



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, HUMANAS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

**OTIMIZAÇÃO DO USO DE “SAL DE ERVAS” E CLORETO DE
POTÁSSIO NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CLORETO DE SÓDIO
EM CORTE E EM LINGUIÇA DE FRANGO**

ÍRIS BRAZ DA SILVA ARAÚJO
Engenheira de Alimentos

BANANEIRAS/PB

2012

ÍRIS BRAZ DA SILVA ARAÚJO

OTIMIZAÇÃO DO USO DE “SAL DE ERVAS” E CLORETO DE POTÁSSIO NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CLORETO DE SÓDIO EM CORTE E EM LINGUIÇA DE FRANGO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia Agroalimentar, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia Agroalimentar.

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira – Orientador Principal

Prof. Dra. Esmeralda Paranhos dos Santos

Prof. Dra. Edilma Pinto Coutinho

BANANEIRAS/PB

2012

A663o Araújo, Íris Braz da Silva.

Otimização do uso de “sal de ervas” e cloreto de potássio na substituição parcial do cloreto de sódio em corte e em linguiça de frango/ Íris Braz da Silva Araújo. - - Bananeiras: [s.n.], 2012.

117f. : il.

Orientadores: Ricardo Targino Moreira, Esmeralda Paranhos dos Santos e Edilma Pinto Coutinho.

Dissertação(Mestrado)-UFPB/CCHSA.

1.Tecnologia de alimentos. 2.Carne de frango-Produção. 3. Manjericão(Ocimum basilicum). 4. Alecrim(Rosmarinus officinalis). 5. Hipertensão arterial.

UFPB/BC

CDU: 641(043)

ÍRIS BRAZ DA SILVA ARAÚJO

**OTIMIZAÇÃO DO USO DE “SAL DE ERVAS” E CLORETO DE
POTÁSSIO NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CLORETO DE SÓDIO
EM CORTE E EM LINGUIÇA DE FRANGO**

Dissertação aprovada em: 09 / 04 / 2012

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira
Orientador

Departamento de Engenharia de Alimentos – DEA/CT
Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Prof.ª Dra. Solange de Sousa
Membro interno

Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – DGTA/CCHSA
Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Prof.ª Dra. Mônica Tejo Cavalcanti
Membro Externo

Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – UATA/CCTA
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

BANANEIRAS/PB

2012

"A imaginação é mais importante que o conhecimento. Conhecimento auxilia por fora, mas só o amor socorre por dentro. Conhecimento vem, mas a sabedoria tarda."

Albert Einstein

*Aos meus pais Camilo e Vânia, ao meu
irmão Iago e a Lúcio, meu grande
companheiro, por fazerem meus dias
serem cada vez mais felizes.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Camilo e Vânia, pelo incentivo e apoio que sempre me deram, mostrando-me sempre que eu era e sou capaz de realizar meus sonhos.

Ao meu namorado, companheiro e amigo Lúcio, por sempre me ajudar, me confortar e transformar cada dia de minha vida melhor que o dia anterior. Serei para sempre grata por toda a ajuda que você me forneceu durante a condução de meus experimentos. Muito obrigada pelo simples fato de você existir e surgir em minha vida!

Ao meu irmão Iago, pelas injeções de ânimo e autoestima, sempre que precisei ao longo desta caminhada. À Cida, por todo o suporte fornecido quando precisei em minha casa.

Ao professor Dr. Ricardo Targino Moreira pela orientação, confiança em mim depositada e por sua amizade.

Aos meus queridos amigos da “Casa Rosa” Fábio Anderson Pereira da Silva, Valquíria Cardoso da Silva Ferreira e Sinara Pereira Fragoso, por todos os momentos felizes que vivemos juntos por lá, por todo apoio e assistência técnica recebidos quando precisei de vocês, além de toda a felicidade que vocês me proporcionam a cada vez que estamos juntos!

Aos meus queridos colegas de universidade, da graduação em Engenharia de Alimentos e da pós-graduação (PPGCTA/UFPB), especialmente à Vanessa Pedro da Silva, que se dispusera a me ajudar ao longo de minhas Análises Sensoriais. Sou eternamente grata a todos vocês!

A todos os meus colegas de trabalho, professores e técnicos, do Instituto Federal da Paraíba – Campus Sousa, em especial aos técnicos do Laboratório de Bromatologia e do Laboratório de Microbiologia e à Professora MSc. Maria das Dores Sales Barreto, por toda a assistência a mim prestada no Laboratório de Processamento de Carnes.

À Professora Dra. Mônica Tejo Cavalcanti, pela dedicação e esforço com minhas análises estatísticas.

À Lindalva Regina da Nóbrega Vale, secretária do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar, por toda a ajuda a mim prestada quando precisei ao longo deste curso.

À CAPES/CNPq, pelo auxílio financeiro concedido.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	xviii
ABSTRACT	xix
LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS	xx
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xxi
(Capítulo 1).....	xxi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xxii
(Capítulo 2).....	xxii
LISTA DE TABELAS	xxiii
(Capítulo 1).....	xxiii
LISTA DE TABELAS	xxiv
(Capítulo 2).....	xxiv
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo geral	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
3.1 A produção e a industrialização da carne de frango no Brasil.....	5
3.2 Produção de embutidos no Brasil	6
3.3 Estratégias para a redução de sódio em produtos cárneos	7
3.3.1 O cloreto de sódio e os tipos de salga em carnes e produtos cárneos.....	8
3.3.2 A bioquímica do processo de salga em carnes	9
3.3.3 Relação entre a ingestão de cloreto de sódio e a saúde humana.....	12
3.3.4 Tendências para a redução de sódio em produtos cárneos	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPÍTULO 1 – OTIMIZAÇÃO DO “SAL DE ERVAS” E DO CLORETO DE POTÁSSIO NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CLORETO DE SÓDIO EM CORTE DE FRANGO..	24
RESUMO	25
OPTIMIZATION OF THE "SALT OF HERBS" AND POTASSIUM CHLORIDE IN PARTIAL REPLACEMENT OF SODIUM CHLORIDE IN CHICKEN CUT	26
ABSTRACT	26
1. INTRODUÇÃO.....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29

2.1 Matéria-prima e insumos	29
2.2 Planejamento estatístico.....	29
2.3 Análises Microbiológicas da Matéria-prima.....	31
2.4 Preparo das amostras	31
2.5 Análise Descritiva Quantitativa	32
2.5.1 Pré-seleção de candidatos	32
2.5.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva e treinamento dos julgadores	33
2.5.3 Seleção final dos julgadores	36
2.5.4 Avaliação sensorial das amostras	36
2.6 Análises dos parâmetros físicos da carne.....	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.1 Análises microbiológicas da matéria-prima.....	38
3.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).....	38
3.3 Análises dos parâmetros físicos da carne.....	44
3.4 Intervalos otimizados das variáveis independentes	47
4. CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
CAPÍTULO 2 - ELABORAÇÃO DE LINGUIÇAS DE FRANGO COM BAIXO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO	53
RESUMO	54
DEVELOPMENT OF CHICKEN SAUSAGES WITH LOW SODIUM CHLORIDE	55
ABSTRACT	55
1. INTRODUÇÃO.....	56
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58
2.1 Matéria-prima e insumos	58
2.2 Planejamento estatístico.....	58
2.3 Elaboração das linguiças.....	59
2.4 Análises microbiológicas	61
2.5 Análises sensoriais	62
2.6 Análises físico-químicas e dos parâmetros físicos de qualidade	63
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
3.1 Análises microbiológicas	64
3.2 Análises Sensoriais	65
3.3 Análises físico-químicas	69

3.4 Análises dos parâmetros físicos de qualidade da carne	72
3.5 Intervalos otimizados das variáveis independentes	75
4. CONCLUSÃO.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
CONCLUSÃO GERAL	80
APÊNDICES	81
APÊNDICE 1 – Tabelas das Análises de Variância de Regressão dos parâmetros determinados e dos Coeficientes de Regressão para os parâmetros significativos ($p < 0,05$) para os cortes de frango (Capítulo 1).....	81
APÊNDICE 2 - Tabelas das Análises de Variância de Regressão dos parâmetros determinados e dos Coeficientes de Regressão para os parâmetros significativos ($p < 0,05$) para a linguiça de frango (Capítulo 2)	87
APÊNDICE 3 – Gráficos de efeitos para os parâmetros significativos ($p < 0,05$) (Capítulo 1)	93
APÊNDICE 4 – Gráficos de efeitos para os parâmetros significativos ($p < 0,05$) (Capítulo 2)	96
ANEXOS.....	98
ANEXO 1 – Certidão de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley (CEP/HULW)	98
ANEXO 2 – Termo de Consentimento livre e esclarecido	99
ANEXO 3 – Ficha do teste sensorial de aceitação para Intensidade de Sal	101
ANEXO 4 – Ficha do teste sensorial de aceitação para Aparência, Textura, Sabor, Aceitação Global e Intenção de compra	102

RESUMO GERAL

ARAÚJO, I. B. S. A. **Otimização do uso de “sal de ervas” e cloreto de potássio na substituição parcial do cloreto de sódio em corte e em linguiça de frango.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Tecnologia Agroalimentar. Universidade Federal da Paraíba. Bananeiras/PB: 2012. 117p.

O cloreto de sódio é um componente essencial na condimentação dos alimentos, especialmente de carnes e seus derivados. Entretanto, seu excesso pode causar problemas de saúde a seus consumidores, a exemplo da hipertensão arterial. Objetivou-se nesta pesquisa substituir parcialmente o cloreto de sódio por cloreto de potássio e uma mistura de orégano (*Origanum vulgare*), manjerição (*Ocimum basilicum*) e alecrim (*Rosmarinus officinalis*), denominada de Mix de Ervas, inicialmente em filés de peito de frango, para determinar um intervalo de otimização das variáveis a serem testadas em linguiças de frango. Os tratamentos foram obtidos segundo um Delineamento Composto Central Rotacional com três fatores, totalizando 17 ensaios. Os filés de peito de frango com as diversas condimentações foram submetidos à Análise Descritiva Quantitativa para levantar e quantificar os seus atributos sensoriais. Posteriormente, foram realizadas as análises dos parâmetros físicos de qualidade (Capacidade de retenção de água, Perda de peso por cocção, Força de cisalhamento, e Cor objetiva), para verificar a influência do cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl) e Mix de Ervas sobre as características físicas e sensoriais da carne. Para verificar a possibilidade de uma maior substituição de cloreto de sódio, os intervalos de otimização encontrados foram estudados no desenvolvimento de linguiças de frango, para desenvolver um produto cárneo com baixo teor de sódio. As formulações de NaCl, KCl e Mix de Ervas foram obtidas segundo um delineamento em mistura de três fatores, do tipo centroide simplex, totalizando 10 ensaios. As linguiças foram submetidas à análise sensorial mediante teste de aceitação (Aparência, Textura, Sabor, Aceitação Global, Intenção de compra e Intensidade de sal), análises físico-químicas (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, pH e atividade de água) e físicas (capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, força de cisalhamento e cor objetiva) para verificar a influência da mistura dos fatores na qualidade das amostras. No primeiro estudo foi observado que, em nível de 5% de significância, as variáveis resposta Sabor Característico, Gosto Amargo e Dureza sofreram influência estatística das variáveis NaCl e Mix de Ervas, enquanto o atributo Cor Dourada foi influenciado pelas variáveis KCl e Mix de Ervas. Quanto aos parâmetros físicos, apenas a Força de Cisalhamento dos tratamentos foi influenciada pelas variáveis, especificamente o KCl e o Mix de Ervas. Para otimizar a maioria das variáveis, foi escolhido o seguinte intervalo de otimização, que substituiu inicialmente 33% de NaCl: 5 a 30 g/kg de carne, 2 a 12 g/kg de carne e 5 a 12 g/kg de carne. Quanto ao estudo da redução dos intervalos otimizados observou-se que na Análise Sensorial apenas a Aceitação Global e a Intenção de compra sofreram influência estatística das variáveis. Nas análises físico-químicas, apenas a umidade e o teor de cinzas foram estatisticamente influenciados pelas variáveis em estudo. Nenhum dos parâmetros físicos sofreu influência estatística dos fatores. O experimento possibilitou uma redução de até 20% de cloreto de sódio sem alterações significativas de qualidade das linguiças. Com relação ao experimento com filés de peito de frango, o uso de cloreto de potássio e Mix de Ervas pode substituir o cloreto de sódio em até 44,4%.

Palavras-chave: Hipertensão arterial, Cloreto de sódio, Cloreto de potássio, Análise descritiva quantitativa, Manjerição (*Ocimum basilicum*), Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Orégano (*Origanum vulgare*).

ABSTRACT

ARAÚJO, I. B. S. A. **Optimizing the use of "salt herbs" and potassium chloride in the partial substitution of sodium chloride in court and chicken sausage.** Master's thesis. Graduate Program in Agrifood Technology. Federal University of Paraíba. Bananeiras/PB: 2012. 117p.

Sodium chloride is a component essential for the flavoring of food, particularly meat and its derivatives. However, too much can cause health problems to their consumers, such as hypertension. The objective of this research was partially replace sodium chloride by potassium chloride and a mixture of oregano (*Origanum vulgare*), basil (*Ocimum basilicum*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*), named Herbal Mix, initially in chicken breast fillets to determine an optimization interval of the variables to be tested in fresh sausages. Treatments were obtained using a Central Composite Rotational Design with three factors, resulting in 17 trials. Fillet of chicken breast with various flavors underwent Quantitative Descriptive Analysis for raising and quantify their sensory attributes. Subsequently, analyzes were carried out the physical parameters of quality (water holding capacity, cooking loss, shear force and color), to verify the influence of sodium chloride (NaCl), potassium chloride (KCl) and Herbal Mix on physical and sensory characteristics of meat. To check the possibility of further substitution of sodium chloride, found optimization intervals were studied in the development of fresh sausages, meat product to develop a low sodium content. The formulations of NaCl, KCl and Herbal Mix were obtained in a randomized mixture of three factors, the type simplex centroid, totaling 10 trials. The sausages were analyzed by sensory acceptance test (appearance, texture, flavor, global acceptance, purchase intention and intensity of salt), physical-chemical analysis (moisture, ash, proteins, lipids, pH and water activity) and physical (water holding capacity, cooking loss, shear force and color) to verify the influence of mixing of the quality factors of the samples. In the first study it was observed that, at 5% significance level, the response variables characteristic flavor, taste bitter and hardness influenced the statistical variables NaCl and Herbal Mix, while the attribute color gold was influenced by variables KCl and Herbal Mix. As for the physical parameters, only shear force of the treatments was influenced by variables, specifically KCl and Herbal Mix. To optimize a majority of the variables is chosen to optimize the following range, replacing initially 33% NaCl: 5-30 g / kg meat, 2-12 g / kg meat and 5-12 g / kg meat. Regarding the study of the reduction of optimized intervals showed that only the sensory analysis global acceptance and purchase intention influenced statistical variables. The physical-chemical properties, only the moisture and ash content were significantly influenced by the studied variables. None of the physical parameters was influenced by statistical factors. The experiment allowed a reduction of 20% sodium chloride without significant changes in quality of the sausage. With respect to experiment with chicken breast fillets, the use of potassium chloride and Herbal mix can replace sodium chloride up to 44,4%.

Keywords: Hypertension, Sodium chloride, Potassium chloride, Quantitative descriptive analysis, Basil (*Ocimum basilicum*), Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), Oregano (*Origanum vulgare*).

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ADQ – Análise Descritiva Quantitativa

APHA - American Public Health Association

CD – Cor Dourada

CEP – Comitê de Ética e Pesquisa

CMS – Carne Mecanicamente Separada

CRA – Capacidade de Retenção de Água

DCCR – Delineamento Composto Central Rotacional

DR – Dureza

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FC – Força de Cisalhamento

GA – Gosto Amargo Residual

GS – Gosto Salgado

IFPB – Instituto Federal da Paraíba

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications for Foods

KCl – Cloreto de Potássio

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

NaCl – Cloreto de Sódio

OMS – Organização Mundial de Saúde

PPC – Perda de Peso por Cocção

PTS – Proteína Texturizada de Soja

RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

SC – Sabor Característico

SL - Suculência

LISTA DE ILUSTRAÇÕES
(Capítulo 1)

Figura 1 - Preparo das amostras de corte de frango para as análises sensoriais e físicas.....	32
Figura 2 – Ficha utilizada na Análise Descritiva Quantitativa dos filés de peito de frango com NaCl, KCl e Mix de Ervas.....	35
Figura 3 - Apresentação dos padrões dos atributos sensoriais.	36
Figura 4 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o atributo SC em função do teor de NaCl e do Mix de Ervas.	40
Figura 5 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o GA em função do teor de NaCl e Ervas.....	41
Figura 6 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para CD em função do teor de KCl e Ervas.....	42
Figura 7 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para DR em função do teor de NaCl e Ervas.....	43
Figura 8 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para FC em função do teor de KCl e Ervas.....	46

LISTA DE ILUSTRAÇÕES
(Capítulo 2)

Figura 1 - Fluxograma de elaboração das linguiças frescas de frango.....	60
Figura 2 - Apresentação das amostras de linguiça de frango na Análise Sensorial.	63
Figura 3 - Diagrama triangular para a Aceitação Global de linguiças de frango com baixo teor de sódio.....	67
Figura 4 - Diagrama triangular para a Intenção de compra de linguiças de frango com baixo teor de sódio.	68
Figura 5 - Diagrama triangular para o teor de Umidade de linguiças de frango com baixo teor de sódio.....	70
Figura 6 - Diagrama triangular para o teor de Cinzas de linguiças de frango com baixo teor de sódio.	71

LISTA DE TABELAS
(Capítulo 1)

Tabela 1 - Valores reais e codificados das variáveis de entrada para a condimentação dos filés de peito de frango	29
Tabela 2 – Matriz do Delineamento Composto Central Rotacional para a condimentação dos filés de peito de frango	30
Tabela 3 - Terminologia dos termos descritores levantados na Análise Descritiva Quantitativa	34
Tabela 4 - Análises microbiológicas da carne de frango.....	38
Tabela 5 – Médias das respostas dos atributos sensoriais da ADQ para filé de peito de frango condimentado com NaCl, KCl e Mix de Ervas	39
Tabela 6 - Respostas dos parâmetros físicos de qualidade dos filés de peito de frango condimentados com NaCl, KCl e Mix de Ervas.....	45
Tabela 7 - Intervalos de valores das variáveis otimizadas para a condimentação de filés de peito de frango	47

LISTA DE TABELAS
(Capítulo 2)

Tabela 1 – Matriz de planejamento do delineamento em mistura para três fatores (NaCl, KCl e Mix de Ervas)	58
Tabela 2 - Formulação padrão das linguiças de frango com baixo teor de cloreto de sódio....	60
Tabela 3 - Valores da contagem de microrganismos para a análise microbiológica das linguiças de frango com baixo teor de sódio	64
Tabela 4 - Médias dos atributos sensoriais medidos em amostras de linguiças com baixo teor de sódio.....	65
Tabela 5 - Médias e desvios-padrão dos parâmetros físico-químicos medidos em amostras de linguiças com baixo teor de sódio	69
Tabela 6 - Médias dos parâmetros físicos medidos em amostras de linguiças com baixo teor de sódio.....	73
Tabela 7 - Intervalos de valores das variáveis otimizadas para a salga das linguiças de frango	75

1. INTRODUÇÃO GERAL

O cloreto de sódio é um dos ingredientes mais utilizados na condimentação de alimentos, especialmente na carne, para conferir mais sabor além de garantir sua preservação. Entretanto, atualmente tal consumo está se tornando problemático, devido à associação de sua ingestão com doenças de ordem cardiovascular, a exemplo da hipertensão arterial.

A hipertensão arterial acomete cada vez mais indivíduos na atualidade. No Brasil, segundo números do Ministério da Saúde, atinge 35% da população acima de 40 anos, o que representa em números absolutos um total de 17 milhões de portadores da doença (BRASIL, 2005). Tal problema é um importante fator de risco para outras doenças cardiovasculares, particularmente para o acidente vascular cerebral (OLMOS e LOTUFO, 2002).

São vários os fatores que contribuem para a prevalência da hipertensão arterial, como idade, peso, gênero, etnia e ingestão de sal. Este último fator pode ser facilmente controlado através de uma modificação de hábitos alimentares, como consumir alimentos com menor teor de sódio, já que a maioria dos eventos cardiovasculares ocorre em indivíduos com alterações desses fatores de risco (PASSOS *et al.*, 2006).

A oferta de alimentos com baixo teor de cloreto de sódio (NaCl) atualmente encontra-se bem abaixo das necessidades do público hipertenso. Os alimentos industrializados, como enlatados, conservas e defumados são potencialmente ricos em cloreto de sódio. Sem a disponibilidade destes alimentos processados, parte dos consumidores é prejudicada, uma vez que estes perdem em praticidade no preparo de suas refeições.

Com relação ao teor de sódio na dieta, os produtos preparados com carne contribuem com aproximadamente 20,8% da ingestão, o que corresponde a 0,54 g de sódio ou a 1,38 g de sal por dia. A maioria deste sódio é proveniente de produtos cárneos processados, já que a carne *in natura* contribui com apenas 0,05 g de sódio (PHILLIPS, 2003).

A redução de cloreto de sódio nos produtos cárneos implica em uma série de modificações, é que não somente a percepção do gosto salgado, mas também a intensidade do sabor característico, diminui quando o sal é reduzido. Além disso, o NaCl tem funções tecnológicas bastante importantes nos produtos cárneos e não pode ser removido totalmente, nem parcialmente a uma proporção que comprometa a qualidade do produto (RUUSUNEN e POULANNE, 2004).

O cloreto de sódio desempenha diversas funções nos produtos cárneos. Dentre estes, pode-se citar a ação conservante, o aumento da capacidade de retenção de água das proteínas,

reduzindo as perdas de água durante a estocagem e o aumento da estabilidade das emulsões cárneas, devido à melhor incorporação de gordura na massa (TERRELL, 1983).

Diversas estratégias para reduzir o NaCl sem comprometer significativamente a qualidade dos produtos cárneos estão sendo estudadas (KILLIC, 2003; RUUSUNEN e PUOLANNE, 2004; NASCIMENTO *et al.*, 2007; FULLADOSA *et al.*, 2009). As pesquisas realizadas até então substituíram o NaCl por outros sais de cloreto como KCl, cloreto de magnésio ($MgCl_2$) e cloreto de cálcio ($CaCl_2$); por sais de fostato, ligados à realçadores de sabor e por transglutaminases.

A redução de sódio em alimentos está se tornando uma preocupação cada vez maior, exigindo providências mais redigidas por parte dos órgãos competentes. Diante dessa situação, foi estabelecido um acordo entre o Ministério da Saúde e representantes da indústria de alimentos que estabelece a redução gradual do sódio entre os alimentos mais consumidos pelo público infante-juvenil, resultando em 16 categorias de alimentos (pães, salgadinhos, misturas para bolo, biscoitos, maionese, entre outros). As metas devem ser obedecidas até 2014 e aprofundadas até 2016, para que sejam reduzidas as incidências de doenças cardiovasculares na população brasileira (BRASIL, 2011).

Uma alternativa para reduzir o cloreto de sódio, que aos poucos está sendo utilizada pela gastronomia para a elaboração de pratos saudáveis, como o feijão, consiste no uso de ervas, substituindo parte do sal, mascarando a sua ausência. Atualmente, um composto denominado “sal de ervas” está sendo bastante utilizado. O “sal de ervas” consiste em uma mistura de quatro porções, em quantidades iguais, de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), manjericão (*Ocimum basilicum* Linn.), orégano (*Origanum vulgare*) e sal comum (NaCl). É ideal para quem precisa diminuir o uso do sal e manter a pressão controlada, podendo ser usada em qualquer alimento (MOREIRA, 2007; BEZERRA, 2008).

A estratégia de substituir parcialmente o cloreto de sódio através do uso de sal de ervas pode ser mais uma alternativa a ser utilizada na indústria de produtos cárneos, pois além de potencializar o sabor dos produtos, o uso das ervas é uma maneira de torná-los mais saudáveis. O sal com ervas já pode ser encontrado em estabelecimentos como supermercados, podendo ser de fabricação nacional ou importada.

O alecrim é conhecido por seu poder conservante, graças a seu poder antioxidante e antimicrobiano. Seu óleo essencial, além de conferir o poder de condimentação da erva, é capaz de inibir o crescimento de microrganismos, especialmente os patogênicos (SOUZA *et al.*, 2004; HENTIZ e SANTIN, 2007).

O manjeriço, além de ser bastante utilizado na condimentação dos alimentos, confere propriedades terapêuticas, como antiespasmódico, antitérmico e ainda facilita a digestão. Possui ainda atividade antimicrobiana, auxiliando no tratamento de infecções parasitárias e também para inibir microrganismos em determinados produtos alimentícios, como em um estudo para a inibição de *E. coli* em alfaces (BOZIN *et al.*, 2006; TELCI *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2010).

O orégano apresenta propriedades antioxidantes e antimicrobianas, sendo empregado até mesmo como substituto de antibióticos em rações de frangos de corte. Em sinergia com outras ervas, pode gerenciar o desenvolvimento do diabetes (FUKAYAMA *et al.*, 2005; APOSTOLIDIS *et al.*, 2006).

No cenário atual, os consumidores estão buscando uma melhor qualidade de vida através da adoção de novos hábitos alimentares. Para aliar os benefícios nutricionais da carne aos benefícios econômicos, os brasileiros estão procurando consumir aquelas mais leves, de uso frequente em dietas equilibradas, como a carne branca, geralmente de frango. As proteínas, os lipídios, as vitaminas e os minerais encontrados na composição dessa carne variam de acordo com a raça, idade e condições higiênicas do animal (VENTURINI *et al.*, 2007; JORNAL FATO, 2011).

Para tornar a carne de frango ainda mais acessível e aumentar a variedade de produtos ofertados, diversos produtos cárneos como embutidos, emulsionados, reestruturados e defumados, por exemplo, vem sendo produzidos. Dentre os diversos tipos de produtos, os embutidos merecem destaque. Tal mercado tem apresentado significativa expansão e alta competitividade, uma vez que o seu consumo se tornou parte do hábito alimentar de uma parcela considerável de consumidores brasileiros, e dentre os embutidos, a linguiça frescal é um dos mais consumidos, devido a seu processamento relativamente simples e preço acessível (CORREIA, 2008).

A elaboração de uma linguiça frescal à base de carne de frango com um teor de cloreto de sódio significativamente reduzido, quando comparada às linguiças convencionais constitui em uma alternativa promissora para que o indivíduo portador de hipertensão arterial tenha acesso a produtos de qualidade, práticos e de baixo custo, sem o comprometimento de sua saúde.

A oferta de produtos práticos e que sejam ao mesmo tempo saudáveis ainda é um fator que precisa ter mais destaque no cenário atual, uma vez que em virtude de uma quantidade expressiva de pessoas apresentando problemas de saúde, como as enfermidades cardiovasculares, o campo da pesquisa no setor de alimentos tem muito a crescer, para

acompanhar as necessidades de todos os consumidores, especialmente aqueles com restrições alimentares, que não desejam abrir mão de consumir produtos de fácil preparo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Substituir parcialmente o cloreto de sódio por uma combinação deste sal com cloreto de potássio e ervas (alecrim, manjerição e orégano) na carne de frango para a produção de linguiças de frango com baixo teor de sódio.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar os níveis de substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio e das ervas na carne de frango para definir formulações a serem utilizadas na produção de linguiças com baixo teor de sódio;
- ✓ Realizar testes microbiológicos e físico-químicos nas linguiças, para adequar os produtos às exigências da lei vigente no Brasil;
- ✓ Avaliar a aceitação sensorial em uma amostra representativa de consumidores de linguiças;
- ✓ Otimizar a formulação da linguiça de frango com baixo teor de cloreto de sódio, a partir dos aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A produção e a industrialização da carne de frango no Brasil

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2003), desde o início da produção de frangos de corte no Brasil, sua cadeia produtiva se modernizou e continua buscando formas de melhorar ainda mais o desempenho do setor, devido à necessidade de redução de custos e aumento de produtividade, tentando com isso não perder competitividade em nível mundial. Como consequência, tem sido uma das mais organizadas do país, destacando-se das demais pelos resultados alcançados não só em produtividade, volume de abate, como também no desempenho econômico, onde têm contribuído de forma significativa.

