais lenta, mesmo sem presença de luz e as razões é que os peróxidos orgânicos, provenientes da oxidação lipídica, ou seus intermediários podem oxidar diretamente os pigmentos da carne ou diminuir a ação dos agentes antioxidantes. Notou-se o aumento no valor de TBARS de todas as formulações estudadas (aumento da oxidação lipídica) que pode explicar a perda da intensidade do vermelho.

Tabela 26. Valores de a* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* ao longo dos 60 dias de vida-de-prateleira.

Amostra	0	15	30	45	60
FC	6,246 (0,457)^{aAB}	6,425 (0,474)^{aAB}	6,623 (0,314)^{aAB}	6,724 (0,561)^{aA}	6,014 (0,225)^{aB}
F1	6,886 (0,556)^{aA}	6,934 (1,962)^{aA}	6,546 (0,482)^{aA}	5,966 (0,361)^{bcA}	6,386 (0,163)^{aA}
F2	6,398 (0,167)^{aAB}	6,080 (0,212)^{aCD}	6,488 (0,119)^{aA}	5,855 (0,273)^{cD}	6,199 (0,148)^{aBC}
F3	6,750 (0,339)^{aA}	6,034 (0,224)^{aB}	6,436 (0,364)^{aAB}	6,156 (0,081)^{abcB}	6,170 (0,390)^{aB}
F4	6,629 (0,243)^{aA}	6,348 (0,591)^{aAB}	6,244 (0,170)^{aAB}	6,318 (0,123)^{abcAB}	6,034 (0,450)^{aB}
F5	6,706 (0,605)^{aA}	6,166 (0,541)^{aA}	6,520 (0,298)^{aA}	6,230 (0,120)^{abcA}	6,235 (0,342)^{aA}
F6	6,578 (0,586)^{aA}	6,316 (0,224)^{aAB}	6,524 (0,274)^{aA}	5,829 (0,546)^{cB}	6,360 (0,169)^{aAB}
F7	6,263 (0,318)^{aA}	6,156 (0,247)^{aA}	6,468 (0,592)^{aA}	6,526 (0,638)^{abA}	6,403 (0,416)^{aA}

^{a,b,c}, médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente ($p< 0,05$ – Teste de Tukey)

$^{A, B, C}$, médias da mesma linha com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

A adição do extrato vegetal de aipo como fonte de nitrato e cultura *starter* como fonte redutora foi eficaz na formação de cor e segundo JAFARI & EMAM-DJOMEH (2007) teores entre 20 a 40 mg/kg de nitrito são suficientes para o desenvolvimento da cor em um produto curado (valores estes similares ao encontrados após o cozimento das amostras estudadas).

A manutenção da estabilidade de cor ao longo do período de vida-de-prateleira pode ser atribuída a utilização de eritorbato de sódio nas formulações estudadas. O eritorbato de sódio apresenta ação contra a oxidação de cor, melhorando sua estabilidade. De acordo com Mancini et al. (2007) a utilização de eritorbato de sódio mantém a intensidade de coloração vermelha em músculo bovino após 24 horas, comparando com o controle sem adição do antioxidante.

Na Tabela 27 estão apresentados os valores de b* das amostras com redução de 25%, 50% e 75% de sódio com adição de nitrito de sódio e com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo do período de 60 dias de vida-de-prateleira.

Através da Tabela 27, percebe-se que os valores de b* (amarelo) aumentam com o decorrer da vida-de-prateleira e as amostras com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo como fonte de nitrato e cultura

starter como fonte redutora apresentaram valores maiores de b* em todos os períodos avaliados.

Tabela 27. Valores de b* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* ao longo dos 60 dias de vida-de-prateleira.

Amostra	0	15	30	45	60
FC	6,274 (0,473)^{cAB}	6,351 (0,515)^{dAB}	6,008 (0,477)^{bB}	6,838 (0,519)^{bA}	6,351 (0,408)^{dAB}
F1	6,044 (0,634)^{cA}	6,504 (0,556)^{cdA}	5,955 (0,611)^{bA}	6,525 (0,331)^{bA}	6,518 (0432)^{dA}
F2	6,141 (0,435)^{cA}	6,411 (0,245)^{cdA}	6,414 (0,937)^{bA}	6,548 (0,222)^{bA}	6,730 (0,704)^{cdA}
F3	7,136 (0,684)^{abA}	6,715 (0,435)^{cdAB}	6,310 (0,697)^{bB}	6,813 (0,026)^{bAB}	7,184 (0,526)^{bcA}
F4	6,755 (0,112)^{bcBC}	6,993 (0,315)^{cAB}	6,544 (0,277)^{bC}	7,153 (0,137)^{bA}	6,983 (0,330)^{cdAB}
F5	7,348 (0,195)^{abBC}	7,632 (0,319)^{bAB}	7,460 (0,3149)^{aABC}	7,100 (0,168)^{bC}	7,830 (0,304)^{abA}
F6	7,599 (0,553)^{aA}	8,40 (0,155)^{aA}	8,033 (0,242)^{aA}	8,440 (1,299)^{aA}	8,334 (0,137)^{aA}
F7	7,404 (0,303)^{aC}	8,148 (0,490)^{abAB}	7,715 (0,256)^{aBC}	8,293 (0,425)^{aA}	8,334 (0,255)^{aA}

^{a,b,c,d}, médias da mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
$^{A, B, C}$, médias da mesma linha com letras diferentes diferem significativamente (p< 0,05 – Teste de Tukey)
M = média e DP = desvio padrão
FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Conforme já descrito no item 3.3.1, o nitrito de sódio é responsável pela coloração típica e característica dos produtos curados. Segundo Faria et al. (2001) a baixa disponibilidade de óxido nítrico pode resultar em produtos com coloração mais fraca e menos estável. Embora o valor de nitrito residual das amostras com substituição de nitrito de sódio foi similar ao das amostras com adição direta de nitrito de sódio, o óxido nítrico formado através da redução do nitrato de sódio presente no extrato de aipo pode ter sido menor do que das amostras com adição

direta de nitrito de sódio devido, o que justifica o aumento do amarelo em F4, F5, F6 e F7.

Embora as amostras com extrato vegetal de aipo apresentaram intensidade do amarelo maior do que as amostras com nitrito de sódio, a coloração das formulações estudadas permaneceu praticamente estável ao longo do período de vida-de-prateleira.

5.3.9. Análise instrumental de cor L*, a*, b* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* fatiados e expostos a luz e refrigeração a 8°C durante o período de 8 horas

Com a finalidade de simular a estabilidade das formulações em condições de exposição no varejo os produtos estudados foram avaliados, durante os tempos 0 hora, 2 horas, 5 horas, 6,5 horas e 8 horas nos atributos de cor L*, a*, b, das amostras fatiadas e embaladas em embalagens de isopor cobertas por filme de polietileno e armazenadas sob refrigeração de 8°C e com presença de luz.

Segundo a Portaria n° 6 de 10 de março de 1999 da ANVISA os produtos perecíveis devem ser armazenados de 6 a 10°C (BRASIL, 1999).

Na Figura 15 estão os valores de luminosidade das formulações estudadas expostas a luz e temperatura de 8°C e observando essa figura observa-se que os valores de L* aumentam com o decorrer com tempo de armazenamento e que as formulações com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo apresentaram valores de L* maiores comparado com as amostras com adição direta de nitrito de sódio.