Segundo dados do Avisite (2011), a Região Sul detém absoluta hegemonia na produção de frangos de corte. Tal região apresenta-se nesta posição desde o início das exportações de carne de frango, em 1975. De toda forma, nos cinco primeiros meses de 2011, a região brasileira que mais evoluiu nas exportações de carne de frango foi a Região Sudeste.

Com um excepcional desempenho no agronegócio brasileiro, a produção de frangos de corte tem se expandido, nos últimos anos, para outros estados do país além dos tradicionais produtores. Com a reorganização da base agroindustrial desta cadeia produtiva, principalmente através da implantação de modernos projetos avícolas nos estados da região Centro-Oeste, surge um novo produtor integrado ao sistema, com perfil diferenciado. A produção em parceria com algumas agroindústrias de abate, instaladas no Centro-Oeste brasileiro, passa a incorporar produtores com áreas de terra maiores e com escalas mais significativas de produção, tornando possível que a capacidade de abate das empresas seja suprida com um número menor de grandes avicultores (GARCIA e FERREIRA FILHO, 2005).

O Brasil na última década tem sido competente tanto na produção como na conquista de mercados externos. O país é o maior exportador mundial, atingindo o recorde de 3,8 milhões de toneladas de carne de frango vendidos por ano. Do total dessa carne que o Brasil produz, cerca de dois terços é direcionado ao mercado interno. As possíveis causas para o aumento do consumo de carne de frango é que, além do crescimento da renda da população brasileira, os altos preços da carne bovina contribuíram para uma mudança nos hábitos alimentares (SAMORA, 2010).

Atualmente, em virtude do alto consumo da carne de frango, são encontrados no mercado não só a carne *in natura*, mas também diversos produtos cárneos, a exemplo dos embutidos, dos produtos emulsionados e reestruturados, entre outros. A carne de frango e seus produtos derivados são amplamente consumidos em todo o mundo, pois estes têm muitas características nutricionais desejáveis, como baixo conteúdo lipídico (BOURRE, 2005; SÁYAGO-AYERDI *et al.*, 2009).

3.2 Produção de embutidos no Brasil

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), os embutidos cárneos são definidos como todo produto elaborado com carne ou órgãos comestíveis curados ou não, condimentado, podendo ou não ser cozido, defumado, dessecado, e contido em envoltório natural ou artificial (BRASIL, 1950).

Dentre os embutidos fabricados com a carne de frango tem-se a linguiça. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2000), esta é definida como o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado, tendo como ingredientes obrigatórios carne das diferentes espécies de animais de açougue e sal (cloreto de sódio). Ainda de acordo com o MAPA, a linguiça se caracteriza por ser um produto cru e curado, de carne, gordura e outros ingredientes.

Para Bressan *et al.* (2008), a linguiça, considerada como o primeiro alimento de conveniência prática do mundo, é uma forma simples de processamento que contribui para a conservação da carne, e agregando a ela valor monetário. Os diferentes tipos de linguiças são resultados de pequenas modificações nos processos básicos, espécie e quantidade de carne, tamanho do corte ou diâmetro dos furos do disco de moagem, condimentos utilizados, tipo de envoltório, comprimento dos gomos, presença ou ausência de processos complementares como secagem, defumação, entre outros.

A linguiça frescal deve apresentar as seguintes características físico-químicas: 70% de umidade máxima, 30% de gordura, e no mínimo, 12% de proteína, sendo proibida a adição de carne mecanicamente separada (CMS) (BRASIL, 2000).

No Brasil, a linguiça é um dos produtos cárneos mais fabricados, provavelmente pelo fato de sua elaboração não requerer tecnologia sofisticada, exigir poucos equipamentos e, conseqüentemente, apresentar baixo custo (MILANI *et al.*, 2003).

3.3 Estratégias para a redução de sódio em produtos cárneos

O cloreto de sódio, popularmente conhecido como “sal de cozinha”, é um ingrediente importante no processamento de alimentos, seja a nível doméstico ou industrial. Ao longo dos tempos, desempenha funções exclusivas ligadas à preservação e à potencialização do sabor de diversos itens alimentícios. Estima-se que há mais de 10 mil anos, este sal foi essencial para a conservação de alimentos, sendo usado até para rituais religiosos. Para os egípcios, este era denominado “*natron*”, que significa sal divino. A palavra *salário*, originada do latim *salarium*, deriva do verbete *sal*, referindo-se à quantidade de sal que era dada para um trabalhador ou legionário romano como recompensa pelo seu trabalho (ALBARRACÍN *et al.*, 2011).

Quanto ao aspecto de conservação, o cloreto de sódio tem como principal finalidade indisponibilizar e também remover a água livre presente na matriz do alimento, devido ao aumento da pressão osmótica que ocorre em seu interior. No aspecto sensorial, este tem por finalidade alterar a textura e potencializar o sabor, determinantes para a qualidade e aceitação dos produtos pelos consumidores (SAINT-EVE *et al.*, 2009).

Dentre os diversos tipos de alimentos, tem-se que os produtos cárneos estabelecem uma relação de dependência com o uso de cloreto de sódio, por questões sensoriais e tecnológicas, uma vez que este ingrediente promove a solubilização de proteínas nas estruturas miofibrilares da carne. Entretanto, segundo Demeyer *et al.* (2008), o consumo destes produtos está associado a impactos negativos à saúde, sendo objetivo constante de pesquisa. Uma das enfermidades associadas a este consumo é a hipertensão arterial, contraída através da ingestão constante de alimentos com altos teores de sódio (POLLONIO, 2009).

Atualmente, o consumo diário de sódio, principalmente em países desenvolvidos está excedendo as recomendações nutricionais da Organização Mundial da Saúde (OMS), que é de dois gramas (WHO, 2003). Nos países em desenvolvimento, como o caso do Brasil, o consumo de sal também ultrapassa os limites da OMS. Sarno *et al.* (2009) em seus estudos concluíram que a quantidade diária de sódio disponível nas refeições brasileiras é de 4,5 g por pessoa, 2,25 vezes mais que a quantia permitida. Essa ingestão demasiada de sódio implica em aumento de doenças cardiovasculares, algumas chegam a ser crônicas. O consumo em excesso de sódio tem sido relacionado à ocorrência de hipertensão arterial em parte da população mundial (LAW *et al.*, 1991). Também são doenças relacionadas à hipertrofia cardíaca, câncer gástrico e osteoporose (MORGAN *et al.*, 2001; TSUGANE e SASAZUKI, 2007; FRASSETO *et al.*, 2008).

3.3.1 O cloreto de sódio e os tipos de salga em carnes e produtos cárneos

O sal é um ingrediente indispensável para a culinária, havendo atualmente diversos tipos encontrados no mercado. Basicamente, todos são constituídos de cloreto de sódio, havendo algumas diferenciações em outros componentes. Estão ofertados atualmente no mercado o sal refinado, o sal marinho, o sal grosso, o sal *light*, o sal líquido e a flor-de-sal, cada um destes apresentando suas particularidades de composição e de utilização.

A diferença básica entre o sal marinho e o refinado é que este último, depois de moído, passa por um processo de secagem em leito fluidizado e peneiramento, chamado processo de refinamento. Semelhantemente é produzido o sal grosso, havendo diferença apenas na sua granulometria. Pelo fato de o sal marinho não passar por esta etapa, pode conter maior variedade de minerais que o sal refinado, mas em contrapartida apresenta um maior grau de impurezas. O sal líquido é apenas o sal refinado em estado líquido, que apresenta vantagens quanto a sua melhor distribuição nos alimentos. O sal *light* é uma mistura de cloreto de sódio e potássio, chegando até a 50% menos sódio em sua composição (SILVEIRA, 2008).

A flor de sal corresponde à camada fina que se forma na superfície da maré salgada, durante a evaporação contínua. Este sal não sofre nenhuma transformação, além da secagem natural ao sol, que elimina o tom rosa. Contém todos os 84 oligoelementos e micronutrientes encontrados no mar. Um nível adequado deste sal é muito importante para o bom funcionamento do nosso organismo (CLAYDON, 2003).

A utilização do cloreto de sódio é datada de períodos pré-históricos. A salga e a defumação da carne eram uma prática antiga, realizada em tempos de Homero, 850 a.C. Silva (2000) e Araújo *et al.* (2006) registram em seus trabalhos que estes povos utilizaram a salga como o primeiro método de conservação em carnes.

A adição de NaCl à carne transforma esta matéria-prima em um produto cárneo processado, mesmo que seja com baixa tecnologia, pelo fato de se alcançar a conservação do produto. Os principais tipos de produtos cárneos salgados no Brasil são o charque, o *jerked beef* e a carne de sol. A diferença entre estes três tipos de produtos está no teor de cloreto de sódio adicionado e na técnica de salga empregada.

A carne de sol, um produto bastante consumido na Região Nordeste do Brasil, é obtida segundo tecnologias mais rudimentares, não havendo até o momento a padronização de seu processamento. As carnes são salgadas por toda a superfície e estendidas em câmaras ou ao ar livre, sob a luz solar. Geralmente, são usados cortes mais nobres de carne bovina para a

obtenção desta carne, como coxão duro, coxão mole, picanha, podendo haver também o uso de carnes de segunda (BRASIL, 1988; PARDI *et al.*, 2001; SALVIANO, 2011).

Já o charque, também chamado de carne seca, e o *jerked beef* apresentam tecnologias de processamento muito parecidas. Ambos são salgados a seco e através de uma solução salina (salmoura), para serem posteriormente desidratados e ressalgados. A diferença é que no *jerked beef* são adicionados sais de cura, como nitritos e nitratos, e no final este produto é embalado a vácuo. Para a fabricação de tais produtos, podem ser usados os cortes menos nobres, como os dianteiros. O teor final de cloreto de sódio é superior ao da carne de sol e segundo o RIISPOA, seu conteúdo mineral não deve exceder 15% (BRASIL, 1950; INMETRO, 1998; LIRA e SHIMOKOMAKI, 1998).

Para a fabricação dos produtos cárneos, a etapa de salga pode ser realizada de duas formas básicas, a depender do objetivo. Pode ser realizada a salga seca, ou salga direta, na qual se adiciona o cloreto de sódio em sua forma mais simples, ou a salga úmida, na qual é inserida ao produto uma solução à base de cloreto de sódio, a salmoura.

O processo de salga seca consiste em por o corte cárneo em contato com sal grosso ou sal refinado, por um tempo suficiente para que ocorram as transformações bioquímicas necessárias. Pode-se também adicionar o cloreto de sódio diretamente na formulação dos demais produtos cárneos, quando se tem a carne cominuída ou na obtenção de uma emulsão cárnea.

A salga úmida pode ser realizada por imersão do produto na solução de cloreto de sódio ou por injeção direta de salmoura. O teor de sal na salmoura irá depender da finalidade do produto (charque, marinados), podendo ser expresso em porcentagem, em grau salômetro (% de sal em salmoura) ou grau Baumé (densidade da solução de água e sal medida em hidrômetro Baumé) (CECCHI, 2003).

Os demais produtos cárneos – como os embutidos, emulsionados, reestruturados, entre outros – também recebem cloreto de sódio em sua formulação, pois este aditivo é de grande importância na tecnologia de carnes, não só pelo seu poder preservativo, mas também pela sua função na matriz da carne, conferindo propriedades únicas aos seus derivados.

3.3.2 A bioquímica do processo de salga em carnes

A adição de cloreto de sódio em carnes durante o processamento promove a conservação de tais alimentos devido a uma série de reações bioquímicas que afetam a disponibilidade de água contida na matriz do produto. Albarracín *et al.* (2011) relata em seus

estudos que o sal comum não desempenha uma atividade antimicrobiana propriamente dita, mas este aditivo tem o poder de reduzir os valores de atividade de água nos alimentos em geral, desacelerando ou até mesmo interrompendo o processo microbiano vital.

Na matriz dos produtos cárneos, a adição de cloreto de sódio irá aumentar sua força iônica, permitindo a extração das proteínas miofibrilares, que são insolúveis em água e solúveis apenas em elevada força iônica. Desta forma, sua funcionalidade melhora várias propriedades importantes no processamento. A influência do NaCl na solubilização das proteínas miofibrilares se dá pelo aumento da hidratação, havendo maior capacidade de retenção de água (CRA), maior capacidade de ligação de água e gordura pelas proteínas, resultando em melhor textura para os produtos cárneos (HAMM, 1986; HAND *et al.*, 1987; BERNTHAL *et al.*, 1989; POLLONIO, 2009).

Com relação à capacidade de retenção de água, tem-se que esta propriedade depende de fatores como tamanho dos poros, cargas da matriz proteica, força iônica das proteínas, pH, temperatura e equilíbrio entre as proteínas e a água (CHOI *et al.*, 2000; CHANTRAPORNCHAI e McCLEMENTS, 2002). Uma vez que se adiciona o cloreto de sódio, a capacidade de retenção de água das proteínas da carne aumenta, sendo tal comportamento atribuído à ligação preferencial do ânion cloreto (Cl⁻) pelas moléculas de proteína.

Segundo Girard (1991), a capacidade de retenção de água da carne vai depender, além da adição de sal, do pH que esta se encontra. Em valores de pH abaixo do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, haverá predominância de cargas positivas. Quando se adiciona cloreto de sódio à carne, os íons cloreto serão fortemente atraídos pelos íons positivos da matriz, neutralizando sua carga total. O resultado é que haverá pouca interação entre as proteínas e as moléculas de água, diminuindo, portanto, a capacidade de retenção de água do produto. Um comportamento oposto é observado em carnes com pH acima do ponto isoelétrico das proteínas. A inserção de íons cloreto aumentam as forças repulsivas na matriz, resultando em aumento de sua afinidade pelas moléculas de água. Wismer (1994) afirma que a desidratação das proteínas ocorrerá em altas concentrações de sal, devido à competição existente entre os solutos e as proteínas pela água disponível na matriz.

Quando a capacidade de retenção de água aumenta, as perdas de peso durante a cocção da carne serão minimizadas. O resultado é a obtenção de uma carne mais macia e suculenta. Em um teor de sal entre 5 e 8%, as perdas de peso por cocção (PPC) serão minimizadas (RANKEN *et al.*, 1997; POLLONIO, 2009).

A relação do cloreto de sódio com a ligação entre as proteínas e as moléculas de gordura está presente principalmente na formação das emulsões cárneas. As proteínas que foram solubilizadas formam uma película que engloba as gorduras, retendo-as durante o cozimento. Nos produtos reestruturados, as proteínas solubilizadas se transformam em uma espécie de goma que une as partículas durante o cozimento (POLLONIO, 2009). Poulanne *et al.* (2001) descreveram que o cloreto de sódio está associado à retenção de água, firmeza, sabor e desenvolvimento do sabor, além de potencializar a segurança microbiológica de linguiças cozidas.

O processo de salga influencia, além das proteínas miofibrilares, a atividade de certas enzimas presentes na carne, principalmente as dependentes de cálcio. À medida que o teor de NaCl aumenta, a atividade de certas proteases diminui, prevenindo a deterioração da carne (ALBARRACÍN, 2011). Garcia-Garrido *et al.* (2000) observaram uma redução na atividade de catepsinas e calpastatinas, enzimas ligadas ao processo de maturação da carne.

Além das transformações bioquímicas modificarem as características físico-químicas da carne, suas propriedades sensoriais também são afetadas. O cloreto de sódio tem como propriedade sensorial fundamental conferir ao produto o sabor salgado. Keast *et al.* (2004) concluíram que, quando em baixas concentrações, este aditivo é doce e em determinados teores adicionados no processamento tem a capacidade de suprimir o sabor. Murphy *et al.* (1981) observaram que o NaCl tem influência na percepção do sabor salgado devido ao ânion Cl^- e seu efeito nas células receptoras. Quando misturado às especiarias presentes nos produtos cárneos, este é fundamental para o desenvolvimento do sabor típico, devido à redução da atividade de água que resulta em aumento da concentração dos outros componentes da solução, aumentando sua percepção sensorial (SHAHIDI, 1995; POLLONIO, 2009).

Portanto, vê-se que a adição de cloreto de sódio na tecnologia de carnes e produtos cárneos constitui em uma etapa significativa para a qualidade dos produtos obtidos. O cloreto de sódio traz modificações bioquímicas que são únicas e essenciais para o desenvolvimento dos mais diversos tipos de produtos cárneos. Em contraste, atualmente está sendo discutida a relação entre o cloreto de sódio e a saúde de seus consumidores, visto que os resultados das pesquisas realizadas até o momento revelam uma correlação negativa entre a ingestão de sal e a saúde cardiovascular da população. O grande desafio está no desenvolvimento de estratégias que diminuam o risco à saúde ao mesmo tempo em que se mantenha a qualidade dos produtos cárneos.

3.3.3 Relação entre a ingestão de cloreto de sódio e a saúde humana

A ingestão diária de cloreto de sódio tem aumentado significativamente, excedendo os limites diários propostos pela OMS. Tal consumo em excesso pode levar os consumidores a um quadro de hipertensão arterial. Este distúrbio pode aumentar o risco de um acidente vascular cerebral e de mortes prematuras por doenças cardiovasculares (RUUSUNEN e PUOLANNE, 2004).

Katsiari *et al.* (2000) mostraram que a média total do consumo diário de sódio *per capita* em países desenvolvidos é de 4-5g de Na, o que corresponde a 10-12g de cloreto de sódio, 25 vezes mais alto que o consumo recomendado para adultos sensíveis ao sódio (0,5g de NaCl). Tuomilehto *et al.* (2001) observaram que a ingestão de sódio apresenta alta correlação com a mortalidade e com o risco de doença cardíaca coronariana, independente de outros fatores de risco cardiovascular, incluindo pressão arterial. Tais resultados fornecem evidências dos efeitos nocivos do cloreto de sódio, principalmente na população adulta.

O íon sódio é fundamental para manter importantes funções vitais a todas as células e neurônios do corpo humano. O sangue contém 0,9% de sódio que participam da bomba Na^+/K^+ . Este íon ainda é responsável pelo balanço dos líquidos corpóreos. Porém, quando em excesso, provoca expansão do volume de líquido intracelular, desarranjo do sistema angiotensina-aldosterona e falhas no sistema vascular periférico, além da formação de radicais livres e aumento da atividade do sistema nervoso simpático (MORGAN *et al.*, 2001; POLLONIO, 2009).

Visto que a ingestão de sal assume valores significativamente maiores que os recomendados para a saúde dos consumidores, a solução está no desenvolvimento de estratégias que visem a redução deste aditivo na tecnologia de alimentos. Nos produtos cárneos, este é um grande desafio, pois como foi apresentado, o cloreto de sódio em tais produtos confere características essenciais à qualidade, que vai além da potencialização do sabor. Algumas estratégias já estão em fase de pesquisa, envolvendo a substituição total ou parcial de NaCl por elementos que impliquem diferenças pouco ou nada significativas nos parâmetros sensoriais, físicos e químicos. A seguir estas técnicas serão discutidas com detalhes.

3.3.4 Tendências para a redução de sódio em produtos cárneos

Diante da problemática da alta ingestão de sal pela população mundial na atualidade, o grande desafio se baseia no desenvolvimento de produtos que aliem a praticidade de um

industrializado à redução de cloreto de sódio, que irá contribuir para a manutenção da saúde e bem-estar do consumidor. As pesquisas realizadas até então usaram como estratégias a substituição de NaCl por outros sais de cloreto (KCl, MgCl₂, CaCl₂); substituição por sais de fostato, ligados à realçadores de sabor; substituição por transglutaminase em quantidades que não afetaram o sabor salgado, redução do NaCl combinado à adição de especiarias (sal de ervas). O Quadro 1 contém as substituições que foram realizadas em alguns produtos cárneos.

Quadro 1 - Substituições de NaCl em produtos cárneos e seus respectivos pesquisadores

Produto cárneo	Fonte de substituição de NaCl	Redução de NaCl obtida	Referência
Empanados suínos e de frango	Nenhuma	40%	Jimenez Colmenero <i>et al.</i> , 1998
Salsichas de fígado, carne moída, costeletas curadas e defumadas, linguiça de frango e almôndega de peru	KCl, MgSO ₄ , CaCO ₃ e MgCO ₃	50%	Schoene <i>et al.</i> , 2009
Presunto	KCl	50%	Frye <i>et al.</i> , 1986
Presunto	KCl	25%	Dias <i>et al.</i> , 2001
Salsichas	KCl	25%	Nascimento <i>et al.</i> , 2007
Linguiça tipo <i>Bologna</i>	fosfatos	28,20%	Ruusunen <i>et al.</i> , 1999
<i>Döner kebab</i> de frango	transglutaminase	Não especificado	Killic <i>et al.</i> , 2003
Salsicha <i>Frankfurt</i>	transglutaminase, KCl e caseinatos	Não especificado	Jimenez Colmenero <i>et al.</i> , 2005
Salsicha <i>Frankfurt</i>	Molho de soja e KCl	35%	McGough <i>et al.</i> , 2012a
Salsicha <i>Frankfurt</i>	Molho de soja fermentado	20%	McGough <i>et al.</i> , 2012b

3.3.4.1 Substituição de NaCl por outros sais de cloreto

O cloreto de sódio pode ser substituído parcialmente por outros sais que contenham íons cloreto, como o cloreto de potássio, cloreto de magnésio e cloreto de cálcio.

O sal de cloreto mais utilizado para substituir parcialmente o cloreto de sódio em produtos cárneos é o KCl. Portanto, tal substituição deve ser cautelosamente calculada. Vários pesquisadores estudaram o efeito combinado do cloreto de sódio com KCl ou MgCl₂ pode levar ao surgimento de gosto amargo, tendo que ser determinada uma combinação específica para cada tipo de produto cárneo (RUUSUNEN e PUOLANNE, 2004). Pollonio (2009)

afirma que em teores de substituição acima de 40% de KCl, dependendo do produto, resulta em aumento significativo do gosto amargo e perda de gosto salgado.

Para substituir o cloreto de sódio e minimizar os efeitos supracitados, Ruusunen *et al.* (2005) estudaram o efeito da mistura de sais minerais como uma possível alternativa. Foi desenvolvida uma mistura que continha 50% de NaCl e 50% de sais de potássio, MgSO₄ e, para realçar o sabor dos produtos, cloreto de L-lisina. Tal mistura foi patenteada com a denominação de PanSalt[®] (PUOLANNE *et al.*, 1988).

Schoene *et al.* (2009) realizaram uma substituição parcial de NaCl por sal mineral (50% NaCl, 44.5% KCl, 4% MgSO₄, 1% CaCO₃; 0.5% MgCO₃ e 1.5% de carbonatos insolúveis em água) em salsichas de fígado, carne moída, costeletas curadas e defumadas, linguiças grelhadas, linguiças de frango do tipo *Bologna* e almôndegas de peru cozidas e verificaram que apesar da redução de cloreto de sódio, a concentração de magnésio e potássio aumentou drasticamente para a obtenção de um sabor salgado similar ao padrão. Frye *et al.* (1986) em seus estudos substituíram em 50% o cloreto de sódio por KCl em presuntos e concluíram uma boa aceitação sensorial, além de conseguir um efeito ligante nas partículas do produto.

Além de não provocar mudanças no sabor salgado, a substituição de cloreto de sódio não deve provocar modificações indesejadas na textura dos produtos cárneos. Nascimento *et al.* (2007) em um estudo com a substituição de NaCl por KCl em salsichas observaram que a redução no teor de cloreto de sódio influenciou a dureza, a coesividade e a mastigabilidade dos produtos. Na substituição de 50% de redução de cloreto de sódio, a coesividade foi aumentada e a dureza e a mastigabilidade foram significativamente diminuídas. Jiménez-Colmenero *et al.* (1998) encontraram que uma redução na concentração de cloreto de sódio de 2,5% para 1,5% em empanados suínos e de frango cozidos em alta pressão resultou em menores valores de dureza e mastigabilidade em emulsões suínas cozidas até a temperatura interna de 70°C. Portanto, para minimizar tais alterações, se faz necessário um estudo sobre ingredientes que melhorem a textura dos produtos com baixo teor de NaCl.

3.3.4.2 Substituição de NaCl por fosfatos e o uso da transglutaminase

Outra forma para reduzir o teor de cloreto de sódio nos produtos cárneos consiste em substituir parte deste aditivo por sais de fosfatos. Ao atuar em sinergia com o NaCl, estes são capazes de elevar a força iônica com a liberação de sítios carregados negativamente nas proteínas, promovendo maior capacidade de retenção de água (POLLONIO, 2009).

Ruusunen *et al.* (1999) em um estudo realizado com o uso de fosfatos em linguiças do tipo *Bologna* concluíram que é possível reduzir o conteúdo de cloreto de sódio de 1,95% para 1,4% do peso total sem perdas significativas de sabor. Em produtos cárneos reestruturados, foi observado que na cominuição com adição de fosfatos houve uma perda de peso por cocção bastante acentuada, quando o teor de sal se encontrava entre 0 e 1% (KENNEY e HUNT, 1990). Matlock *et al.* (1984) verificaram que o uso de fosfato em produtos reestruturados aumentou significativamente as propriedades sensoriais dos produtos após o cozimento, como sabor, suculência e coesão, mas para diminuir a rancidez de tais produtos foi necessário utilizar o tripolifosfato de sódio.

Além do uso de fosfatos e polifosfatos, outra maneira de reduzir os teores de cloreto de sódio em carnes se faz pelo uso da transglutaminase. Esta é uma enzima que tem a capacidade de formar ligações isopeptídicas entre os resíduos de lisina e glutamina em proteínas, introduzindo ligações cruzadas intra e intermoleculares (FULLADOSA *et al.*, 2009). A adição de transglutaminase tem sido proposta como um meio de induzir a gelificação da proteína muscular, reduzindo ou eliminando a necessidade de acrescentar NaCl (KURASHI *et al.*, 1997). Por apresentar tais propriedades, é utilizada na indústria de produtos cárneos, em produtos reestruturados e alguns embutidos, com a finalidade de substituir parcialmente o NaCl.

Jiménez Colmenero *et al.* (2005) concluíram que, em salsichas Frankfurt, a transglutaminase pode ser utilizada em combinação com outros ingredientes (caseinatos, KCl e fibras), no intuito de alcançar características físico-químicas próximas aos produtos com teores normais de cloreto de sódio. Kilic (2003) estudou o efeito da adição da enzima transglutaminase em *döner kebab* de frango e verificou que houve uma reação de ligação cruzada entre as proteínas da carne, sendo a enzima uma fonte de substituição potencial para o cloreto de sódio.

3.3.4.3 Substituição de NaCl por compostos de especiarias

A seleção de ervas para a formação de combinações a serem utilizados nos produtos cárneos representa uma estratégia para mascarar o uso de substitutos durante o processamento ou até mesmo para serem utilizados na substituição parcial do cloreto de sódio.

Bezerra (2008) utilizou o “sal de ervas” em um estudo com pacientes hipertensos. Este ingrediente é definido como um composto preparado com partes iguais de cloreto de sódio, alecrim (*Rosmarinus officinalis*), salsinha (*Petroselinum crispum*), orégano (*Origanum vulgare*) desidratado e outros condimentos, em menor proporção. O “sal de ervas” ajuda na diminuição do sal absoluto e agrega propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias provenientes de substâncias bioativas encontradas nas ervas.

Em uma pesquisa com “sal de ervas” em feijão, com pacientes hipertensos, estes não perceberam diferença significativa no feijão preparado com sal de ervas quando comparado ao feijão ao modo convencional, sendo uma alternativa promissora que merece um estudo mais detalhado (BEZERRA, 2008). Não se encontrou pesquisas utilizando o “sal de ervas” em produtos cárneos, o que poderia ser um passo interessante para uma maior disponibilidade de produtos para o público portador de enfermidades cardiovasculares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBARRACÍN, W.; SÁNCHEZ, I. C.; GRAU, R.; BARAT, J. M. Salt in food processing; usage and reduction: a review. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 47. n. 7. p. 1329 – 1336, 2011.

APOSTOLIDIS, E.; KWON YI; SHETTY K. Potential of cranberry-based herbal synergies for diabetes and hypertension management. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**. n. 3. v. 15. p. 433 – 441, 2006.

ARAÚJO, W. M.; MONTEBELLO, N.; BOTELHO, R.; BORGIO, L. A. Alquimia dos Alimentos. **Série Alimentos e Bebidas**. Brasília: SENAC-DF, 2006.

AVISITE. **Carne de frango em 2011: maior expansão na exportação ocorre na Região Sudeste**. Exportação. Avisite, 2011. Disponível em: < <http://www.avisite.com.br/noticias/default.asp?codnoticia=12219>>. Acesso em: 03 jul. 2011.

BERNTHAL, P. H.; BOOREN, A. M.; GRAY, J. I. Effect of sodium chloride concentration on pH, water-holding capacity and extractable protein of prerigor and postrigor ground beef. **Meat Science**, v. 25, p. 143–154, 1989.

BEZERRA, M. N. **Aceitação do sal de ervas em dieta hipossódica**. Monografia (Especialização em gastronomia e saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: < <http://bdm.bce.unb.br/handle/10483/349?mode=full>>. Acesso em: 25 out. 2011.

BOURRE, J. M. Where to find omega-3-fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3-fatty acids to increase nutritional value derived products for human: What is actually useful? **Journal of Nutrition Health and Aging**, 2002. v. 9, p. 232–242.

BOZIN, B. MIMICA-DUKIC, N., SIMIN, N., ANACKOV, G. Characterization of the volatile composition of essential oils of some *Lamiaceae* species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 54, n. 5, p. 1822-1828, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular N° 109/ DICAR (Divisão de Inspeção de Carnes e Derivados). Dispõe sobre as Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para a Produção de Carne Bovina Salgada Curada e Carne Salgada Curada Seca. **Diário Oficial da União**. Brasília. 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 4, de 31 de Março de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**. Brasília, 31 mar. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei 1.283 de 18 de dezembro de 1950. Institui o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**. Brasília, 18 mar. 1950.

BRASIL. Regulamento de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal. LEI nº 1.283 de 18.12.1950. Dispõe sobre a inspeção de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**. Disponível em: < <http://www.agais.com/normas/riispoa/lei1238.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2011.

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; MENEGATTI, D. P.; JARDIM, N. S.; CONCEIÇÃO, A. D. **Fabricação de linguiças caseiras**. Lavras: Editora da UFLA, 2008. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_34.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2010.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003. 207p.

CHANTRAPORNCHAI, W.; MCCLEMENTS, D.J. Influence of NaCl on optical properties, large-strain rheology and water holding capacity of heat-induced whey protein isolate gels. **Food Hydrocolloids**, v. 16, p. 467–476, 2002.

CHOI, Y.J.; CHO, M.S.; PARK, W. Effect of hydration time and salt addition on gelation properties of major protein additives. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 1338–1342, 2000.

CLAYDON, J. Regenerative nutrition. **Greenhealthwatch**. n. 23. 2003.

CORREIA, L. M. M. **Multiplicação de microbiota autóctone e de *Staphylococcus aureus* inoculado em linguiças frescas produzidas com diferentes concentrações de sais de cura**. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná. 2008. Disponível em: < <http://www.posalim.ufpr.br/Pesquisa/pdf/dissertaLucyAnneC.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2011.

DEMEYER, D.; HONIKEL, K.; DESMET. The World Cancer Research Fund report 2007: A challenge for the meat processing industry. **Meat Science**. v. 80. p. 953-959, 2008.

DIAS, I.; RAIMUNDO, A.; NEVES, A.; LARANJEIRA, C.; LIMA, M.; FARO, M. **Estudo da Substituição Parcial do Cloreto de Sódio por Cloreto de Potássio em Presunto**. Santarém, Portugal: 2001. Disponível em: < <http://www.esa.ipsantarem.pt/newsletter/esas/FORUM4/IIGOR.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Aspectos da produção, exportação, consumo e custos de produção e implantação de aviários. **Sistemas de produção de frango de corte**. EMBRAPA, 2003. Disponível em:< <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoodeFrangodeCorte/Importancia-economica.html>>. Acesso em: 03 jul. 2011.

FRASSETTO, L. A.; MORRIS JR., R. C.; SELLMAYER, D. E.; SEBASTIAN, A. Adverse effects of sodium chloride on bone in the aging human population resulting from habitual consumption of typical American diets. **Journal of Nutrition**. v. 138. n. 2. p. 419-422, 2008.

FRYE, C. B.; HAND, L. W.; CALKINS, C. R.; MANDIGO, R. W. Reduction or replacement of sodium chloride in a tumbled ham product. **Journal of Food Science**. v. 51. p. 836-837, 1986.

FUKAYAMA, E. H.; BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A.; KATO, R. K.; MURGAS, L. D. S. Extrato de orégano como aditivo em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2316-2325, 2005.

FULLADOSA, E.; SERRA, X.; GOU, P.; ARNAU, J. Effects of potassium lactate and high pressure on transglutaminase restructured dry-cured hams with reduced salt content. **Meat Science**. v. 82. p. 213-218, 2009.

GARCIA, L. A. F.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Economias de Escala na Produção de Frangos de Corte no Brasil. **RER**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 03, p. 465-483, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/resr/v43n3/27742.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2011.

GARCIA-GARRIDO, J. A.; QUILES ZAFRA, R.; TAPIADOR, J.; LUQUE DE CASTRO, M. D. Activity of cathepsin B, D, H and L in Spanish dry-cured ham of normal and detective texture. **Meat Science**, v. 56, p. 1-6.

GIRARD, J.P. **Tecnología de la Carne y los Productos Cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1991. p. 295.

HAMM, R. Functional properties of the myofibrillar system. In: P. J. Bechtel, Ed., **Muscle as food**, Academic Press, p. 135-200. New York, 1986.

HAND, L. W.; HOLLINGSWORTH, C. A.; CALKINS, C. R.; MANDIGO, R. W. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. **Journal of Food Science**. v. 52. p. 1149-1151, 1987.

HENTIZ, S. M.; SANTIN, N. C. Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis L.*) contra *Salmonella* sp. **Evidência**, v. 7, n. 2, p. 93-100, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Produtos Analisados: Salsicha em Lata Tipo Viena, Carne Seca (Charque) e Jerked Beef**. INMETRO, 1998. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/salsicha.asp>>. Acesso em: 28 fev. 2011.

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

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.

JORNAL FATO. Carne de frango é alternativa mais barata. **Economia**. Maio, 2011. Disponível em: <http://www.jornalfato.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2045:frango-esta-valendo-a-pena&catid=37:marataizes&Itemid=396>. Acesso em: 04 out. 2011.

KATSIARI, M. C.; VOUTSINAS, L. P.; ALICHANDIS, E; ROUSSIS, I. G. Proteolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial replacement of NaCl by KCl. **International Dairy Journal**. v. 10, p. 635-646. 2000.

KEAST, R. S. J.; DALTON, P.; BRESLIN, P. A. S. Flavor interactions at the sensory level. In: Taylor, A.; Roberts, D. **Flavor perception**. Oxford: Blackwell, p. 228-255, 2004.

KENNEY, P. B.; HUNT, M. C. Effect of water and salt content on protein solubility and water retention of meat preblends. **Meat Science**, v. 27, p. 173–180, 1990.

KILLIC, B. Effect of microbial transglutaminase and sodium caseinate on quality of chicken döner kebab. **Meat Science**. v. 63. p. 417-421, 2003.

KURAISHI, C.; SAKAMOTO, J.; YAMAZANI, K.; SUSU, Y.; KUHARA, C.; SOEDA, T. Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking. **Journal of Food Science**, v. 62. n. 3. p. 488–490, 1997.

LAW, M. R.; FROST, C. D.; WALD, N. J. I – Analysis of observational data among populations. **British Medical Journal**, v. 302, p. 811–815, 1991.

LIRA, G. M.; SHIMOKOMAKI, M. Parâmetros da qualidade da carne de sol e dos charques. **Revista Higiene Alimentar**. v. 12. n. 58. p. 33-35. São Paulo, 1998.

MARTINS, A. G. L. A; NASCIMENTO, A. R.; MOUCHREK FILHO, J. E.; MENDES FILHO, N. E.; SOUZA, A. G.; ARAGÃO, N. E.; SILVA, D. S. V. Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de *Escherichia coli* enteropatogênica isolados de alfaces. **Ciência Rural**. v.40, n.8, p.1791-1796, 2010.

MATLOCK, R. G.; TERRELL, R. N.; SAVELL, J. W.; RHEE, K. S.; DUTSON, T. R. Factors affecting properties of precooked-frozen pork patties made with various NaCl/phosphate combinations. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 1372–1375, 1984.

MCGOUGH, M. M.; SATO, T.; RANKIN, S. A.; SINDELAR, J. J. Reducing sodium levels in frankfurters using a natural flavor enhancer. **Meat Science**. v. 91. p. 185–194. 2012a.

MCGOUGH, M. M.; SATO, T.; RANKIN, S. A.; SINDELAR, J. J. Reducing sodium levels in frankfurters using naturally brewed soy sauce. **Meat Science**. v. 91. p. 69–78. 2012b.

MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; PAZ, P. B.; BELLÉ, M.; TERRA, N. N. Bioproteção de linguiça de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23. n. 2. p. 161-166. Campinas/SP, 2003.

MOREIRA, A. V. Feijão fortificado. **Globo Repórter**. 2007. Disponível em:<<http://g1.globo.com/globoreporter/0,,MUL1055087-16619,00-FEIJAO+FORTIFICADO.html>>. Acesso em: 22 set. 2011.

MORGAN, T.; AUBERT, J. F.; BRUNNER, H. Interaction between sodium intake, angiotensin II, and blood pressure as a cause of cardiac hypertrophy. **American Journal of Hypertension**, v. 14, p. 914–920, 2001.

MURPHY, C. L.; CARDELLO, A.V.; BRAND, J. G. Tastes of fifteen halide salts following water and NaCl: anion and cation effects. **Physiology and Behavior**, v. 26, p. 1083–1095, 1981.

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

OLMOS, R. D.; LOTUFO, P. A. Epidemiologia da hipertensão arterial no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Hipertensão**. n. 9. p. 21-23, 2002.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: UFG, 2001. 623p.

PASSOS, V. M. A.; ASSIS, T. D.; BARRETO, S. M. Hipertensão arterial no Brasil: estimativa de prevalência a partir de estudos de base populacional. **Epidemiologia e serviços de saúde**. v. 15, n. 1, p. 35-45, 2006.

PHILLIPS, F. Don't pass the salt. **Nutrition Bulletin**. v.28, p.339-40, 2003.

POLLONIO, M. A. R. Redução de sódio em produtos cárneos processados. **Anais do V Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo, 2009. p. 115 – 122.

PUOLANNE, E.; SAARELA, E.; RUUSUNEN, M. The effect of NaCl-KCl-MgSO₄-mixture (Pan) on the quality of cooked sausage. **In: Proceedings of the 34th international congress of meat science and technology**. Part B (p. 302–304). Brisbane: Australia, 1988.

PUOLANNE, E., RUUSUNEN, M., VAINIONPÄÄ, J. 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.

RANKEN, M. D.; KILL, R. C.; BAKER, C. G. J. **Food Industries Manual**. 24. ed. Blackie Academic and Professional: London, 1997.

RUUSUNEN, M., SARKKA-TIRKKONEN, M., & PUOLANNE, E. The effect of salt reduction on taste pleasantness in cooked bologna type sausages. **Journal of Sensory Studies**, v. 14, p. 263–270, 1999.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Sodium in meat products. **Annals of International Congress of Meat Science and Technology**, 2004. Helsinki, Finland: University of Helsinki, 2004.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPÄÄ, J.; PUOLANNE, E., LYLÄ, M.; LÄHTEENMÄKI, L.; NIEMISTÖ, M., *et al.*. Reducing the sodium content in meat products: the effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. **Meat Science**, 69, 53–60, 2005.

SAINT-EVE, A.; LAUVERJAT, C.; MAGNAN, C.; DELERIS, I.; SOUCHON, I. Reducing salt and fat content: Impact of composition, texture and cognitive interactions on the perception of flavoured model cheeses. **Food Chemistry**, v. 116, n. 1, p. 167-175, 2009.

SALVIANO, A. T. M. **Processamento da carne-de-sol com carne maturada: qualidade sensorial e textura**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa/PB: 2011.

SAMORA, R. Produção de carne de frango no Brasil cresce em 2010. **Reuters Brasil**. Disponível em: < <http://br.reuters.com/news/business>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

SARNO, F.; CLARO, R. M.; LEVY, R. B.; BANDONI, B. H.; FERREIRA, S. R. G.; MONTEIRO, C. A. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2002-2003. **Revista de Saúde Pública**. v. 43. n. 2. p. 219-225, 2009.

SÁYAGO-AYERDI, S. G.; BRENES, A.; VIVEROS, A.; GOÑI, I. (2009) Antioxidative effect of dietary grape pomace concentrate on lipid oxidation of chilled and long-term frozen stored chicken patties. **Meat science**. 83. p. 528-533.

SCHOENE, F.; MNICH, K.; JAHREIS, G.; KINAST, C.; GREILING, A.; KIRMSE, R.; HARTUNG, H.; LEITERER, M. Analysis of meat products produced with mineral salt constituents. **Fleischwirtschaft**, v. 89, p. 149–152, 2009.

SHAHIDI, F. Flavour of meat and meat products – an overview. In F. Shahidi (Ed.). **Flavour of meat and meat products**. p. 11-26. London: Blackie Academic and Professional, 1995.

SILVA, J. A. **Tópicos de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2000.

SILVEIRA, J. Sais gourmet trazem poucas alterações nutricionais em relação ao convencional. **Folha de São Paulo**. 06 ago. 2008.

SOUZA, S. M. C.; PEREIRA, M. C.; ANGÉLICO, C. L.; PIMENTA, C. J. Avaliação de óleos essenciais de condimentos sobre o desenvolvimento micelial de fungos associados a produtos de panificação. **Ciênc. Agrotec.**, Niterói, v. 28, n. 3, p. 685-690, 2004.

TELICI, I.; BAYRAMB, E.; YILMAZA, G.; AVCI, B. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). **Biochemical Systematics and Ecology**, v.34, n.6, p.489-497, 2006.

TERRELL, R. N. Reducing the sodium content of processed meats. **Food Technology**. v.37, n.7, p.66-71, 1983.

TSUGANE, S.; SASAZUKI, S. Diet and the risk of gastric cancer: review of epidemiological evidence. **Gastric Cancer**. v. 10. n. 2. p. 75-83, 2007.

TUOMILEHTO, J.; JOUSILAHTI, P.; RASTENYTE, D.; MOLTCHANOV, V.; TANSKANEN, A.; PIETINEN, P.; NISSINEN, A. Urinary sodium excretion and cardiovascular mortality in Finland: a prospective study. **The lancet**. v. 357. p. 848-851, 2001.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características da carne de frango. **Boletim técnico**. UFES, 2007. Disponível em: < http://www.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2011.

WISMER, J. Química de los tejidos animales. In: **Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1994.

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

CAPÍTULO 1 – OTIMIZAÇÃO DO “SAL DE ERVAS” E DO CLORETO DE POTÁSSIO NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CLORETO DE SÓDIO EM CORTE DE FRANGO

OTIMIZAÇÃO DO “SAL DE ERVAS” E DO CLORETO DE POTÁSSIO NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CLORETO DE SÓDIO EM CORTE DE FRANGO

RESUMO

O cloreto de sódio é um ingrediente essencial na elaboração de produtos cárneos, entretanto, seu consumo demasiado pode levar os consumidores a apresentarem enfermidades como a hipertensão arterial e outras doenças cardiovasculares. O objetivo deste trabalho foi determinar formulações otimizadas de NaCl, KCl e uma mistura de partes iguais de orégano, manjericão e alecrim denominada de Mix de Ervas para substituir parcialmente o sal em filés de peito de frango. Foi realizado um delineamento composto central rotacional (DCCR) com três variáveis, com seis pontos axiais e três repetições no ponto central, totalizando 17 ensaios, para avaliar parâmetros sensoriais que resultaram de uma Análise Descritiva Quantitativa (sabor característico, gosto salgado, gosto amargo residual, cor dourada, dureza e suculência) e parâmetros físicos de qualidade da carne de frango (capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, cor objetiva e força de cisalhamento). Também foram realizadas análises microbiológicas para avaliar a qualidade da carne. O corte de frango se apresentou com qualidade sensorial e física quando o NaCl encontrou-se no intervalo compreendido entre 5 e 30 g/kg de carne, com o teor de KCl entre 2 e 12 g/kg de carne e de Mix de Ervas entre 5 e 12 g/kg de carne. Isto representa em termos percentuais uma redução inicial de 33% do cloreto de sódio na carne de frango, o que constitui em uma alternativa potencial a ser inserida na alimentação do público hipertenso.

Palavras-chave: Orégano (*Origanum vulgare*), Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Manjericão (*Ocimum basilicum*), Hipertensão Arterial, Análise Descritiva Quantitativa, Embutidos Cárneos.

OPTIMIZATION OF THE "SALT OF HERBS" AND POTASSIUM CHLORIDE IN PARTIAL REPLACEMENT OF SODIUM CHLORIDE IN CHICKEN CUT

ABSTRACT

Sodium chloride is an essential ingredient in the preparation of meat products, however, too much consumption can lead consumers to submit diseases such as hypertension and other cardiovascular diseases. The objective of this study was to determine optimum formulations of NaCl, KCl and a mixture of equal parts of oregano (*Origanum vulgare*), basil (*Ocimum basilicum*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) called Herbal Mix to partially replace the salt in chicken breast fillets. We performed a central composite rotational design with three variables, with six axial points and three replicates at the central point, resulting in 17 trials to evaluate sensory parameters that resulted from a Quantitative Descriptive Analysis (flavor, taste salty, bitter taste residual, golden color, hardness and juiciness) and physical parameters of quality of chicken meat (water holding capacity, cooking loss, color and shear force). Analyzes were also performed to assess the microbiological quality of meat. Cutting chicken performed with physical and sensory quality when NaCl was found in the range between 5 and 30 g/kg meat, the content of KCl from 2 to 12 g/kg meat and Herbal Mix among 5 and 12 g/kg meat. This represents a reduction in percentage of the initial 33% of sodium chloride in the meat, which constitutes a potential alternative to insert into the public power hypertension.

Keywords: Oregano (*Origanum vulgare*), Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), Manjerição (*Ocimum basilicum*), Hypertension, Quantitative Descriptive Analysis, Sausages.

1. INTRODUÇÃO

O cloreto de sódio é um componente indispensável na elaboração de produtos cárneos, pois além de conferir o sabor salgado, potencializa o sabor e auxilia em certas propriedades tecnológicas, a exemplo da capacidade de retenção de água (CRA). Entretanto, seu consumo demasiado desencadeia problemas para a saúde humana, principalmente no que diz respeito à hipertensão arterial, que segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), é uma das dez principais causas de morte no mundo (HAMM, 1986; BRASIL, 2002).

Segundo Terrell (1983), reduzir a quantidade de cloreto de sódio (NaCl) consiste em um grande desafio. Entre as maneiras convencionais para substituir este sal podem ser citados diminuição da adição do cloreto de sódio ao produto, substituição total ou parcial do cloreto de sódio por outros sais de cloreto (KCl, MgCl₂ e CaCl₂), substituição de parte do cloreto de sódio por outros sais, como os fosfatos ou por modificação dos processos ou por combinações dos itens anteriores.

Os embutidos cárneos (salsichas, linguiças, presunto, entre outros) estão incluídos no grupo de alimentos com maior teor de sódio. Uma das maneiras para diminuir este alto teor e tornar tais alimentos mais saudáveis pode estar relacionada ao uso de especiarias que mascarem a ausência de parte do NaCl, já que este não pode ser totalmente removido da composição. O uso de ervas finas pode ser uma alternativa promissora.

Bezerra (2008) empregou em seus estudos o “sal de ervas”, definido como um composto preparado com partes iguais de cloreto de sódio, alecrim (*Rosmarinus officinalis*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e orégano (*Origanum vulgare*) desidratado. Este ajuda na diminuição do sal absoluto e agrega propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias provenientes de substâncias bioativas encontradas nas ervas, podendo ser usada em qualquer alimento. A associação dos fitoquímicos de tais ervas com o NaCl favorece o tratamento e a prevenção das doenças cardiovasculares. O “sal de ervas” foi utilizado no feijão, e a pesquisa foi desenvolvida com pacientes hipertensos, os quais não perceberam nenhuma diferença significativa no feijão preparado com sal de ervas quando comparado ao feijão ao modo convencional, sendo uma alternativa promissora que merece um estudo mais detalhado.

Com relação ao uso de KCl para substituir o sódio em produtos cárneos, Nascimento *et al.* (2007) estudaram tal substituição em salsichas e conseguiram uma

redução de 25% sem prejuízos na qualidade físico-química e sensorial do produto. A mesma redução foi possível quando o KCl foi empregado para substituir o NaCl em presunto (DIAS *et al.*, 2001). O único inconveniente no uso de KCl é a possível presença do gosto amargo em teores mais elevados. Pollonio (2009) afirma que em teores de substituição acima de 40% de KCl, dependendo do produto, resulta em aumento significativo do gosto amargo e perda de gosto salgado.

Para aumentar a oferta de produtos com baixo teor de sal e obter novas formulações a ser empregadas em produtos cárneos, objetivou-se nesta pesquisa determinar uma faixa otimizada dos fatores cloreto de sódio, cloreto de potássio e Mix de Ervas (manjeriço, alecrim e orégano) em filés de peito de frango que preserve sua qualidade sensorial e seus parâmetros físicos de qualidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal da Paraíba, sendo o preparo das amostras e as análises sensoriais desenvolvidos no Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Tecnologia (Campus I – João Pessoa/PB). As análises microbiológicas foram desenvolvidas no Laboratório de Microbiologia e as análises dos parâmetros físicos foram desenvolvidas no Laboratório de Análises Físico-químicas, ambos no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (Campus III – Bananeiras/PB).

2.1 Matéria-prima e insumos

Para o experimento, foram utilizados filés de peito de frango, congelados em embalagens de polietileno, adquiridos em um supermercado do município de João Pessoa/PB.

Os insumos utilizados como cloreto de sódio, cloreto de potássio (KCl), manjeriço, alecrim e orégano também foram obtidos no comércio local. Todas as ervas foram adquiridas na forma desidratada e embaladas hermeticamente.

2.2 Planejamento estatístico

As combinações foram obtidas segundo um delineamento composto central rotacional (DCCR), sendo 3 variáveis (NaCl, KCl e ervas), incluindo 6 pontos axiais e 3 repetições no ponto central, totalizando 17 ensaios, conforme método de Box *et al.* (1978) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Valores reais e codificados das variáveis de entrada para a condimentação dos filés de peito de frango

Variáveis	Código	-1,68	-1	0	1	1,68
NaCl*	x ₁	0	9	22,5	36	45
KCl*	x ₂	0	3,6	9	14,4	18
Mix de ervas*	x ₃	0	9	22,5	36	45

*Valores expressos em g/kg de carne.

Tabela 2 – Matriz do Delineamento Composto Central Rotacional para a condimentação dos filés de peito de frango

Ensaio	Variáveis		
	NaCl - x_1 (g/kg carne)	KCl - x_2 (g/kg carne)	Mix de Ervas - x_3 (g/kg carne)
1	-1(9,0)	-1 (3,6)	-1(9,0)
2	1(36,0)	-1(3,6)	-1(9,0)
3	-1(9,0)	1(14,4)	-1(9,0)
4	1(36,0)	1(14,4)	-1(9,0)
5	-1(9,0)	-1(3,6)	1(36,0)
6	1(36,0)	-1(3,6)	1(36,0)
7	-1(9,0)	1(14,4)	1(36,0)
8	1(36,0)	1(14,4)	1(36,0)
9	-1,68 (0,0)	0 (9,0)	0 (22,5)
10	1,68 (45,0)	0 (9,0)	0 (22,5)
11	0 (22,5)	-1,68 (0,0)	0 (22,5)
12	0 (22,5)	1,68 (0,0)	0 (22,5)
13	0 (22,5)	0 (9,0)	-1,68 (0,0)
14	0 (22,5)	0 (9,0)	1,68 (45,0)
15	0 (22,5)	0 (9,0)	0 (22,5)
16	0 (22,5)	0 (9,0)	0 (22,5)
17	0 (22,5)	0 (9,0)	0 (22,5)

Foi utilizado um intervalo de 0 a 45 g/kg de carne para os fatores NaCl e Mix de Ervas por ser a faixa de valores mais utilizadas na elaboração de linguças de frango. O KCl foi limitado a 18 g/kg de carne porque segundo Pollonio (2009), em teores de substituição acima de 40% de KCl, há formação do gosto amargo e perda de gosto salgado.

Os parâmetros de respostas foram determinados através de uma Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), na qual provadores treinados descreveram os atributos sensoriais que caracterizaram as amostras e as quantificaram. Também foram determinados os parâmetros físicos de qualidade da carne.

Para cada resposta obtida foi realizada uma Análise de Variância de Regressão, para verificar a influência dos fatores sobre os valores obtidos, além de verificar se houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. O modelo de regressão utilizado foi:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_1^2 + \beta_5x_2^2 + \beta_6x_3^2 + \beta_7x_1x_2 + \beta_8x_1x_3 + \beta_9x_2x_3 + \beta_{10}x_1x_2x_3$$

Sendo:

y = variável resposta;

β_i = estimadores dos parâmetros do modelo;

x_i = fatores codificados (variáveis independentes).

Nos casos em que houve diferença estatisticamente significativa, foram geradas as superfícies de resposta, a fim de visualizar a faixa de otimização. Os cálculos da ANOVA e os gráficos foram obtidos através do programa STATISTICA versão 5.0 (STATISTICA, 2004).

2.3 Análises Microbiológicas da Matéria-prima

Para avaliar a qualidade microbiológica dos filés de peito de frango utilizados no experimento, foram realizadas análises de Coliformes a 45°C, conforme as especificações da RDC nº 12, sobre padrões microbiológicos para alimentos, para o caso de carnes resfriadas, ou congeladas, "in natura", de aves (BRASIL, 2001).

2.4 Preparo das amostras

Inicialmente, as ervas foram trituradas em um processador de alimentos até ser obtida uma granulometria semelhante a do NaCl e do KCl. Para o preparo do Mix de Ervas, as ervas foram misturadas na proporção de 1: 1: 1.

A partir da Matriz do planejamento estatístico (Tabela 2), foram preparadas as 17 combinações de NaCl, KCl e Mix de Ervas. Os componentes foram misturados até a obtenção de um preparado homogêneo.

Os filés de peito de frango utilizados foram cortados em cubos de 2,5 cm de aresta e a partir da matriz de planejamento (Tabela 2), as variáveis foram misturadas até sua completa homogeneização e utilizados no processo de salga direta dos filés. Os 17 experimentos foram refrigerados a temperatura de 4°C por 18 horas para incorporação dos condimentos no frango.

A Figura 1 ilustra a sequência explanada do preparo dos cortes de frango.

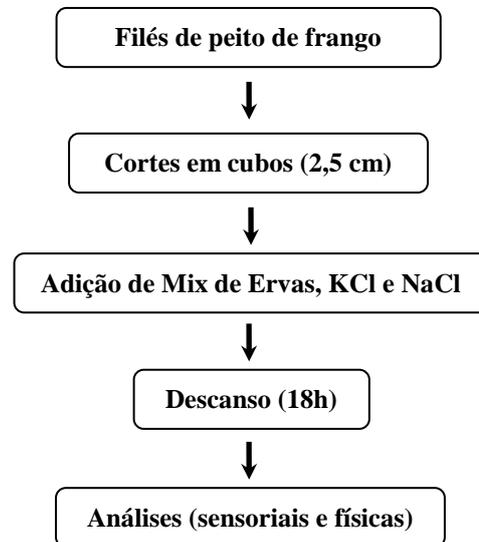


Figura 1 - Preparo das amostras de corte de frango para as análises sensoriais e físicas.