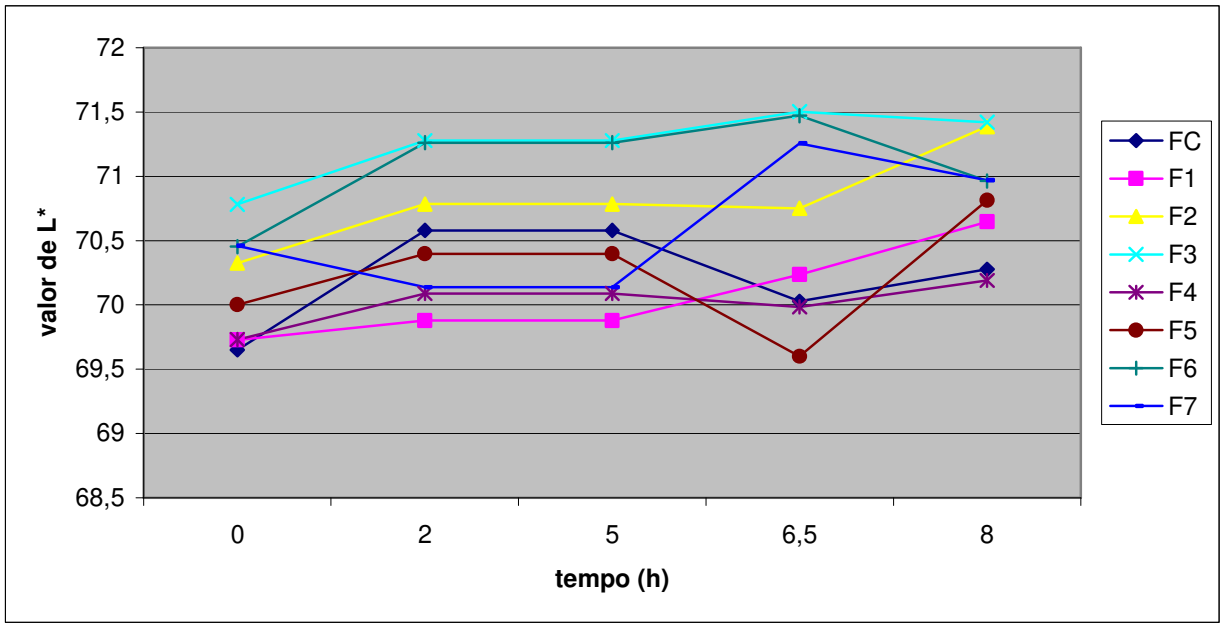

Figura 15. Comparação dos valores de L* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* fatiadas e expostas a luz e refrigeração de 8℃ du rante 8 horas.

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Na Figura 16 estão os valores de a* das formulações estudadas expostas a luz e temperatura de 8℃ e na Figura 17 estão os va lores de b* das formulações estudadas expostas a luz e temperatura de 8℃.

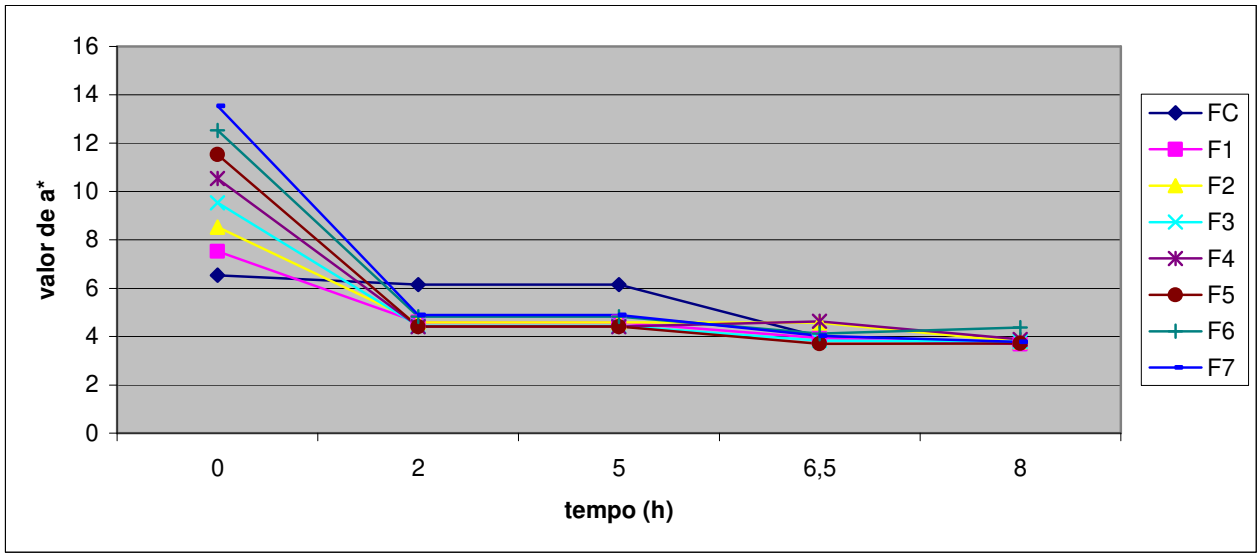

Figura 16. Comparação dos valores de a* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* fatiadas e expostas a luz e refrigeração de 8°C du rante 8 horas.

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Os valores de a* diminuem a partir da segunda hora de estocagem mantendo-se estáveis no decorrer do tempo avaliado (Figura 16). As amostras com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo apresentaram valores de a* iniciais maiores comparados com as amostras com adição direta de nitrito de sódio, porém no decorrer do período de armazenagem os valores de todas as amostras se aproximaram. Observou-se a mesma tendência para todas as formulações.

Ao contrário do que aconteceu com os valores de a*, os valores de b* aumentaram a partir da segunda hora de armazenagem e mantiveram-se estáveis no decorrer do restante do tempo, conforme esperado. As amostras com substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo apresentaram valores de b* maiores comparados com as amostras com adição direta de nitrito de sódio.

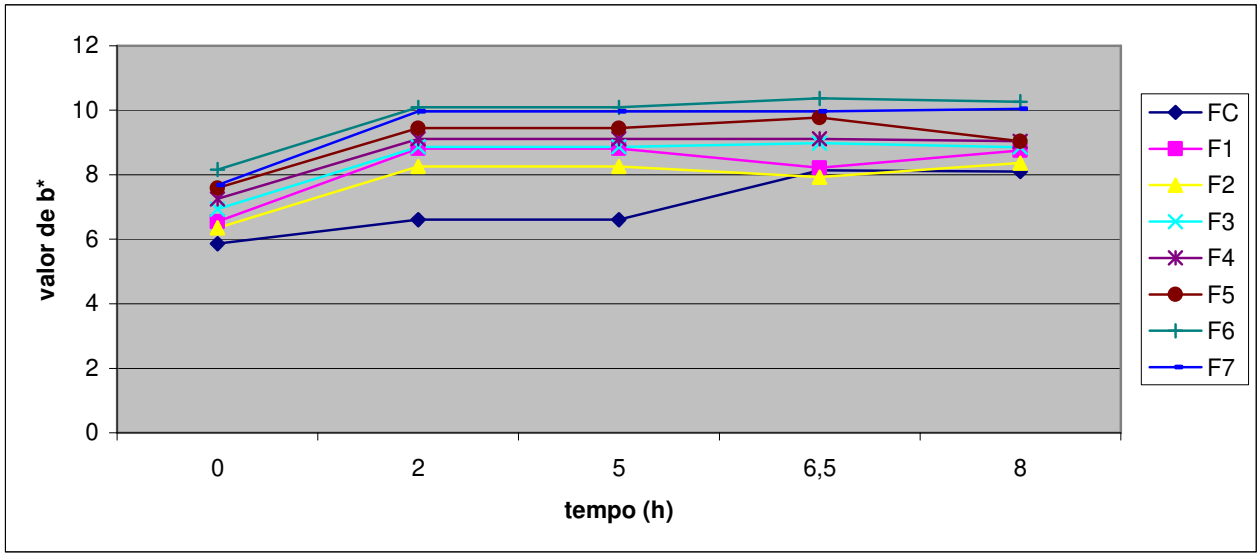

Figura 17. Comparação dos valores de b* de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* fatiadas e expostas a luz e refrigeração de 8℃ du rante 8 horas.

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Segundo Faria et al. (2001) existem diversas causas para a oxidação de cor de um produto fatiado. O oxigênio e a luz são fatores importantes que influenciam a perda de cor. A luz, mesmo em combinação de quantidades mínimas de oxigênio causa uma significativa degradação da cor do produto.

5.3.10. Estabilidade microbiológica de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* ao longo da vida-de-prateleira

A contaminação microbiológica de alimentos é a maior preocupação das indústrias de processamento, agências regulatórias e dos consumidores. Estima-se que 76 milhões de pessoas contraem doenças alimentares a cada ano nos Estados Unidos (WU, 2008).

A carne é uma matriz de nutrientes rica para promoção do crescimento e proliferação de microrganismos esporulados e patógenos (AYMERICH; PICOUET; MONFORT, 2008). Os produtos de carne de aves são considerados altamente perecíveis e podem ser potenciais riscos a saúde (CHOULIARA, et. al., 2006).

Além disso, o crescimento de microrganismos esporulados durante a distribuição de carnes pode ser considerado um grande problema, pois nem sempre os consumidores podem evidenciar esse tipo de contaminação (NYCHAS, et. al., 2008).

Frente a esse cenário, várias técnicas de preservação de alimentos são utilizadas com o objetivo de melhorar a segurança microbiológica dos produtos. O congelamento, utilização de conservantes, salga e defumação são técnicas empregadas em todo o mundo para conservar os produtos (SILVA, et. al., 2008). A tecnologia de embalagens também é amplamente utilizada na indústria de alimentos com o intuito de melhorar a conservação dos produtos. O uso de

embalagens com atmosfera modificada está cada vez mais freqüente e é um método não térmico de conservação (PATSIAS, et. al., 2006). A tecnologia dos obstáculos (combinação de mais de um método de preservação) também é estudada para melhorar a estabilidade dos produtos (JAFARI & EMAM-DJOMEH, 2007).

Considerando que o sal e o conservante nitrito de sódio possuem papéis importantes na conservação de um produto e que a segurança alimentar deve ser garantida, o crescimento microbiológico das amostras estudadas ao longo do período de estocagem foi avaliado com o objetivo de verificar as possíveis alterações no produto devido as reformulações utilizadas que impactam diretamente a segurança dos produtos finais.

Na Tabela 28 estão apresentados os valores para contagens de bolores e leveduras das formulações estudadas (com redução de sódio e substituição de nitrito de sódio) ao longo do período de estocagem.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 28 observa-se que não houve crescimento de bolores e leveduras, nas formulações estudadas, ao longo do período de vida-de-prateleira. Esse resultado era esperado uma vez que as amostras foram conservadas em condições de anaerobiose (conforme já mencionado anteriormente foram embutidas a vácuo e em envoltório plástico e impermeável) e os bolores são microrganismos que necessitam de oxigênio para o seu desenvolvimento (HOFFMANN, 2001). Além da condição de anaerobiose a conservação dos produtos sob temperaturas baixas dificulta o crescimento de bolores (SORENSEN et al. 2008).

Os microrganismos anaeróbios sulfito redutores foram também determinados nas formulações estudadas. Esses microrganismos crescem em condições de anaerobiose (a condição de conservação dos produtos) e segundo

JAY (2005) podem ser encontrados em carne de aves e são extremamente importantes no que se refere à garantia da segurança alimentar dos produtos.

Tabela 28. Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) de embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias)

Amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
FC	<100	<100	<100	<100	<100
F1	<100	<100	<100	<100	<100
F2	<100	<100	<100	<100	<100
F3	<100	<100	<100	<100	<100
F4	<100	<100	<100	<100	<100
F5	<100	<100	<100	<100	<100
F6	<100	<100	<100	<100	<100
F7	<100	<100	<100	<100	<100

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Na Tabela 29 estão apresentados os resultados da contagem de microrganismos sulfito redutor das formulações estudadas (com redução de sódio e substituição de nitrito de sódio).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 29, percebe-se que não houve o crescimento de microrganismos anaeróbios sulfito redutores nas formulações estudadas, inclusive nas amostras com substituição do nitrito de sódio pelo extrato vegetal de aipo (amostras F4, F5, F6 e F7). Segundo Jafari &,

Emam-Djomeh (2007) a adição de 50 mg/kg de nitrito de sódio no produto já é suficiente para evitar o crescimento de *Clostridium perfringens* e *Clostridium botulinum*. Sendo assim, o extrato de aipo como fonte de nitrato foi eficaz no controle do crescimento de microrganismos anaeróbios sulfito redutor.

Tabela 29. Contagem de microrganismos anaeróbios sulfito redutor (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias).

Amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
FC	<10	<10	<10	<10	<10
F1	<10	<10	<10	<10	<10
F2	<10	<10	<10	<10	<10
F3	<10	<10	<10	<10	<10
F4	<10	<10	<10	<10	<10
F5	<10	<10	<10	<10	<10
F6	<10	<10	<10	<10	<10
F7	<10	<10	<10	<10	<10

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Como indicador de segurança e higiene no processamento dos produtos estudados foi determinado ao longo do período de vida-de-prateleira a contagem de coliformes a 45℃, microrganismos termotolerantes. Os coliformes podem crescer em temperaturas de -2 a 50℃, embora cresçam lentamente em alimentos armazenados a 5℃ (JAY, 2005).

Na Tabela 30 estão apresentados os valores de contagem de coliformes a 45℃ para as formulações estudadas (com redução de sódio e substituição de nitrito de sódio) ao longo da vida-de-prateleira.

Tabela 30. Contagem de coliformes a 45℃ (UFC/g) embutido co zido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias)

Amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
FC	<10	<10	<10	<10	<10
F1	<10	<10	<10	<10	<10
F2	<10	<10	<10	<10	<10
F3	<10	<10	<10	<10	<10
F4	<10	<10	<10	<10	<10
F5	<10	<10	<10	<10	<10
F6	<10	<10	<10	<10	<10
F7	<10	<10	<10	<10	<10

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Como era de se esperar não houve o crescimento de coliformes a 45℃ em todas as formulações estudadas. As formulações foram elaboradas com matérias-primas e insumos de qualidade e respeitando as Boas Práticas de Fabricação, garantindo com isso a ausência desse indicador de segurança.

Assim como os coliformes as bactérias do gênero *Escherichia coli* são indicadores de segurança dos produtos. A *Escherichia coli* O157:H7 é um

microrganismo importante para a saúde pública pois é capaz de produzir toxinas em larga escala e causando diversos problemas intestinais como diarréia hemorrágica (KOOHMARAIE et al., 2007).

Na Tabela 31 estão apresentados os resultados da contagem de *Escherichia coli* das formulações estudadas com redução de sódio e substituição do nitrito de sódio ao longo da vida-de-prateleira.

Tabela 31. Contagem de *Escherichia coli* (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias).

Amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
FC	<10	<10	<10	<10	<10
F1	<10	<10	<10	<10	<10
F2	<10	<10	<10	<10	<10
F3	<10	<10	<10	<10	<10
F4	<10	<10	<10	<10	<10
F5	<10	<10	<10	<10	<10
F6	<10	<10	<10	<10	<10
F7	<10	<10	<10	<10	<10

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Pelos resultados apresentados não foi evidenciado o crescimento de *Escherichia coli* nas formulações estudadas com redução de sódio e substituição de nitrito de sódio ao longo do período de vida-de-prateleira. Segundo Koohmaraie et al. (2007) os microrganismos desse grupo são mais comuns em carne sem

processamento térmico, o que não ocorreu nas amostras estudadas uma vez que foram submetidas a cozimento até 72℃ no centro do produto.