2.5 Análise Descritiva Quantitativa

A Análise Descritiva Quantitativa foi realizada de acordo com a metodologia proposta por STONE *et al.*, 1974. A ADQ envolveu as etapas de pré-seleção de candidatos, desenvolvimento da terminologia descritiva, seleção final dos provadores e avaliação final das amostras. Estas foram servidas em copos descartáveis, cozidas por imersão em água, quando a temperatura interna atingiu 85°C.

O teste foi realizado com prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos (CAAE - 0210.0.126.000-11), para atender as exigências éticas e científicas dispostas na Resolução 196, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 1996) (ANEXO 1). Os julgadores estavam cientes dos objetivos da pesquisa, segundo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 2).

2.5.1 Pré-seleção de candidatos

Foram selecionados 25 indivíduos da comunidade acadêmica da Universidade Federal da Paraíba – Campus I. Foram aplicados testes triangulares e comparação pareada, com produtos à base de carne de frango, além de testes de reconhecimento de

gostos básicos e de habilidade com escalas. Foram selecionados os provadores que atingiram um mínimo de 70% de acertos (MEILGAARD *et al.*, 1999).

2.5.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva e treinamento dos julgadores

Os 16 candidatos selecionados, através do Método de Rede (MOSKOWITZ, 1983), desenvolveram uma lista de atributos sensoriais. Três amostras de carne de frango com diferentes formulações de NaCl, KCl e ervas (manjeriço, orégano e alecrim) foram servidas aos pares, para que os julgadores avaliassem as similaridades e as diferenças entre elas.

Após cada julgador preencher a ficha, todos foram reunidos para discutir os termos levantados. Os que melhor descreviam o produto foram escolhidos. Mediante consenso da equipe, os termos descritores foram definidos e os materiais de referência foram providenciados. A Tabela 3 apresenta a relação dos descritores, com suas respectivas definições e referências.

Com os termos descritores, foi gerada uma ficha descritiva, associando a cada termo uma escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos direito e esquerdo, com termos como pouco/nenhum e muito. A Figura 2 apresenta um modelo da ficha descritiva.

Para o treinamento da equipe, foram utilizadas cinco das 17 formulações a serem avaliadas. Durante as sessões, os julgadores tinham à disposição nas cabines a tabela com as definições dos termos descritivos (Tabela 3) e foram orientados a avaliar as amostras de referência, antes de avaliarem a amostra em teste. Posteriormente, as amostras de carne de frango com NaCl, KCl e ervas foram servidas, monadicamente, codificadas com números aleatórios de 3 dígitos. Para evitar fadiga sensorial e avaliar a reprodutibilidade dos julgadores, foram realizadas quatro sessões, cada uma com duas repetições.

Tabela 3 - Terminologia dos termos descritores levantados na Análise Descritiva Quantitativa

Termos descritores (atributos)		Definição	Referências
Aparência	Cor amarelo dourado	Intensidade de cor amarela relativa ao tom característico da carne de frango cozida	Pouco: filé de frango cozido sob imersão em água Muito: filé de frango assado em forno
Textura	Dureza	Força necessária para se obter uma deformação através da compressão entre os dentes molares	Pouco: filé de frango cozido sob imersão em água Muito: filé de frango em tiras cozidas em imersão na água e assadas em forno (200°C - 20 min)
	Suculência	Quantidade de suco liberada pela carne de frango	Pouco: filé de frango assado em forno, com papel absorvente Muito: filé de frango cozido sob imersão em água
Sabor	Característico	Intensidade de sabor relativo à carne de frango cozida	Nenhum: nada Muito: filé de frango cozido sob imersão em água
	Gosto salgado	Intensidade de NaCl percebida na cavidade oral proveniente da salga da carne de frango	Pouco: filé de frango cozido sob imersão em água Muito: filé de frango com salga direta a 5%, cozidos por imersão em água
	Gosto residual amargo	Gosto amargo percebido após a deglutição da carne de frango condimentada com ervas e KCl	Nenhum: nada Muito: Filé de frango cozido imerso em solução de sulfato de quinina (0,2 g/L) por 4 horas

Nome: _____ Data: ____/____/____

Instruções: Por favor, prove, aspire e observe a amostra de carne de frango e indique com um traço vertical o ponto que melhor reflete a sua resposta em relação aos atributos.

Código: _____

APARÊNCIA

Cor dourada

nenhum muito

SABOR

Característico

nenhum muito

Gosto salgado

nenhum muito

Gosto residual amargo

nenhum muito

TEXTURA

Dureza

nenhum muito

Suculência

pouco muito

Boa Sorte!!!

Figura 2 – Ficha utilizada na Análise Descritiva Quantitativa dos filés de peito de frango com NaCl, KCl e Mix de Ervas..

2.5.3 Seleção final dos julgadores

A seleção final dos julgadores foi baseada no poder de discriminação e repetibilidade, que foi verificada através de uma Análise de Variância (ANOVA), com dois fatores (amostra e repetição) para cada provador e para cada atributo. Onze provadores foram selecionados, considerando-se o seu poder discriminativo ($pF_{amostra} < 0,50$), a repetibilidade dos resultados ($pF_{repetição} > 0,05$) e o consenso com a equipe sensorial (STONE *et al.*, 1974).

2.5.4 Avaliação sensorial das amostras

Os onze provadores selecionados no treinamento avaliaram cada uma das 17 amostras, monadicamente, em três repetições. Devido ao grande número de tratamentos, a avaliação foi dividida em quatro sessões, de modo a evitar fadiga sensorial. As intensidades dos atributos foram avaliadas em escalas não estruturadas de 9 cm, com termos de intensidade (pouco/nenhum e muito) ancorados em seus extremos, sendo utilizado o mesmo modelo de ficha do treinamento (Figura 1).

Junto às amostras e às referências, foram servidas água e bolacha água e sal para a limpeza do palato. Durante as sessões, as referências para os extremos de cada atributo sensorial estavam disponíveis nas cabines, bem como a tabela de termos descritores (Tabela 3). A Figura 3 ilustra a apresentação das amostras e os descritores na cabine sensorial.



Figura 3 - Apresentação dos padrões dos atributos sensoriais.

2.6 Análises dos parâmetros físicos da carne

A fim de estabelecer uma correlação com os parâmetros sensoriais das amostras de carne de frango, foram realizadas as determinações de cor, perda de peso por cocção (PPC), capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento (FC).

A determinação de cor foi realizada através de um colorímetro Konika Minolta CR-400, pelo sistema CIELab (L^* , a^* e b^*). As medidas foram efetuadas em fatias das 17 amostras, em triplicata.

O ensaio da perda de peso por cocção das amostras foi realizado segundo a metodologia proposta por Honikel (1998), na qual as amostras foram pesadas e transferidas para bolsas termorresistentes. Com um termopar inserido no centro da amostra (ponto frio), as bolsas foram colocadas em um banho-maria com água fervente, até que a temperatura do ponto frio atingisse 75°C. Ao atingir tal temperatura, as bolsas foram resfriadas até que elas atingissem o equilíbrio, quando estas foram secadas e novamente pesadas.

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada segundo a metodologia de Moura (2000). A força de cisalhamento foi determinada por meio de um analisador de textura TA-XT2 da *Stable Micro System*, controlado por computador, provido de uma lâmina de *Warner-Bratzler*, operando com velocidade de 2 mm/s. A força de cisalhamento dos cortes representou o valor da dureza de cada amostra. Todas as análises supracitadas foram realizadas em triplicata.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises microbiológicas da matéria-prima

Os resultados das análises microbiológicas realizadas, de acordo com as exigências da RDC n°12 (BRASIL, 2001), estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Análises microbiológicas da carne de frango

Amostra	Coliformes a 35°C (NMP/g)	Coliformes a 45°C (NMP/g)
1	3,6	<3
2	2,4 x 10 ²	9,2
3	3,6	<3
4	93	23
5	1,1 x 10 ³	2,4 x 10 ²

De acordo com a legislação, para carnes resfriadas ou congeladas de aves *in natura*, a contagem máxima permitida para Coliformes a 45°C para uma amostra representativa de cinco unidades é de 1x10⁴ NMP/g. Observa-se então que a contagem obtida dos cortes foi inferior ao valor máximo permitido, provando que a carne utilizada apresentava qualidade microbiológica satisfatória.

3.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Na Análise Descritiva Quantitativa, os seguintes atributos sensoriais foram levantados e posteriormente quantificados pelos provadores: Sabor Característico de carne de frango (SC), Gosto Salgado (GS), Gosto Amargo Residual (GA), Cor dourada (CD), Dureza (DR) e Suculência (SL). As respostas obtidas para cada uma das variáveis ao longo dos ensaios estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Médias das respostas dos atributos sensoriais da ADQ para filé de peito de frango condimentado com NaCl, KCl e Mix de Ervas

Ensaio	SC	GS	GA	CD	DR	SL
1	3,64 ± 1,32	2,79 ± 1,35	2,66 ± 1,73	2,56 ± 1,55	3,00 ± 1,25	4,79 ± 1,81
2	2,42 ± 1,32	7,12 ± 1,44	2,02 ± 2,10	2,43 ± 0,91	2,95 ± 1,88	5,38 ± 2,01
3	3,33 ± 1,95	4,43 ± 1,36	1,86 ± 1,29	2,30 ± 1,51	2,06 ± 1,26	5,82 ± 2,12
4	2,60 ± 1,23	7,43 ± 1,87	2,43 ± 2,40	2,15 ± 1,03	2,73 ± 1,59	5,54 ± 1,88
5	1,30 ± 1,10	2,28 ± 1,66	4,16 ± 2,34	3,99 ± 1,67	1,52 ± 0,86	4,98 ± 2,11
6	1,70 ± 1,20	5,53 ± 1,37	2,90 ± 2,20	3,38 ± 1,57	2,46 ± 1,27	5,03 ± 2,33
7	2,52 ± 1,99	1,89 ± 1,21	4,61 ± 2,49	2,12 ± 1,11	1,73 ± 1,37	4,52 ± 2,55
8	1,26 ± 0,85	7,70 ± 1,47	3,01 ± 2,39	2,89 ± 0,97	2,78 ± 1,76	5,71 ± 1,86
9	1,83 ± 1,19	4,17 ± 1,86	4,06 ± 2,38	3,15 ± 1,25	2,11 ± 1,11	5,28 ± 2,03
10	2,31 ± 1,16	7,31 ± 1,37	2,32 ± 2,06	2,29 ± 1,11	3,36 ± 1,88	5,00 ± 1,87
11	2,56 ± 0,99	4,33 ± 1,44	2,15 ± 1,84	2,00 ± 0,81	2,69 ± 1,66	5,07 ± 2,21
12	1,78 ± 1,08	5,46 ± 1,62	2,90 ± 1,68	2,76 ± 0,97	3,04 ± 1,48	4,64 ± 2,29
13	7,18 ± 1,85	5,15 ± 1,88	0,61 ± 1,10	0,79 ± 0,43	3,22 ± 2,02	4,74 ± 2,52
14	1,36 ± 0,89	5,01 ± 1,38	3,38 ± 2,46	3,31 ± 0,98	2,35 ± 1,30	5,28 ± 2,73
15	1,76 ± 1,04	5,78 ± 1,83	2,31 ± 1,30	2,28 ± 1,05	2,16 ± 1,49	5,49 ± 1,92
16	1,65 ± 0,75	5,88 ± 1,62	2,77 ± 2,04	2,14 ± 0,78	1,94 ± 0,84	5,51 ± 2,27
17	1,71 ± 1,13	6,58 ± 1,60	2,61 ± 2,03	2,45 ± 1,42	1,87 ± 1,21	5,61 ± 2,27

x_1 - NaCl (g/kg carne); x_2 - KCl (g/kg carne); x_3 - Ervas (g/kg carne); SC – Sabor Característico; GS – Gosto Salgado; GA – Gosto Amargo Residual; CD – Cor Dourada; DR – Dureza; SL - Suculência. Médias e desvios-padrão obtidos de 11 repetições.

Através dos resultados obtidos para cada atributo sensorial, foram calculados seus respectivos coeficientes de regressão. As Análises de Variância (ANOVA) de Regressão foram realizadas sem os ensaios em estrela ($-\alpha$ e $+\alpha$). Para o Sabor Característico (SC), houve influência estatística das variáveis, ao nível de 5% de significância. Apenas o fator Mix de Ervas (g/kg carne) e a interação entre este e o fator NaCl (g/kg carne) foram estatisticamente significativos ao nível de 5% ($p < 0,05$).

A equação a seguir descreve o Sabor Característico em função das variáveis codificadas, no modelo reparametrizado que contém destacados apenas os termos estatisticamente significativos.

$$SC = 7,3849 - 0,0678x_1 + 0,0545x_2 - 0,1689x_3 - 0,0025x_1x_2 + 0,0028x_1x_3 + 0,0009x_2x_3$$

O Sabor Característico foi afetado pelas variáveis NaCl (x_1) e Ervas (x_3). De acordo com a Figura 3, observa-se que a variável x_3 interferiu no Sabor Característico da carne de frango. As amostras com teores mais altos desta variável provavelmente apresentaram um sabor mais acentuado das ervas, mascarando o sabor da carne, o que pode comprometer a aceitação sensorial dos produtos à base de carne de frango. A variável NaCl não afetou isoladamente a variável resposta, mas interagindo com o Mix de Ervas provoca um efeito significativo. Dentro do intervalo em estudo, o maior valor da resposta SC ocorreu em níveis mínimos de Mix de Ervas (5 – 13 g/kg de carne) e de NaCl (5 – 20 g/kg de carne), de acordo com a matriz do planejamento.

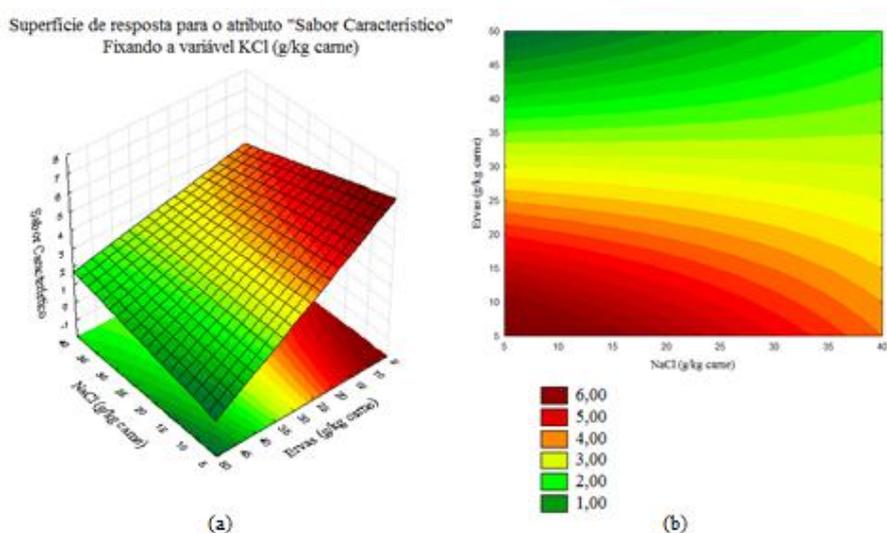


Figura 3 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o atributo SC em função do teor de NaCl e do Mix de Ervas.

Com relação ao atributo sensorial “Gosto Salgado” (GS), as variáveis x_1 , x_2 e x_3 combinadas nos ensaios não afetaram significativamente ($p < 0,05$) tal variável resposta.

Bezerra (2008), utilizou um composto formado por NaCl e Ervas em feijão e não observou diferenças significativas na percepção sensorial de seus provadores comparando este feijão àquele que continha apenas NaCl. Não foram encontrados estudos sobre a elaboração de produtos cárneos que utilizem ervas para substituir parcialmente o cloreto de sódio, entretanto há trabalhos que utilizam o cloreto de potássio na substituição parcial de NaCl, os quais afirmaram que a variável KCl quando isolada levou à percepção de atributos indesejados, como o gosto amargo, havendo maiores limitações de uso. Por outro lado,

quando essa variável interagiu com outros sais, como os de magnésio ($MgCl_2$) ou o próprio NaCl maiores quantidades puderam ser utilizadas sem perda das características da salga convencional, embora tal comportamento não foi observado de forma significativa na Figura 6 (NASCIMENTO *et al.*, 2007; RUUSUNEN *et al.*, 2005; RUUSUNEN e PUOLANNE, 2004; SCHOENE *et al.*, 2009).

Com relação ao atributo sensorial Gosto Amargo Residual (GA), foi observado houve influência estatisticamente ao nível de 5% dos fatores. Apenas a variável Mix de Ervas (g/kg carne) isolada foi estatisticamente significativa ao nível de 5% ($p < 0,05$). Houve também efeito de interação entre o Mix de Ervas e a variável NaCl (g/kg carne). A equação a seguir descreve o Gosto Amargo Residual em função das variáveis codificadas, no modelo reparametrizado que contém destacados apenas os termos estatisticamente significativos.

$$GA = 2,1167 - 0,0019x_1 - 0,0636x_2 + 0,0617x_3 + 0,0015x_1x_2 - 0,0014x_1x_3 + 0,0012x_2x_3$$

A Figura 4 diz respeito à superfície de resposta e a curva de contorno geradas pelos fatores que influenciaram significativamente a variável resposta GA (NaCl e Mix de Ervas).

Superfície de resposta para o atributo "Gosto Amargo residual"
Fixando a variável KCl (g/kg carne)

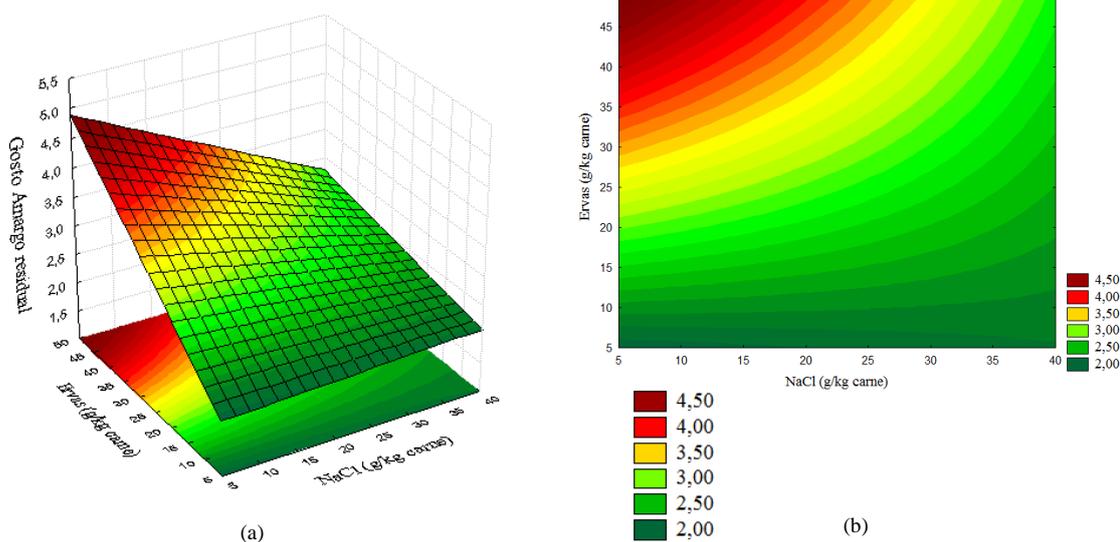


Figura 4 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para o GA em função do teor de NaCl e Ervas.

Ao contrário do que foi percebido por Ruusunen e Puolanne (2004) e Pollonio (2009), que afirmam que a substituição de NaCl por KCl pode levar a percepção do gosto amargo nos produtos cárneos, no caso deste experimento o KCl não chegou a apresentar efeito

significativo do gosto amargo, provavelmente pelo fato de estar combinado com outros componentes (NaCl e Mix de Ervas).

A variável que contribuiu negativamente para a percepção de tal resposta foi a variável Mix de Ervas. Como é desejável que os produtos cárneos tenham percepções ausentes ou mínimas de Gosto Amargo Residual, é possível minimizar este atributo mantendo teores mais altos de NaCl (5 – 40 g/kg de carne) e mais baixos de Ervas (5 – 10 g/kg de carne).

Para o atributo Cor Dourada (CD), observou-se que, ao nível de 5% ($p < 0,05$), tem-se apenas a variável Mix de Ervas (g/kg carne) interferiu estatisticamente na resposta, ao nível de 5% ($p < 0,05$). Foi observado também um efeito significativo de interação ($p < 0,05$) entre essa variável e a variável KCl (g/kg carne). A equação a seguir descreve a Cor Dourada em função das variáveis codificadas, no modelo reparametrizado que contém destacados apenas os termos estatisticamente significativos.

$$CD =, \mathbf{0864} - 0,0458x_1 - 0,0164x_2 + \mathbf{0,0622}x_3 + 0,0031x_1x_2 + 0,0007x_1x_3 - \mathbf{0,0047}x_2x_3$$

A Figura 5 contém a superfície de resposta e a curva de contorno, ambas geradas com os fatores que influenciaram estatisticamente a Cor Dourada dos cortes, o KCl e o Mix de Ervas.

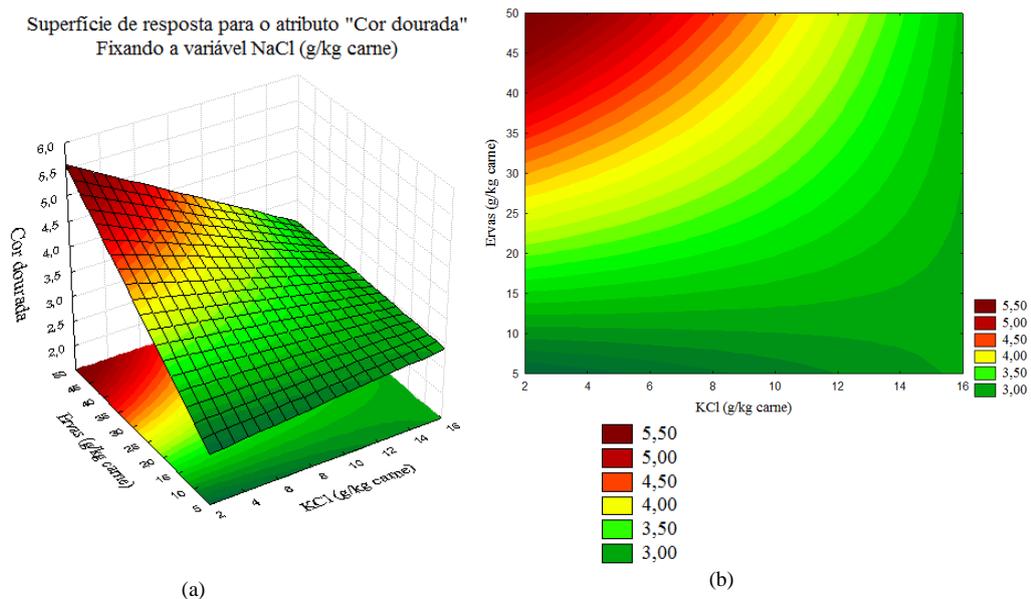


Figura 5 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para CD em função do teor de KCl e Ervas.

Na Figura 5 pode-se observar que as amostras com maior teor de ervas foram as que tiveram maior intensidade de Cor Dourada (CD). Durante as sessões do treinamento para a ADQ, os provadores relataram que valores extremos de CD (superiores e inferiores) não seriam desejáveis para a aceitação das amostras. Portanto, é possível obter valores medianos de CD quando o teor do Mix de Ervas atinge intervalos medianos (25 – 35 g/kg carne) e o teor de KCl atinge valores entre o limite inferior e o ponto médio do intervalo de estudo (2 – 12 g/kg de carne), de acordo com a matriz de planejamento (Tabela 2).

A Dureza (DR) das amostras foi estatisticamente influenciada pelas variáveis independentes. Apenas a variável Mix de Ervas (g/kg carne) isolada interferiu estatisticamente na variável resposta DR, ao nível de 5% ($p < 0,05$), havendo também efeito de interação entre essa variável e o NaCl (g/kg de carne).

A equação a seguir descreve a variável resposta Dureza em função das variáveis codificadas, no modelo reparametrizado que contém destacados apenas os termos estatisticamente significativos.

$$DR = 4,2100 - 0,0069x_1 + 0,0013x_2 - 0,0834x_3 - 0,0006x_1x_2 + 0,0027x_1x_3 + 0,0001x_2x_3$$

A Figura 6 diz respeito à superfície de resposta e curva de contorno gerada para a variável resposta DR em função das variáveis x_1 e x_3 .

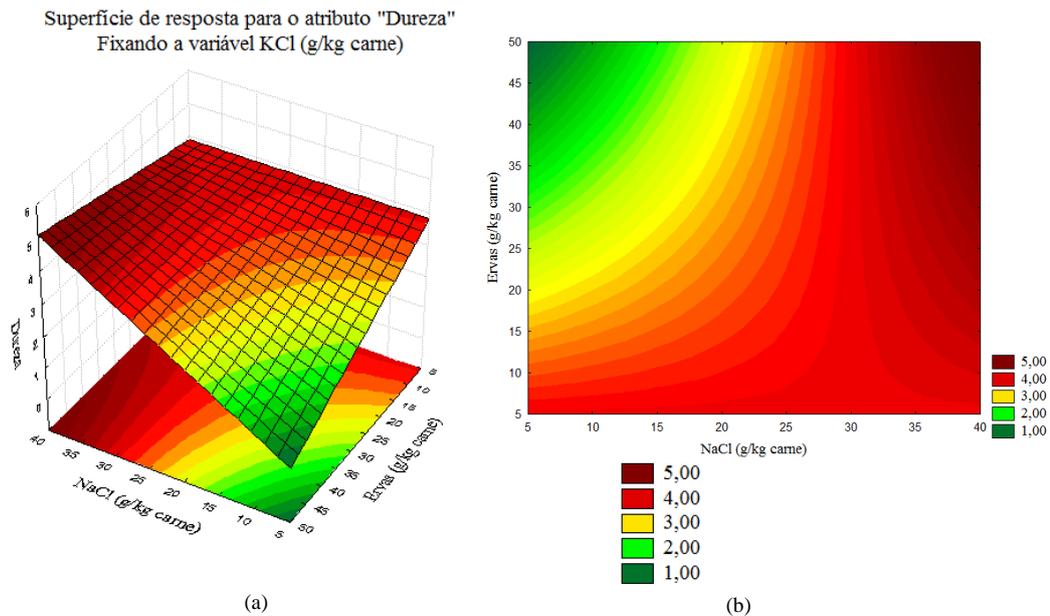


Figura 6 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para DR em função do teor de NaCl e Ervas.

Observa-se que, como a variável NaCl é diretamente proporcional à DR, teores maiores dessa variável implica em valores maiores de DR. Jimenez Colmenero *et al.* (1998), em seus estudos verificaram que a diminuição do cloreto de sódio de 2,5% para 1,5% em emulsões suínas resultou em menores valores de dureza. O mesmo comportamento foi observado por Matulis *et al.* (1995), os quais observaram que uma redução de 2,5% para 1,5% de sal produziu uma textura mais macia em salsichas do tipo *Frankfurt*.

O comportamento analisado neste experimento ainda pode ser explicado pela influência do fator Mix de Ervas (Figura 6), que é inversamente proporcional à DR, ou seja, maiores quantidades do Mix de Ervas resultam em menores valores de DR. Em outras palavras, a carne de frango se apresenta mais macia. Como o desejável é que a carne e seus produtos sejam macios, é interessante que o valor de DR seja mínimo. Para conseguir tal efeito, seria interessante manter o nível da variável x_1 próximo ao seu limite inferior (5 – 15 g/kg carne) e o da variável x_3 próximo ao seu limite superior (35 – 50 g/kg carne), de acordo com a matriz do planejamento.

Com relação ao atributo sensorial Suculência (SL), as variáveis x_1 , x_2 e x_3 não afetaram estatisticamente ao nível de 5% ($p < 0,05$) a variável resposta SL.

A literatura afirma que o NaCl influencia a solubilização das proteínas miofibrilares, que se dá pelo aumento da hidratação, havendo maior capacidade de retenção de água (CRA), resultando em maior suculência (BERNTHAL *et al.*, 1989; HAMM, 1986; POLLONIO, 2009). Neste experimento, provavelmente o NaCl não foi significativo para determinar a suculência devido à influência de outros fatores, o que pode ter diminuído sua ação na carne.

3.3 Análises dos parâmetros físicos da carne

Os resultados das análises de capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e os parâmetros de cor objetiva (Sistema CIELab – L^* , a^* , b^*) estão listados na Tabela 6. As Análises de Variância (ANOVA) de Regressão foram realizadas sem os ensaios em estrela, com exceção das variáveis resposta CRA e PPC ($-\alpha$ e $+\alpha$).

Tabela 6 - Respostas dos parâmetros físicos de qualidade dos filés de peito de frango condimentados com NaCl, KCl e Mix de Ervas

Ensaio	CRA (%)	PPC (%)	FC (kgf)	L*	a*	b*
1	61,91 ± 0,59	12,00 ± 5,01	0,93 ± 0,09	56,9 ± 5,0	5,1 ± 0,1	20,2 ± 0,1
2	67,06 ± 0,63	10,81 ± 3,62	1,27 ± 0,26	57,6 ± 2,7	4,4 ± 0,1	16,4 ± 0,3
3	65,14 ± 2,34	9,81 ± 1,19	0,99 ± 0,06	57,1 ± 3,8	4,3 ± 0,1	18,6 ± 0,1
4	70,41 ± 1,29	9,93 ± 1,63	0,74 ± 0,06	58,1 ± 2,5	4,0 ± 0,2	18,5 ± 0,1
5	61,62 ± 0,64	18,59 ± 8,21	0,72 ± 0,19	48,1 ± 0,5	6,4 ± 0,1	24,1 ± 0,1
6	76,38 ± 1,05	4,53 ± 1,50	0,70 ± 0,06	49,0 ± 0,6	5,4 ± 0,1	22,1 ± 0,1
7	66,32 ± 1,93	9,87 ± 6,58	0,98 ± 0,16	54,7 ± 1,6	3,7 ± 0,1	18,6 ± 0,2
8	68,27 ± 1,12	7,90 ± 2,91	0,87 ± 0,09	54,8 ± 2,4	6,5 ± 0,1	24,7 ± 0,2
9	57,84 ± 4,36	11,77 ± 2,96	0,68 ± 0,21	55,6 ± 1,8	6,5 ± 0,1	24,5 ± 0,1
10	64,01 ± 0,71	6,72 ± 1,96	0,76 ± 0,10	60,2 ± 1,9	4,5 ± 0,1	20,7 ± 0,2
11	63,94 ± 1,11	10,45 ± 0,61	0,77 ± 0,22	57,2 ± 2,1	4,5 ± 0,3	20,1 ± 0,1
12	72,15 ± 1,57	5,99 ± 1,15	0,77 ± 0,03	55,9 ± 3,1	4,6 ± 0,2	20,9 ± 0,1
13	64,32 ± 5,30	6,39 ± 0,42	1,18 ± 0,26	74,4 ± 1,2	4,6 ± 0,1	10,6 ± 0,1
14	71,00 ± 1,03	3,81 ± 0,73	0,96 ± 0,19	46,8 ± 2,0	5,3 ± 0,3	20,8 ± 0,2
15	73,61 ± 0,42	6,90 ± 0,80	0,67 ± 0,20	57,4 ± 3,5	5,1 ± 0,1	21,5 ± 0,1
16	71,46 ± 2,44	8,13 ± 3,34	0,74 ± 0,07	56,1 ± 3,8	6,9 ± 0,2	21,9 ± 0,3
17	72,00 ± 0,52	6,15 ± 0,36	0,92 ± 0,07	59,8 ± 2,1	5,8 ± 0,2	23,2 ± 0,2

x_1 - NaCl (g/kg de carne); x_2 - KCl (g/kg de carne); x_3 - Mix de Ervas (g/kg de carne); CRA - Capacidade de Retenção de Água; PPC - Perda de peso por cocção; FC - Força de cisalhamento; L*, a* e b* - Parâmetros de cor (CIELab). Médias e desvios-padrão obtidas de 11 repetições.

Ao analisar a variável resposta capacidade de retenção de água (CRA), observou-se que as variáveis x_1 , x_2 e x_3 não afetaram significativamente ao nível de 5% ($p < 0,05$) a resposta.

Mussasinghe e Sakai (2004) e Lakshmanan *et al.* (2007) afirmaram que o aumento de NaCl na carne contribuiu para aumentar a CRA, devido ao complexo sal-proteína formado em tal circunstância, o que resulta em cortes mais macios e suculentos.

A perda de peso por cocção (PPC) das amostras, assim como a CRA, também não sofreu influência das variáveis x_1 , x_2 , x_3 , ao nível de 5% de significância. Semelhante aos resultados da Dureza e da Suculência, quanto maior o teor do Mix de Ervas e de NaCl, maior será a retenção de água dos cortes, conseqüente havendo menores perdas durante o cozimento. Tal comportamento também foi observado por Desmond (2006), Sañudo *et al.* (1998) e Ruusunen *et al.*, 2005.

A Força de Cisalhamento das amostras (FC) sofreu influência estatisticamente significativa das variáveis, ao nível de 5%. A variável Mix de Ervas (g/kg carne) e a interação desta variável com o KCl (g/kg carne) foram as que contribuíram significativamente

($p < 0,05$) para a resposta FC. A equação a seguir descreve a variável resposta Força de Cisalhamento em função das variáveis codificadas, no modelo reparametrizado que contém destacados apenas os termos estatisticamente significativos.

$$FC = 1,2305 - 0,0025x_1 - 0,0108x_2 - \mathbf{0,0208}x_3 - 0,0004x_1x_2 + 0,0002x_1x_3 + \mathbf{0,0012}x_2x_3$$

A Figura 7 contém a superfície de resposta que relaciona a variável resposta FC com as variáveis KCl e Ervas. Observa-se que a Força de Cisalhamento das amostras foram maiores quando o teor de Ervas diminuiu. A variável KCl também apresentou influência, interagindo com a variável Ervas. Tal interação foi diretamente proporcional à FC, ou seja, maiores valores das duas variáveis resultaram em maiores valores de FC.

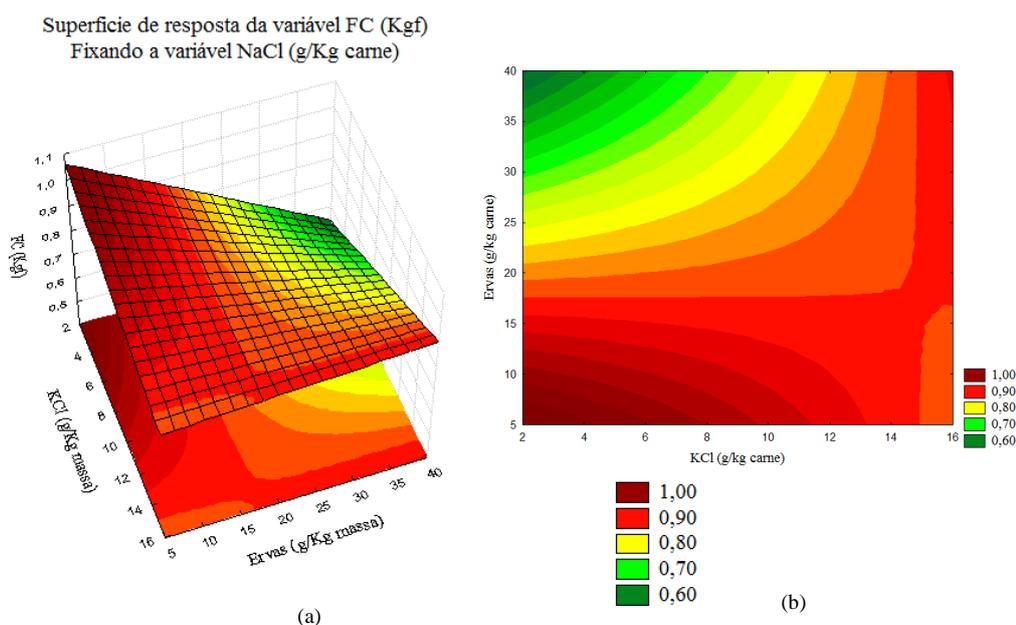


Figura 7 - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para FC em função do teor de KCl e Ervas.

A variável FC está relacionada à maciez da carne. Valores maiores de FC significa dizer que mais força foi requerida para partir a amostra, indicando uma menor maciez. Os valores obtidos estão de acordo com a faixa obtida por Pavan *et al.* (2003), em um estudo do efeito de linhagem e do nível de lisina na dieta sobre a qualidade da carne do peito de frango. Para obter a carne mais macia, deve-se minimizar o valor de FC aumentando o teor de Ervas (30 – 40 g/kg carne) e diminuindo o teor de KCl (2 – 5 g/kg carne), de acordo com a matriz de planejamento.

Quanto aos parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) foi observado que nenhum destes sofreu influência estatística das variáveis x_1 , x_2 e x_3 , ao nível de 5% ($p < 0,05$).

De modo geral, os valores de L^* variaram entre 46,83 e 74,35. Gaya (2006), em um estudo genético da qualidade da carne de frangos de corte, encontrou valores de L^* entre 47,62 e 63,98. Huda *et al.* (2010), determinando as propriedades físico-químicas de linguças de frango comerciais da Malásia encontrou valores de L^* na faixa entre 44,62 e 65,54.

O valor de a^* variou entre o intervalo 3,7 – 6,9. Quanto à variável b^* , os valores variaram de 10,6 a 24,7. Andrés *et al.* (2009), em um estudo desenvolvendo linguças de frango com baixo teor de lipídios encontraram valores de a^* entre 3,00 e 3,50 e de b^* entre 11,5 e 12,5. Os resultados de a^* são compatíveis, porém os de b^* são bastante superiores aos encontrados na literatura, provavelmente devido às ervas, que deixaram as amostras mais escuras, tendendo à cor azul.

3.4 Intervalos otimizados das variáveis independentes

Para facilitar a compreensão dos resultados, a Tabela 7 apresenta os intervalos de otimização de todas as variáveis respostas estudadas (sensoriais e físicas) de qualidade dos tratamentos. A escolha dos melhores intervalos será realizada de acordo com parâmetros que se deseja otimizar.

Tabela 7 - Intervalos de valores das variáveis otimizadas para a condimentação de filés de peito de frango

Atributos	Variáveis independentes		
	NaCl (g/kg carne)	KCl (g/kg carne)	Mix de Ervas (g/kg carne)
SC	5 - 15	ns*	5 - 10
GS	ns*	ns*	ns*
GA	5 - 40	ns*	5 - 10
CD	ns*	2 - 12	15 - 25
DR	5 - 20	ns*	40 - 50
SL	ns*	ns*	ns*
CRA	ns*	ns*	ns*
PPC	ns*	ns*	ns*
FC	ns*	2 - 5	30 - 40
L^*	ns*	ns*	ns*
a^*	ns*	ns*	ns*
b^*	ns*	ns*	ns*

*ns - Não significativo ($p < 0,05$).

Para abranger o maior número de atributos otimizados possível, foi possível manter os níveis de NaCl entre 5 e 30 g/kg de carne com o teor de KCl entre 2 e 12 g/kg de carne e de Mix de Ervas entre 5 e 12 g/kg de carne.

4. CONCLUSÕES

Dentre as variáveis independentes estudadas juntamente ao NaCl (KCl e Mix de Ervas), a variável Mix de Ervas foi a que mais contribuiu positivamente com os parâmetros físicos e sensoriais de textura da carne. Entretanto, quanto aos demais atributos sensoriais e aos físicos com relação à aparência, esta causou um maior efeito inverso, isto é, os maiores teores do Mix de Ervas resultaram em respostas menos desejáveis. A variável KCl foi a que causou menos impacto nas variáveis resposta, mas seu efeito foi diretamente proporcional na maioria das variáveis resposta.

O cloreto de sódio pode ser reduzido inicialmente em 33% na carne de frango, sendo substituído por até 26% de cloreto de potássio e até 26% do Mix de ervas (8,9% de orégano, 8,9% de manjerição e 8,9% de alecrim), sem alterações significativas da qualidade sensorial da carne de frango.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉS, S. C.; ZARITZKY, N. E.; CALIFANO, A. N. Innovations in the development of healthier chicken sausages formulated with different lipid sources. **Poultry Science**, v. 88, p. 1755-1764, 2009.

BEZERRA, M. N. **Aceitação do sal de ervas em dieta hipossódica**. Monografia (Especialização em gastronomia e saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: < <http://bdm.bce.unb.br/handle/10483/349?mode=full>>. Acesso em: 25 out. 2009.

BERNTHAL, P. H.; BOOREN, A. M.; GRAY, J. I. Effect of sodium chloride concentration on pH, water-holding capacity and extractable protein of prerigor and postrigor ground beef. **Meat Science**, v. 25, p. 143–154, 1989.

BRASIL. **IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial**. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia. São Paulo. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Disponível em: < <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=144>>. Acesso em: 05 set. 2011.

BOX, G. E. P.; HUNTER, H. G.; HUNTER, J. S. **Statistics for experiments**. New York: John Wiley Co., 1978. p. 306-351, 501-539.

CNS. Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde. Resolução nº.196, de 10 de Outubro de 1996. **Diário Oficial da União**, de 16 de Outubro, 1996.

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

DIAS, I.; RAIMUNDO, A.; NEVES, A.; LARANJEIRA, C.; LIMA, M.; FARO, M. **Estudo da Substituição Parcial do Cloreto de Sódio por Cloreto de Potássio em Presunto**. Santarém, Portugal: 2001. Disponível em: < <http://www.esa.ipsantarem.pt/newsletter/esas/FORUM4/1IGOR.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

GAYA, L. G. **Estudo genético da qualidade de carne em linhagem macho de frangos de corte**. Tese em Zootecnia. Universidade de São Paulo. Pirassununga/SP, 2006.

HAMM, R. Functional properties of the myofibrillar system. In: Bechtel, P. J. Ed., **Muscle as food**, Academic Press, p. 135-200. New York, 1986.

HONIKEL, K. O. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: TARRANT, P. V.; EIKELENBOOM, G.; MONIN, G. (Eds.). **Evaluation and control of meat quality in pigs**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1987.

HUDA, N.; WEI, L. H.; JEAN, A. T. L.; ISMAIL, I. Physicochemical Properties of Malaysian Commercial Chicken Sausages. **International Journal of Poultry Science**. v. 9, p. 954-958, 2010.

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

LAKSHMANAN, R.; PARKINSON, J. A.; PIGGOTT, J. R. High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*). **Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie**, v. 40, p. 544 -551, 2007.

MUNASINGHE, D.M.S.; SAKAI, T. Sodium chloride as a preferred protein extractant for pork lean meat. **Meat Science**. v.67, n.4, p.697-700, 2004.

MATULIS, R. J.; McKEITH, F. K.; SUTHERLAND, J. W.; BREWER, M. S. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt and pH. **Journal of Food Science**, v. 60, n.1, p.42-47, 1995.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3 ed. Boca Raton, CRC Press, Inc. 1999. 387p.

MOSKOWITZ, H. R. Product testing and sensory evaluation of foods. **Marketing and R & D approaches**. Westport Food and Nutrition Press INC, 605 p., 1983.

MOURA, O. M. **Efeito de métodos de insensibilização e sangria sobre características de qualidade da carne de Rã-touro e perfil das indústrias de abate**. Tese de Doutorado – UFV, 227p. Viçosa: MG, 2000.

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

OLIVEIRA, M. A. B. **Análise Sensorial de Alimentos: práticas e experimentos**. 1. ed. Editora Noryam: Cachoeiro de Itapemirim, 2010.

PAVAN, A. C.; MENDES, A. A.; OLIVEIRA, E. G. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1732 - 1736, 2003.

POLLONIO, M. A. R. Redução de sódio em produtos cárneos processados. **Anais do V Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo, 2009. p. 115 – 122.

RUUSUNEN, M.; POULANNE, E. Sodium in meat products. **Annals of International Congress of Meat Science and Technology**, 2004. Helsinki, Finland: University of Helsinki, 2004.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPÄÄ, J.; PUOLANNE, E., LYLTY, M.; LÄHTEENMÄKI, L.; NIEMISTÖ, M. 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.

SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, M. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. **Meat Science**, v. 49, n. 1, p. 29-64, 1998.

SCHOENE, F.; MNICH, K.; JAHREIS, G. *et al.*. Analysis of meat products produced with mineral salt constituents. **Fleischwirtschaft**, v. 89, p. 149–152, 2009.

STATISTICA. **Statistica for Windows Software**. v. 5.0, Tulsa, OK, USA, 2004.

STONE, H.; SIDEL, J. L.; OLIVIER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation quantitative description analysis. **Food Technology**, v. 28, n. 11, p. 24, 1974.

TERRELL, R. N. Reducing the sodium content of processed meats. **Food Technology**, v. 37, n. 7, p. 66-71, 1983.

CAPÍTULO 2 - ELABORAÇÃO DE LINGUIÇAS DE FRANGO COM BAIXO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO

ELABORAÇÃO DE LINGUIÇAS DE FRANGO COM BAIXO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO

RESUMO

Objetivou-se nesta pesquisa elaborar linguiças de frango substituindo parcialmente o cloreto de sódio por cloreto de potássio e uma mistura de ervas (manjeriço, orégano e alecrim), denominada de Mix de Ervas. As formulações foram obtidas segundo um delineamento em mistura centroide simplex para três fatores, totalizando dez ensaios. As linguiças foram submetidas à análise microbiológica, para verificar se as mesmas se encontravam de acordo com os padrões exigidos pela legislação, bem como a testes sensoriais de aceitação com 57 provadores para os atributos aparência, textura, sabor e aceitação global, testes de intenção de compra e de intensidade de sal, análises físico-químicas (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, pH, atividade de água) e dos parâmetros físicos (capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, força de cisalhamento, cor objetiva) de qualidade da carne para verificar a influência dos fatores na qualidade das linguiças. Apenas os parâmetros sensoriais de aceitação global e de intenção de compra sofreram influência estatisticamente significativa ($p < 0,05$) das variáveis independentes, podendo o NaCl ser reduzido em até 25%. Quanto aos parâmetros físico-químicos foram estatisticamente significativos apenas a umidade e o teor de cinzas, podendo o NaCl ser reduzido em até 10%. Nenhum dos parâmetros físicos de qualidade sofreu influência dos fatores. A combinação otimizada dos fatores foi de 80% de NaCl, 13% de KCl e 7% de Mix de Ervas, sem haver maiores alterações nas características físicas e sensoriais das linguiças de frango.

Palavras-chave: Linguiça frescal, Hipertensão arterial, Delineamento em mistura, Orégano (*Origanum vulgare*), Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Manjeriço (*Ocimum basilicum*).

DEVELOPMENT OF CHICKEN SAUSAGES WITH LOW SODIUM CHLORIDE

ABSTRACT

The objective of this research was to develop fresh sausages partially replacing sodium chloride by potassium chloride and a mixture of herbs (basil, oregano and rosemary), called Herbal Mix. The formulations were obtained following a Simplex Centroid Mixture Design for three factors, a total of ten trials. The sausages were subjected to microbiological analysis to check whether they were in accordance with the standards required by legislation, as well as the sensory acceptance tests with 57 panelists for the attributes of appearance, texture, flavor and overall acceptance testing, intention to buy and intensity of salt tests, physical and chemical analyzes (moisture, ash, proteins, lipids, pH, water activity) and physical (water holding capacity, cooking loss, shear force and color) quality of the meat to check the influence of the quality of the sausages. Only the sensory parameters of overall acceptance and purchase intent were influenced statistically significant ($p < 0.05$) for independent variables, NaCl may be reduced by 25%. How the physico-chemical parameters were statistically significant only moisture and ash content, NaCl can be reduced by 10%. None of the physical parameters was influenced by the quality factors. The optimized combination of factors was 80% NaCl, KCl 13% and 7% of Herbal Mix, with no major changes in physical and sensory characteristics of fresh sausages.

Keywords: Fresh sausages, Hypertension, Design mixture, Oregano (*Origanum vulgare*), Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), Basil (*Ocimum basilicum*).

1. INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial constitui em um dos grandes problemas de saúde pública no Brasil e no mundo, prevalecendo na população adulta e sendo responsável por lesões em órgãos como coração, cérebro, rins e olhos. Dentre os fatores de risco para o surgimento da hipertensão arterial, tem-se que a alimentação rica em sal é uma das principais causas. Sarno *et al.* (2009) em seus estudos concluíram que a quantidade diária de sódio disponível nas refeições brasileiras é de 4,5 g por pessoa, 2,25 vezes mais que a quantidade permitida. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2011), estimativas apontam que a população brasileira consome em média 12 gramas de sal por dia, mais que o dobro recomendado pela Organização Mundial de Saúde, que é de cinco gramas por dia.

A taxa de prevalência de hipertensão arterial no Brasil varia entre 22,3% a 44,9%, considerando que grande parte das pessoas desconhece que são portadores dessa doença. (VI DIRETRIZES BRASILEIRAS DE HIPERTENSÃO, 2010). Uma das principais recomendações não medicamentosas para combater a hipertensão arterial consiste na adoção de uma alimentação saudável, evitando alimentos com altos teores de cloreto de sódio, como salgadinhos, refeições prontas congeladas, condimentos, molhos, alimentos enlatados e embutidos, a exemplo da linguiça (BRASIL, 2008; PRADO, 2011). Em contrapartida, a população de um modo geral, principalmente os hipertensos, perdem em praticidade no preparo de suas refeições, já que a maioria dos alimentos industrializados favorece o surgimento da doença. Faz-se necessário então desenvolver produtos práticos e que ao mesmo tempo, não cause problemas de saúde para os consumidores.

Segundo Felício (2008), não se conhece no Brasil a participação dos produtos cárneos processados na ingestão de sódio, mas há o sódio nos hambúrgueres, nas mortadelas (750 mg de sódio/50 g), nas salsichas (575 mg/50g) e nas linguiças (540mg de sódio/50 g) que podem levar os consumidores a se tornarem hipertensos.

Para minimizar este risco, algumas estratégias para reduzir o sódio em produtos cárneos já foram estudadas, seja pela substituição parcial de NaCl por KCl em salsichas e em presuntos (DIAS *et al.*, 2001; NASCIMENTO *et al.* 2007) sem causar prejuízos na qualidade do produto. O único inconveniente dessa substituição é a possível presença do gosto amargo em teores mais elevados. Pollonio (2009) afirma que em teores de substituição acima de 40% de KCl, dependendo do produto, resulta em aumento significativo do gosto amargo e perda de gosto salgado.

Um composto denominado “sal de ervas” está aos poucos sendo introduzido nas refeições diárias para substituir parcialmente o cloreto de sódio. O “sal de ervas” corresponde ao composto preparado com partes de manjericão (*Ocimum basilicum*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), orégano (*Origanum vulgare*) e cloreto de sódio. Além de reduzir o risco de hipertensão arterial, as ervas apresentam propriedades antioxidantes e antimicrobianas, contribuindo para a conservação dos alimentos e para a saúde humana (BEZERRA, 2008; MOREIRA, 2007).

Em uma pesquisa com “sal de ervas” em feijão, com pacientes hipertensos, estes não perceberam nenhuma diferença significativa no feijão preparado com sal de ervas quando comparado ao feijão ao modo convencional (BEZERRA, 2008). Não foram encontradas pesquisas utilizando o *sal de ervas* em produtos cárneos, o que poderia ser um passo interessante para uma maior disponibilidade de produtos para o público portador de enfermidades cardiovasculares, além de verificar se este tipo de substituição parcial do sal poderia ser estendida aos alimentos industrializados.

Diante da necessidade de tornar os alimentos mais saudáveis sem que o consumidor perca praticidade daqueles industrializados, objetivou-se desta pesquisa elaborar linguiças com carne de frango substituindo parte do cloreto de sódio por combinações de cloreto de potássio e de um Mix de Ervas, constituído por partes iguais de manjericão, orégano e alecrim.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima e insumos

A carne de frango utilizada na elaboração das linguiças foi cedida no setor de avicultura e os componentes da linguiça como toucinho e tripas foram cedidos pelo setor de processamento de carnes, ambos do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) - Campus Sousa. Os insumos utilizados como cloreto de sódio, cloreto de potássio (KCl), manjericão, alecrim e orégano também foram obtidos no comércio do município de João Pessoa/PB. Todas as ervas foram adquiridas na forma desidratada, embaladas hermeticamente.

2.2 Planejamento estatístico

Para substituir parcialmente o cloreto de sódio nas linguiças, foram utilizados o cloreto de potássio (KCl) e um Mix de Ervas (mistura de partes iguais de alecrim, orégano e manjericão), totalizando três fatores. As proporções de cada fator a serem introduzidas nas formulações foram obtidas a partir de um delineamento em mistura, para três fatores (BARROS NETO *et al.*, 2010). Os limites de cada fator foram obtidos a partir da otimização de NaCl, KCl e Mix de Ervas (Tabela 7 – Capítulo 1). Foi utilizado o delineamento centroide simplex, para três fatores e três pontos no interior da superfície, totalizando 10 ensaios, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz de planejamento do delineamento em mistura para três fatores (NaCl, KCl e Mix de Ervas)

Ensaio	Variáveis		
	NaCl - x_1 (g/kg massa)	KCl - x_2 (g/kg massa)	Mix de Ervas - x_3 (g/kg massa)
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0,5	0,5	0
5	0	0,5	0,5
6	0,5	0	0,5
7	0,333	0,333	0,333
8	0,667	0,167	0,167
9	0,167	0,667	0,167
10	0,167	0,167	0,667

As variáveis respostas foram os parâmetros sensoriais de aparência, sabor, textura, aceitação global, intensidade de sal e intenção de compra; os parâmetros físico-químicos: umidade, atividade de água (Aa), resíduo mineral fixo, pH, proteínas, lipídeos; e os parâmetros físicos de qualidade da carne e de produtos cárneos: capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC), cor objetiva (L^* , a^* e b^*) e força de cisalhamento (FC).

Por se tratar de um planejamento centroide simplex, foi adotado o modelo cúbico especial para determinar os coeficientes da equação que relaciona as variáveis resposta (dependentes) com as variáveis independentes (fatores). Tal modelo matemático apresenta a seguinte expressão genérica:

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3,$$

onde os termos b_i ($i = 1, 2$ e 3), são os coeficientes e os termos x_1 , x_2 e x_3 são as variáveis independentes, sendo $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ (BARROS NETO *et al.*, 2010).

Para cada resposta obtida foi realizada uma Análise de Variância de Regressão, para verificar a influência dos fatores sobre os valores obtidos, além de verificar se houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Nos casos em que houve diferença estatisticamente significativa, foram gerados os diagramas triangulares do delineamento, a fim de melhor visualizar a faixa otimizada de mistura das variáveis. Os cálculos da ANOVA e os gráficos foram obtidos através do programa STATISTICA[®] versão 5.0 (2004), licenciada para a Universidade Federal de Campina Grande.

2.3 Elaboração das linguiças

As linguiças de frango foram elaboradas no Laboratório de Carnes do Instituto Federal da Paraíba – Campus Sousa. A matéria-prima e os demais insumos utilizados com suas respectivas quantidades estão apresentados na Tabela 2. O processamento das linguiças ocorreu de acordo com o fluxograma de elaboração apresentado na Figura 1.

Tabela 2 - Formulação padrão das linguiças de frango com baixo teor de cloreto de sódio

Item	Quantidade
Carne de frango	70%
Toucinho	10%
Gelo	10%
Proteína Texturizada de Soja	10%
Mistura de fatores*	**
Coentro	3g/kg
Cominho	3g/kg
Noz Moscada	1g/kg
Alho em pó	10g/kg
Cebola em pó	10g/kg
Pimenta branca	0,5g/kg
Açúcar	3g/kg
Vinagre	5mL/kg

*Corresponde à mistura dos três fatores envolvidos no delineamento estatístico (NaCl, KCl e Mix de Ervas).