Conforme já mencionado anteriormente, o nitrito de sódio, que foi um ingrediente substituído nas formulações estudadas (F4, F5, F6 e F7) atua no controle e inibição do crescimento de *Clostridium spp.* que é um microrganismo formador de esporos. Para verificar a eficácia do extrato de aipo como fonte de nitrato e cultura *starter* como fonte redutora foi determinada a contagem de microrganismos esporulados em dois pontos da vida-de-prateleira, o tempo 0 e o tempo final de 60 dias.

Na Tabela 32, seguem os resultados da contagem de microrganismos esporulados das formulações estudadas com redução de sódio e substituição do nitrito de sódio no tempo 0 e no tempo de 60 dias.

Tabela 32. Contagem de microrganismos esporulados (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias).

Amostra	0 dia	60 dias
FC	1,5	<0,3
F1	2,3	<0,3
F2	2,6	<0,3
F3	2,3	<0,3
F4	4,3	<0,3
F5	2,3	<0,3
F6	2,4	<0,3
F7	2,5	<0,3

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,

F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Com base nos dados apresentados na Tabela 32, percebe-se que os resultados encontrados foram similares para as amostras com adição de nitrito de sódio e com a substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo, o que mais uma vez comprova a eficiência do extrato de aipo como fonte de nitrato e da cultura *starter* como fonte redutora. Esse resultado também pode ser justificado pelas condições de contaminação. Siriken et al. (2006) analisaram amostras de salsichas e encontraram alguns microrganismos esporulados e justificaram essa ocorrência a possível tratamento térmico inadequado, que não foi suficiente para eliminar os microrganismos.

Além dos microrganismos já citados as bactérias do gênero *Staphylococcus coagulase positiva* também causam danos a saúde humana. Um bom exemplo são os *Staphylococcus aureus* que são considerados a terceira causa mais comum de intoxicação alimentar (ARAGON-ALEGRO et al., 2007).

Na Tabela 33 estão apresentados os resultados da contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* das formulações estudadas com redução de sódio e substituição do nitrito de sódio no tempo 0 e no tempo de 60 dias.

Com base nos resultados encontrados na Tabela 33 observa-se que não houve o crescimento de bactérias do gênero *Staphylococcus* coagulase positiva nas formulações estudadas. Mais uma vez, a substituição do nitrito de sódio pelo extrato vegetal de aipo não influencio o crescimento desse microrganismo. Segundo estudo realizado por ARAGON-ALEGRO et al. (2007) esses microrganismos são indicadores de condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, o que não aconteceu durante o processamento das amostras avaliadas.

Tabela 33. Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias).

Amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
FC	<100	<100	<100	<100	<100
F1	<100	<100	<100	<100	<100
F2	<100	<100	<100	<100	<100
F3	<100	<100	<100	<100	<100
F4	<100	<100	<100	<100	<100
F5	<100	<100	<100	<100	<100
F6	<100	<100	<100	<100	<100
F7	<100	<100	<100	<100	<100

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Na Tabela 34 estão apresentados os resultados da contagem total de mesófilos das formulações estudadas com redução de sódio e substituição do nitrito de sódio no tempo 0 e no tempo de 60 dias.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 34 percebe-se que as formulações estudadas (com e sem a redução de sódio e com e sem a substituição de nitrito de sódio por extrato de aipo) mantiveram-se estáveis ao longo do período de vida-de-prateleira. Mais uma vez, as condições de processamento, de qualidade da matéria-prima e de conservação justificam os resultados obtidos. Relacionando os valores de pH encontrados (sem muita diferença entre as formulações e os pontos de vida-de-prateleira analisados) é

possível entender o resultado encontrado, uma vez que o crescimento de microrganismos pode alterar o pH dos produtos.

Tabela 34. Contagem total de mesófilos (UFC/g) embutido cozido de peru com redução de cloreto de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo ao longo da vida-de-prateleira (60 dias).

Amostra	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
FC	$8,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^5$	$9,0 \times 10^5$	$6,0 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$
F1	$1,0 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$9,0 \times 10^5$	$6,1 \times 10^5$	$5,2 \times 10^4$
F2	$2,2 \times 10^5$	$2,2 \times 10^6$	$1,8 \times 10^5$	$7,0 \times 10^5$	$2,6 \times 10^4$
F3	$8,5 \times 10^2$	$4,0 \times 10^3$	$7,0 \times 10^5$	$7,0 \times 10^5$	$6,0 \times 10^2$
F4	$8,5 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$8,0 \times 10^5$	$7,6 \times 10^6$
F5	$7,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$	$9,0 \times 10^5$	$6,5 \times 10^2$
F6	$3,8 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^5$	$1,8 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$
F7	$3,6 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$	$9,0 \times 10^5$	$9,0 \times 10^5$	$8,7 \times 10^5$

FC = Formulação controle,
F1 = Formulação com 25% de substituição de NaCl por KCl,
F2 = Formulação com 50% de substituição NaCl por KCl,
F3 = Formulação com 75% de substituição de NaCl por KCl,
F4 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter*,
F5 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 25% de substituição de NaCl por KCl,
F6 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 50% de substituição NaCl por KCl e
F7 = Formulação com substituição total de nitrito de sódio por extrato de aipo e cultura *starter* e 75% de substituição de NaCl por KCl.

Resultados similares aos do dia 0 foram encontrados por JAFARI & EMAM-DJOMEH (2007), onde estudaram a redução de nitrito de sódio em salsichas.

CONCLUSÕES

A substituição de 25% de cloreto de sódio por cloreto de potássio é possível. As amostras com 50% e 75% de redução de cloreto de sódio por cloreto de potássio já apresentaram alterações nas avaliações sensoriais, sendo percebida a diferença em relação a amostra sem redução de sódio e ainda apresentaram menor aceitação pelos consumidores.

A redução de 25%, 50% e 75% de cloreto de sódio não influenciou as características físico-químicas e microbiológicas do embutido cozido de peru. A utilização do mascarador de sabor amargo pode ter sido o responsável pela melhor aceitação da amostra com 25% de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.

O extrato vegetal de aipo estudado e a cultura microbiana, quando aplicados diretamente na formulação dos produtos submetidos a um processo de cozimento escalonado apresentam-se como uma alternativa para o nitrito de sódio comumente adicionado nos produtos cárneos.

A substituição do nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo como fonte de nitrato e cultura microbiana como fonte redutora alterou a coloração do embutido cozido de peru aumentando a intensidade de coloração amarela, porém não alterou as demais características físico-químicas e microbiológicas do produto.

Esse trabalho permitiu a reformulação de um embutido cozido de peru com redução de sódio e substituição de nitrito de sódio por extrato vegetal de aipo considerando a segurança microbiológica e a manutenção dos atributos físico-químicos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AKHTAR, S.; PAREDES-SABJA, D.; TORRES, J. A.; SARKER, M. R. Strategy to inactive *Clostridium perfringens* spores in meat products. **Food Microbiology**, p. 1 – 6, 2009.

AL-SHUIBI, A. M.; AL-ABDULLAH. Substitution of nitrite by sorbate and the effect on properties of mortadella. **Meat Science**, v. 62, p. 473 – 478, 2002.

ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; BLESA, 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.

ARAGON-ALEGRO, L. C.; KONTA, E. M.; SUZUKI, K.; SILVA, M. G.; JÚNIOR, A. F.; RALL, R.; RALL, V. L. M. Occurrence of coagulase-positive *Staphylococcus* in various food products commercialized in Botucatu, SP Brazil and detection of toxins from food and isolated strains. **Food Control**, v. 18, p. 630 – 634, 2007.

ARIHARA, K. Strategies for designing novel functional meat products. **Meat Science**, v. 74, p. 219 – 229, 2006.