**A quantidade dos componentes desta mistura foi determinada para cada tratamento segundo o delineamento em mistura (Tabela 1).

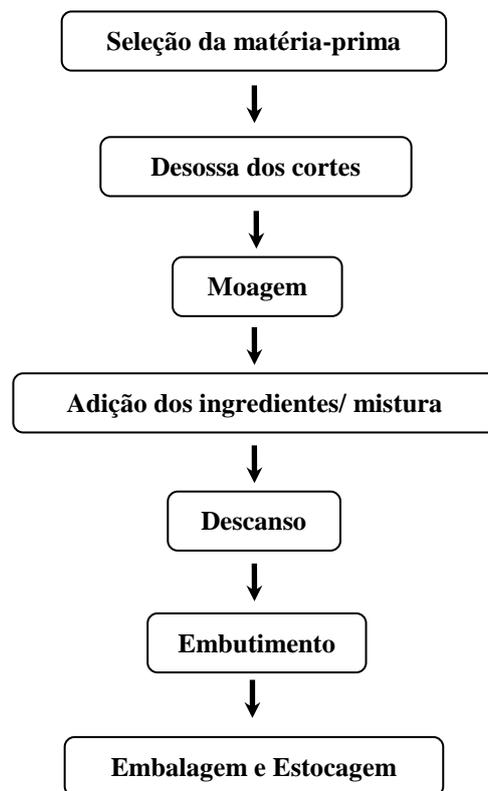


Figura 1 - Fluxograma de elaboração das linguiças frescas de frango.

As etapas descritas na Figura 1 estão descritas a seguir:

Seleção da matéria-prima e desossa: Os frangos foram desossados manualmente. Foram escolhidos as porções de carne de frango livre de nervos, hematomas e pedaços de ossos. Todos os cortes foram utilizados;

Moagem: A carne de frango, juntamente com o toucinho, foi moída em moedor de carne com disco de 8 mm em temperaturas de aproximadamente 4°C, para evitar o aquecimento indesejável no processo;

Adição do sal de ervas e demais ingredientes: Os ingredientes foram misturados juntamente com a carne de frango e o toucinho em um misturador até obtenção de uma mistura homogênea;

Descanso: As massas obtidas foram submetidas ao descanso, para melhor absorção dos condimentos, em temperatura de $3 \pm 2^\circ\text{C}$, por um período de 18 horas;

Embutimento: A massas obtidas foram embutidas com tripas suínas em uma embutideira de pistão, seguido de amarração dos gomos em tamanhos de aproximadamente 12cm, pesando em media 80g cada;

Embalagem e Estocagem: As linguiças foram embaladas a vácuo em embalagens de polietileno de alta densidade (PEAD) e posteriormente armazenadas sob congelamento, a -18°C , para posteriormente serem realizadas as análises.

2.4 Análises microbiológicas

Para certificar a qualidade das linguiças produzidas, foram realizadas as análises microbiológicas de contagem de mesófilos, como indicativo preliminar de contaminação, e análises de *Staphylococcus aureus*, Coliformes a 45 °C, Clostrídios sulfito-redutores e pesquisa de *Salmonella*. A análise de tais microrganismos foi proposta pela RDC nº 12, que dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos, para embutidos frescos (linguiças e similares) (BRASIL, 2001). Todas as análises foram realizadas seguindo os métodos do International Commission on microbiological Specifications for Foods (ICMSF) e American Public Health Association (APHA) (SILVA *et al.*, 2010).

2.5 Análises sensoriais

As linguiças elaboradas foram submetidas a testes sensoriais de aceitação com painel não treinado formado por consumidores de linguiça, constituído de alunos, professores e técnicos do IFPB – Campus Sousa, totalizando 57 provadores, sendo 34 mulheres e 23 homens, entre 18 e 50 anos (MEILGAARD *et al.*, 1991; STONE e SIDEL, 1985). Foram avaliados os atributos aparência, sabor, maciez e aceitação global, através de uma escala hedônica de categoria verbal de nove pontos (9 = gostei muitíssimo; 1 = desgostei muitíssimo).

Outro atributo analisado nos tratamentos foi a intensidade de sal, através da escala do ideal de cinco pontos (5 = muito mais salgado que o ideal; 1 = muito menos salgado que o ideal). Também foi avaliada a intenção de compra das linguiças, mediante escala hedônica de cinco pontos (5 = certamente compraria; 1 = certamente não compraria) (STONE e SIDEL, 1993).

As amostras foram servidas grelhadas, quando a temperatura interna atingiu 85 °C (CASTILLO, 2006), cortadas em cilindros de 2,5 cm de espessura, em copos descartáveis codificados com números aleatórios de três dígitos e servidas de forma balanceada, acompanhadas de biscoito e água (Figura 2). Para evitar a fadiga nos provadores, os testes foram divididos em duas sessões, cada uma com cinco tratamentos. As fichas utilizadas nos testes estão ilustradas nos ANEXOS 3 e 4.

O teste foi realizado com prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos (CAAE - 0210.0.126.000-11), para atender as exigências éticas e científicas dispostas na Resolução 196, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 1996) (ANEXO 1). Os voluntários receberam esclarecimentos e, uma vez cientes dos objetivos da pesquisa, emitiram aval de concordância com o projeto, segundo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 2).

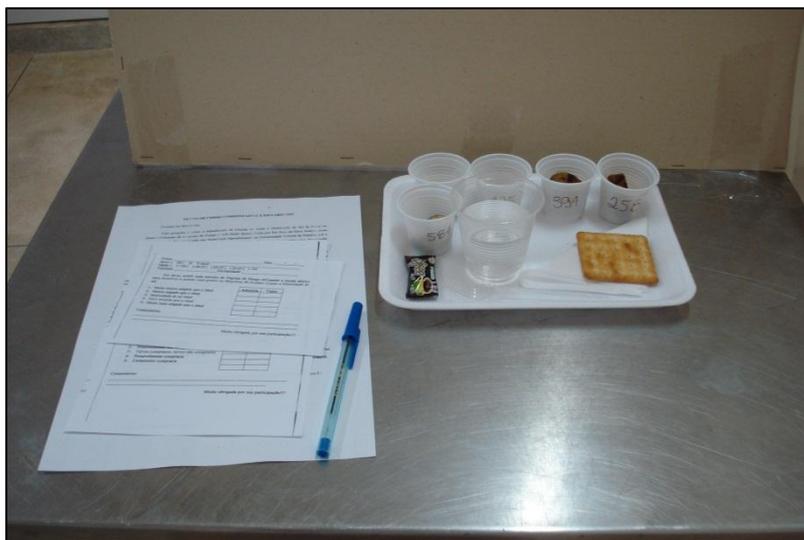


Figura 2 - Apresentação das amostras de linguiça de frango na Análise Sensorial.

2.6 Análises físico-químicas e dos parâmetros físicos de qualidade

As linguiças foram submetidas às análises dos teores de umidade, de cinzas teor e de proteínas pelo método de Kjeldahl (AOAC, 2000). O conteúdo lipídico das amostras foi determinado através do método de Folch *et al.* (1957). Foram também realizadas medições de pH, em pHmetro de bancada (Marconi, modelo PA 200), e de atividade de água (Higropalm Rotronic) das amostras.

Com relação aos parâmetros físicos, foram realizadas as análises de cor, através de colorímetro (Konika Minolta CR-10) operando no sistema CIELab (L^* , a^* e b^*), com iluminante padrão D65 e observador a 10° . As medidas foram efetuadas em fatias dos 10 tratamentos, em três pontos distintos. A capacidade de retenção de água foi determinada segundo a metodologia proposta por Moura (2000). Os ensaios de perda de peso por cocção (PPC) foram realizados seguindo a metodologia de Honikel (1998). A força de cisalhamento (FC) foi determinada por meio de um analisador de textura TA-XT2 da *Stable Micro System*, controlado por computador, provido de uma lâmina de *Warner-Bratzler*, operando com velocidade de 2 mm/s. A força de cisalhamento dos cortes representou o valor da dureza de cada amostra.

Todas as análises físico-químicas e físicas supracitadas foram realizadas em triplicata. Os parâmetros que não sofreram influência estatística ($p < 0,05$) da mistura das variáveis foram submetidos ao teste de Tukey para comparação das médias, em nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas estão apresentados na Tabela 3. Os padrões microbiológicos propostos pela RDC nº12 (BRASIL, 2001), para embutidos frescos, são:

- Estafilococos coagulase positiva: 5×10^3 UFC/g;
- Clostrídios sulfito redutores a 46°C: 3×10^3 UFC/g;
- *Salmonella*: Ausente;
- Coliformes a 45°C: 5×10^3 NMP/g.

Foi observado que todas as amostras se encontram dentro dos padrões exigidos para todos os microrganismos envolvidos (Coliformes a 45°C, Clostrídios sulfito redutores a 46°C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp.) pela RDC nº12 (BRASIL, 2001), não representando riscos principalmente para os provedores envolvidos nas análises sensoriais.

Tabela 3 - Valores da contagem de microrganismos para a análise microbiológica das linguiças de frango com baixo teor de sódio

Ensaio	Mesófilos (UFC/g)	Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	Clostrídios sulfito-redutores (UFC/g)	<i>Salmonella</i> sp.	Coliformes a 35°C (NMP/g)	Coliformes a 45°C (NMP/g)
1	<1	$6,5 \times 10^2$	<1	Ausente	<3,0	3,0
2	<1	0	<1	Ausente	7,4	<3,0
3	<1	0	<1	Ausente	$4,3 \times 10$	3,6
4	<1	0	<1	Ausente	9,2	<3,0
5	<1	0	<1	Ausente	$2,1 \times 10$	<3,0
6	<1	0	<1	Ausente	3,6	3,6
7	<1	0	<1	Ausente	9,2	<3,0
8	<1	$4,2 \times 10^2$	<1	Ausente	$1,5 \times 10$	7,4
9	<1	0	<1	Ausente	9,2	<3,0
10	<1	0	<1	Ausente	3,6	<3,0

3.2 Análises Sensoriais

Os atributos sensoriais quantificados nas análises foram os seguintes: Aparência, Textura, Sabor, Aceitação Global e Intensidade de Sal. As médias obtidas de todos os julgadores para cada uma das variáveis resposta estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias dos atributos sensoriais medidos em amostras de linguças com baixo teor de sódio

Ensaio	Aparência*	Sabor*	Textura*	Aceitação global*	Intenção de compra**	Intensidade de sal***
1	5,9 ± 1,9	6,6 ± 1,7	6,7 ± 1,8	7,1 ± 1,5	3,8 ± 1,1	2,8 ± 0,7
2	5,7 ± 2,0	5,4 ± 2,3	6,1 ± 1,9	6,4 ± 1,8	3,1 ± 1,3	2,1 ± 0,7
3	5,4 ± 1,8	4,1 ± 2,2	5,8 ± 1,7	5,0 ± 2,0	2,4 ± 1,4	2,2 ± 1,1
4	6,3 ± 2,0	6,7 ± 1,8	7,0 ± 1,5	7,1 ± 1,9	3,6 ± 1,2	2,7 ± 0,8
5	6,0 ± 2,1	5,8 ± 2,2	6,3 ± 2,0	6,1 ± 2,1	3,1 ± 1,4	2,6 ± 1,0
6	5,8 ± 1,8	6,4 ± 1,7	6,4 ± 2,0	6,8 ± 1,6	3,3 ± 1,3	2,6 ± 1,1
7	6,2 ± 1,6	6,5 ± 1,6	6,4 ± 1,8	6,8 ± 1,8	3,3 ± 1,1	2,7 ± 1,0
8	6,0 ± 1,9	6,6 ± 1,8	6,5 ± 2,0	7,0 ± 1,9	3,5 ± 1,3	2,8 ± 1,1
9	5,7 ± 1,8	5,3 ± 2,1	6,1 ± 1,9	6,1 ± 1,6	3,0 ± 1,1	2,4 ± 1,1
10	5,7 ± 1,9	5,4 ± 2,2	6,2 ± 1,9	5,9 ± 2,1	3,0 ± 1,3	2,4 ± 1,1

*Médias obtidas de 57 repetições através de escala hedônica de nove pontos.

** Médias obtidas de 57 repetições através de escala de cinco pontos.

***Médias obtidas de 57 repetições através de escala do ideal de cinco pontos.

Com relação à Aparência, foi observado que não houve influência estatisticamente significativa em nível de 5%. A maior média observada, a amostra 4 (6,3), situou-se entre “Gostei ligeiramente” e “Gostei regularmente”.

As médias obtidas para a Aparência das linguças foram similares aos valores encontrados por Milani *et al.* (2003), que realizaram análises sensoriais de linguças de frango com culturas de microrganismos bioprotetores, preparadas após 15 dias de estocagem.

Quanto ao Sabor das linguças de frango com baixo teor de sódio, foi observado que as médias variaram entre 4,1 (amostra 3), que corresponde à nota “Desgostei ligeiramente” e 6,7 (amostra 4), mais próximo da nota “Gostei regularmente”. Não houve influencia estatisticamente significativa ao nível de 5% de significância.

Com relação à Textura das linguiças, foi observado que as médias das amostras variaram entre 5,8 (ensaio 3), que se encontra mais próximo ao conceito “Gostei ligeiramente”, e 7,0 (ensaio 4), que corresponde ao conceito “Gostei regularmente”. Não houve influência estatística da mistura dos fatores.

As médias das amostras de textura das linguiças de frango foram semelhantes aos valores encontrados por Huda *et al.* (2010), em uma pesquisa que estudaram os efeitos das proporções de carne de frango e de pato na elaboração de linguiças (3,38 – 5,57, em escala hedônica de 7 pontos), e também próximos aos valores determinados por Jin *et al.* (2007) no desenvolvimento de linguiça suína com adição de 20% de surimi de peito de frango (6,29 – 7,13).

Quanto à Aceitação Global das linguiças de frango, houve influencia estatística das variáveis independentes na variável resposta Aceitação Global, ao nível de 5%. A equação a seguir descreve a Aceitação Global (AG) das linguiças de frango com baixo teor de sódio em função das variáveis codificadas, no modelo cúbico especial que contém em negrito apenas os termos estatisticamente significativos.

$$AG = \mathbf{0,1751}x_1 + 0,0640x_2 + 0,0081x_3 + 0,0106x_1x_2 + 0,0088x_1x_3 + 0,0187x_2x_3 - 0,0014x_1x_2x_3$$

Com as médias de Aceitação Global de todas as amostras, foi gerado um diagrama triangular (Figura 3) que melhor apresenta o efeito de mistura dos fatores. Através desse diagrama, observa-se que os provadores preferiram as amostras que estavam dentro da faixa entre 70 e 100% de NaCl, 0 e 75% de KCl e 0 e 25% de Mix de Ervas. A região otimizada apresenta a média 7,0, que corresponde à nota “Gostei regularmente”.

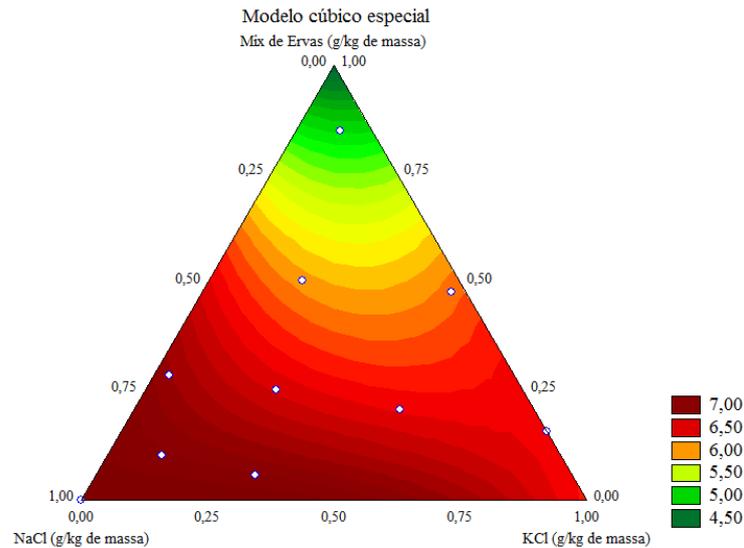


Figura 3 - Diagrama triangular para a Aceitação Global de linguiças de frango com baixo teor de sódio.

As médias dos tratamentos variaram entre 4,98 (Indiferente) e 7,13 (Gostei regularmente). Tais valores encontram-se acordo com aqueles encontrados por Vogel *et al.* (2011), que ao avaliarem a aceitação global de salsichas mistas adicionadas de sal *light* encontraram valores entre 5,67 e 7,20. Aleson-Carbonell *et al.* (2005), em seus estudos com linguiças enriquecidas com fibras encontraram valores de aceitação global variando entre 3,00 e 6,89 (em escala hedônica de 7 pontos), compatível com as médias das linguiças com baixo teor de sódio avaliadas em escala hedônica de 9 pontos. Em contrapartida, os resultados foram inferiores aos encontrados no desenvolvimento de linguiça com surimi de peito de frango, que variou entre 6,43 e 7,50 (JIN *et al.*, 2007).

Com relação à Intenção de compra das linguiças de frango, houve influência estatística das variáveis independentes em nível de significância de 5%. A equação a seguir descreve a Intenção de compra (IC) das linguiças de frango com baixo teor de sódio em função das variáveis codificadas, no modelo cúbico especial que contém em negrito apenas os termos estatisticamente significativos.

$$IC = \mathbf{0,1038}x_1 + 0,0112x_2 + 0,0098x_3 + 0,0045x_1x_2 + 0,0025x_1x_3 + 0,0109x_2x_3 - 0,0006x_1x_2x_3$$

A Figura 4 contém o diagrama triangular gerado com as três variáveis independentes (NaCl, KCl e Mix de Ervas) para melhor visualizar a região otimizada da mistura dos fatores. A região otimizada corresponde à média 3,60 que se encontra mais próxima à nota 4,00 (Provavelmente compraria). Tal otimização ocorreu quando houve a seguinte mistura: 80 a 100% de NaCl; 0 a 45% de KCl; 0 a 20% de Mix de Ervas.

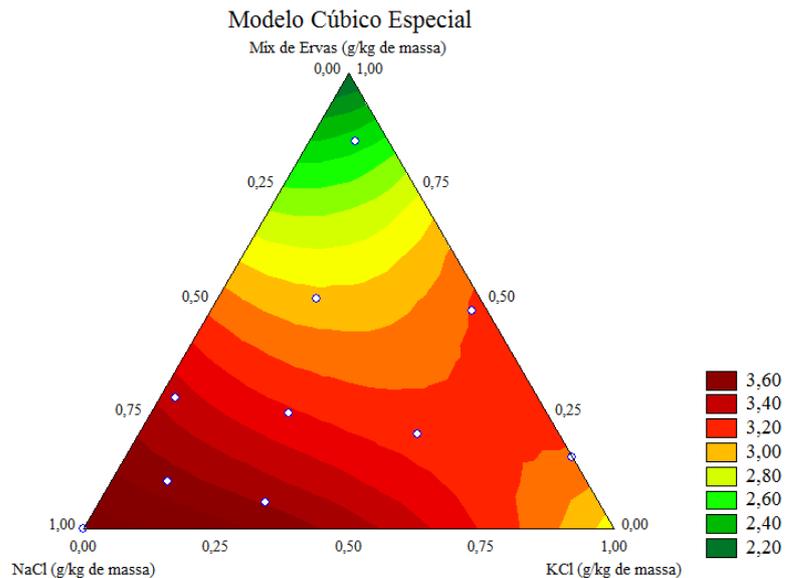


Figura 4 - Diagrama triangular para a Intenção de compra de linguças de frango com baixo teor de sódio.

Quanto à Intensidade de Sal das linguças de frango não houve efeito estatístico das variáveis independentes sobre a variável resposta em estudo, ao nível de 5% de significância.

As médias das amostras variaram entre 2,1 (tratamento 2) e 2,8 (tratamento 1). Como a intensidade de sal foi medida através da escala do ideal de 5 pontos, foi observado (Tabela 4) que 6 dos 10 ensaios apresentados apresentaram médias próximas a 3,0 que corresponde à nota “Intensidade de sal ideal”.

O intervalo de médias obtidos para as linguças de frango apresentou comportamento semelhante ao estudo da substituição de NaCl por KCl em salsichas, no qual foi observado que na determinação do gosto salgado, que também foi quantificado por meio de escala do ideal (9 pontos), as médias dos tratamentos variaram entre 3,60 (próxima à nota “ligeiramente menos salgado que o controle”) e 5,20 (“Salgado igual ao controle”)(NASCIMENTO *et al.*, 2007).

3.3 Análises físico-químicas

As médias dos resultados das análises físico-químicas realizadas (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, pH e atividade de água) para cada um dos ensaios estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Médias e desvios-padrão dos parâmetros físico-químicos medidos em amostras de linguiças com baixo teor de sódio

Ensaio	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	pH	Aa
1	61,5 ± 0,33	4,00 ± 0,07	15,64 ± 0,26	7,62 ± 2,34	6,17 ± 0,02a	0,94 ± 0,01a
2	60,28 ± 1,31	2,81 ± 0,09	17,13 ± 0,34	17,52 ± 2,32	6,14 ± 0,04a	0,95 ± 0,02a
3	62,5 ± 1,36	1,94 ± 0,01	17,47 ± 0,47	8,70 ± 0,74	6,13 ± 0,01a	0,97 ± 0,01a
4	60,02 ± 1,11	3,44 ± 0,04	16,06 ± 0,72	8,89 ± 1,04	6,12 ± 0,03a	0,94 ± 0,02a
5	57,11 ± 1,71	2,35 ± 0,05	14,95 ± 1,45	11,74 ± 2,83	6,17 ± 0,03a	0,96 ± 0,01a
6	58,96 ± 2,61	3,10 ± 0,05	16,97 ± 0,60	9,57 ± 1,29	6,10 ± 0,08a	0,96 ± 0,01a
7	58,78 ± 0,58	3,08 ± 0,09	17,56 ± 0,32	14,23 ± 3,87	6,18 ± 0,05a	0,96 ± 0,02a
8	60,12 ± 1,06	3,62 ± 0,04	16,76 ± 1,68	11,18 ± 2,22	6,20 ± 0,02a	0,94 ± 0,01a
9	59,65 ± 1,33	3,34 ± 0,34	15,37 ± 0,95	10,69 ± 0,85	6,13 ± 0,02a	0,95 ± 0,03a
10	60,78 ± 1,57	2,58 ± 0,03	17,04 ± 1,43	9,12 ± 1,35	6,18 ± 0,02a	0,97 ± 0,01a

As análises de proteínas, lipídeos e umidade foram realizadas com o intuito de observar se as linguiças obedeceram ao padrão de Identidade e Qualidade para Linguiças do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que afirma que a linguiça deve conter umidade máxima de 70%, 30% de gordura e no mínimo 12% de proteína (BRASIL, 2000).

De acordo com os dados da Tabela 5, foi observado que as linguiças com baixo teor de sódio obedeceram os requisitos de Identidade e Qualidade, pois todos os tratamentos estão com seu teor de umidade abaixo de 70% e apresentam conteúdo proteico de cerca de 15%. A proteína foi superior ao estabelecido pela legislação provavelmente pelo uso da proteína texturizada de soja (PTS) nas formulações. Todos os tratamentos apresentaram conteúdo lipídico abaixo do máximo permitido, podendo-se considerar as linguiças com baixo teor de gordura.

As variações do conteúdo lipídico das amostras provavelmente foram atribuídas a não uniformidade do produto, que por se tratar de linguiça apresenta as partículas de gordura (toucinho) distribuídas irregularmente na massa, proveniente da própria tecnologia de fabricação. Tal comportamento foi observado por Nascimento *et al.* (2012), na determinação

de lipídeos de linguiças frescas com carne de avestruz. Os parâmetros de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas estão próximos aos encontrados por Aleson-Carbonell (2005) e Jin *et al.* (2007).

Com relação ao teor de umidade das amostras, observou-se que os fatores influenciaram significativamente ao nível de 5% a variável resposta Umidade. A equação a seguir descreve a Umidade (Um) das linguiças de frango com baixo teor de sódio em função das variáveis codificadas, no modelo cúbico especial que contém apenas os termos estatisticamente significativos.

$$Um = 1,9130x_1 + 4,3229x_2 + 2,8947x_3 - 0,1648x_1x_2 - 0,3537x_2x_3 + 0,0175x_1x_2x_3$$

A Figura 5 contém o diagrama triangular que mostra a região otimizada da Umidade em função dos fatores NaCl, KCl e Mix de Ervas. Observa-se que existem 2 regiões onde a Umidade é máxima: nas faixas de 0 a 20% de NaCl; 0 a 10% de KCl e 90 a 100% de Mix de Ervas e nas faixas de 90 a 100% de NaCl; 85 a 100% de KCl e 0 a 10% de Mix de Ervas.

Os valores de umidade das amostras de linguiça de frango variaram entre 57,11 e 62,50%. Tais valores estão de acordo com os encontrados por Jin *et al.* (2007) e Huda *et al.* (2010), no desenvolvimento de linguiças com frango.

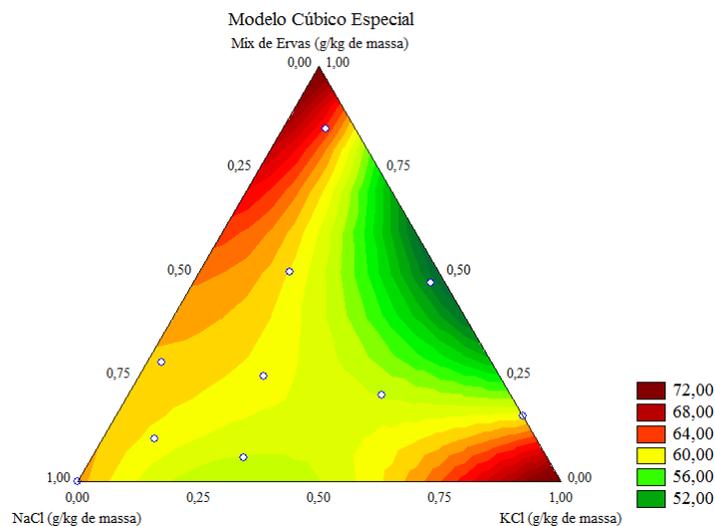


Figura 5 - Diagrama triangular para o teor de Umidade de linguiças de frango com baixo teor de sódio.

O conteúdo de cinzas também foi analisado estatisticamente em função das variáveis independentes NaCl, KCl e Mix de Ervas. Houve influência estatística ao nível de 5% das variáveis independentes sobre a variável resposta. A equação a seguir descreve o teor de Cinzas (CZ) das linguiças de frango com baixo teor de sódio em função das variáveis codificadas, no modelo cúbico especial que contém apenas os termos estatisticamente significativos.

$$CZ = 0,1406x_1 + 0,1357x_2 + 0,0549x_3 - 0,0053x_1x_2 - 0,0043x_1x_3 - 0,0082x_2x_3 + 0,0008x_1x_2x_3$$

A Figura 6 contém o diagrama triangular gerado com as variáveis independentes para a variável resposta Cinzas. A otimização do teor desta variável ocorreu com as seguintes faixas: 90 a 100% de NaCl; 0 a 20% de KCl e 0 a 10% de Mix de Ervas.

Nascimento *et al.* (2012) desenvolveram linguiças frescas mistas (carne suína, de frango e de avestruz), encontrando um teor de cinzas médio de $3,19 \pm 0,04$, dentro da faixa de valores obtidas neste estudo. Tais comportamentos foram semelhantes devido ao uso dos sais, seja para salga ou para a cura.

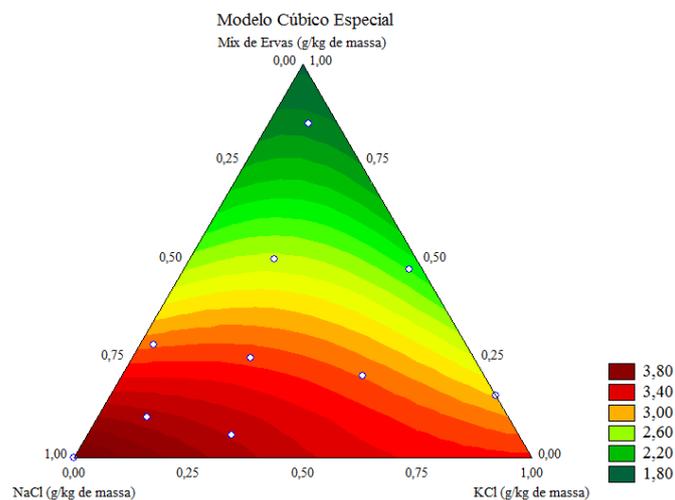


Figura 6 - Diagrama triangular para o teor de Cinzas de linguiças de frango com baixo teor de sódio.

Quanto ao pH das amostras, foi observado que as variáveis NaCl, KCl e Mix de Ervas não influenciaram estatisticamente ao nível de 5% este parâmetro. Quanto ao teste de Tukey

realizado com as médias dos tratamentos, também não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

As médias de pH dos tratamentos variaram entre 6,10 e 6,20, sendo os escores mais altos obtidos em altos valores de NaCl, de KCl e de Mix de Ervas. O intervalo de resultados está de acordo com Huda *et al.* (2010), que desenvolveram linguças mistas de carne de frango e de pato.

Com relação à Atividade de água (A_a) das linguças, foi observado que as variáveis NaCl, KCl e Mix de Ervas não influenciaram estatisticamente a atividade de água dos tratamentos, ao nível de 5% de significância. Não houve diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre as médias dos tratamentos quando submetidas ao teste de Tukey.

O teor de A_a variou de 0,94 a 0,97, semelhante ao intervalo encontrado por Andrés *et al.* (2006a) no estudo do armazenamento de linguças de frango com reduzido teor de gordura. Foi observado no experimento que os maiores teores de Atividade de água ocorreram nos tratamentos com maiores teores de Mix de Ervas, pelo fato de as ervas absorverem água com facilidade, pois todas elas se encontravam desidratadas antes de serem adicionadas às linguças. O comportamento contrário foi observado quando o teor de NaCl é máximo ($A_a = 0,94$), justificando o fato do uso de sais para reduzir a atividade de água, reduzindo o risco de contaminação microbiana (HEALTH CANADA, 2007).

3.4 Análises dos parâmetros físicos de qualidade da carne

As médias de todos os parâmetros físicos – Capacidade de Retenção de Água (CRA), a Perda de Peso por Cocção (PPC), a Força de Cisalhamento (FC) e a cor objetiva (L^* , a^* e b^*) – são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6 - Médias dos parâmetros físicos medidos em amostras de linguças com baixo teor de sódio

Ensaio	PPC (%)	CRA (%)	FC (kg)	L*	a*	b*
1	4,77 ± 0,23a	71,31 ± 3,84ab	0,3386 ± 0,0041a	32,13 ± 0,71a	3,25 ± 0,29c	28,80 ± 1,32ab
2	4,43 ± 0,35a	69,05 ± 1,22ab	0,3408 ± 0,0106a	30,65 ± 0,40ab	4,98 ± 0,10ab	28,15 ± 0,98b
3	5,62 ± 0,54a	66,87 ± 3,72b	0,3475 ± 0,0164a	29,65 ± 0,24ab	5,08 ± 0,13ab	27,78 ± 1,12b
4	5,11 ± 0,72a	70,73 ± 0,65ab	0,3404 ± 0,0055a	30,90 ± 0,41ab	5,83 ± 0,67a	29,63 ± 1,88ab
5	5,32 ± 1,07a	67,01 ± 1,25b	0,3547 ± 0,0115a	30,28 ± 1,01ab	5,75 ± 0,71a	31,05 ± 0,24a
6	5,45 ± 0,64a	69,89 ± 0,95ab	0,3443 ± 0,0117a	30,05 ± 0,48ab	5,50 ± 0,54ab	30,48 ± 0,95ab
7	5,13 ± 0,77a	70,07 ± 1,25ab	0,3408 ± 0,0017a	28,38 ± 1,55b	5,28 ± 0,55ab	30,65 ± 1,28ab
8	4,90 ± 0,36a	71,45 ± 0,50ab	0,3476 ± 0,0091a	30,48 ± 1,75ab	4,30 ± 0,42bc	31,53 ± 0,81a
9	5,16 ± 0,42a	73,64 ± 1,57a	0,3365 ± 0,0097a	31,30 ± 0,99a	4,90 ± 0,90ab	29,90 ± 1,49ab
10	3,94 ± 0,80a	67,84 ± 3,05ab	0,3383 ± 0,0134a	28,60 ± 1,58b	5,00 ± 0,54ab	30,38 ± 1,16ab

Para o atributo CRA, não houve influência estatística dos fatores NaCl, KCl e Mix de Ervas na variável resposta, ao nível de 5%. Não houve diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre as médias dos tratamentos quando submetidas ao teste de Tukey.

Os valores de CRA variaram entre 66,87 e 73,64%. Tais valores são semelhantes aos obtidos por Huda *et al.* (2010), que encontraram valores entre 61,16 e 67,62% de CRA para linguças com carne de frango e de pato.

Com relação à Perda de Peso por Cocção (PPC), não houve influência estatística ($p < 0,05$) das variáveis independentes NaCl, KCl e Mix de Ervas sobre PPC.

Quanto à comparação de médias pelo teste de Tukey, foi observado que os tratamentos com presença dos dois sais (NaCl e KCl) ou pelo menos com NaCl apresentaram valores maiores de CRA, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Os tratamentos com ausência de NaCl apresentaram menores valores de CRA.

As médias de PPC dos tratamentos em geral variaram entre 3,94 e 5,62%. Estes valores se incluem na faixa de valores obtidos por Jin *et al.* (2007) que avaliaram a PPC em linguças suínas com surimi de peito de frango ao longo do período de armazenamento.

As médias da Força de Cisalhamento (FC) para todos os tratamentos foram submetidas à Análise de Variância de Regressão. Não houve influência estatística dos fatores sobre a variável resposta, em nível de 5%. Não houve diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre as médias dos tratamentos quando submetidas ao teste de Tukey.

As médias de FC variaram entre 0,3383 e 0,3476 kg. Tais resultados estão dentro da faixa encontrada por Huda *et al.* (2010), em seus estudos envolvendo alterações no armazenamento de linguiças com carne de frango e de pato, como também estão incluídos no intervalo de valores obtidos por Souza *et al.* (2005), na determinação da força de cisalhamento de embutidos de carne ovina (0,32 – 0,86 kg).

Com relação cor objetiva, em especial a luminosidade (L^*) das amostras, ao nível de 5% de significância, não houve influência estatística das variáveis NaCl, KCl e Mix de Ervas.

Com relação às médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), foi observado que os tratamentos com maiores níveis de Mix de Ervas apresentaram menores valores de L^* , diferindo estatisticamente dos demais ensaios.

As médias de L^* obtidas no experimento variam entre 28,38 e 32,13. Tais valores foram inferiores aos obtidos por Andrés *et al.* (2006a), Andrés *et al.* (2006b), Jin *et al.* (2007) e Huda *et al.* (2010), em experimentos de linguiças com carne de frango. Tal comportamento pode ser explicado pelo uso das ervas para substituir o NaCl, que provavelmente provocou o escurecimento dos produtos.

Quanto ao parâmetro de cor objetiva a^* , as variáveis independentes NaCl, KCl e Mix de Ervas não influenciaram as medições de a^* , em nível de 5% de significância. Quanto à comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), foi observado que os tratamentos com predominância de NaCl na mistura foram os que apresentaram menores valores de a^* diferindo estatisticamente dos demais ensaios. A presença do Mix de Ervas na mistura provocou maiores valores de a^* .

De acordo com os resultados de a^* apresentados na Tabela 6, a variação entre os tratamentos foi de 3,25 a 5,83. Tal intervalo foi superior ao encontrado por Andrés *et al.* (2006a) e Andrés *et al.* (2006b). Provavelmente os valores de a^* das linguiças com NaCl, KCl e Mix de Ervas foram superiores por causa do efeito da mistura de NaCl e Mix de Ervas que resultou em produtos tendendo a cor vermelha.

Quanto ao parâmetro b^* foi observado que, ao nível de 5% de significância, não houve influência dos fatores NaCl, KCl e Mix de Ervas na variável resposta.

Na comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), foi observado que as amostras com NaCl ou com mistura de NaCl e KCl foram as que resultaram em linguiças com maiores valores de b^* , diferindo estatisticamente dos demais ensaios.

O intervalo de valores de b^* obtidos no experimento (27,78 – 31,53) foram superiores aos valores encontrados por Andrés *et al.* (2006a), Andrés *et al.* (2006b) e Nascimento *et al.*

(2007), provavelmente pelo uso das ervas que tornaram as linguiças de frango com menores valores de b^* (+b).

3.5 Intervalos otimizados das variáveis independentes

A Tabela 7 mostra os intervalos de otimização apenas das variáveis que sofreram influência estatística, em nível de 5% de significância. A otimização se dará com a maximização das variáveis independentes, para garantir a melhor qualidade das linguiças com baixo teor de sódio.

Tabela 7 - Intervalos de valores das variáveis otimizadas para a salga das linguiças de frango

Parâmetros	Fatores		
	NaCl (%)	KCl (%)	Mix de Ervas (%)
Aceitação Global	75 - 100	0 - 75	0 - 25
Intenção de Compra	80 - 100	0 - 45	0 - 20
Umidade	0 - 20 / 90 - 100	0 - 10 / 85 - 100	90 - 100 / 0 - 10
Cinzas	90 - 100	0 - 20	0 - 10

Para abranger a maximização da maioria das variáveis, foram escolhidos os seguintes intervalos das variáveis independentes: 80 a 100% de NaCl (25 a 30 g/kg de massa), 0 a 20% de KCl (2 a 4,4 g/kg de massa) e 0 a 10% de Mix de Ervas (5 a 5,7 g/kg de massa). Para manter a premissa $\sum_{i=1}^q x_i = 100\%$, sugere-se a seguinte formulação: 80% de NaCl + 13% de KCl + 7% de Mix de Ervas.

4. CONCLUSÃO

Através do uso do cloreto de potássio e do Mix de Ervas (manjerição, orégano e alecrim) foi possível reduzir o teor de cloreto de sódio em 20% sem haver perdas significativas de qualidade sensorial, física e físico-química e sem deixar de obedecer aos critérios exigidos pela legislação vigente no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis**. AOAC, 2000. 17 ed. Washington, D.C. USA.

ALESON-CARBONELL, L.; FERNÁNDEZ-LOPEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; KURI, V. Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. **Food Science and Technology International**. v. 11. n. 2. p. 89 – 97. 2005.

ANDRÉS, S.; ZARITZKY, N.; CALIFANO, A. The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and colour characteristics of chicken sausages. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 41. p. 954 – 961. 2006a.

ANDRÉS, S. C.; GARCÍA, M. E.; ZARITZKY, N. E.; CALIFANO, A. N. Storage stability of low-fat chicken sausages. **Journal of Food Engineering**. v. 72. p. 311 – 319. 2006b.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 4. ed., Campinas: Unicamp, 2010.

BEZERRA, M. N. **Aceitação do sal de ervas em dieta hipossódica**. Monografia (Especialização em gastronomia e saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: < <http://bdm.bce.unb.br/handle/10483/349?mode=full>>. Acesso em: 25 out. 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Campanha quer reduzir o consumo de sal. **Portal Anvisa**. 2011. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/anvisa+portal/anvisa/sala+de+imprensa/menu+-+noticias+anos/2011+noticias/campanha+quer+reduzir+o+consumo+de+sal>>. Acesso em: 26 jan. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dieta transplantado renal. **Biblioteca Virtual em Saúde**. 2008. Disponível em: < http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/dicas/143dieta_transplante_rim.html>. Acesso em: 26 jan. 2012.

CASTILLO, C. C. **Qualidade da carne**. 1. ed. Editora Varela, 240p. 2006.

DIAS, I.; RAIMUNDO, A.; NEVES, A.; LARANJEIRA, C.; LIMA, M.; FARO, M. **Estudo da substituição parcial do cloreto de sódio por cloreto de potássio em presunto**. Santarém, Portugal: 2001. Disponível em: < <http://www.esa.ipsantarem.pt/newsletter/esas/FORUM4/1IGOR.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

FELÍCIO, P. E.; O Sal da Carne. **Revista ABCZ**. v. 1, p.50, 2008.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S.; **The Journal of Biological Chemistry**. 1957, 226, 497.

HEALTH CANADA. Salt Reduction guide for the Food Industry. 2007. Disponível em: < <http://www.foodtechcanada.ca/siteimages/Salt%20reduction%20guide%20for%20the%20food%20industry.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

HONIKEL, K. O. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: TARRANT, P. V.; EIKELENBOOM, G.; MONIN, G. (Eds.). **Evaluation and control of meat quality in pigs**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1987.

HUDA, N.; LIN, O. J.; PING, Y. C.; NURKHOERIYATI, T. Effect of chicken and duck meat ratio on the properties of sausage. **International Journal of Poultry Science**. v. 9. n. 6. p. 550 – 555. 2010.

JIN, S. K.; KIM, I. S.; JUNG, H. J.; KIM, D. H.; CHOI, Y. J.; HUR, S. J. The development of sausage including meat from spent laying hen surimi. **Poultry Science**. v. 86. p. 2676 – 2684. 2007.

MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; PAZ, P. B.; BELLÉ, M.; TERRA, N. N. Bioproteção de linguiça de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23. n. 2. p. 161-166. Campinas/SP, 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. London, CRP Press, Inc. 1991. 287p.

MOREIRA, A. V. Feijão fortificado. **Globo Repórter**. 2007. Disponível em:< <http://g1.globo.com/globoreporter/0,MUL1055087-16619,00-FEIJAO+FORTIFICADO.html> >. Acesso em: 22 set. 2011.

MOURA, O. M. **Efeito de métodos de insensibilização e sangria sobre características de qualidade da carne de Rã-touro e perfil das indústrias de abate**. 2000. 227p. Tese de Doutorado – UFV. Viçosa: MG, 2000.

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

NASCIMENTO, R. S.; FONSECA, A. B. M.; FRANCO, R. M.; MIRANDA, Z. B. Linguiças frescas elaboradas com carne de avestruz: características físico-químicas. **Ciência Rural**. v. 42. n. 1. p. 184 – 188, 2012.

POLLONIO, M. A. R. Redução de sódio em produtos cárneos processados. **Anais do V Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo, 2009. p. 115 – 122.

PRADO, A. C. Os 10 tipos de alimentos mais prejudiciais à sua saúde. **Revista Superinteressante**. Maio, 2011. Disponível em: < <http://super.abril.com.br/blogs/superlistas/os-10-tipos-de-alimentos-mais-prejudiciais-a-saude/> >. Acesso em: 26 jan. 2012.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 4. ed. 2010. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SOUZA, H. B. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ZEOLA, N. M. B. L.; PELICANO, E. R. L.; SOUZA, P. A.; LEONEL, F. R.; OBA, A.; LIMA, T. M. A. Avaliação de diferentes teores de

gordura e antioxidante natural nos parâmetros qualitativos e sensoriais de embutido fresco de carne ovina. **ARS Veterinária**. v. 21, n. 3, p. 315 – 319, 2005.

STATISTICA. **Statistica for Windows Software**. v. 5.0, Tulsa, OK, USA, 2004.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Affective testing. In: STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press, London. 1985. 338p.

VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia. São Paulo. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. 2010.

VOGEL, C. C.; PAZUCH, C. M.; BACK, L.; SECCO, T. H.; SARMENTO, C. M. P. Desenvolvimento e avaliação sensorial de salsicha adicionada de *sal light*. **Anais do III Encontro Paranaense de Engenharia de Alimentos**. 2011.

CONCLUSÃO GERAL

A substituição parcial de sódio por cloreto de potássio e por uma mistura de ervas trouxe resultados positivos que podem ser empregados na indústria de produtos cárneos. De modo geral, todos os produtos (filés de peito de frango e linguiças de frango) estavam dentro dos padrões de qualidade.

Na substituição parcial de cloreto de sódio nos filés de peito de frango, a variável Mix de Ervas trouxe efeitos positivos para os parâmetros sensoriais e físicos de qualidade, entretanto, os atributos sensoriais e físicos relativos à Aparência dos filés e das linguiças diferiram dos padrões devido à coloração das ervas utilizadas. Foi possível reduzir o cloreto de sódio em 33% nos cortes de frango.

Na substituição parcial do cloreto de sódio em linguiças de frango a partir da otimização do sal em filés de peito de frango, a redução permitida foi menor, devido ao intervalo das variáveis já estar reduzido desde o ensaio com os cortes de frango. A mistura de NaCl, KCl e Mix de Ervas trouxe impactos significativos apenas na Aceitação Global, Intenção de compra, Umidade e Cinzas das linguiças, sendo permitidas reduções de, no máximo, 20% de cloreto de sódio.

Considerando o teor inicial de cloreto de sódio e o teor final após a substituição nas linguiças de frango, foi possível obter uma redução total de 44,4%. Tal redução foi satisfatória, sendo uma alternativa em potencial para os portadores da hipertensão.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Tabelas das Análises de Variância de Regressão dos parâmetros determinados e dos Coeficientes de Regressão para os parâmetros significativos ($p < 0,05$) para os cortes de frango (Capítulo 1)

Tabela 1 - Análise de Variância de Regressão para o atributo Sabor Característico

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	30,13	6	5,02	13,94
Resíduo	1,44	4	0,36	
Falta de ajuste	1,24	2		0,62
Erro puro	0,20	2		
Total	31,57	10		
R ²	95,93	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 2 - Análise de Variância de Regressão para o atributo Gosto Salgado

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	39,00	6	6,50	5,61
Resíduo	4,64	4	1,16	
Falta de ajuste	4,26	2	2,13	1,84
Erro puro	0,38	2		
Total	43,64	10		
R ²	89,38	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 3 - Análise de Variância de Regressão para o atributo Gosto Amargo Residual

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	6,58	6	1,10	8,67
Resíduo	0,51	4	0,13	
Falta de ajuste	0,40	2	0,20	1,58
Erro puro	0,11	2		
Total	7,08	10		
R ²	92,86	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 4 - Análise de Variância de Regressão para o atributo Cor Dourada

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	6,88	6	1,15	6,66
Resíduo	0,69	4	0,17	
Falta de ajuste	0,52	2	0,26	1,50
Erro puro	0,17	2		
Total	7,56	10		
R ²	90,90	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 5 - Análise de Variância de Regressão para o atributo DR

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	10,36	6	1,73	6,50
Resíduo	1,06	4	0,27	
Falta de ajuste	0,65	2	0,32	1,22
Erro puro	0,42	2		
Total	11,42	10		
R ²	90,97	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 6- Análise de Variância de Regressão para o atributo SL

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	5,00	6	0,83	3,38
Resíduo	0,99	4	0,25	
Falta de ajuste	0,90	2	0,45	1,82
Erro puro	0,09	2		
Total	5,99	10		
R ²	83,53	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 7 - Análise de Variância de Regressão para a resposta Capacidade de Retenção de Água

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	333,54	13	25,66	1,23
Resíduo	62,68	3	20,89	
Falta de ajuste	60,18	1	60,17764	2,88
Erro puro	2,50	2		
Total	396,21	16		
R ²	84,81	-		

F_{tabelado 0,95, 10, 6}

3,41

Tabela 8 - Análise de Variância de Regressão para a resposta Perda de Peso por Cocção

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	143,91	13	11,07	0,61
Resíduo	54,13	3	18,04	
Falta de ajuste	52,13	4	13,03	0,72
Erro puro	2,00	2		
Total	198,05	16		
R ²	72,67	-		
F _{tabelado 0,95, 13, 3}				3,41

Tabela 9 - Análise de Variância de Regressão para a resposta Força de Cisalhamento

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	0,154	6	0,026	19,19
Resíduo	0,005	4	0,001	
Falta de ajuste	0,003	2	0,001	1,09
Erro puro	0,002	2		
Total	0,159	10		
R ²	96,643	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 10 - Análise de Variância de Regressão para a variável resposta L*

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	115,86	6	19,31	3,74
Resíduo	20,64	4	5,16	
Falta de ajuste	13,60	2	6,80	1,32
Erro puro	7,03	2		
Total	136,50	10		
R ²	84,88	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 11 - Análise de Variância de Regressão para a variável resposta a*

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	9,03	6	1,51	3,01
Resíduo	2,00	4	0,50	
Falta de ajuste	1,78	2	0,89	1,78
Erro puro	0,22	2		
Total	11,03	10		
R ²	81,88	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 12 - Análise de Variância de Regressão para a variável resposta b*

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	55,06	6	9,18	2,41
Resíduo	15,26	4	3,82	
Falta de ajuste	13,53	2	6,76	1,77
Erro puro	1,73	2		
Total	70,32	10		
R ²	78,30	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 4}				6,16

Tabela 13 – Coeficientes de regressão para a resposta "Sabor Característico"

Fatores	Coefficiente de regressão	Erro padrão	t(4)	p - valor	Estimativas por intervalo (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
Média	7,3849	1,13	6,52	0,0029	4,24	10,53
x ₁	-0,0678	0,04	-1,76	0,1537	-0,17	0,04
x ₂	0,0545	0,10	0,56	0,6023	-0,21	0,32
x ₃	-0,1689	0,03	-5,60	0,0050	-0,25	-0,09
x ₁ x ₂	-0,0025	0,00	-0,87	0,4355	-0,01	0,01
x ₁ x ₃	0,0028	0,00	3,17	0,0337	0,00	0,01
x ₂ x ₃	0,0009	0,00	0,39	0,7133	-0,01	0,01

Tabela 14 – Coeficientes de regressão para a resposta "Gosto Amargo Residual"

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(4)	p - valor	Estimativas por intervalo (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
Média	2,1167	0,6713	3,1530	0,0344	0,2528	3,9806
x ₁	-0,0019	0,0229	-0,0834	0,9376	-0,0654	0,0616
x ₂	-0,0636	0,0572	-1,1120	0,3285	-0,2223	0,0951
x ₃	0,0617	0,0179	3,4541	0,0260	0,0121	0,1113
x ₁ x ₂	0,0015	0,0017	0,8759	0,4305	-0,0033	0,0063
x ₁ x ₃	-0,0014	0,0005	-2,7770	0,0500	-0,0029	0,0000
x ₂ x ₃	0,0012	0,0013	0,9535	0,3943	-0,0024	0,0048

Tabela 15 – Coeficientes de regressão para a resposta "Cor dourada"

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(4)	p - valor	Estimativas por intervalo (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
Média	3,0864	0,7831	3,9412	0,0169	0,9122	5,2607
x ₁	-0,0458	0,0267	-1,7185	0,1608	-0,1199	0,0282
x ₂	-0,0164	0,0667	-0,2465	0,8174	-0,2016	0,1687
x ₃	0,0622	0,0208	2,9843	0,0406	0,0043	0,1200
x ₁ x ₂	0,0031	0,0020	1,5342	0,1998	-0,0025	0,0087
x ₁ x ₃	0,0007	0,0006	1,1422	0,3171	-0,0010	0,0024
x ₂ x ₃	-0,0047	0,0015	-3,0855	0,0367	-0,0088	-0,0005

Tabela 16 – Coeficientes de regressão para a resposta "Dureza"

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(4)	p - valor	Estimativas por intervalo (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
Média	4,2100	0,9733	4,3257	0,0124	1,5078	6,9121
x ₁	-0,0069	0,0331	-0,2076	0,8456	-0,0989	0,0851
x ₂	0,0013	0,0829	0,0158	0,9881	-0,2288	0,2314
x ₃	-0,0834	0,0259	-3,2200	0,0323	-0,1553	-0,0115
x ₁ x ₂	-0,0006	0,0025	-0,2332	0,8271	-0,0075	0,0064
x ₁ x ₃	0,0027	0,0008	3,6623	0,0215	0,0007	0,0048
x ₂ x ₃	0,0001	0,0019	0,0411	0,9691	-0,0051	0,0053

Tabela 17 - Coeficientes de regressão para a variável resposta Força de Cisalhamento

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(4)	p - valor	Estimativas por intervalo (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
Média	1,2305	0,0733	16,7771	0,0001	1,0269	1,4342
x ₁	-0,0025	0,0025	-1,0036	0,3724	-0,0093	0,0043
x ₂	-0,0108	0,0061	-1,7661	0,1521	-0,0278	0,0062
x ₃	-0,0208	0,0025	-8,4847	0,0011	-0,0276	-0,0140
x ₁ x ₂	-0,0004	0,0002	-2,3348	0,0798	-0,0009	0,0001
x ₁ x ₃	0,0002	0,0001	2,3155	0,0815	0,0000	0,0004
x ₂ x ₃	0,0012	0,0002	6,4919	0,0029	0,0007	0,0016

APÊNDICE 2 - Tabelas das Análises de Variância de Regressão dos parâmetros determinados e dos Coeficientes de Regressão para os parâmetros significativos ($p < 0,05$) para a linguiça de frango (Capítulo 2)

Tabela 1 - Análise de Variância de Regressão para a Aparência das linguiças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	33,37	6	5,56	2,48
Resíduo	6,73	3	2,24	
Total	40,10	9		
R ²	83,22	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 2 - Análise de Variância de Regressão para o Sabor das linguiças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	5,94	6	0,99	7,37
Resíduo	0,40	3	0,13	
Total	6,35	9		
R ²	93,65	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 3 - Análise de Variância de Regressão para a Textura das linguiças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	0,87	6	0,14	4,24
Resíduo	0,10	3	0,03	
Total	0,97	9		
R ²	89,44	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 4 - Análise de Variância de Regressão para a Aceitação Global das linguiças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	3,80	6	0,63	10,32
Resíduo	0,18	3	0,06	
Total	3,98	9		
R ²	95,38	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 5 - Análise de Variância de Regressão para a Intenção de compra das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	1,18	6	0,20	12,59
Resíduo	0,05	3	0,02	
Total	1,22	9		
R ²	96,18	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 6 - Análise de Variância de Regressão para a Intensidade de Sal das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	0,48	6	0,08	7,69
Resíduo	0,03	3	0,01	
Total	0,51	9		
R ²	93,90	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 7 - Análise de Variância de Regressão para a Umidade das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	125,45	6	20,91	16,35
Resíduo	3,84	3	1,28	
Total	129,29	9		
R ²	97,03	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 8 - Análise de Variância de Regressão para as Cinzas das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	3,12	6	0,52	90,97
Resíduo	0,02	3	0,01	
Total	3,14	9		
R ²	99,45	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 9 - Análise de Variância de Regressão para o pH das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	0,01	6	0,00	0,94
Resíduo	0,00	3	0,00	
Total	0,01	9		
R ²	65,27	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 10 - Análise de Variância de Regressão para a Atividade de água (A_a) das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	0,001	6	0,00	8,47
Resíduo	0,000	3	0,00	
Total	0,001	9		
R ²	94,43	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 11 - Análise de Variância de Regressão para a Capacidade de Retenção de Água das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	30,51	6	5,09	1,40
Resíduo	10,93	3	3,64	
Total	41,44	9		
R ²	73,63	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 12 - Análise de Variância de Regressão para a Perda de Peso por Cocção das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	4,14	6	0,69	4,16
Resíduo	0,50	3	0,17	
Total	4,64	9		
R ²	89,28	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 13 - Análise de Variância de Regressão para a Força de Cisalhamento das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	0,02	6	0,00	2,09
Resíduo	0,01	3	0,00	
Total	0,03	9		
R ²	80,72	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 14 - Análise de Variância de Regressão para o parâmetro de cor L* das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	8,46	6	1,41	1,24
Resíduo	3,42	3	1,14	
Total	11,89	9		
R ²	71,19	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 15 - Análise de Variância de Regressão para o parâmetro de cor a* das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	4,75	6	0,79	6,15
Resíduo	0,39	3	0,13	
Total	5,14	9		
R ²	92,49	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 16 - Análise de Variância de Regressão para o parâmetro de cor b* das linguças de frango

	SQ	GL	MQ	Teste F
Regressão	11,79	6	1,96	2,79
Resíduo	2,11	3	0,70	
Total	13,90	9		
R ²	84,82	-		
F _{tabelado 0,95, 6, 3}				8,94

Tabela 17 - Coeficientes de regressão para a resposta Aceitação Global

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(3)	p - valor	Estimativas por intervalo (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
x ₁	0,1751	0,03	5,79	0,0102	0,08	0,27
x ₂	0,0640	0,10	0,63	0,5708	-0,26	0,38
x ₃	0,0081	0,05	0,15	0,8916	-0,17	0,18
x ₁ x ₂	0,0106	0,01	1,10	0,3519	-0,02	0,04
x ₁ x ₃	0,0088	0,01	1,54	0,2210	-0,01	0,03
x ₂ x ₃	0,0187	0,01	1,42	0,2502	-0,02	0,06
x ₁ x ₂ x ₃	-0,0014	0,00	-1,20	0,3174	-0,01	0,00

Tabela 18 - Coeficientes de regressão para a Intenção de compra das linguças de frango com baixo teor de sódio

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(3)	p - valor	Estimativas por intervalo (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
x ₁	0,1038	0,02	6,81	0,0065	0,06	0,15
x ₂	0,0112	0,05	0,22	0,8399	-0,15	0,17
x ₃	0,0098	0,03	0,35	0,7465	-0,08	0,10
x ₁ x ₂	0,0045	0,00	0,92	0,4235	-0,01	0,02
x ₁ x ₃	0,0025	0,00	0,85	0,4580	-0,01	0,01
x ₂ x ₃	0,0109	0,01	1,65	0,1974	-0,01	0,03
x ₁ x ₂ x ₃	-0,0006	0,00	-1,03	0,3793	0,00	0,00

Tabela 19 - Coeficientes de regressão para a Umidade das linguças de frango com baixo teor de sódio

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(3)	p - valor	Estimativas por intervalo (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
X ₁	1,9130	0,14	13,86	0,0008	1,47	2,35
X ₂	4,3229	0,46	9,39	0,0026	2,86	5,79
X ₃	2,8947	0,25	11,56	0,0014	2,10	3,69
X ₁ X ₂	-0,1648	0,04	-3,76	0,0329	-0,30	-0,03
X ₁ X ₃	-0,0724	0,03	-2,77	0,0696	-0,16	0,01
X ₂ X ₃	-0,3537	0,06	-5,90	0,0097	-0,54	-0,16
X ₁ X ₂ X ₃	0,0175	0,01	3,20	0,0494	0,00	0,03

Tabela 20 - Coeficientes de regressão para as Cinzas das linguças de frango com baixo teor de sódio

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(3)	p - valor	Estimativas por intervalo (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
X ₁	0,1406	0,01	15,24	0,0006	0,11	0,17
X ₂	0,1357	0,03	4,41	0,0216	0,04	0,23
X ₃	0,0549	0,02	3,28	0,0464	0,00	0,11
X ₁ X ₂	-0,0053	0,00	-1,81	0,1684	-0,01	0,00
X ₁ X ₃	-0,0043	0,00	-2,46	0,0908	-0,01	0,00
X ₂ X ₃	-0,0082	0,00	-2,04	0,1341	-0,02	0,00
X ₁ X ₂ X ₃	0,0008	0,00	2,11	0,1249	0,00	0,00

APÊNDICE 3 – Gráficos de efeitos para os parâmetros significativos ($p < 0,05$) (Capítulo 1)

Figura 1 - Efeito estimado padronizado das variáveis NaCl (x_1), KCl (x_2) e Mix de Ervas (x_3) na variável resposta Sabor Característico.