ARMENTEROS, M.; ARISTOY, M. C.; BARAT, J. M.; TOLDRÁ, F. Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. **Food Chemistry**, v. 117, p. 627 – 633, 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis.** 18 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, rev. 2, 2007, p. 3.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of**

Analysis. 18 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, rev. 2, 2007, ch. 39, p. 6 e 7.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis.** 18 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, rev. 2, 2007, ch. 39, p. 4.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis.** 14 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, 1141p. 1984.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis.** 18 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, p. 209 – 213, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis.** 18 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, p. 32, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis.** 18 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, p. 12, 2005.

AYMERICH, T.; PICOUET, P. A.; MONFORT, J. M. Decontamination technologies for meat products. **Meat Science**, v. 78, p. 114 – 129, 2008.

BAGGIO, S. R.; MIGUEL A. M. R.; BRAGAGNOLO, N. Simultaneous determination of cholesterol oxides, cholesterol and fatty acids in processed turkey meat products. **Food Chemistry**, V. 89, P. 475 – 484, 2005.

BARYLKO-PIKIELNA, N.; KOSTYRA, E. Sensory interaction of umami substances with model food matrices and its hedonic effects. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 751 – 758, 2007.

BARRETO, A. C. S. **Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadela.** 2007. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, 2007.

BARBUT, S. Microstructure of white and dark turkey meat batters as affected by pH. **British Poultry Science**, v. 38, p. 175 – 182, 1997.

BERTRAM, H. C.; KRISTENSEN, M.; ANDERSEN, H. J. Functionality of miofibrillar proteins as affected by pH, ionic strength and heat treatment – a low-fiel NMR study. **Meat Science**, v. 68, n. 2, p. 249 – 256, 2004.

BIESALSKI, H.-K. Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? **Meat Science**, v. 70, p. 509 - 524, 2005.

BÖCKER, U.; OFSTAD, R.; BERTRAM, H. C.; EGELANDSDAL. B. HOHLER, A. Sal-induced changes in pork miofibrillar tissue investigated by FT-IR microspectroscopy and light microscopy. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 54, p. 6733 – 6740, 2006.

BRASIL (1998). Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. **Portaria nº41, de 14 de janeiro de 1998** . Regulamento Técnico para Regulagem Nutricional de Alimentos.

BRASIL (1999). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria nº6, de 10 de março de 1999**. Regulamento Técnico, que estabelece os Parâmetros e Critérios para o Controle Higiênico-Sanitário em Estabelecimentos de Alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> . Acesso em: 27 de nov. de 2009.

BRASIL (2008). Ministério da Saúde. **Diretrizes e recomendações para o cuidado integral de doenças crônicas não transmissíveis**. Disponível em:

<http://www.http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/volume_8_completo.pdf>. Acesso em: 03 de nov. de 2009.

CASSENS, R. G. Composition and safety of cured meats in the USA. **Food Chemistry**, v. 59, n. 4, p. 561 – 566, 1997.

CHENG, J-H.; WANG, S-T.; OCKERMAN, H., W. Lipid oxidation and color change of salted pork patties. **Meat Science**, v. 75, p. 71 – 77, 2007.

CHOULIARA, I.; SAMELIS, J.; KAKOURI, A.; BADEKA, A.; SAVVAIDIS, I. N.; RIGANAKOS, K.; KONTOMINAS, M. G. Effect of irradiation of frozen meat/fat trimmings on microbiological and physicochemical quality attributes of dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 74, p. 303 – 311, 2006.

Code of Federal Regulations. (2005). Code of Federal Regulations Animals and animal products 9 CFR 319.2. Disponível em: <http://cfr.vlex.com/vid/319-2-products-and-nitrates-nitrites-19611340>. Acesso em: 03 de jun. de 2009

COFRADES, S.; JIMÉNZ-COLMENERO, F. Protein molecular interactions involved in the formation of frankfurters: effect of fat level and heating rate. **Meat Science**, v.49, n. 4, p. 411 – 423, 1998.

COMPENDIUM OF METHODS FOR THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF FOODS. 4. ED. APHA, p. 325 – 330, 2001.

COMPENDIUM OF METHODS FOR THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF FOODS. 4. ED. APHA, p. 229 - 235, 2001.

CONTRERAS, R. J. The taste and disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 31, p. 1088 – 1097, 1978.

CORREIA, L.. M. M. **Multiplicação de microbiota autóctone e de Staphylococcus aureus inoculado em lingüiças frescais produzidas com diferentes sais de cura.** 2008. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CREHAN, C. M.; TROY, D. J.; BUCKLEY, D. J. Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1,5 and 2,5% salt. **Meat Science**, v. 55, p. 123 – 130, 2000.

DEMEYER, D.; HONIKEL, K.; SMET, S. The world cancer research fund report 2007: A challenge for the meat processing industry. **Meat Science**, v. 80, p. 953 – 959, 2008.

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

DICKINSON, B. D.; HAVAS, S. Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake. **Archive International Medicine**, v. 167, n. 14, p. 1460 – 1468, 2007.

DIMITRAKOPOULOU, M. A; AMBROSIADIS J. A.; ZETOU, F. K.; BLOUKAS, J. G. Effect of salt and transglutaminase (TG) level and processing conditions on quality characteristics pf phosphate-free, cooked, restructure pork shoulder. **Meat Science**, v. 70, p. 743 – 749, 2005.

DOWNES,F.P.; ITO, H. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4ed. Washington: American Public Health Association, 2001, 676 p.

FARIA, J. A. F.; FELÍCIO, P. E.; NEVES, M. A.; ROMANO, M. A. Formação e estabilidade de cor em produtos cárneos curados. **Revista Tecnologia de Carnes**, v. 3, n. 2, p. 16 – 22, 2001.

FELLOWS. P. J. Tecnologia do Processamento de Alimentos.2 ed. Artmed: Porto 602p, 2006.

FERGUSON, L. R. Meat and câncer. **Meat Science**, v. xxx, p. xxx – xxx, 2009.

FERNÁNDEZ J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. **Food Chemistry**, v. 59, n. 3, p. 345 – 353, 1997.

FERNÁNDEZ- SALGUEIRO, J.; GÓMEZ, R., CARMONA, M. A. Water activity in selected high-moisture foods. **Journal of Food Composition and Analyses**, v.6, 364 – 369, 1993.

FERREIRA, M. M. C.; MORGANO, M. A.; QUEIROZ, S. C. N.; MANTOVANI, D. D. D. Relationships of the mineral and fatty acid contents in processed turkey meat products. **Food Chemistry, v**. 69, p. 259 – 265. 2000.

GORDON, A.; BARBUT, S. Meat batters: effect of chemical modification on protein recovery and functionality. **Food Research International.** v. 30, n. 1, p. 5 – 11, 1997.

GOTTERRUP, J.; OLSEN, K.; KNÖCHEL, S.; TJENER, K. STAHNKE, L. H.; MOLLER, J. K. S. Relationship between nitrate/nitrite reductase activities in meat associated staphyloccus and nitrosylmyoglobin formation in a cured meat model system. **International Journal of Food Microbiology**, v. 120, p. 303 – 310, 2007.

GOTTERRUP, J.; OLSEN, K.; KNÖCHEL, S.; TJENER, K. STAHNKE, L. H.; MOLLER, J. K. S. Colour formation in fermented sausages by meat-associated staphylococci with different nitrite- and nitrate-reductase activities. **Meat Science**, v. 78, p. 492 – 501, 2008.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and vida-de-prateleira of meats. **Meat Science**, v. 43, n. s, s111 – s123, 1996.

GRUNERT, K. G. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. **Meat Science**, v. 74, p. 149 – 160, 2006.

GUÁRDIA, M. D.; GUERRERO, L.; GELABERT, J.; GIU, P.; ARNAU, J. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. **Meat Science**, v. 73, p. 484 – 490, 2006.

HAJMEER, M.; CEYLAN, E.; MARSDEN, J., L.; FUNG, D. Y. C. Impact of sodium chloride on *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* analyzed using transmission electron microscopy. **Food Microbiology**, v. 23, p. 446 – 452, 2006.

HOFFMANN, L. F. Fatores limitantes à proliferação de microrganismos em alimentos. **Brasil Alimentos**, n. 09, p. 23 – 30, 2001.

HOFFMAN, L. C.; WIKLUND, E. Game and venison – meat for the modern consumer. **Meat Science**, v. 74, p. 197 – 208, 2006.

HONIKEL, K-O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Science**, v.78, p. 68 – 76, 2008.

IIYAMA, S.; KUGA, H.; EZAKI, S.; HAYASHI, K.; TOKO, K. Peculiar change in membrane potential of taste sensor caused by umami substances. **Sensors and Actuators**, v. 91, p. 191 – 194, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análises de alimentos, Ed. 4, 2005, p. 115 - 116.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análises de alimentos, Ed. 4, 2005, p. 515 – 517.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análises de alimentos, Ed. 4, 2005, capítulo XXIII.

INTERNATIONAL STANDARD ISO-6888-1. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci – Part. 1, 11 p., 2003.

ISO, H.; SHIMAMOTO, T.; KITAMURA, A.; IIDA, M.; KOMACHI, Y. Trends of cardiovascular risk factors and diseases in Japan: implications for primordial prevention. **Preventive Medicine**, v. 29, p. S102 – S105, 1999.

J. FERNÁNDEZ-SALGUERO; GÓMEZ, R.; CARMONA, M. A. Water activity in selected high-moisture foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 6, p. 364 – 369, 1993.

JAFARI, M.; EMAM-DJOMEH, Z. Reducing nitrite content in hot dogs by hurdle technology. **Food Control**, v. 18, p. 1488 – 1493, 2007.

JAY, J. M. Microbiologia de Alimentos.6 ed. Artmed: Porto 711p, 2005.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, p. 41 – 48, 1996.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Food Science and Technology**, v. 11, p. 56 – 66, 2000.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, J. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**. V. 59, p. 5 – 13, 2001.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; AYO, M. J.; CARBALLO, J. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. **Meat Science**, v. 69, p. 781 – 788, 2005.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-mea fats. **Food Science and Technology**. 18, p. 567 – 578, 2007.

KRAMLICH, W. E.; PEARSON, A. M.; TAUBER, F. W. Processed Meat. 1. Ed. The Avi Publishing Company, 1973.

KNIPE, C.L.; OLSON, D.G.; RUST, R.E. Effects of selected inorganic phosphates, phosphate levels and reduced sodium chloride levels on protein solubility, stability and pH of meat emulsions. **Journal of Food Science**, v. 50, p. 1010 – 1013, 1985.

KOOHMARAIE, M.; ARTHUR, T. M.; BOSILEVAC J. M.; BRICHTA-HARLAY, D. M.; KALCHAYANAND, N.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. Interventions to reduce/eliminate *Escherichia coli* E157:H7 in ground beef. **Meat Science**, v. 77, p; 90 – 96, 2007.

LANTTO, R.; PUOLANNE, E.; KRUUS, K.; BUCHERT, J.; AUTIO, K. Tyrosinase-aided protein cross-linking: effects on gel formation of chicken breast myofibrils and texture and water-holding oh chicken breast meat homogenate gels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 1248 – 1255, 2007.

LEE, E. J.; AHN, D. U. Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract. **Meat Science**, v. 71, p. 300 – 305, 2005.

LESIAK, M. T.; OLSON, D. G.; LESIAK, C. A.; AHN, D. U. Effects of postmortem temperature and time on the water-holding capacity of hot-boned turkey breast and thigh muscle. **Meat Science**, v. 43, n. 1, p. 51 – 60, 1996.

LI, C. –T.; WICK, M. Improvement of the physicochemical properties of pale soft and exudative (PSE) pork meat products with an extract from mechanically deboned turkey meat (MDTM). **Meat Science**, v. 58, p. 185 – 195, 2006.

LINDSTRÖM, M.; KIVINIEMI, K.; KORKEALA, H. Hazard and control of group II (non-proteolytic) *Clostridim botulinum* in modern food processing. **International Journal of Food Microbiology**, v. 108, p. 92 – 104, 2006.

MACFARLANE, J. J.; MCKENZIE, I. J.; TURNER, R. H. Binding of comminuted meat: effect of high pressure. **Meat Science**, v. 10, p. 307 – 320, 1984.

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

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C.; SEYFERT, M.; KROPF, D. H.; HACHMEISTER, K. A.; HERALD, T. J.; JOHNSON, D. E. Comparison of ascorbic acid and sodium erythorbate: Effects on the 24 h display colour of beef lumbar vertebrae and

longissimus lumborum package in high-oxygen modified atmospheres. **Meat Science**, v. 75, p. 39 – 43, 2007.

MATTES, R. D. The taste for salt in humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, p. 692s – 697s, 1997.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T.; Sensory evaluation techniques. 3ed. CRC Press: Florida. 387p, 1999.

MILLER, M. J.; HOLBEN, D., H. Consumers prefer unseasoned lean ground beef patties to patties made from turkey breast or emu. **Research and Professional Briefs**, v. 99, n. 2, p. 224 – 226, 1999.

MOLETTE, C.; RÉMIGNON, H.; BABILÉ, R. Maintaining muscles at a high post-mortem temperature induces PSE-like meat in turkey. **Meat Science**, v. 63, p. 525 – 532, 2003.

MORRISSEY, P. A.; SHEEHY, P. J. A.; GALVIN, K.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J. Lipid Stability in meat and meat product. **Meat Science**, v. 49, n. 1, p. S73 – S86, 1998.

MUGUERZA, E.; GIMENO, EO.; ANSORENA, D.; ASTIOSARÁN, I. New formulations for healthier sausages: a review. **Food Science and Technology**, V. 15, P. 452 – 457, 2004.

MUNASINGHE, D. M. S.; SAKAI, T. Sodium chloride as a preferred protein extractant for pork lean meat. **Meat Science**, v. 67, p. 697 – 703, 2004.

MURPHY, R. S.; SADLER, C. J.; BLOT, W. J. Trends in cured meat consumption in relation to childhood and adult brain cancer in the United States. **Food Control**, v.9, n. 5, p. 299 – 305, 1998.

NAKAMURA, M.; NAKAMURA, S. Conversion of metmyoglobin to NO myoglobin in the presence of nitrite and reductants. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1289, p. 329 – 335, 1996.

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

NYCHAS, G-J., E.; SKANDAMIS, P. N.; TASSOU, C. C.; KOUTSOUMANIS, K. P. Meat spoilage during distribution **Meat Science**, v. 78, p. 77 – 89, 2008.

OLESEN, P. T.; STAHNKE, L. H. The influence of environmental parameters on the catabolism of branched-chain amino acids by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus*. **Food Microbiology**, v. 21, p. 43 - 50, 2004a.

OLESEN, P. T.; STAHNKE, L. H.; TALON, R. Effect of ascorbate, nitrate and nitrite on the amount of flavours compounds produced from leucine by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus*. **Meat Science**, v. 68, p. 193 – 200, 2004b.

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

ÖZCAN, M. M.; AKBULUT, M. Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. **Food Chemistry**, v. 106, p. 852 – 858, 2007.

PASIN, G.; O'MAHNY, M.; YORK, G.; WEITZEL, B.; GABRIEL, L.; ZEIDLER, G. Replacement of sodium chloride by modified potassium chloride (cocrystalized disodium-5'-inosinate and disodium-5'-guanylate with potassium chloride) in fresh pork sausages: acceptability testing using signal detection measures. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 3, p. 553 – 555, 1989.

PATSIAS, A.; CHOULIARA, I.; BADEKA, A.; SAVVAIDIS, I. N.; KONTOMINAS, M. G. Vida-de-prateleira of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological. chemical. sensory attributes. **Food Microbiology**, v. 23, p. 423 – 429, 2006.

PHELPS, T.; ANGUS, F.; CLEGG, S.; KILCAST, D.; NARAIN, C.; RIDDER, C. Sensory issues in salt reduction. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 629 – 634, 2006.

PIGNOLI, G.; BOU, R.; RODRIGUEZ-ESTRADA, M. T.; DECKER, E. A. Suitability of saturated aldehydes as lipid oxidation markers in washed turkey meat. **Meat Science**, v. 83, p. 412 – 416, 2009.

POLLONIO, M. A. R. **Estudo das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares em carne de frango mecanicamente desossada.** 1994. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas 1994

POPKIN, B. M.; SIEGA-RIZ, A. M.; HAINES, P. S.; JAHNS, L. Where's fat trends in U. S. Diets 1965 – 1996. **Preventive Medicine**, v. 32, p. 245 – 254, 2001.

PUOLANNE, E., J.; RUUSUNEN, M. H.; VAINIONPÄÄ, J., I. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. **Meat Science**, v. 58, p. 1 – 7, 2001.

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

RHEE, K.S.; ZIPRIN, Y.A. Pro-oxidative effects of NaCl in microbial growth-controlled and uncontrolled beef and chicken. **Meat Science**, v. 57, p. 105 – 112, 2001.

ROODENBURG, A. J. C.; FEUNEKES, G. I. J.; LEENEN, R.; RAMSAY, G. Food products and dietary guidelines: how to align? **Food Science and Technology**. V. 19, p. 165 – 170, 2008.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPÄÄ, J.; LYLY, M.; LÄHTEENMÄKI, L.; NIEMISTÖ, M.; AHVENAINEN, R.; PUOLANNE, E. Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. **Meat Science**, V. 69, p. 53 – 60, 2005.

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

SHAHIDI, F.; PEGG, R. B. Nitrite alternatives for processed meats. **Food Flavors: Generation, Analysis and Process Influence**, v. xxx, p. 1223 – 1241, 1995.

SEBRANEK, J. G.; BACUS, J. N. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? **Meat Science**, v. 77, p. 136 – 147, 2007.

SILVA, L. P. **Avaliação do prazo de vida comercial de lingüiça de frango preparada com diferentes concentrações de polifosfato.** 2004. Tese (Mestrado) – Faculdadde de Veterinária – UFF, Niteroi, 2004.

SILVA, L. V. A.; PRINYAWIWATKUL, W.; KING, J. M.; NO, H. K.; BANKSTON, J. D.; GE, B. Effect of preservatives on microbial safety and quality of smoked blue catfish (*Ictalurus furcatus)* steaks during room-temperature storage. **Food Microbiology**, v. 25, p. 958 – 963, 2008.

SIMONOVÁ, M.; STROMPFVÁ, V.; MARCINÁKOVÁ M.; LAUCOVÁ, A.; VESTERLUND, S.; MORATALLA, M. L.; BOVER-CID, S.; VIDAL-CAROU, C. Characterization of *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* isolated from Slovak meat products. **Meat Science**, v. 73, p. 559 – 564, 2006.

SIRIKEN, B.; OZDEMIR, M.; YAVUZ, H.; PAMUK, S. The microbiological quality and residual nitrate/nitrite levels in Turkish sausage *(soudjouck)* produced in Afyon Province, Turkey. **Food Control**, v. 17, p. 923 – 928, 2006.

SORENSEN, L. M.; JACOBSEN, T.; NIELSEN, P. V.; FRISVAD, J. C.; KOCH, A. G. Mycobiota in the processing areas of two different meat products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 124, p. 58 – 64, 2008.

STANLEY, D. W.; STONE, A. P.; HULTIN, H. O. Solubility of beef and chicken miofibrillar proteins in low ionic strength media. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 42, p. 864 – 867, 1994.

STONE, H; SIDEL, J.L. Sensory Evaluation Practices. 2 ed. Academic Press: California. 338p, 1993.

TALON R.; WALTER, D.; CHARTIER, S.; BARRIÈRE, C.; MONTEL, M., C. Effect f nitrate and incubation conditions on the production of catalase and nitrate reductase by staphylococci. **International Journal of Food Microbiology**, v. 52, p. 47 – 56, 1999.

TARLADGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNATHAN, M. T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **J. Aim. Oil. Chem**., v. 37, p. 44 – 48, 1960.

TERRELL, R. N. Reducing the sodium content of processed meats. **Food Technology**, Julho , 1983.

TJENER, K.; STAHNKE, L. H.; ANDERSEN, L.; MARTINUSSEN, J. The pH-unrelated of salt, temperature and manganese on aroma formation by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* in a fermented meat model system. **International Journal of Food Microbiology**, v. 97, p. 31 – 42, 2004.

UPDIKE, M. S.; ZERBY, H. N.; LILBURN, M. S.; KALETUNC, G.; WICK, M. P. Turkey breast meat functionality differences among turkeys selected for body weight and/or breast yield. **Meat Science**, v. 71, n. 4, p. 706 – 712, 2005.

USDA (2005). Food Safety and Inspection. Service. **Standards and Labeling Policy Book.** Disponível em: <http://www. http://www.fsis.usda.gov/ >. Acesso em: 03 de jun. de 2009.

VALSTA, L. M.; TAPANAINEM, H.; MÄNNISTÖ, S. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, v. 70, p. 525 – 530, 2005.

VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science**, v. 78, p. 104 – 113, 2008.

VILLACÍS, M. F.; RASTOGI, N. K.; BALASUBRAMANIAM, V. M. Effect of high pressure on moisture and NaCl diffusion into a turkey breast. **Food Science and Technology**, v. 41, n. 5, p. 836 – 844, 2008.

WALSH, M. M.; KERRY, J. F.; BUCKLEY, D. J.; ARENDT, E. K.; MORRISSEY, P. A. Effect of dietary supplementation with α-tocopheryl acetate on the stability of reformed and restructured low nitrite cured turkey products. **Meat Science**, v. 50, n. 2, p. 191 – 201, 1998.

WU, V. C. H. A review of microbial injury and recovery methods in food. **Food Microbiology**, v. 25, p. 735 – 744, 2008.

XIONG, Y. L. Role of miofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International.** v. 38, p. 281 – 287, 2005.

YOUSSEF, M. K.; BARBUT S. Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. **Meat Science**, v. 82, n. 2, p. 228 – 233, 2009.

ZARRINGHALAMI, S. SAHARI, M. A.; HAMIDI-ESFEHANI, Z. Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage. **Meat Science**, v. xxx, p. xxx – xxx, 2008.

ZHANG, X.; KONG, B.; XIONG, Y. L. Production of cured meat color in nitrite-free Harbin red sausage by *Lactobacillus fermentum* fermentation. **Meat Science**, v. 77, p. 593 – 598, 2007.

ZISPER, M. W.; WATTS, B. M. A modified 2-tiobarbituric acid (TBA) method for determination of manoladehyde in cured meats. **Food Technology**, v. 16, n. 7, p. 102 – 104, 1962.

ZORBA, Ö.; KURT, S. Optimazation of emulsion characteristics of beef, chicken and turkey meat mixtures in model system using mixture design. **Meat Science**, v. 73, n. 4, p. 611 – 618, 2006.

ANEXO I

Ficha de avaliação sensorial – teste de diferença do controle

Nome: _____

TESTE DIFERENÇA CONTROLE BLANQUET DE PERU

Você estará recebendo 4 **produtos**, um de cada vez. Por favor avalie e indique na escala abaixo, marcando um X o quão diferente o produto está com relação ao padrão

GOSTO SALGADO	SABOR	MACIEZ	SUCULENCIA
☐ Extremamente mais salgado ao padrão	☐ Extremamente mais intenso ao padrão	☐ Extremamente mais macio que o padrão	☐ Extremamente mais suculento que o padrão
☐ Muito mais salgado ao padrão	☐ Muito mais intenso ao padrão	☐ Muito mais macio que o padrão	☐ Muito mais suculento que o padrão
☐ Moderadamente mais salgado ao padrão	☐ Moderadamente mais intenso ao padrão	☐ Moderadamente mais macio aque o padrão	☐ Moderadamente mais suculento aque o padrão
☐ Ligeiramente mais salgado ao padrão	☐ Ligeiramente mais intenso ao padrão	☐ Ligeiramente mais macio que o padrão	☐ Ligeiramente mais suculento que o padrão
☐ Gosto salgado igual ao padrão	☐ Sabor igual ao padrão	☐ Maciez igual ao padrão	☐ Suculencia igual ao padrão
☐ Ligeiramente menos salgado ao padrão	☐ Ligeiramente menos intenso ao padrão	☐ Ligeiramente menos macio que o padrão	☐ Ligeiramente menos suculento que o padrão
☐ Moderadamente menos salgado ao padrão	☐ Moderadamente menos intenso ao padrão	☐ Moderadamente menos macio que o padrão	☐ Moderadamente menos suculento que o padrão
☐ Muito menos salgado ao padrão	☐ Muito menos intenso ao padrão	☐ Muito menos macio que o padrão	☐ Muito menos suculento que o padrão
☐ Extremamente menos salgado ao padrão	☐ Extremamente menos intenso ao padrão	☐ Extremamente menos macio que o padrão	☐ Extremamente menos suculento que o padrão

GOSTO SALGADO	SABOR	MACIEZ	SUCULENCIA
☐ Extremamente mais salgado ao padrão	☐ Extremamente mais intenso ao padrão	☐ Extremamente mais macio que o padrão	☐ Extremamente mais suculento que o padrão
☐ Muito mais salgado ao padrão	☐ Muito mais intenso ao padrão	☐ Muito mais macio que o padrão	☐ Muito mais suculento que o padrão
☐ Moderadamente mais salgado ao padrão	☐ Moderadamente mais intenso ao padrão	☐ Moderadamente mais macio aque o padrão	☐ Moderadamente mais suculento aque o padrão
☐ Ligeiramente mais salgado ao padrão	☐ Ligeiramente mais intenso ao padrão	☐ Ligeiramente mais macio que o padrão	☐ Ligeiramente mais suculento que o padrão
☐ Gosto salgado igual ao padrão	☐ Sabor de carne igual ao padrão	☐ Maciez igual ao padrão	☐ Suculencia igual ao padrão
☐ Ligeiramente menos salgado ao padrão	☐ Ligeiramente menos intenso ao padrão	☐ Ligeiramente menos macio que o padrão	☐ Ligeiramente menos suculento que o padrão
☐ Moderadamente menos salgado ao padrão	☐ Moderadamente menos intenso ao padrão	☐ Moderadamente menos macio que o padrão	☐ Moderadamente menos suculento que o padrão
☐ Muito menos salgado ao padrão	☐ Muito menos intenso ao padrão	☐ Muito menos macio que o padrão	☐ Muito menos suculento que o padrão
☐ Extremamente menos salgado ao padrão	☐ Extremamente menos intenso ao padrão	☐ Extremamente menos macio que o padrão	☐ Extremamente menos suculento que o padrão

ANEXO II

Ficha de avaliação sensorial – teste de aceitação

Nome: _____

( ) 20 a 25 anos ( ) 26 A 30 anos ( ) 31 a 35 anos ( ) 36 a 40 anos ( ) 41 a 45 anos ( ) 46 a 50 anos ( ) 51 a 55 anos ( ) Acima de 55 anos

TESTE AFETIVO DE BLANQUET DE PERU

Você está recebendo 4 AMOSTRAS DE **BLANQUET DE PERU.** Por favor avalie e indique na escala abaixo, marcando um X, a opção que melhor expressa a sua opinião sobre cada uma das perguntas:

AMOSTRA _____

PRODUTO COMO UM TODO	SABOR	SAL IDEAL
☐ Desgostei muitíssimo	☐ Desgostei muitíssimo	
☐ Desgostei muito	☐ Desgostei muito	☐ Muito menos salgado
☐ Desgostei moderadamente	☐ Desgostei moderadamente	☐ Moderadamente menos salgado
☐ Desgostei ligeiramente	☐ Desgostei ligeiramente	☐ Ligeiramente menos salgado
☐ Nem gostei/nem desgostei	☐ Nem gostei/nem desgostei	☐ Do jeito que eu gosto
☐ Gostei ligeiramente	☐ Gostei ligeiramente	☐ Ligeiramente mais salgado
☐ Gostei moderadamente	☐ Gostei moderadamente	☐ Moderadamente mais salgado
☐ Gostei muito	☐ Gostei muito	☐ Muito mais salgado
☐ Gostei muitíssimo	☐ Gostei muitíssimo	

AMOSTRA _____

PRODUTO COMO UM TODO	SABOR	SAL IDEAL
☐ Desgostei muitíssimo	☐ Desgostei muitíssimo	
☐ Desgostei muito	☐ Desgostei muito	☐ Muito menos salgado
☐ Desgostei moderadamente	☐ Desgostei moderadamente	☐ Moderadamente menos salgado
☐ Desgostei ligeiramente	☐ Desgostei ligeiramente	☐ Ligeiramente menos salgado
☐ Nem gostei/nem desgostei	☐ Nem gostei/nem desgostei	☐ Do jeito que eu gosto
☐ Gostei ligeiramente	☐ Gostei ligeiramente	☐ Ligeiramente mais salgado
☐ Gostei moderadamente	☐ Gostei moderadamente	☐ Moderadamente mais salgado
☐ Gostei muito	☐ Gostei muito	☐ Muito mais salgado
☐ Gostei muitíssimo	☐ Gostei muitíssimo	

AMOSTRA _____

PRODUTO COMO UM TODO	SABOR	SAL IDEAL
☐ Desgostei muitíssimo	☐ Desgostei muitíssimo	
☐ Desgostei muito	☐ Desgostei muito	☐ Muito menos salgado
☐ Desgostei moderadamente	☐ Desgostei moderadamente	☐ Moderadamente menos salgado
☐ Desgostei ligeiramente	☐ Desgostei ligeiramente	☐ Ligeiramente menos salgado
☐ Nem gostei/nem desgostei	☐ Nem gostei/nem desgostei	☐ Do jeito que eu gosto
☐ Gostei ligeiramente	☐ Gostei ligeiramente	☐ Ligeiramente mais salgado
☐ Gostei moderadamente	☐ Gostei moderadamente	☐ Moderadamente mais salgado
☐ Gostei muito	☐ Gostei muito	☐ Muito mais salgado
☐ Gostei muitíssimo	☐ Gostei muitíssimo	

AMOSTRA _____

PRODUTO COMO UM TODO	SABOR	SAL IDEAL
☐ Desgostei muitíssimo	☐ Desgostei muitíssimo	
☐ Desgostei muito	☐ Desgostei muito	☐ Muito menos salgado
☐ Desgostei moderadamente	☐ Desgostei moderadamente	☐ Moderadamente menos salgado
☐ Desgostei ligeiramente	☐ Desgostei ligeiramente	☐ Ligeiramente menos salgado
☐ Nem gostei/nem desgostei	☐ Nem gostei/nem desgostei	☐ Do jeito que eu gosto
☐ Gostei ligeiramente	☐ Gostei ligeiramente	☐ Ligeiramente mais salgado
☐ Gostei moderadamente	☐ Gostei moderadamente	☐ Moderadamente mais salgado
☐ Gostei muito	☐ Gostei muito	☐ Muito mais salgado
☐ Gostei muitíssimo	☐ Gostei muitíssimo	