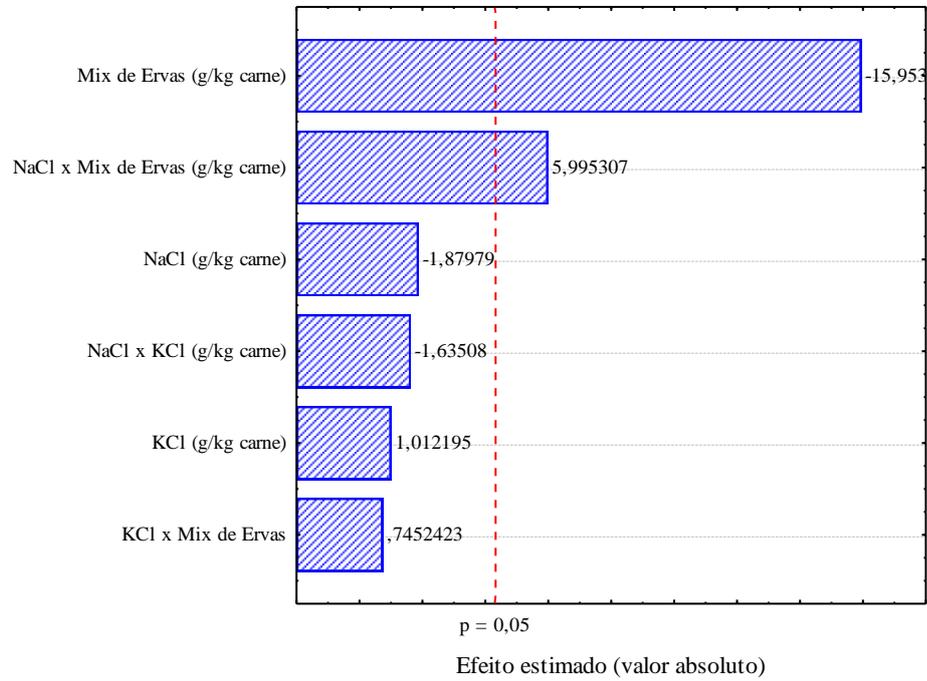


Figura 2 - Efeito estimado padronizado das variáveis NaCl (x_1), KCl (x_2) e Mix de Ervas (x_3) na variável resposta Gosto Amargo residual.

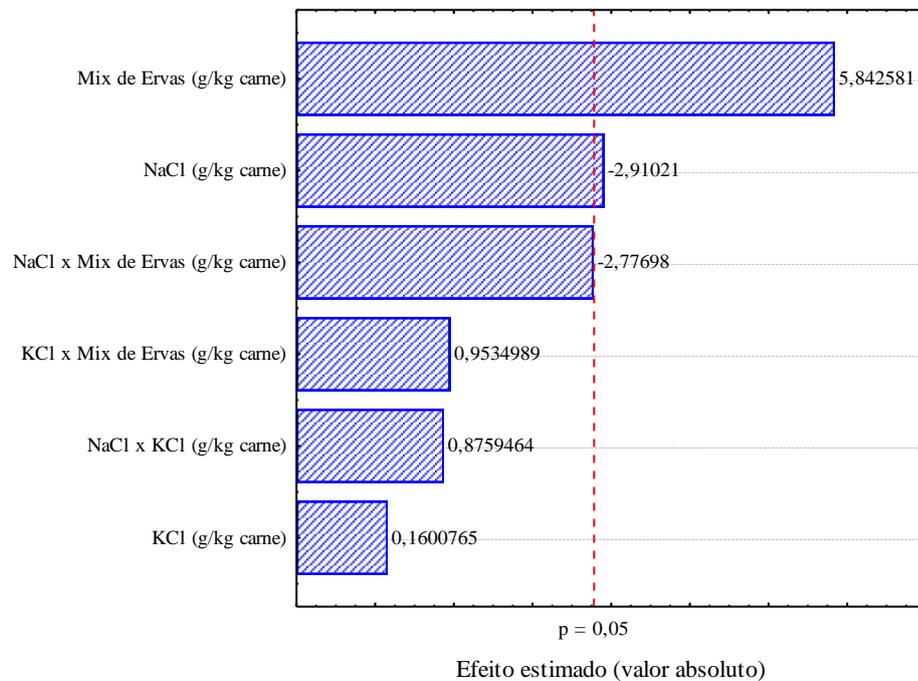


Figura 3 - Efeito estimado padronizado das variáveis NaCl (x_1), KCl (x_2) e Mix de Ervas (x_3) na variável resposta Cor Dourada.

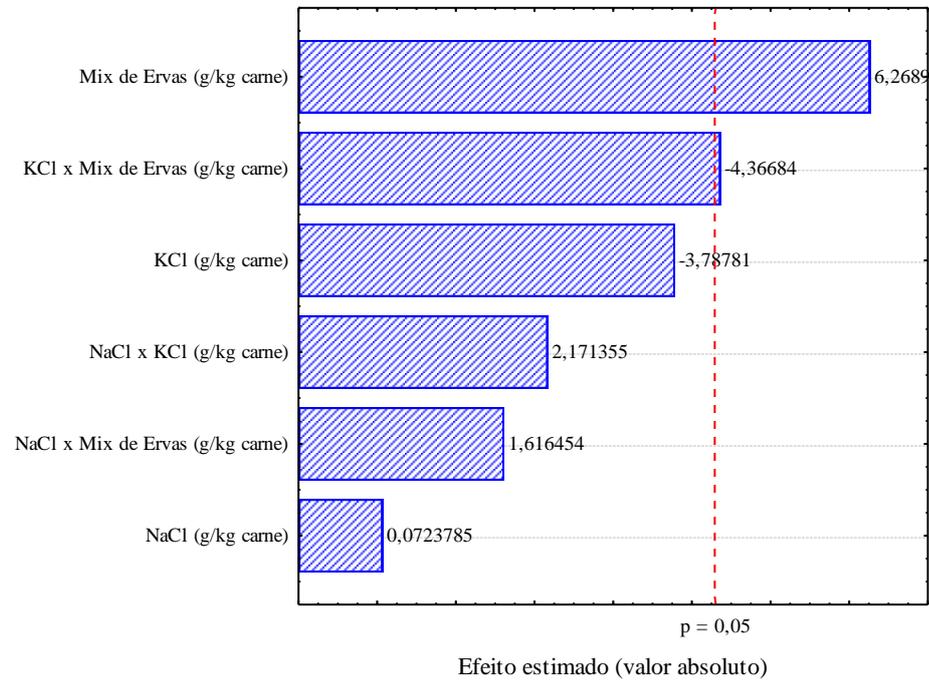


Figura 4 - Efeito estimado padronizado das variáveis NaCl (x_1), KCl (x_2) e Mix de Ervas (x_3) na variável resposta Dureza.

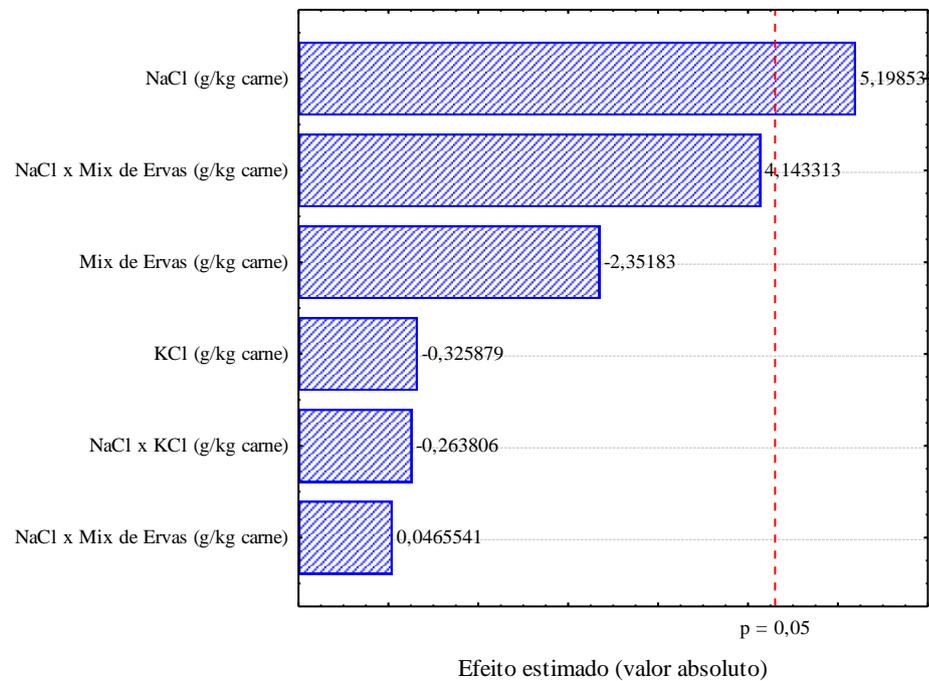
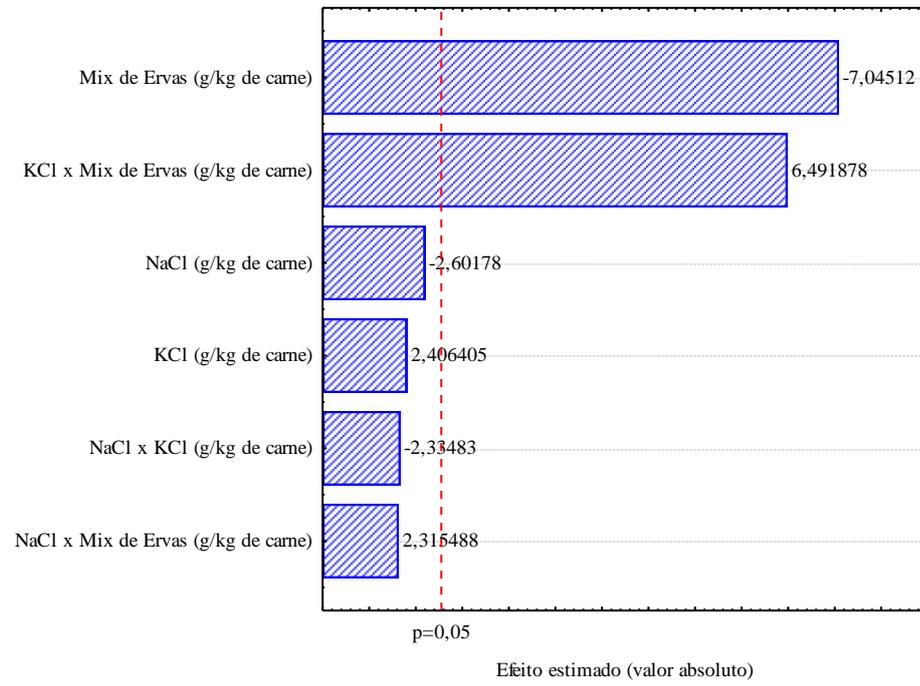


Figura 5 - Efeito estimado padronizado das variáveis NaCl (x_1), KCl (x_2) e Mix de Ervas (x_3) na variável resposta Força de Cisalhamento.



APÊNDICE 4 – Gráficos de efeitos para os parâmetros significativos ($p < 0,05$) (Capítulo 2)

Figura 1 - Efeito estimado padronizado das variáveis NaCl (x_1), KCl (x_2) e Mix de Ervas (x_3) na variável resposta Aceitação Global.

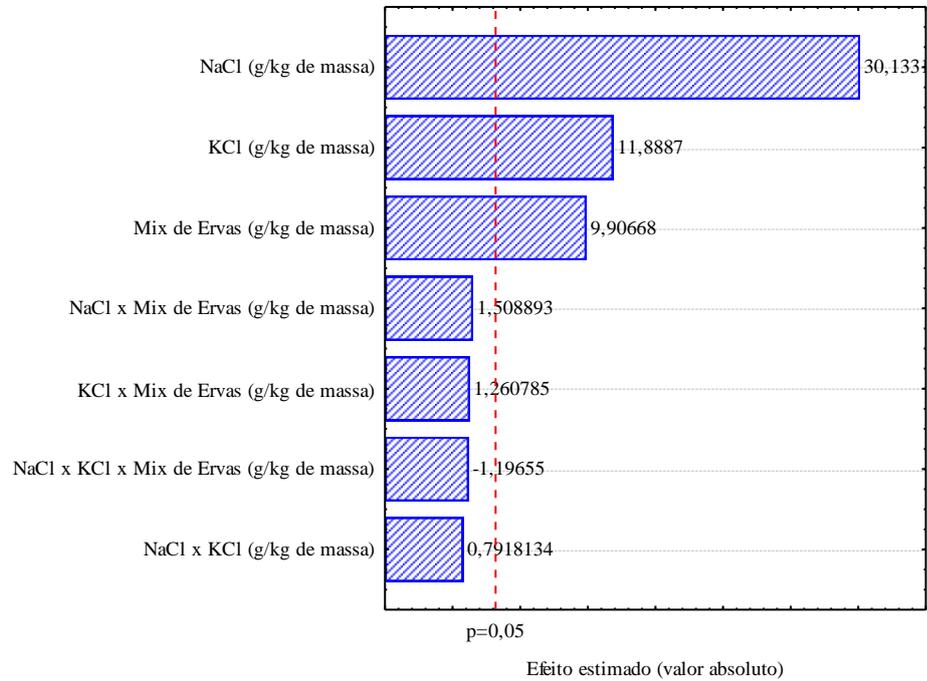


Figura 2 - Efeito estimado padronizado das variáveis NaCl (x_1), KCl (x_2) e Mix de Ervas (x_3) na variável resposta Intenção de Compra.

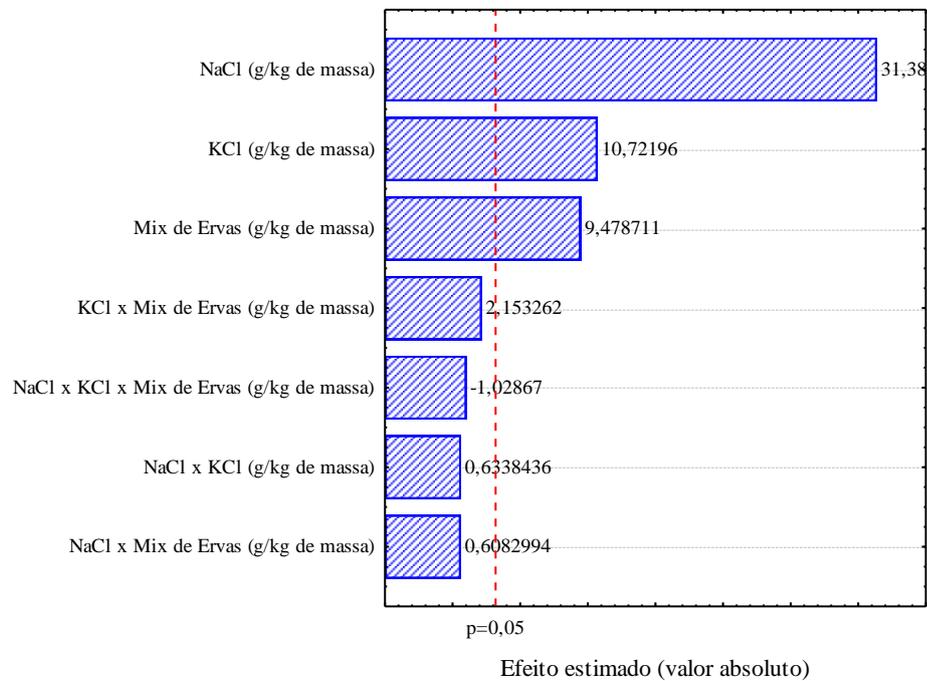


Figura 3 - Efeito estimado padronizado das variáveis NaCl (x_1), KCl (x_2) e Mix de Ervas (x_3) na variável resposta Umidade.

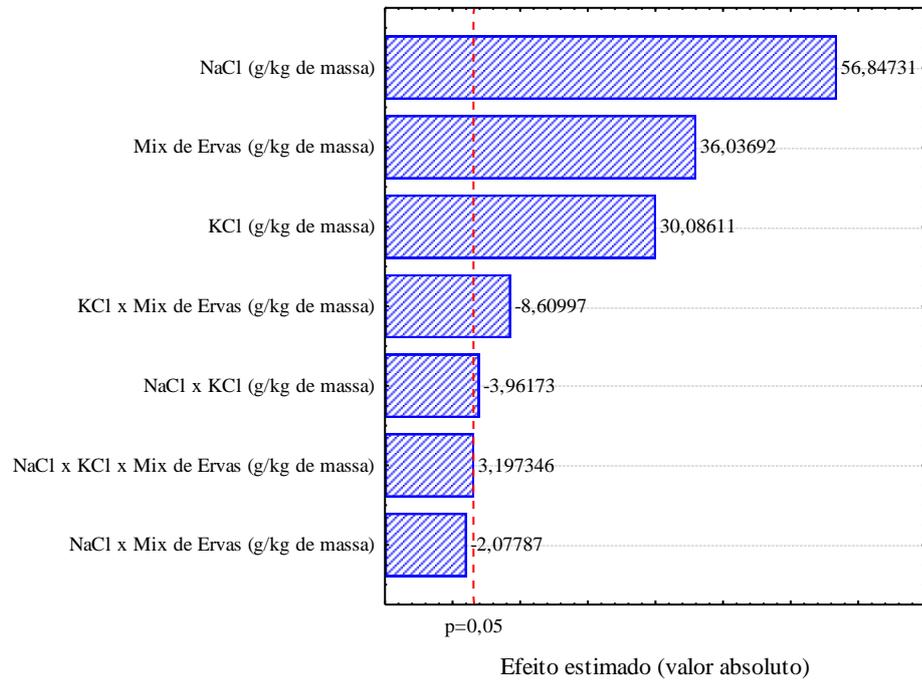
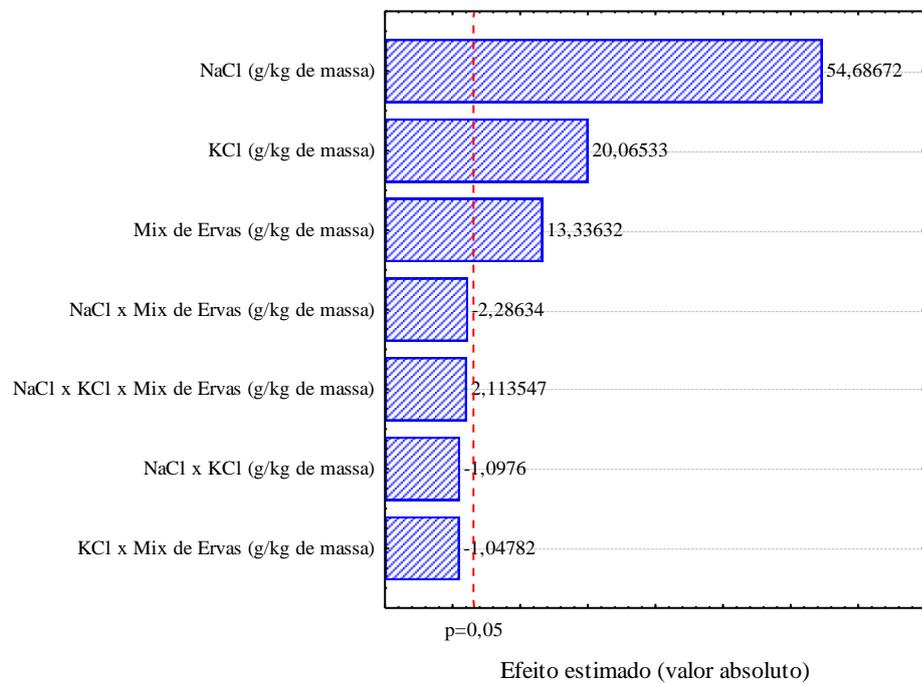


Figura 4 - Efeito estimado padronizado das variáveis NaCl (x_1), KCl (x_2) e Mix de Ervas (x_3) na variável resposta Cinzas.



ANEXOS**ANEXO 1 – Certidão de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley (CEP/HULW)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - UFPB
 HOSPITAL UNIVERSITÁRIO LAURO WANDERLEY - HULW
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES
 HUMANOS - CEP**

CERTIDÃO

Com base na Resolução nº 196/96 do CNS/MS que regulamenta a ética da pesquisa em seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley - CEP/HULW, da Universidade Federal da Paraíba, em sua sessão realizada no dia 27/09/2011, após análise do parecer do relator, resolveu considerar **APROVADO** o projeto de pesquisa intitulado **SUBSTITUIÇÃO DE CLORETO DE SÓDIO E OTIMIZAÇÃO DE SAL DE ERVAS NO DESENVOLVIMENTO DE LINGUIÇA DE FRANGO.** Protocolo CEP/HULW nº. 437/11, Folha de Rosto nº 462189, Certificado de Apresentação para Apreciação Ética - CAAE Nº 0210.0.126.000-11, dos pesquisadores ÍRIS BRAZ DA SILVA ARAÚJO e RICARDO TARGINO MOREIRA (Orientador).

Ao final da pesquisa, solicitamos enviar ao CEP/HULW, uma cópia desta certidão e da pesquisa, em CD, para emissão da certidão para publicação científica.

João Pessoa, 04 de outubro de 2011.

Iaponira Cortez Costa de Oliveira
 Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa

Profª Drª Iaponira Cortez Costa de Oliveira
 Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa-HULW

Endereço: Hospital Universitário Lauro Wanderley-HULW - 4º andar. Campus I - Cidade Universitária.
 Bairro: Castelo Branco - João Pessoa - PB. CEP: 58051-900 CNPJ: 24098477/007-05
 Fone: (83) 32167302 — Fone/fax: (083)32167522 E-mail: comitedeetica@hulw.ufpb.br

ANEXO 2 – Termo de Consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

Esta pesquisa é sobre a Substituição de Cloreto de Sódio e Otimização de Sal de Ervas no Desenvolvimento de Linguça de Frango e está sendo desenvolvida por Íris Braz da Silva Araújo, aluna do Programa de Pós-graduação em Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira.

O objetivo do estudo é encontrar uma formulação otimizada de sais e ervas a ser introduzida na formulação de linguças de frango de modo a substituir o cloreto de sódio utilizado.

A finalidade deste trabalho é contribuir para a comunidade científica, na descoberta de uma nova combinação que se assemelhe tecnologicamente ao sal de cozinha utilizado no preparo de produtos cárneos, como também a população portadora de doenças associadas ao consumo de sódio, como a hipertensão arterial.

Solicitamos a sua colaboração para avaliar nossas amostras em teste, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa

ou Responsável Legal

Assinatura da Testemunha

Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para a pesquisadora Íris Braz da Silva Araújo.

Endereço: Rua Severino Toscano de Brito, 101 – Apto.110. Cep: 58051-010. Bancários. João Pessoa/PB.

Telefone: (83) 9660-7000

Contato do Comitê de Ética e Pesquisa:

Comitê de ética e pesquisas do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW/UFPB) – Campus I - Cidade Universitária. 4º andar do HULW. CEP: 58059-900. Tel.: 83-32167302.

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante

ANEXO 3 – Ficha do teste sensorial de aceitação para Intensidade de Sal

Nome: _____ Data : ____ / ____ / ____
 Sexo: ()M ()F E-mail: _____
 Idade: () <18 () 18-25 () 25-35 () 35-45 () >45
 Telefone: _____ Escolaridade: _____

Por favor, avalie cada amostra de linguiça de frango utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto quanto a intensidade de sal.

Amostra	Valor

1- Muito menos salgado que o ideal
 2- Menos salgado que o ideal
 3- Intensidade de sal ideal
 4- Mais salgado que o ideal
 5- Muito mais salgado que o ideal

Comentários:

Muito obrigada por sua participação!!!

ANEXO 4 – Ficha do teste sensorial de aceitação para Aparência, Textura, Sabor, Aceitação Global e Intenção de compra

Nome: _____ Data: ____/____/____
 Sexo: ()M()F E-mail: _____
 Idade: () <18 () 18-25 () 25-35 () 35-45 () >45
 Telefone: _____ Escolaridade: _____

Por favor, avalie cada amostra de linguiça de frango utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto com relação aos atributos sensoriais listados na tabela a seguir.

Atributos	Amostras				
1- Desgostei muitíssimo					
2- Desgostei muito					
3- Desgostei regularmente					
4- Desgostei ligeiramente					
5- Indiferente					
6- Gostei ligeiramente					
7- Gostei regularmente					
8- Gostei muito					
9- Gostei muitíssimo					

Avalie cada uma das amostras quanto à sua intenção de compra, utilizando a escala abaixo:

Amostra	Valor
1- Certamente não compraria	
2- Possivelmente não compraria	
3- Talvez comprasse, talvez não comprasse	
4- Possivelmente compraria	
5- Certamente compraria	

Comentários:

