

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

ELIDIANE LORENZETTI

**AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE POLIFOSFATO DE SÓDIO EM RECORTES TEMPERADOS
CONGELADOS DE FRANGO**

Erechim, RS – Brasil
Setembro, 2012.

ELIDIANE LORENZETTI

**AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE POLIFOSFATO DE SÓDIO EM RECORTES TEMPERADOS
CONGELADOS DE FRANGO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Campus de Erechim, para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos. Orientadoras: Prof.^a Dr.^a Eunice Valduga e Prof.^a Dr.^a Helen Treichel.

Erechim, RS – Brasil

Setembro, 2012.

AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE POLIFOSFATO DE SÓDIO EM RECORTES TEMPERADOS CONGELADOS DE FRANGO

Elidiane Lorenzetti

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

Comissão Julgadora:

Prof. Eunice Valduga, D. SC
Orientador

Prof. Helen Treichel, D. SC
Orientador

Prof. Carlos Prentice Hernández, D. SC
Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Prof. Monica Beatriz Alvarado Soares, D. SC
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim

Erechim, 14 de Setembro de 2012.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por guiar meu caminho, me ensinar a cada momento que a perseverança e a dedicação são as melhores maneiras para vencer as dificuldades e alcançar os objetivos, por ter me dado força, coragem e a oportunidade de estar concluindo um curso de pós-graduação com um trabalho tão gratificante.

Agradeço meu esposo Gilson, pela paciência e compreensão durante a realização deste trabalho, por todas as demonstrações de amor e cumplicidade e pelo apoio em todas as decisões da minha vida.

A minha mãe Neusa e ao meu pai Albino, a minha irmã Mônica que sempre estiveram presentes em todos os momentos, tristes e felizes da minha vida, me dando forças e apoio para vencer os diversos obstáculos da vida.

As minhas orientadoras Eunice Valduga e Helen Treichel pelo apoio, orientação e por acreditarem no meu trabalho. Aproveito também para agradecer a todos os professores que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

Às minhas amigas, Flávia, Juliana e Milena pela amizade, companheirismo e pela ajuda na realização desta pesquisa.

Às analistas do laboratório da empresa em que foram realizados os experimentos, Michele, Christiane, Maria e Adriana Queiroz, pelo auxílio durante a realização de todas as análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais; a minha colega de trabalho Adriana Cristina, pelo auxílio no registro do produto e a Marina Maschio pela contribuição durante os experimentos *in loco*.

A BRF, BRASIL FOODS S/A, pelo apoio, cooperação e incentivo à minha atualização profissional de forma concomitante ao meu trabalho.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para que esse trabalho fosse concluído com êxito.

Muito obrigada!

“A dúvida é o princípio da sabedoria”.

Aristóteles

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

AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE POLIFOSFATO DE SÓDIO EM RECORTES TEMPERADOS CONGELADOS DE FRANGO

Elidiane Lorenzetti

Setembro/2012

Orientadoras: Eunice Valduga e Helen Treichel

A preferência por produtos de qualidade, a um baixo custo, tem estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam um maior aproveitamento das matérias primas, conservação dos produtos com conseqüente aumento da validade comercial, que proporcionem mínimas alterações bioquímicas, além da praticidade de consumo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adição de polifosfato de sódio e de condições operacionais de massageamento (vácuo, agitação e tempo) sobre a absorção da salmoura em recortes de frango, bem como a estabilidade do produto durante o armazenamento. Os recortes de frango foram adicionados de salmoura e submetidos a diferentes condições operacionais de massageamento, empregando-se a metodologia de planejamento de experimentos. Para avaliação da estabilidade dos recortes temperados de frango foram realizados acompanhamento das características físico-químicas (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), índice de peróxidos e atividade de água), análises microbiológicas (contagem total de micro-organismos psicotróficos, contagem total de aeróbios mesófilos, contagem de bolores e leveduras, contagem de *Escherichia coli*, contagem de coliformes termotolerantes (a 45 °C), contagem de *Staphylococcus aureus*) e análise sensorial (escala estruturada) periodicamente por 12 meses. O vácuo, agitação e tempo apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), sendo que a formulação com 4 % de polifosfato de sódio apresentou um aumento de 2,47 % na absorção da salmoura ao produto. No teste de aceitação, pôde-se comprovar diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos atributos sabor, textura e aspecto geral entre as amostras controle (Formulação B) e a adicionada de 4 % de polifosfato de sódio (Formulação A). Observou-se um aumento no TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) e no índice de peróxido a partir do 8º mês para a Formulação “B” e no 11º mês para a formulação “A”, coincidindo com o período de avaliação sensorial quando os provadores identificaram odor e sabor de ranço fortemente detectado. As análises microbiológicas apresentaram-se dentro dos limites

permitidos pela legislação. A utilização de polifosfato de sódio aumentou a absorção da salmoura ao produto, melhorou o sabor e aumentou a vida de prateleira do produto.

Palavras-chave: Frango, salmoura, polifosfato de sódio, massageamento, estabilidade.

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

EVALUATION OF SODIUM POLYPHOSPHATE'S ADDITION TO FROZEN SEASONED CHICKEN CUTS

Elidiane Lorenzetti

September/2012

Advisors: Eunice Valduga e Helen Treichel

The customer's preference for high quality standards products, at low cost, has been stimulating the development of new technologies that allow a efficient consumption of raw material, product's conservation and its shelf life, that provides minimum biochemical changes and further the consumption's praticity. This work aims to evaluate the influence of the sodium polyphosphate adding and the tumbling process' operational settings (vacuum, stirring and time) upon the brine absorption by chicken pieces just as well as the product's stability during the storage. The chicken pieces were brined and submitted to different tumbling operational settings, employing the experiment planning methodology. To the evaluation of the seasoned chicken pieces' stability were performed several products' physical-chemical characteristics accompaniment tests (thiobarbituric acid's reactive substances –TBARS), peroxide rates and water activity), microbiological tests (aerobic mesophilic and psicotrophic microorganisms counts, mould and yeast counts, *Escherichia coli* counts, thermotolerant coliforms – at 45^a C , *Staphylococcus aureus* counts) and sensory tests (structured scale) periodically for 12 months. The vaccum, stirring and time have diverged significantly ($p<0,05$), for that the 4% of sodium polyphosphate formulation performed a increase of 2,47% on the brine's absorption rate by the product. The acceptance tests corroborate the significant divergence ($p<0,05$) in the flavor, texture and other general aspects between the samples' control (Formulation B) and the one added by 4% of sodium polyphosphate (Formulation A). It was observed the TBARS' (thiobarbituric acid's reactive substances) and the peroxide rates' increased by the 8th month for the Formulation B and by the 11th month for the Formulation A, wich coincided with sensory evaluation period when the tasters identified a rancid odor and flavor. The microbiological analysis has complied the legislation. The use of the sodium polyphosphate has increased the brine absorption by the product, improved the flavor and increased the product's shelf life.

Key words: Chicken, brine, sodium polyphosphate, tumbling, stability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do processo de abate de aves (BRASIL, 1998, adaptada).	20
Figura 2: Fluxograma para o processo de massageamento (PEARSON & GILLET, 1996, adaptada).	24
Figura 3: Aspecto visual do <i>Tumbler</i> utilizado em produtos cárneos (CHINA SUPPLIERS, 2012).	25
Figura 4: Polifosfato de sódio (a), pirofosfato de sódio (b), tripolifosfato de sódio (c), trimetafosfato de sódio (d), respectivamente (SILVA, 2004, adaptada).....	28
Figura 5: Fluxograma das atividades desenvolvidas ao longo do trabalho experimental.....	34
Figura 6: Fluxograma operacional de preparo dos recortes temperados de frango.....	35
Figura 7: Aspecto visual das carcaças cortadas em porções de coxas, sobrecoxas, asas e peito.....	36
Figura 8: Aspecto visual do <i>Tumbler</i> utilizado nos experimentos (a) e do produto após o processo de massageamento (b), respectivamente.	37
Figura 9: Ficha para Caracterização dos Provedores da Análise Sensorial para RTF.	47
Figura 10: Ficha para Análise Sensorial de RTF.	48
Figura 11: Superfícies de resposta (a) e curvas de contorno (b) para absorção de salmoura em recortes temperados de frango (%) em função dos parâmetros tempo (min) e vácuo (mmHg), respectivamente.....	57
Figura 12: Histograma de frequência (%) da intenção de compra das formulações sem adição de polifosfato (Formulação B – Controle) e com 4 % de polifosfato de sódio (Formulação A).	63
Figura 13: Acompanhamento do Índice de Peróxido X TBA durante a vida de prateleira.....	69
Figura 14: Crescimento de aeróbios mesófilos em amostras de recortes temperados de frango, armazenadas a -12° C, durante 360 dias.	71
Figura 15: Crescimento de microorganismos psicrotróficos em amostras de recortes temperados de frango, armazenadas a -12° C durante 360 dias.	72
Figura 16: Características sensoriais (aspecto visual, cor e odor) de amostras de recortes temperados de frango <i>in natura</i> , ao longo de 12 meses de armazenamento.	75
Figura 17: Características sensoriais (aspecto, odor, sabor e textura) de amostras de recortes temperados de frango assadas, ao longo de 12 meses de armazenamento.	75
Figura 18: Ficha de avaliação sensorial, aplicada no teste de qualidade de escala estruturada em recortes temperados de frango.	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção mundial de carne de frango (em milhões de toneladas).	18
Tabela 2: Exportação de carne de frango em mil toneladas.....	19
Tabela 3: Variáveis independentes e níveis utilizados no planejamento fatorial 2 ³	38
Tabela 4: Parâmetros instrumentais utilizados para espectrofotometria de absorção atômica (AAnalyst 200), para determinação do teor de Na.	39
Tabela 5: Parâmetros instrumentais utilizados para espectrofotometria de absorção atômica (AAnalyst 200)	42
Tabela 6: Matriz do planejamento fatorial 2 ³ (valores codificados e reais) e resposta em absorção de salmoura (%).	55
Tabela 7: Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2 ³ para a absorção de salmoura em recortes temperados de frango.	56
Tabela 8: Análise de variância para a absorção de salmoura do planejamento fatorial 2 ³ em recortes temperados de frango.	56
Tabela 9: Absorção da salmoura (%) obtida nas formulações.	58
Tabela 10: Características físico-químicas complementares das amostras de recortes temperados de frango com adição de 4 % de polifosfato de sódio e controle.	60
Tabela 11: Informação nutricional dos recortes temperados de frango (Formulação A e B).	61
Tabela 12: Escores de Aceitação sensorial de consumidores nos atributos sabor, aroma, textura, cor, aspecto geral e intenção de compra das formulações de Recortes temperados de frango.	62
Tabela 13: Índice de Peróxido (mEq/kg) nas diferentes formulações avaliadas de recortes temperados de frango.	65
Tabela 14: Valores de TBARS (mg malonaldeído/kg) nas formulações de recortes de frango temperados.....	67
Tabela 15: Valores de atividade de água (aw) nas diferentes formulações de recortes de frango temperados.....	70
Tabela 16: Características físico-químicas da matéria-prima utilizada na fabricação dos recortes temperados de frango.	91
Tabela 17: Contagem de bolores e leveduras, <i>E. coli</i> , <i>S. Aureus</i> e Coliformes Fecais em Log UFC/g.	92
Tabela 18: Pontuações dos provadores para as amostras de recortes temperados de frango <i>In natura</i>	93
Tabela 19: Pontuações dos provadores para as amostras de recortes temperados de frango.	94

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 ASPECTOS DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA CARNE DE FRANGO	17
2.2 PROCESSAMENTO DA CARNE DE FRANGO	19
2.2.1 Recepção e Pendura	21
2.2.2 Insensibilização.....	21
2.2.3 Sangria	21
2.2.4 Escaldagem	22
2.2.5 Depenagem	22
2.2.6 Evisceração	22
2.2.7 Pré-Resfriamento e Resfriamento.....	23
2.2.8 Gotejamento	23
2.2.9 Classificação das Aves	24
2.2.10 Processamento do Frango Temperado em Pedacos	24
2.2.11 Embalagem.....	26
2.2.12 Congelamento.....	26
2.2.13 Estocagem.....	26
2.3 ADITIVOS E/OU COADJUVANTES UTILIZADOS EM PRODUTOS CÁRNEOS	27
2.3.1 Polifosfatos	27
2.4 FATORES QUE AFETAM A ESTABILIDADE DA CARNE DE FRANGO	29
2.4.1 Oxidação Lipídica	30
2.4.2 Micro-organismos deteriorantes e patogênicos	31
2.5 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO ESTUDO	33
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1 ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DO PRODUTO.....	35
3.1.1 Preparo das Amostras	35
3.1.2 Influência das Condições Operacionais do Massagem – Delineamento Experimental.....	37
3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL	38
3.2.1 Caracterização Físico-Química da Matéria-Prima.....	38
3.2.2 Caracterização Físico-Química dos Produtos Formulados.....	41
3.2.3 Análise Sensorial dos Produtos Formulados.....	46
3.3 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO PRODUTO	49
3.3.1 Determinações Físico-químicas	49

3.3.2 Análises Microbiológicas.....	50
3.3.3 Análise Sensorial	52
3.4 INFORMAÇÃO NUTRICIONAL E REGISTRO DO PRODUTO	52
3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MATÉRIA-PRIMA	54
4.2 ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES.....	54
4.2.1 Efeitos das condições do massageamento sobre a absorção	54
4.2.2 Efeitos da adição do polifosfato de sódio sobre a absorção da salmoura.....	58
4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DOS PRODUTOS FORMULADOS	59
4.3.1 Características Físico-Químicas	59
4.3.2 Avaliação Sensorial	62
4.4 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO PRODUTO	64
4.4.1 Aspectos Físico-Químicos	64
4.4.2 Aspectos Microbiológicos.....	71
4.4.3 Aspectos Sensoriais	74
5.0 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	77
5.1 CONCLUSÕES.....	77
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	77
6.0 REFERENCIAS	78
ANEXO A	90
ANEXO B	91
ANEXO C	92
ANEXO D	93

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o mercado consumidor de carne de aves tem crescido consideravelmente e com isso, a produção de carne de aves também cresceu e veio acompanhada por uma maior diversificação de produtos, principalmente os de elaboração de itens de conveniência, em detrimento da comercialização de carcaças inteiras e/ou cortes. Esta tendência ocorreu em razão da mudança de hábitos da população, já que a praticidade, conveniência, qualidade nutritiva e segurança alimentar, com preços acessíveis, são condições básicas para os negócios na área da alimentação. Sob este aspecto, a carne de frango apresenta vantagens, pois além de apresentar as referidas características, não sofre restrições religiosas e culturais (OLIVO, 2006).

O Brasil é considerado um grande consumidor de carne de frango, sendo que em 2011 o consumo *per capita* de carne de frango foi de 47,4 Kg contra 44 Kg em 2010, de acordo com as informações da União Brasileira de Avicultura - UBABEF. Com isso o consumo por brasileiro foi, em média, de quase 4 kg mensais ou um quilo a cada semana (ABRASEL, 2012).

A indústria de alimentos busca continuamente adaptar-se e desenvolver novos produtos que visem à melhoria na qualidade e principalmente a segurança alimentar. Com um mercado mundialmente mais exigente e competitivo, provocou-se um crescimento nas indústrias de ingredientes e aditivos que têm colocado a disposição um número crescente de variedade destes produtos na última década. As novas formulações e/ou processos para obtenção de alimentos seguros tornam-se possíveis por intermédio do advento de novos ingredientes e aditivos (SOARES *et al.*; 2003).

Dentre estes aditivos, o polifosfato, de acordo com a FAO (1995), é considerado um aditivo intencional, classificado com estabilizante, cuja principal função é estabilizar uma mistura e não permitir que ocorram modificações físicas e químicas do produto.

Nas indústrias cárneas, os fosfatos têm muitas funções, dentre elas o aumento da capacidade de retenção de água, melhoram a cor, o aroma, a suculência, a maciez e o sabor dos produtos cárneos, além disso, produz emulsões mais estáveis (ORDÓÑEZ *et al.*; 2005; YOUNG *et al.*; 1987).

Segundo Marba (2004) os polifosfatos são substâncias que aumentam a capacidade de ligação da água em carnes cozidas, onde a água fica imobilizada na rede formada por proteínas e fosfatos, sendo que esta rede é estabilizada pela coagulação das proteínas durante o tratamento térmico dos produtos. Além disso, os polifosfatos são compostos que apresentam a propriedade de quelar alguns íons como o Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} e Fe^{+3} , prevenindo

o desenvolvimento da rancidez oxidativa, ajudando a estabilizar a cor e o sabor e fornecer proteção contra o crescimento microbiano (SOFOS, 1985; LEE *et al.*; 1998).

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (Brasil, 1997) descreve no artigo 401: “Tolera-se a adição de fosfato dissódico, hexametáfosfato de sódio, pirofosfato de sódio e pirofosfato ácido de sódio às salmouras de cura destinadas a presuntos e paletas, no preparo de produtos enlatados apresuntados de massa triturada, desde que de tal uso não resulte mais de 0,5 % (meio por cento) de fosfato adicionado ao produto final.” Os polifosfatos, seus limites máximos de uso e a atribuição de suas funções na categoria de carne e produtos cárneos também estão apresentados na Portarias nº 1.004 de 11 de dezembro de 1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 1998), com o limite de 0,5 % (meio por cento) de fosfato adicionado ao produto final, acrescentando sua utilização em produtos cárneos salgados crus.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da adição de polifosfato de sódio e de condições operacionais de massageamento (vácuo, agitação e tempo) sobre a absorção da salmoura em recortes de frango, bem como a estabilidade do produto durante o armazenamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item são abordados os diversos conceitos que proporcionam embasamento teórico. Dentre eles estão os aspectos de comercialização e processamento da carne de frango, as causas de alterações na carne de frango e o uso de aditivos alimentares.

2.1 ASPECTOS DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA CARNE DE FRANGO

A carne de frango é um dos alimentos mais consumidos mundialmente segundo a Associação Brasileira de Exportações de Frangos (ABEF, 2010), totalizando aproximadamente 60 milhões de toneladas em 2007. Vários fatores favorecem o consumo de carne de frango, pois além de ser um alimento de alto valor nutritivo, economicamente acessível, apresenta melhor digestibilidade, menor valor calórico e nível de colesterol, quando comparada com a carne bovina, sendo recomendada para recuperação de funções fisiológicas de indivíduos imunocomprometidos (LEITE & FRANCO, 2007).

Os maiores produtores de carne de frango do mundo são Estados Unidos, China e Brasil em ordem decrescente. O Brasil se mantém em terceiro lugar com uma produção de 12,863 milhões de toneladas em 2011 (AVISITE, 2012).

Pelas projeções do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA), em 2012 a produção mundial de carne de frango deve aproximar-se dos 82,2 milhões de toneladas, aumentando 2,2 % em relação a 2011. Já a produção brasileira deve alcançar os 13,250 milhões de toneladas, aumentando 3 % em relação ao que foi estimado para o ano de 2011. Com essa produção, o Brasil deve manter-se como o terceiro produtor mundial, mas com menos de 500 mil toneladas abaixo da China, segundo maior produtor mundial. Juntamente com os EUA, Brasil e China responderão por mais da metade da produção mundial de carne de frango, que em 2012 deve ser 20 % maior que a registrada em 2007 (AVISITE, 2012).

Na Tabela 01 são apresentados os valores de produção mundial de carne de frango (em milhões de toneladas).

Tabela 1: Produção mundial de carne de frango (em milhões de toneladas).

País	2008	2009	2010	2011
Estados Unidos	16,561	15,935	16,563	16,694
China	11,84	12,1	12,55	13,200
Brasil	11,033	11,023	12,312	12,863
União Européia	8,594	8,756	9,095	9,420
México	2,853	2,781	2,809	2,900
Índia	2,49	2,55	2,65	2,900
Rússia	1,68	2,06	2,31	2,575
Argentina	1,43	1,5	1,6	1,770
Tailândia	1,17	1,2	1,28	1,350
Outros Países	14,067	14,388	14,822	16,748
Total	71,718	72,293	75,991	80,420

Fonte: AVISITE (2012).

Em 2007, a avicultura brasileira produziu mais de 9,3 milhões de toneladas de carne de frango. A Região Sul do País lidera a criação de matrizes, sendo que o Paraná apresenta o maior percentual, seguido de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (UBA, 2007).

Do volume total de frangos produzido pelo país em 2010, 69% foi destinado ao consumo interno, e 31% para exportações. Os embarques de 3,819 milhões de toneladas em 2010 representaram um aumento de 5,1% em relação a 2009, um novo recorde histórico para a carne de frango, principal produto das exportações avícolas brasileiras (UBABEF, 2011).

Na Tabela 02 são apresentados os valores de exportação brasileira de frango, considerando a partir de 2005 a inclusão de industrializados (em mil toneladas) (AVISITE, 2012).

Tabela 2: Exportação de carne de frango em mil toneladas.

Ano/Mês	2007	2008	2009	2010	2011
Janeiro	209,2	274,9	274,8	233,3	295,4
Fevereiro	232,4	292,5	263,2	282,5	296,6
Março	303,6	313,2	306,5	331,9	341
Abril	264	270	329,9	309,9	325,3
Mai	275,2	361,4	303,8	322,1	338,5
Junho	259,3	330,1	329	325,2	331,3
Julho	284	339,4	317,2	360,5	310,9
Agosto	304,7	322,7	301,2	347,9	354,3
Setembro	242,1	323,9	289,9	337,6	304,6
Outubro	313,4	315,6	335,4	333,4	335,7
Novembro	298,9	235,1	268,6	319,8	358,7
Dezembro	299,9	266,6	314,7	315,3	350,2
Total	3.286,80	3.645,50	3.634,20	3.819,70	3.942,6

Fonte: AVISITE (2012).

2.2 PROCESSAMENTO DA CARNE DE FRANGO

O processamento das aves ocorre para que ocorra a conversão da carne em um produto comestível, eliminando componentes não desejados como o sangue, penas, vísceras, patas, cabeça e ainda evitar contaminação bacteriana. A qualidade final do produto depende não somente da condição em que estava a ave ao chegar ao local para ser abatida, mas também como a ave é manipulada durante a operação. Lesões, ossos quebrados, partes ausentes, alta quantidade de carcaças reprocessadas podem ocasionar perdas econômicas significativas (SARCINELLI *et al.*; 2007). As operações de abate e processamento das aves estão apresentadas na Figura 1.

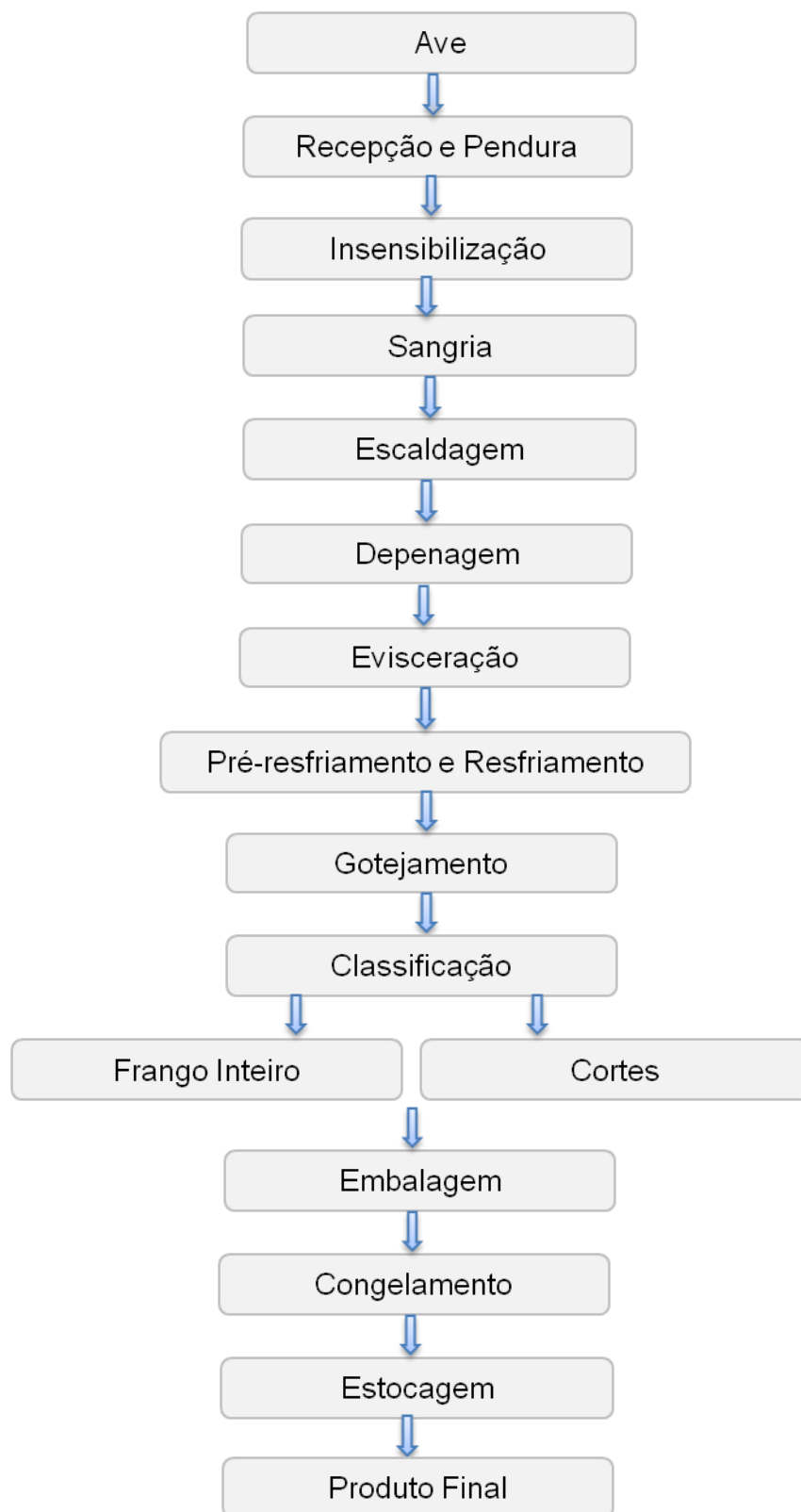


Figura 1: Fluxograma do processo de abate de aves (BRASIL, 1998, adaptada).

2.2.1 Recepção e Pendura

De acordo com a Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998 (BRASIL, 1998), a recepção de aves deve ser realizada em plataforma coberta, devidamente protegida dos ventos e da incidência de raios solares. Deverá dispor de área suficiente, levando-se em conta a velocidade do abate e as operações ali realizadas.

A programação do abate é extremamente importante, pois evita que os frangos passem por longos períodos de espera antes do abate, reduzindo a perda de peso da carcaça, a contaminação de carcaça por rompimento de vísceras (principalmente intestinos, que ficam muito sensíveis quando as aves passam por extensos períodos de jejum), redução das taxas séricas de glicose e o consumo das reservas de glicogênio (BILGILI, 1999).

Na etapa de pendura, as gaiolas são removidas do caminhão para a esteira de transporte, na plataforma de recepção. Em seguida as aves são removidas das gaiolas, são penduradas pelas pernas em suportes ligados a nórea transportadora que é o ponto inicial da operação de abate (PEGORINI, 2005).

2.2.2 Insensibilização

A insensibilização das aves deve ser de preferência por eletronarcore sob imersão em líquido, cujo equipamento deve dispor de registros de voltagem e amperagem. Esta deverá ser proporcional à espécie, tamanho e peso das aves, considerando-se ainda a extensão a ser percorrida sob imersão. A insensibilização não deve promover, em nenhuma hipótese, a morte das aves e deve ser seguida de sangria no prazo máximo de 12 seg (BRASIL, 1998).

A insensibilização propriamente dita é o processo aplicado ao animal, para proporcionar rapidamente estado de insensibilidade, mantendo as funções vitais até a sangria. O atordoamento ou insensibilização é uma etapa fundamental para se garantir o abate dentro dos princípios humanitários, uma vez que este garantirá a inconsciência dos animais antes da sangria (BRASIL, 2000).

2.2.3 Sangria

A operação de sangria deve ser iniciada logo após a insensibilização do animal, de modo a provocar um rápido, profuso e mais completo possível escoamento do sangue, antes que o animal recupere a sensibilidade. A operação de sangria é realizada pela seção

dos grandes vasos do pescoço, no máximo 1 min após a insensibilização. Após a seção dos grandes vasos do pescoço, não serão permitidas, na calha de sangria, operações que envolvam mutilações, até que o sangue escoe ao máximo possível, tolerando-se a estimulação elétrica com o objetivo de acelerar as modificações post-mortem (BRASIL, 2000). A partir da sangria, todas as operações deverão ser realizadas continuamente, não sendo permitidos o retardamento ou o acúmulo de aves em nenhuma de suas fases, até a entrada das carcaças nas câmaras frigoríficas (BRASIL, 1998).

2.2.4 Escaldagem

O processo consiste na imersão das aves em um tanque de água quente agitada, com temperatura de 53 a 55°C pelo tempo necessário (BRASIL, 1998).

O objetivo da escaldagem é facilitar a liberação das penas. A água adensa as penas e facilita a fricção posterior nas depenadeiras. Também constitui uma importante barreira microbiológica, diminuindo as chances de disseminação da microflora superficial das aves no ambiente (ITAL, 1997).

2.2.5 Depenagem

A depenagem é realizada mecanicamente por cilindros rotativos munidos de dedos de borracha que friccionam as carcaças e removem as penas (MEAD, 1995). Segundo Mano *et al.*; (2002), as depenadeiras devem estar localizadas próximas aos tanques de escaldagem, de maneira que a temperatura da pele não diminua muito entre uma operação e outra.

A remoção da pena é mais bem sucedida quando as depenadeiras são localizadas perto dos tanques de escaldagem, de modo que a temperatura permaneça elevada durante a depenagem. Também, as depenadeiras podem ser responsáveis por alterações da carcaça, fraturas das asas, ossos quebrados, especialmente se os dedos de borracha forem gastos ou não posicionados corretamente (NORTHCUTT, 1997).

2.2.6 Evisceração

As carcaças, antes da evisceração, deverão ser lavadas em chuveiros de aspersão dotados de água sob adequada pressão, com jatos orientados no sentido de que toda a carcaça seja lavada. A etapa de evisceração deve ser executada em instalações próprias,

isoladas através de paredes da área de escaldagem e depenagem, compreendendo desde a operação de corte da pele do pescoço, até a toaleta final das carcaças (BRASIL, 1998).

A remoção das vísceras é a fase mais crítica do processo de abate de aves, quando a microbiota intestinal poderá, acidentalmente ou como resultado de operação defeituosa, ter acesso à carcaça, provocando contaminação cruzada. Além disso, por via manual também existe o perigo nas diferentes etapas de retirada das vísceras e coleta das que são comestíveis. Nesta etapa são numerosas as oportunidades para contaminação cruzada pelos implementos, equipamentos e mãos dos operadores, devido à possibilidade de rompimento das vísceras durante a retirada mecânica ou manual (ITAL, 1997).

Essa operação inclui a coleta de miúdos, que normalmente requer a limpeza da moela, coração e fígado. Nesta etapa, as aves são examinadas pelos inspetores federais, que verificam sua sanidade e também realizam-se a remoção de ferimentos, edemas e ossos quebrados (PEGORINI, 2005).

2.2.7 Pré-Resfriamento e Resfriamento

O método de resfriamento convencional utiliza a imersão das carcaças em água em resfriadores contínuos, tipo rosca sem fim.

O resfriamento das carcaças é dividido em dois estágios: no primeiro estágio (*pré-chiller*) são utilizados 1,5 L de água por carcaça e a temperatura da água deve ser de 16°C ou inferior. O tempo máximo de permanência das carcaças no pré-resfriamento não deve ser superior a 30 min. No segundo estágio (*chiller*), a proporção de água é de 1 L por carcaça e a temperatura da água máxima permitida é de 4°C.

A temperatura das carcaças no final de processo de pré-resfriamento deverá ser igual ou inferior a 7°C, temperatura de 10°C é tolerada para as carcaças destinadas ao congelamento imediato (BRASIL, 1998).

2.2.8 Gotejamento

O gotejamento é destinado ao escoamento da água da carcaça decorrente da operação de pré-resfriamento. Ao final desta fase, a absorção da água nas carcaças de aves submetidas ao pré-resfriamento por imersão, não deverá ultrapassar a 8 % de seus pesos.

O gotejamento deverá ser realizado, imediatamente após o pré-resfriamento, com as carcaças suspensas em equipamento de material inoxidável, dispondo de calha coletora de água de gotejamento, suspensa e disposta ao longo do transportador (BRASIL, 1998).

2.2.9 Classificação das Aves

As aves após o gotejamento podem seguir dois destinos: serem embaladas inteira ou espostejada (cortado em partes) para posterior acondicionamento, embalagem e resfriamento e/ou congelamento, estando pronto para expedição (BRASIL, 1998).

2.2.10 Processamento do Frango Temperado em Pedacos

O *tumbleamento* (massageamento) é o processo no qual a carne é colocada no interior de um tanque resfriado, de aço inoxidável, montado sobre uma base giratória, que serve para agitar o conteúdo enquanto faz movimentos de rotação, com velocidade ajustável (PEARSON & GILLET, 1996).

Muitos *Tumblers* são equipados com bomba de vácuo que retira o ar do tanque com um compressor (Figura 3). A massagem sob vácuo previne a entrada de ar no produto e promove um trabalho mecânico que colabora com os demais ingredientes para o aumento da solubilização das membranas celulares e das proteínas miofibrilares (PEARSON & GILLET, 1996). A agitação permite maior extração de proteínas miofibrilares da superfície e, com isso, facilita a absorção de sal e outros ingredientes (BARBUT, 2002). O processo com o *tumbler*, quando comparado com o processo de imersão estática, faz com que mais proteínas sejam extraídas e, portanto, maior quantidade de salmoura seja absorvida (PEARSON & GILLET, 1996). Na Figura 2 observa-se o fluxograma do processo de massageamento.

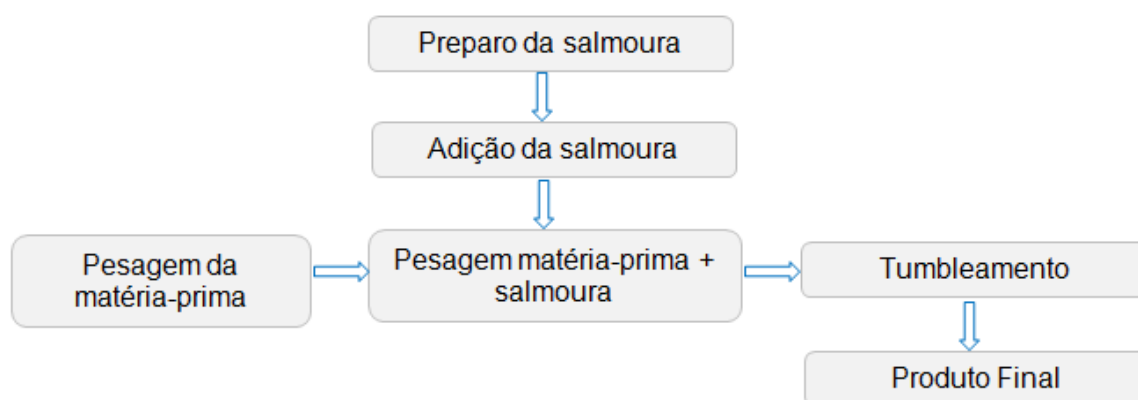


Figura 2: Fluxograma para o processo de massageamento (PEARSON & GILLET, 1996, adaptada).



Figura 3: Aspecto visual do *Tumbler* utilizado em produtos cárneos (CHINA SUPPLIERS, 2012).

A extração das proteínas miofibrilares (principalmente a miosina) é potencializada na faixa de temperatura de 2 a 3°C.

Uma grande variedade de produtos pode ser feita utilizando o processo de massageamento. Cada produto possui propriedades específicas que requerem a consideração de vários fatores de processo. Esses fatores podem otimizar as condições de processamento de diferentes produtos.

- Quanto mais eficiente for à extração das proteínas, melhores serão os resultados de rendimento. Cloreto de sódio (de 1 a 3 %) é utilizado para a solubilização da proteína (ITAL, 1981);
- Os fosfatos, normalmente presentes nas salmouras, são responsáveis pela dissociação da actina da miosina, facilitando assim a solubilização das proteínas, pela influência dos valores de pH (PEARSON & GILLET, 1996);
- Dependendo do modelo de *Tumbler*, origem da matéria-prima (suína, bovina, aves etc.), tamanho da matéria-prima, formulação, quantidade de salmoura etc., há uma relação tempo de massageamento e rotação do tambor que otimiza a absorção da salmoura (ITAL, 1981);
- O massageamento realizado a vácuo é mais eficiente (ITAL, 1981).

A seguir estão relacionadas algumas vantagens do uso do massageamento.

- Aumento do rendimento dos produtos (ITAL, 1981).
- Proporciona maior maciez ao produto e a absorção da salmoura ocorre de forma rápida e uniforme (CHEFTEL *et al.*; 1989).
- Em produtos curados, a absorção dos ingredientes é mais rápida, além de promover maior uniformidade na cor do produto final (CHEFTEL *et al.*; 1989).

- Ao cozinhar o produto, após o massageamento, ocorre a fixação da água através da solidificação do gel protéico. Dessa forma, a combinação de cloreto de sódio e polifosfatos, agindo sinergicamente, aumentam a hidratação das carnes e reduz o gotejamento e perdas por cocção (CHEFTEL *et al.*; 1989).

2.2.11 Embalagem

De acordo com a Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998 (BRASIL, 1998), a embalagem é qualquer forma pela qual o alimento tenha sido acondicionado, empacotado ou envasado.

As carcaças de frango são acondicionadas em embalagem plásticas e em seguida lacradas, enquanto os cortes e os miúdos normalmente são acondicionados em bandejas plásticas recobertas por filme poliolifínico.

2.2.12 Congelamento

O produto depois de embalado é submetido a tratamento de resfriamento em túnel de congelamento com temperatura entre - 35 a - 40°C, com tempo de retenção da maioria dos produtos de 4 h, para que o produto atinja a temperatura de -18°C e seja bem conservado. Nos túneis de congelamento a temperatura constante é de -36°C, e o processo de congelamento devem ser variantes de acordo com produto que esta sendo congelado. Em relação à carne do frango inteiro, sabe-se que a peça inteira leva cerca de 10 h para atingir a temperatura de - 25 a - 35°C e sair do túnel de congelamento dentro do padrão para comercialização. Já o túnel de congelamento de cortes e miúdos leva cerca de 15 h para o congelamento dos produtos (GROSSKLAUS *et al.*,1982).

2.2.13 Estocagem

A estocagem de aves congeladas deverá ser realizada em câmaras próprias, com temperatura nunca superior a -18°C. O setor deve possuir termômetro e aparelhos de mensuração e registros de temperaturas (BRASIL, 1998).

2.3 ADITIVOS E/OU COADJUVANTES UTILIZADOS EM PRODUTOS CÁRNEOS

Aditivo alimentar é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Ao ser agregado, poderá resultar em que o próprio aditivo ou seus derivados se convertam em um componente de tal alimento. Essa definição não inclui os contaminantes ou substâncias nutritivas que sejam incorporadas ao alimento para manter ou melhorar suas propriedades nutricionais (BRASIL, 1997).

Os aditivos usados na indústria de carnes são classificados em: acidulantes, antioxidantes, conservadores, corantes e estabilizantes (ZIMBER, 1985).

2.3.1 Polifosfatos

O polifosfato, de acordo com a FAO (1995), é considerado um aditivo intencional, classificado como estabilizante, cuja principal função é estabilizar uma mistura e não permitir que ocorram modificações físicas e químicas no produto. Os estabilizantes são utilizados na indústria de produtos cárneos para aumentar o poder de retenção de água das proteínas miofibrilares e conseqüentemente manter a integridade do produto (SILVA, 2000).

As duas classes de fosfatos são os ortofosfatos, que contêm um único átomo de fósforo, e os polifosfatos, que contêm dois ou mais átomos de fósforo. Fosfatos são largamente utilizados em um grande número de alimentos processados, incluindo carne vermelha, frango, frutos do mar e produtos lácteos (JURIATTO, 2003).

De acordo com Young *et al.*; (1987) e Marba (2004), os fosfatos e/ou polifosfatos são, geralmente, usados em produtos cárneos para aumentar a capacidade de retenção de água, melhorar a ligação e rendimento no cozimento. Além disso, aumentam a estabilidade da cor em produtos curados; reduzem perdas de suco no cozimento; melhoram suculência e maciez; melhoram sabor; reduzem tempo de cozimento e perdas no descongelamento ("drip"). Entretanto, podem alterar a textura, aumentando a elasticidade e textura aderente. O mais comum é o tripolifosfato de sódio, sendo largamente utilizado pelas indústrias na elaboração de produtos cárneos.

Na Figura 4 podem ser observadas as estruturas moleculares de alguns polifosfatos utilizados na indústria de carnes.

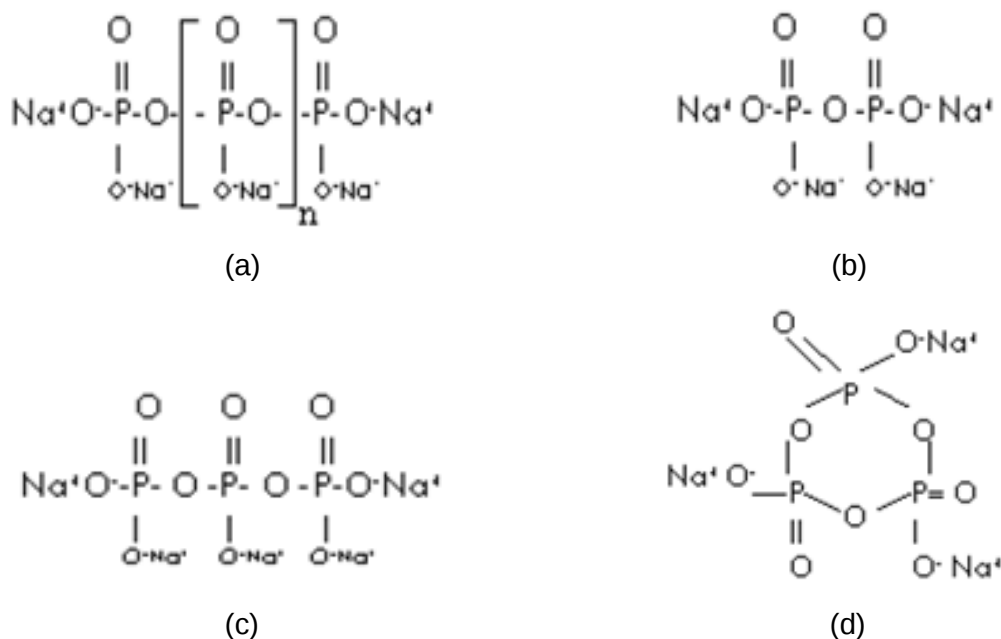


Figura 4: Polifosfato de sódio (a), pirofosfato de sódio (b), tripolifosfato de sódio (c), trimetafosfato de sódio (d), respectivamente (SILVA, 2004, adaptada).

De acordo com (Barbut *et al.*; (1988) e Lee *et al.*; (1994), a adição de polifosfatos em produtos alimentícios ocasiona, também um efeito bactericida. Dentre algumas hipóteses esclarecedoras deste efeito, os autores citam: o efeito quelante de estrutura de íons metálicos essenciais (magnésio e cálcio) na parede celular e de íons metálicos (magnésio e ferro) no sistema citocromo; inibição da síntese de enzimas, e; mudança na atividade de água. No geral os fosfatos são aditivos utilizados para aumentar a água de ligação, emulsificação, retardo da rancidez oxidativa e da mudança de cor de produtos cárneos.

Wu *et al.*; (1990), descrevem que a ligação do complexo actomiosina é clivada pelos polifosfatos, afetando a integridade das proteínas miofibrilares e aumentando a capacidade de retenção de água em carnes.

McMahon & Dawson (1976) e Peterson (1977), pesquisando o efeito do polifosfato em peito de frango resfriado, observaram que houve um aumento de pH e melhora na maciez, em detrimento dos que não obtiveram o tratamento com o aditivo em questão. Sofos *et al.*; (1979), ao acrescentar tripolifosfato de sódio à formulação de produtos cárneos, observou um aumento considerável de pH.

De acordo com Shimp (1981) os polifosfatos apresentam funções bem definidas em produtos cárneos, agindo como tampão, seqüestrando cátions e aumentando a força iônica das soluções. O ponto isoelétrico das proteínas é baixo (pH de aproximadamente 5,4), entretanto, com a adição de polifosfatos o pH da mistura tende a sofrer uma elevação, aumentando assim a água de ligação. O polifosfato é adicionado ao produto cárneo com o

objetivo de aumentar a água de ligação, tendo, isoladamente, um pH maior do que o da carne. Craig *et al.*; (1996), também enfatizam que a adição de tripolifosfato de sódio aumenta o pH da carne e que, soluções contendo sais de fosfatos, possuem pH maior que 7,0, fazendo com que o pH da carne aumente.

Estudos realizados por Silva *et al.*; (2008), mostraram que o uso de polifosfato de sódio em lingüiças de frango aumenta a capacidade de retenção da água e melhora o rendimento e a palatabilidade do produto final.

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (Brasil, 1997) descreve no artigo 401: "Tolera-se a adição de fosfato dissódico, hexametáfosfato de sódio, pirofosfato de sódio e pirofosfato ácido de sódio às salmouras de cura destinadas a presuntos e paletas, no preparo de produtos enlatados apresuntados de massa triturada, desde que de tal uso não resulte mais de 0,5 % de fosfato adicionado ao produto final." Os polifosfatos, seus limites máximos de uso e a atribuição de suas funções na categoria de carne e produtos cárneos também estão apresentados na Portarias nº 1.004 de 11 de dezembro de 1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 1998), com o limite de 0,5 % de fosfato adicionado ao produto final, acrescentando sua utilização em produtos embutidos crus.

2.4 FATORES QUE AFETAM A ESTABILIDADE DA CARNE DE FRANGO

A carne, devido à sua composição química e ao seu grande conteúdo de água, constitui excelente substrato para grande variedade de microorganismos e alterações de ordem bioquímicas, principalmente a oxidação lipídica, os quais influenciam diretamente nas características sensoriais do produto.

A indústria de carnes se preocupa muito com os consumidores, por isso qualquer aspecto que possa causar desconfiança ou rejeição do produto é de interesse da indústria (SILVA, 2004).

As carnes bovinas e de aves são de grande importância na alimentação, justamente por serem alimentos fonte de proteínas de alto valor biológico e lipídios. Processos de conservação através de refrigeração e congelamento, bem como processamento térmico, podem alterar fisicamente as carnes (ANDRADE *et al.*; 2004).

A temperatura de armazenamento dos alimentos é um dos fatores determinantes na qualidade dos produtos expostos à venda. Os alimentos armazenados em temperaturas inadequadas poderão ter suas características organolépticas e microbiológicas afetadas, podendo, desta forma, afetar a saúde dos consumidores. Esses alimentos poderão

apresentar redução da vida útil de prateleira acarretando, com isso, também perdas econômicas (MÜRMAN, 2003).

A qualidade físico-química e, conseqüentemente higiênico-sanitária, de produtos cárneos depende de medidas que devem ser obedecidas desde o período pré-abate até o momento do consumo. A distribuição e a comercialização destes produtos merecem especial atenção, já que é nestes processos que se garante a manutenção da qualidade imposta nos processos anteriores e são estas as etapas mais suscetíveis a erros (CONCEIÇÃO & GONÇALVES, 2009).

2.4.1 Oxidação Lipídica

Os lipídios possuem papel determinante na aceitação de produtos cárneos pelo consumidor, já que a sua concentração, composição e integridade influenciam fortemente na textura, aroma e sabor dos alimentos. A oxidação lipídica é uma das maiores causas de deterioração da qualidade em carnes, contribuindo para a degradação do *flavor* e redução da vida útil dos produtos devido à iniciação da peroxidação (VERCELLOTTI *et al.*; 1992).

A carne de frango é um alimento altamente suscetível à oxidação lipídica em função do alto teor de ácidos graxos insaturados na sua composição. A formação de óxidos de colesterol e as alterações na composição de ácidos graxos, e a conseqüente formação de compostos voláteis provenientes da oxidação lipídica, possuem um papel de destaque dentre os fatores que causam perda de qualidade e das características nutricionais durante o processamento e o armazenamento da carne de frango (MARIUTTI, 2009).

No processo de oxidação as cadeias insaturadas dos ácidos graxos poderão romper-se originando diversos carbonilados de peso molecular mais baixo e responsável pelo odor desagradável dos produtos rançosos. A cadeia insaturada do ácido graxo, na presença de oxigênio, transforma-se em hidroperóxido que se rompe originando compostos voláteis como aldeídos, cetonas, ésteres, lactonas, ácidos graxos de cadeia curta, alcoóis e hidrocarbonetos, alguns com odor bem desagradável e típico de produto rançoso. Essa reação pode ser acelerada por um grande número de fatores, entre eles o oxigênio, luz (especialmente a ultravioleta), temperatura, metais (cobre, ferro, cobalto e manganês), enzimas (lipoxidase), metaloproteínas e presença de oxidantes naturais (GAVA *et al.*; 2008).

De acordo com o mesmo autor, no mecanismo de auto-oxidação ocorrem reações em cadeia, que podem ser separadas em 3 estágios, denominados início, propagação e término. Para seu início é necessário altas temperaturas e certos catalisadores (luz, radiação, traços de metais). No período inicial para a formação do radical livre, torna-se necessária uma elevada energia de ativação (35 a 65 kcal/mol), o que explica a dificuldade da reação iniciar espontaneamente. No período de propagação ocorrem as chamadas

reações em cadeia, onde uma vez formados os radicais livres, eles se combinam com o oxigênio, produzindo mais radicais peróxidos. No período final (término) os radicais reagem entre si, para formar moléculas inativas (GAVA *et al.*; 2008). A propensão da carne e de seus produtos serem submetidos à oxidação, depende, entre vários fatores, da composição dos ácidos graxos (grau de insaturação) e da presença de pró-oxidantes no músculo. Quanto maior o grau de insaturação dos ácidos graxos, maior a susceptibilidade a oxidação da carne, afetando sua cor, sabor, textura e valor nutricional, conseqüentemente a sua qualidade total durante o armazenamento (JAHAN *et al.*; 2004).

A oxidação lipídica, portanto, é o principal acesso pelo qual ocorre perda de qualidade da carne e de seus produtos, depois da deterioração microbiana (GRAY *et al.*; 1996). É um determinante da vida útil do produto, na medida em que gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial e degrada vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (OSAWA *et al.*; 2005).

O valor de TBARS, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, constitui-se numa maneira de expressar o valor obtido no teste de TBA, sendo atualmente mais utilizado, especialmente em carnes e derivados. O teste de TBA quantifica o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados, formado durante o processo oxidativo. A reação envolve o ácido tiobarbitúrico com o malonaldeído, produzindo um composto de cor vermelha, medido espectrofotometricamente (OSAWA *et al.*; 2005).

2.4.2 Micro-organismos deteriorantes e patogênicos

A carne devido a sua composição química e ao seu grande conteúdo de água, constitui excelente substrato para grande variedade de micro-organismos. A carne dos animais sadios pode ser considerada em seu interior, como um produto que não contém micro-organismos e, quando contém, eles são muito escassos. Sua contaminação superficial ocorre durante o abate e em operações posteriores. A superfície da carcaça pode contaminar-se facilmente a partir de diversas fontes, entre as quais se destaca a pele do animal que, além de sua microbiota característica, contém grande número de espécies de microorganismos procedentes das fezes, do solo, da água, da ração, etc.(ORDÓÑEZ *et al.*; 2005).

Estudos têm demonstrado e enfatizado o papel dos alimentos produzidos, processados e conservados em condições inadequadas, na transmissão de agentes patogênicos ao ser humano, podendo seu consumo acarretar risco à saúde (LOBO *et al.*; 2001). Os alimentos podem servir de veículo e/ou substrato para a multiplicação de diversos

micro-organismos, muitas vezes patogênicos, capazes de produzir toxinas, podendo, assim, causar risco à saúde do consumidor quando ingeridos (GONÇALVES, 1998).

A segurança e qualidade dos alimentos como a carne *in natura* pode ser estimada pela contagem de micro-organismos indicadores, que por sua origem, procedência e características próprias, são usadas para avaliar as condições higiênico-sanitárias ou de processamento de um alimento. São exemplos os micro-organismos aeróbios mesófilos, coliformes totais, *Escherichia coli*, bolores e leveduras e micro-organismos psicrotróficos (JAY, 2000).

Dominguez & Schaffner (2007) citaram que bactérias psicrotróficas tem sido identificadas como os micro-organismos predominantemente responsáveis por deterioração de produtos cárneos armazenados aerobicamente. Gil & Newton (1980) relataram que as temperaturas de refrigeração são muito baixas para permitir o crescimento de micro-organismos mesófilos; deste modo, os psicrotróficos são os micro-organismos predominantes. Mesmo sob temperaturas mais elevadas de refrigeração, os mesófilos crescem de forma muito lenta, sendo incapazes de competir com as espécies psicrotróficas. Somente quando a temperatura começa a se aproximar do máximo para o crescimento dos psicrotróficos, cerca de 30°C, os mesófilos começam a dominar a microbiota deteriorante.

As bactérias psicrotróficas são todas aquelas que conseguem crescer a 7°C, independente da sua temperatura ótima de crescimento, entre 20 e 30°C (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1997). Estes micro-organismos podem ser do tipo bacilo, cocos ou víbrios, formadores ou não de esporos, Gram-negativos e/ou positivos, aeróbios e/ou anaeróbios. Entre as bactérias Gram-negativas destacam-se as *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Chromobacterium* e *Flavobacterium* e, entre as Gram-positivas: *Clostridium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus* e *Microbacterium* (SORHAUG & STEPANIAK, 1997; ENEROTH *et al.*; 1998; URAZ & CITAK, 1998). Este grupo de bactérias tem, portanto, enorme importância nos alimentos mantidos em condições de refrigeração tornando-se mais sério o problema devido à extensão da cadeia do frio, desde a produção até o consumidor (FAGUNDES, 2004).

Os micro-organismos psicrófilos e psicrotróficos multiplicam-se bem em ambientes refrigerados, sendo os principais agentes de deterioração de carnes, pescado, ovos, frangos e outros. Nesse grupo podem ser incluídos os seguintes gêneros: *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* e outros (TRIPOD, 2010).

2.5 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO ESTUDO

A sobrevivência das empresas no mercado competitivo atual está diretamente ligada à produção de itens de qualidade a um baixo custo. Além disso, o aumento da concorrência, as rápidas mudanças tecnológicas, a diminuição do ciclo de vida dos produtos e a maior exigência por parte dos consumidores orientam as empresas para que tenham agilidade, produtividade e alta qualidade, que dependem, necessariamente, da eficiência e eficácia da empresa no processo de produção do produto. Torna-se indispensável que as indústrias alimentícias busquem novos processos tecnológicos que permitam um maior aproveitamento das matérias primas, facilidade de consumo (conveniência), melhoria nas características sensoriais do produto, aumento da vida de prateleira, além de agregar valor comercial aos produtos.

Levando em consideração todas as vantagens do uso de polifosfato de sódio em carnes, já citadas até o momento, o presente estudo vem de encontro às necessidades do mercado atual.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste item serão descritos os procedimentos experimentais para elaboração das formulações do produto, avaliação das condições operacionais do massageamento e da adição de polifosfato de sódio em recortes temperados de frango, bem como a metodologia analítica utilizada para a caracterização físico-química do produto, as informações nutricionais, avaliações sensoriais e a estabilidade dos produtos congelados.

O presente trabalho foi realizado seguindo as etapas apresentadas na Figura 5.

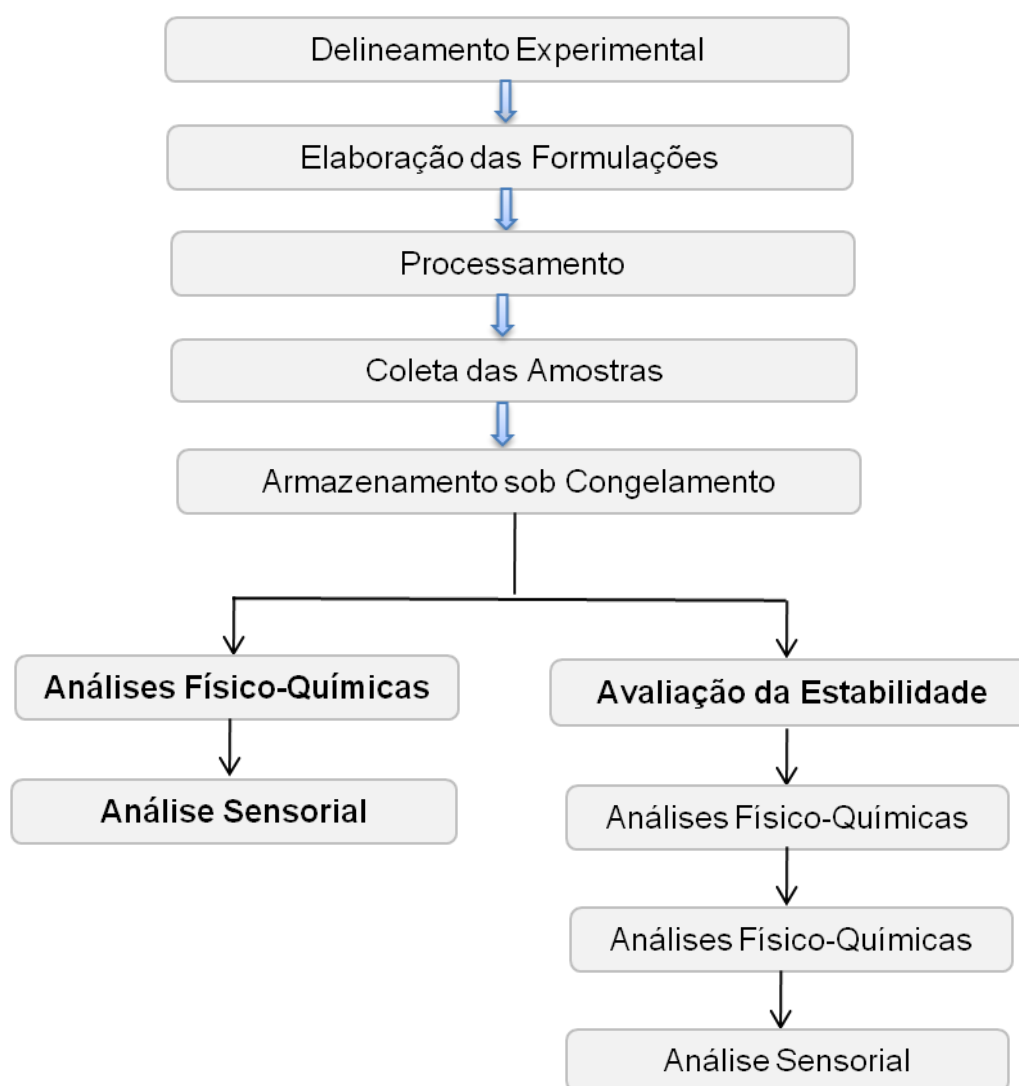


Figura 5: Fluxograma das atividades desenvolvidas ao longo do trabalho experimental.

3.1 ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DO PRODUTO

3.1.1 Preparo das Amostras

Nos ensaios realizados, o produto foi preparado conforme formulação padrão utilizada por um abatedouro de aves, fabricante de recortes temperados de frango, situado no Sudoeste do Paraná. A Figura 6 mostra as etapas de preparo do produto.

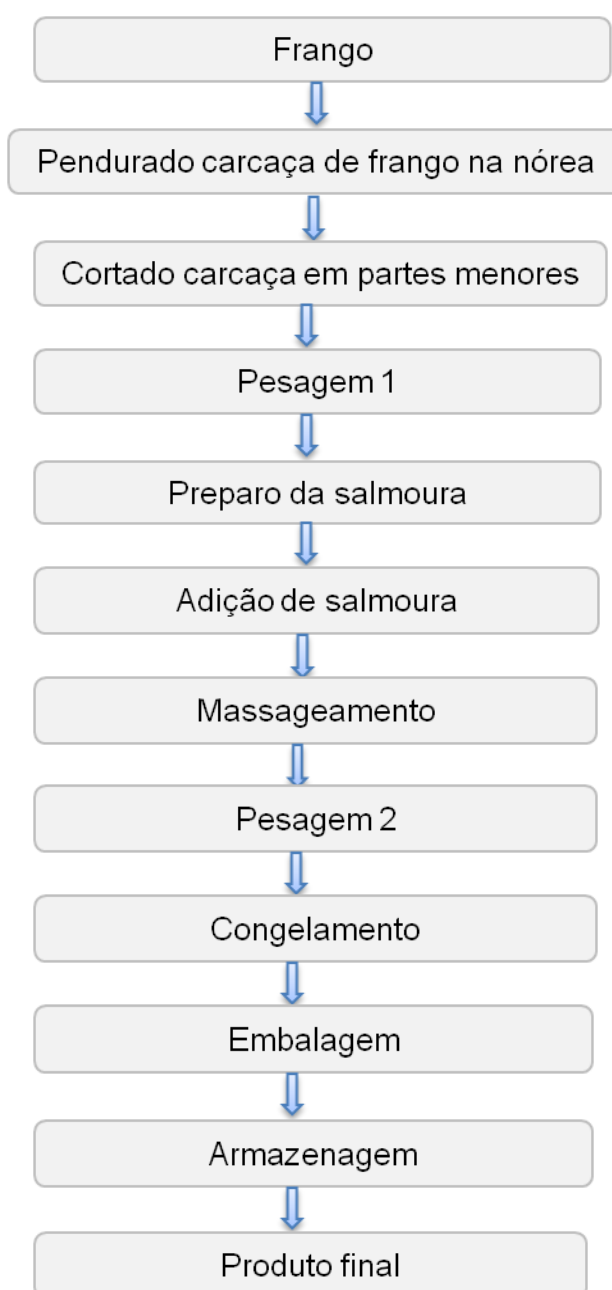


Figura 6: Fluxograma operacional de preparo dos recortes temperados de frango.

As carcaças condicionais (não inteiras) chegaram à seção de preparo do produto através de nórea. Em seguida as carcaças foram cortadas manualmente em discos de corte, aleatoriamente, em pequenos pedaços (≈ 50 g), compreendendo porções de coxas, sobrecoxas, asas e peito, conforme apresentado na Figura 7.



Figura 7: Aspecto visual das carcaças cortadas em porções de coxas, sobrecoxas, asas e peito.

Na sequência as peças foram pesadas em balança digital (Librateck, modelo WT 21-I) e adicionado 10 % de salmoura sobre o peso dos cortes.

A formulação B (controle) foi preparada conforme formulação padrão utilizada pela empresa, contendo água, sal, proteína de soja (Solae), condimentos, vinagre e realçador de sabor (glutamato monossódico - INS 621, (Ajinomoto).

As demais formulações do produto recortes temperados de frango foram preparadas a partir da formulação padrão utilizada pela empresa, adicionando apenas diferentes concentrações de polifosfato de sódio no preparo da salmoura. Foram preparadas amostras com as seguintes concentrações de polifosfato de sódio: 0,35, 1, 3 e 4 %. Todas as formulações seguiram o procedimento de preparo descrito anteriormente (Figura 6).

Após, as peças foram massageadas em um *Tumbler*, (Incomas, modelo GA1800) e pesadas novamente em balança digital (Toledo, modelo Mettler Toledo IND560), para avaliar a quantidade de salmoura absorvida. A Figura 8 apresenta o aspecto visual do *Tumbler* utilizado nos experimentos (a) e o produto após o processo de massageamento (b).



(a)



(b)

Figura 8: Aspecto visual do *Tumbler* utilizado nos experimentos (a) e do produto após o processo de massageamento (b), respectivamente.

Posteriormente, o produto foi distribuído na esteira e seguiu para congelamento em túnel de congelamento (Girofreezer, modelo TCE) a -25°C , por aproximadamente 1 hora. As peças congeladas foram pesadas e embaladas em sacos de polietileno, perfazendo 1 Kg e estocadas a $\leq -12^{\circ}\text{C}$ em câmara específica para este fim.

As formulações foram realizadas em triplicata, durante 4 dias (1 formulação/dia), sempre antes dos intervalos de higienização, como precaução para eliminar a possibilidade de contaminação cruzada.

3.1.2 Influência das Condições Operacionais do Massageamento – Delineamento Experimental

Essa etapa consistiu em avaliar os efeitos das condições operacionais do massageamento, durante o preparo dos recortes temperados de frango, sobre a absorção da salmoura. Para isso, foi utilizado um planejamento composto central 2^3 , o qual tem suas variáveis e níveis apresentados na Tabela 3. Foram fixados os ingredientes da salmoura, temperatura da água para produção de salmoura ($2^{\circ}\text{C} \pm 1$), temperatura da matéria-prima ($4^{\circ}\text{C} \pm 1$), peso das peças ($\approx 50\text{ g}$) e quantidade de amostra preparada (100 Kg). A resposta ou variável dependente estudada foi: absorção da salmoura (%).

Tabela 3: Variáveis independentes e níveis utilizados no planejamento fatorial 2³

Variáveis Independentes*	Níveis		
	-1	0	1
Vácuo (mmHg)	- 414	- 552	- 690
Agitação (rpm)	6	8	10
Tempo (min)	6	8	10

*Variáveis Independentes Fixas: ingredientes e temperatura da água de preparo da salmoura, temperatura da matéria-prima, peso das peças e quantidade de amostra preparada.

3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL

Foram conduzidas análises físico-químicas para caracterização da matéria-prima utilizada na fabricação dos recortes temperados de frango. Também foram avaliadas as características físico-químicas da formulação controle (B) e da formulação que apresentou maior porcentagem de salmoura absorvida após o processo de massageamento (formulação A). A análise sensorial foi realizada comparando a formulação que apresentou maior absorção de salmoura (A) e a formulação controle (B). As análises físico-químicas foram realizadas nos laboratórios da referida empresa produtora de recortes temperados de frango, com exceção da análise de fibra alimentar que foi realizada no ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos).

3.2.1 Caracterização Físico-Química da Matéria-Prima

3.2.1.1 Preparo das Amostras

Carcaças de frangos não inteiras foram desossadas e as porções contendo carne e pele, foram trituradas e homogeneizadas em um triturador (Robot Coupe, modelo Blixer 3). Em seguida foram conduzidas análises físico-químicas, conforme abaixo.

3.2.1.2 Componentes Minerais

a) Cinzas totais

As cinzas (resíduo mineral fixo) foram determinadas por método gravimétrico, de acordo com AOAC (2007) e a IN Nº 20, de 21 de Julho de 1999 (BRASIL, 1999).

Inicialmente foi pesado o cadinho de porcelana, limpo e previamente calcinado em mufla (Quimis, modelo Q318.D24) a $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 30 min e resfriado em dessecador até equilíbrio com a temperatura ambiente. Adicionou-se 3 g de amostra em cadinho que foram carbonizadas em chapa elétrica (Quimis, modelo Q313AM) e em seguida levadas para o forno mufla, por cerca de 6 h até a obtenção de cinzas claras. Após, as amostras foram retiradas da mufla, resfriadas em dessecador e pesadas. Os resultados foram expressos em g cinzas/100 g de amostra.

b) Sódio

A quantificação de sódio foi realizada pela técnica de espectrometria de absorção atômica (atomização em chama), de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

As cinzas obtidas das amostras (ensaio de cinzas) foram dissolvidas com ácido clorídrico 1 M, filtradas (papel filtro Whatmann quantitativo) e transferidas para um balão volumétrico de 50 mL.

A solução padrão foi diluída e preparada com HCL 1 M, na concentração recomendada: Na (0,1 a 0,8 mg/L).

Para eliminar possíveis interferências na determinação de Na adicionou-se óxido de lantânio nas amostras e na solução padrão na proporção de 1 % (m/v).

O sódio foi determinado por espectrometria de absorção atômica em chama - FAAS (Perkin Elmer - AAnalyst 200). Empregaram-se lâmpadas de cátodo oco de Na, como fonte de radiação. O teor de sódio foi medido em condições de operação otimizada por FAAS em chama ar/acetileno, com pressão ajustada dos gases (Ex: ar = 3 bar e acetileno = 1 bar). As leituras de Na foram realizadas no FAAS, no modo absorção. Os cálculos do teor de sódio nas amostras foram baseados em uma curva de calibração obtida com a solução padrão.

A Tabela 4 apresenta os parâmetros instrumentais utilizados para espectrofotometria de absorção atômica (AAnalyst 200).

Tabela 4: Parâmetros instrumentais utilizados para espectrofotometria de absorção atômica (AAnalyst 200), para determinação do teor de Na.

Elemento	λ (nm)	Intensidade da lâmpada (mA)	Fenda (nm)	Concentração de trabalho (mg/L)	Gás oxidante
Na	330,3	10	1,8	0,1 – 0,8	Acetileno

3.2.1.3 Lipídios Totais

Os lipídios totais foram determinados pelo método de Soxhlet, em extração com solvente a quente (AOAC, 2007). Inicialmente, pesou-se 5 g de amostra, dessecada na estufa por 2 h, transferiu-se para um cartucho de extração e conectou-se ao aparelho extrator de Soxhlet (Marconi, modelo MA-044/491). Extraíu-se em aparelho de soxhlet (cujo balão foi previamente aquecido por 1 h em estufa (Quimis, modelo Q-317B) a 105 °C resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado), com éter etílico, por 6 h. Recuperou-se o solvente e o balão com o resíduo foi dessecado em estufa a 105 °C por aproximadamente 1 h (peso constante). Os resultados foram expressos em g de gordura/100 g de amostra.

3.2.1.4 Proteína

O teor de nitrogênio e/ou conteúdo protéico foi determinado pelo método de combustão – Método de Dumas de acordo com metodologia descrita pela AOAC (2007). Inicialmente, pesou-se 0,15 – 0,30 g de amostra em folha de estanho e secou-se em estufa (Fanem, modelo 320-SE) a 105 °C por 30 min. A folha de estanho foi fechada e introduzida no equipamento de combustão (Leco FP 2000). A leitura do teor de proteína foi realizada diretamente no equipamento (3 a 5 min cada amostra). Para o cálculo da proteína bruta, levou-se em consideração o teor de nitrogênio obtido, multiplicado pelo fator de conversão de nitrogênio para proteína, de 6,25. Os resultados foram expressos em g de proteína/100 g de amostra.

3.2.1.5 Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico de acordo com a AOAC (2007) e as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005). Pesou-se 5 g de amostra (em uma cápsula seca em estufa por 1 h e esfriada ate temperatura ambiente) e levou-se em estufa (Fanem, modelo 320-SE) a 105 °C por 6 h (ate peso constante). Após foi retirado da estufa, transferido para dessecador ate temperatura ambiente e pesado. Os resultados foram expressos em g de umidade/100g de amostra

3.2.2 Caracterização Físico-Química dos Produtos Formulados

3.2.2.1 Preparo das amostras

As amostras inicialmente foram desossadas e as partes contendo carne e pele, foram trituradas e homogeneizadas em um triturador (Robot Coupe, modelo Blixer 3). Foram conduzidas determinações de componentes minerais, frações lipídicas, proteína, umidade, frações de fibras, carboidratos e valor calórico.

3.2.2.2 Componentes Minerais

a) Cinzas totais

As cinzas (resíduo mineral fixo) foram determinadas por método gravimétrico, de acordo com AOAC (2007) e a IN Nº 20, de 21 de Julho de 1999 (BRASIL, 1999).

Inicialmente foi pesado o cadinho de porcelana, limpo e previamente calcinado em mufla (Quimis, modelo Q318.D24) a $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 30 min e resfriado em dessecador até equilíbrio com a temperatura ambiente. Adicionou-se 3 g de amostra em cadinho que foram carbonizadas em chapa elétrica (Quimis, modelo Q313AM) e em seguida levadas para o forno mufla, por cerca de 6 h até a obtenção de cinzas claras. Após, as amostras foram retiradas da mufla, resfriadas em dessecador e pesadas. Os resultados foram expressos em g cinzas/100 g de amostra.

b) Macro e microminerais

A quantificação dos componentes minerais (ferro, cálcio e sódio) foi realizada pela técnica de espectrometria de absorção atômica (atomização em chama), de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

As cinzas obtidas das amostras (ensaio de cinzas) foram dissolvidas com ácido clorídrico 1 M, filtradas (papel filtro Whatmann quantitativo) e transferidas para um balão volumétrico de 50 mL.

As soluções padrão dos micro e macronutrientes foram diluídas e preparadas com HCL 1 M, nas concentrações recomendadas: Na (0,1 a 0,8 mg/L); Fe (0,1 a 3 mg/L); Ca (0,2 a 4 mg/L).

Para eliminar possíveis interferências na determinação de Ca e Na adicionou-se óxido de lantânio nas amostras e nas soluções padrões na proporção de 1 % (m/v).

Os componentes minerais foram determinados por espectrometria de absorção atômica em chama - FAAS (Perkin Elmer - AAnalyst 200). Empregaram-se lâmpadas de cátodo oco de Ca, Na e Fe, como fonte de radiação. Os elementos foram medidos em

condições de operação otimizada por FAAS em chama ar/acetileno, com pressão ajustada dos gases (Ex: ar = 3 bar e acetileno = 1 bar). As leituras de Ca, Na e Fe foram realizadas no FAAS, no modo absorção. Os cálculos dos teores dos minerais nas amostras foram baseados em uma curva de calibração obtida com as soluções padrões.

A Tabela 5 apresenta os parâmetros instrumentais utilizados para espectrofotometria de absorção atômica (AAnalyst 200).

Tabela 5: Parâmetros instrumentais utilizados para espectrofotometria de absorção atômica (AAnalyst 200)

Elemento	λ (nm)	Intensidade da lâmpada (mA)	Fenda (nm)	Concentração de trabalho (mg/L)	Gás oxidante
Ca	422,7	25	2,7	0,2 – 4,0	Acetileno
Na	330,3	10	1,8	0,1 – 0,8	Acetileno
Fe	248,3	30	1,8	0,1 – 3,0	Acetileno

c) Cloretos (NaCl)

A determinação de cloretos foi realizada pelo método de Mohr, de acordo com a IN N° 20, de 21 de Julho de 1999 (BRASIL, 1999) e a IN N° 22, de 14 de Abril de 2003 (BRASIL, 2003).

Inicialmente, adicionou-se cerca de 3 g de amostra em cadinho de porcelana que foram carbonizadas em chapa aquecedora (Quimis, modelo Q313AM) e em seguida incineradas em forno mufla (Quimis, modelo Q318.D24) 550 °C por 3 horas. As cinzas foram dissolvidas com ácido nítrico 1:9 (2 a 3 gotas), 10 mL de água destilada e aquecido até a dissolução da amostra. A amostra foi filtrada em um erlenmeyer de 250 mL e lavado o filtro com água quente até completar aproximadamente 50 mL. Em seguida a amostra foi neutralizada com hidróxido de sódio 0,1 M até pH 6,5 a 10,5, esfriada, adicionada algumas gotas de indicador cromato de potássio 5 % e titulada com nitrato de prata 0,1 M até o aparecimento de uma coloração vermelho tijolo. Os resultados foram expressos em g de NaCl/100 g de amostra.

d) Fosfato

O fosfato foi determinado por espectrofotometria UV-Vis baseado nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005). As cinzas (resíduo mineral) foram dissolvidas com 10 mL de ácido clorídrico (1:1) e aquecidas em chapa elétrica (Quimis, modelo Q313AM) até ebulição. Após esfriar foi transferido todo o conteúdo do cadinho para um balão volumétrico

de 100 mL e completado o volume. Em seguida transferiu-se 3 mL de amostra em um balão de 50 mL, foi adicionado 1,25 mL do reagente vanadomolibdato de amônio e completado o volume com água destilada. Em seguida preparou-se o branco com os reagentes e água e os padrões de 0,2 e 0,4 mg de P_2O_5 . Deixou-se em repouso por 10 min e realizou a leitura em espectrofotômetro UV-Vis (Varian, modelo 50 CONC Uv-Visible Spectrophotometer) em comprimento de onda de 420 nm. Os resultados foram expressos em g de fosfato/100 g de amostra.

3.2.2.3 Frações Lipídicas

a) Lipídios Totais

Os lipídios totais foram determinados pelo método de Soxhlet, em extração com solvente a quente (AOAC, 2007). Inicialmente, pesou-se 5 g de amostra, dessecada na estufa por 2 h, transferiu-se para um cartucho de extração e conectou-se ao aparelho extrator de Soxhlet (Marconi, modelo MA-044/491). Extraíu-se em aparelho de soxhlet (cujo balão foi previamente aquecido por 1 h em estufa (Quimis, modelo Q-317B) a 105 °C resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado), com éter etílico, por 6 h. Recuperou-se o solvente e o balão com o resíduo foi dessecado em estufa a 105 °C por aproximadamente 1 h (peso constante). Os resultados foram expressos em g de gordura/100 g de amostra.

b) Ácidos Graxos

Os ácidos graxos foram determinados por cromatografia gasosa de acordo com a AOAC (2007). Foram pesadas cerca de 0,3 g de amostra em erlenmeyer de 125 mL, adicionados 5 mL de solução metanólica de KOH 0,5 M, mantido em sistema de refluxo por 10 min em chapa elétrica (Tecnal, modelo TE-0851) conectado ao condensador Friederichs (Marconi, modelo MA044/8/50). Adicionou-se 15 mL de solução de esterificação ao erlenmeyer e deixado refluxar por mais 10 min. Em seguida foi lavado o condensador com álcool 96° GL, deixado esfriar e transferido a solução para o funil de separação. Adicionou-se ao erlenmeyer 25 mL de água destilada, lavando-o e transferindo para o funil de separação. Repetiu-se esta etapa por 2 vezes com 25 mL de éter etílico e agitado por um minuto. Após foi lavado a porção etérea com 25 mL de água destilada, com agitação por um minuto e descartado a fase aquosa após cada lavagem. Filtrou-se a fase etérea com papel de filtro e sulfato de sódio anidro, recolhendo o filtrado em béquer de 250 mL e lavando o funil de separação com 25 mL de éter de petróleo. Foi deixado evaporar e adicionou-se 10 mL de hexano. Desta solução injetou-se 1 µL em cromatógrafo gasoso (Agilent, modelo 6890), bem como os padrões de ácidos graxos. Foi realizada a quantificação por

normalização de área, considerando que todos os ácidos graxos estão apresentados no cromatógrafo.

c) Colesterol

O colesterol foi determinado pelo método de cromatografia gasosa (CG), baseado no descrito por Al-Hasani *et al.*; (1993). Pesou-se cerca de 15 g da amostra, em um balão de fundo chato e adicionou-se 10 mL de solução de KOH 50 , 60 mL de álcool etílico (P.A) e 5 mL de colestane 0,25 mg/mL. Aqueceu-se conectada a um condensador, até a fervura e depois deixado refluxar por 30 min. Após esfriar, a solução saponificada foi transferida cuidadosamente para um funil de separação de 500 mL, adicionado 200 mL de água + fenolftaleína e agitado por um minuto. Separando-se as fases, foi descartada a fase aquosa e repetido a lavagem com água + fenolftaleína até que a coloração rósea não se formasse mais. A amostra foi filtrada em papel filtro, com sulfato de sódio anidro, em béquer de 250 mL e lavado com 25 mL de éter de petróleo. Após evaporação do conteúdo do béquer, foi adicionado 5 mL de hexano e injetado 1 µL dessa solução no injetor do cromatógrafo gasoso (Agilent, modelo 6890) bem como as diversas concentrações de padrão de colesterol + colestane (0,1 a 2,0 mg/mL), para obtenção da curva de calibração. A quantificação de colesterol nas amostras foram baseadas em uma curva de calibração obtida com as soluções padrões.

3.2.2.4 Proteína

O teor de nitrogênio e/ou conteúdo protéico foi determinado pelo método de combustão – Método de Dumas de acordo com metodologia descrita pela AOAC (2007). Inicialmente, pesou-se 0,15 – 0,30 g de amostra em folha de estanho e secou-se em estufa (Fanem, modelo 320-SE) a 105 °C por 30 min. A folha de estanho foi fechada e introduzida no equipamento de combustão (Leco FP 2000). A leitura do teor de proteína foi realizada diretamente no equipamento (3 a 5 min cada amostra). Para o cálculo da proteína bruta, levou-se em consideração o teor de nitrogênio obtido, multiplicado pelo fator de conversão de nitrogênio para proteína, de 6,25. Os resultados foram expressos em g de proteína/100 g de amostra.

3.2.2.5 Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico de acordo com a AOAC (2007) e as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005). Pesou-se 5 g de amostra (em uma cápsula seca em estufa por 1 h e esfriada ate temperatura ambiente) e levou-se em estufa

(Fanem, modelo 320-SE) a 105 °C por 6 h (até peso constante). Após foi retirado da estufa, transferido para dessecador até temperatura ambiente e pesado. Os resultados foram expressos em g de umidade/100g de amostra

3.2.2.6 Frações das Fibras

A fibra-bruta foi determinada por método ácido-básico, de acordo com metodologia descrita pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005). Inicialmente, pesou-se de 1 a 3 g de amostra seca (1 mm de granulometria) previamente desengordurada em cadinho filtrante de vidro. Conectou-se o cadinho ao sistema de extração. Adicionou-se pela parte superior do extrator 150 mL de ácido sulfúrico a 1,25 %, previamente aquecido em chapa elétrica, levado a ebulição por 30 min. Em seguida, filtrou-se a solução aquosa e lavou-se a amostra com 3 porções de 50 mL de água aquecida.

Posteriormente, efetuou-se a digestão básica, adicionando 150 mL de hidróxido de sódio a 1,25 %, previamente aquecido em chapa elétrica, levado a ebulição por 30 min. Filtrou-se e lavou-se o sistema com 3 porções de 50 mL de água aquecida e adicionou-se 10 mL de acetona. Os cadinhos foram levados a estufa por 3 a 4 h (peso constante) e posteriormente ao forno mufla (Quimis, modelo Q318.D24) a 550 °C por 1 h. A fibra-bruta foi determinada pela diferença da amostra dessecada em estufa e da incineração em mufla e expressa em g de fibra/100g de amostra.

A fibra alimentar foi determinada pelo método enzimático e realizada pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos, conforme metodologias descritas por HORWITZ (2006) e PROSKY *et al.*; (1992).

3.2.2.7 Carboidratos

Os carboidratos foram determinados de acordo com a RDC Nº 360, de 23 de Dezembro de 2003 (BRASIL, 2003).

Os carboidratos totais foram obtidos por cálculos, conforme legislação, através da diferença entre 100 e a soma dos outros constituintes do produto (proteína, umidade, lipídeos, cinzas e fibras) e os resultados foram expressos em g/100 g de amostra.

3.2.2.8 Valor Calórico

O valor calórico foi calculado com base na RDC Nº 360, de 23 de Dezembro de 2003 (BRASIL, 2003).

O cálculo foi realizado multiplicando-se os valores em gramas de proteínas por 4 kcal/g, lipídios por 9 kcal/g e carboidratos por 4 kcal/g, respectivamente. Os resultados foram expressos em kcal por 100 g amostra.

3.2.3 Análise Sensorial dos Produtos Formulados

3.2.3.1 Preparo das amostras

As amostras de recortes temperados de frango (RTF) utilizadas nos testes sensoriais (Formulação A – 4 % de polifosfato de sódio; Formulação B – controle sem adição de polifosfato de sódio) foram mantidas nas embalagens originais e estocadas a ≤ -12 °C até o momento do preparo. As amostras foram acomodadas em uma bandeja e mantidas em geladeira por cerca de 10 h até o descongelamento. Em seguida foram preparadas em fritadeira (Multifritas, modelo SI1.5) por imersão em óleo de soja quente.

3.2.3.2 Aceitabilidade e Intenção de compra

Cinquenta provadores não treinados, funcionários da empresa, de ambos os sexos, apresentando idades entre 18 e 50 anos, avaliaram as amostras. Cada provador recebeu 2 amostras diferentes de RTF, contendo vários pedaços de aproximadamente 30 g, distribuídos em recipientes idênticos de vidro, codificados com números de três dígitos e acompanhados de um copo de água mineral (branco) a temperatura ambiente, a ser utilizados pelo provador antes e entre as degustações das amostras.

Foi utilizado teste de aceitabilidade para avaliação das amostras, em que o indivíduo expressou o grau de gostar ou desgostar do alimento, avaliando as amostras quanto a: cor, textura, odor (aroma), sabor e aspecto geral, através da Escala Hedônica estruturada de nove pontos (QUEIROZ & TREPTOW, 2006).

3.2.3.3 Caracterização da Equipe Sensorial

A caracterização dos provadores considerou sexo, grau de escolaridade, idade, grau de gostar e frequência de consumo do produto RTF.

A Figura 9 apresenta o modelo de ficha utilizado para caracterização dos provadores da análise sensorial e a Figura 10 as fichas utilizadas para avaliação sensorial das amostras.

ANÁLISE SENSORIAL DE RECORTES TEMPERADOS DE FRANGO

Nome: _____ Data: _____

Escolaridade: _____

Faixa etária: () 10-17 () 18-25 () 26-35 () 36-45 () 46-50 () > 50

Com que frequência você consome:

RECORTES TEMPERADOS DE FRANGO DA EMPRESA EM QUE VOCÊ TRABALHA

() Todo dia () 3-4 vezes/ semana () 1-2 vezes/ semana () 1 vez/ quinzena () 1 vez/ mês

RECORTES TEMPERADOS DE FRANGO DE OUTRAS MARCAS

() Todo dia () 3-4 vezes/ semana () 1-2 vezes/ semana () 1 vez/ quinzena () 1 vez/ mês

Quanto você gosta de:

RECORTES TEMPERADOS DE FRANGO DA EMPRESA EM QUE VOCÊ TRABALHA

() Gosto muitíssimo () Gosto muito () Gosto moderadamente () Gosto ligeiramente

RECORTES TEMPERADOS DE FRANGO DE OUTRAS MARCAS

() Gosto muitíssimo () Gosto muito () Gosto moderadamente () Gosto ligeiramente

Caso você tenha alergia ou intolerância a qualquer componente da formulação do produto (proteína de soja, glutamato monossódico, polifosfato de sódio e condimentos), NÃO assine esta ficha. Sou voluntário e concordo em participar deste teste.

Assinatura: _____

Figura 9: Ficha para Caracterização dos Provedores da Análise Sensorial para RTF.

ANÁLISE SENSORIAL

Nome: _____ Data: _____

1. OBSERVE ou PROVE e INDIQUE o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU de cada atributo da amostra.

ESCALA
9. Gostei muitíssimo
8. Gostei muito
7. Gostei moderadamente
6. Gostei ligeiramente
5. Nem gostei, nem desgostei
4. Desgostei ligeiramente
3. Desgostei moderadamente
2. Desgostei muito
1. Desgostei muitíssimo

Amostra	Sabor	Odor (Aroma)	Textura	Cor	Aspecto geral
-----	()	()	()	()	()
-----	()	()	()	()	()

2. Assinale para cada uma das amostras, qual seria a sua atitude quanto à compra do produto usando a escala abaixo.

ESCALA	_____	_____
5. Certamente compraria	()	()
4. Provavelmente compraria	()	()
3. Tenho dúvidas se compraria	()	()
2. Provavelmente não compraria	()	()
1. Certamente não compraria	()	()

Figura 10: Ficha para Análise Sensorial de RTF.

3.3 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO PRODUTO

Avaliou-se a estabilidade da formulação controle utilizada pela empresa, sem adição de polifosfato de sódio (Formulação B) e a formulação com adição de polifosfato de sódio, que apresentou maior absorção de salmoura (Formulação A). Foram preparadas novamente as amostras de ambas as formulações (A e B) e armazenadas em congelador com temperatura controlada a $\leq -12\text{ }^{\circ}\text{C}$ para a condução das análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, mensalmente, por um período de 12 meses.

Para as análises microbiológicas foram pesadas assepticamente 25 g das amostras, em embalagens estéreis e adicionados 225 mL da solução diluente de água peptonada 0,1 %. Após isto as amostras foram homogeneizadas por 2 min (Stomacher, modelo 400) e preparadas as diluições desejadas. Para as análises realizadas foi utilizado a diluição 10^{-1} .

Todas as análises microbiológicas, sensoriais e físico-químicas foram realizadas nos laboratórios da indústria de frangos, com exceção da determinação de índice de peróxido e determinação de TBARS (substâncias reativas ao tiobarbitúrico), que foram realizadas no laboratório Físico-Químico da URI – Campus Erechim.

3.3.1 Determinações Físico-químicas

a) Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

As substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBA) foram realizadas de acordo com metodologia descrita por RAHARJO *et al.*; (1992). Adicionou-se 0,5 mL de butil hidroxitolueno (BHT) 0,5 % em um tubo contendo 5 g de amostra triturada. Em seguida, adicionou-se 2 mL de solução de sulfanilamida 0,5 % e deixou em repouso por 10 min. Posteriormente, 18 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5 % e homogeneizou-se. Em uma alíquota de 2 mL do filtrado, adicionou-se 2 mL de TBA 0,08 M e a reação foi conduzida em banho-maria (40°C) por 1 h e 30 min. Posteriormente, realizou-se leitura em espectrofotômetro (Beckman Coutler, modelo DU640) a 531 nm. A quantificação foi realizada frente a uma curva padrão de solução de tetraetoxipropano (TEP) (1.10^{-8} a 10.10^{-8} mol/mL). Os resultados foram expressos em mg de malonaldeído/Kg de amostra.

b) Índice de Peróxidos

Inicialmente as amostras foram cortadas em pedaços de 30 a 100 g e trituradas em processador com 250 mL de clorofórmio por 2 a 3 min. Filtrou-se imediatamente todo o conteúdo do processador em papel de filtro pregueado e refiltrado em papel de filtro que continha uma pequena quantidade de sulfato de sódio anidro, utilizando 100 mL de

clorofórmio para lavar o recipiente. Na seqüência foi transferido volumetricamente 25 mL do filtrado obtido por erlenmeyer de 250 mL, adicionado 37 mL de ácido acético p.a. e 1 mL de solução saturada de iodeto de potássio. Manteve-se em repouso por 1 min, agitando ocasionalmente em ausência de luz. Em seguida adicionou-se 30 mL de água e titulado com solução de tiosulfato de sódio 0,01 N usando solução de amido a 1 % como indicador. Para determinação da massa na alíquota foi pipetado volumetricamente 25 mL do extrato clorofórmico para uma cápsula previamente seca, evaporado o solvente em banho-maria a 60 °C, secado em estufa a 105° C por 30 min, resfriado em dessecador e pesado. A massa obtida foi utilizada para os cálculos. Os resultados foram expressos em mEq/kg de amostra (BRASIL,1981).

c) Atividade de Água (a_w)

A atividade de água foi determinada utilizando-se um medidor de A_w Aqualab (Decagon modelo 3TE), efetuando-se a calibração do aparelho com uma solução padrão de KCl 0,5 Molal com $0,983 \pm 0,001$ de a_w até a sua estabilização, e em seguida realizada a leitura da a_w/T °C da amostra (BRASEQ, 2012).

3.3.2 Análises Microbiológicas

Para contagem de microorganismos foi utilizado o método de placas da 3M™ Petrifilm™ .

a) Contagem Total de Micro-organismos Psicotróficos

A contagem foi realizada de acordo com a (APHA, 2001) e (AOAC, 2007). Para contagem de micro-organismos psicotróficos, foi utilizado o método de placas Petrifilm AC – para contagem de psicotróficos. Com auxílio de uma pipeta foi adicionado 1 mL da diluição 10^{-1} no centro da superfície quadriculada e delicadamente foi solto a película superior da placa. Após com o auxílio de um difusor foi demarcado à área da placa para espalhar o inóculo, aguardou-se 1 min para solidificação do gel e em seguida a placa foi incubada a 25°C (+/- 1° C) por 72 h (+/- 2 h). Para expressão dos resultados foi contado todas as colônias vermelhas de todos os tamanhos e intensidades de cores, contagem foram expressas em UFC/g.

b) Contagem Total de Aeróbios Mesófilos

Para contagem de aeróbios mesófilos, foi utilizado o método de placas Petrifilm AC – para contagem de aeróbios mesófilos de acordo com a APHA (2001) e AOAC (2007).

A análise foi realizada a partir da diluição 10^{-1} . Com auxílio de uma pipeta foi adicionado 1 mL da diluição escolhida no centro da superfície quadriculada e delicadamente foi solto a película superior da placa. Após com o auxílio de um difusor foi demarcado a área da placa para espalhar o inóculo, aguardou-se 1 min para solidificação do gel e em seguida a placa foi incubada a 35°C (+/- 1° C) por 48 hs (+/- 2 h). Para expressão dos resultados foi contado todas as colônias vermelhas de todos os tamanhos e intensidades de cores e as contagens foram expressas em UFC/g.

c) Contagem de Bolores e Leveduras

As contagens de bolores e leveduras das amostras de frango e passarinho temperado foram realizadas utilizando o sistema Petrifilm YM, em conformidade com as orientações do fabricante.

As placas foram incubadas sem inverter, em estufa 25°C (+/- 1 °C) por 5 dias. As placas foram verificadas no 3º dia e registrado o resultado das placas com altas contagens. As placas que apresentaram um crescimento exagerado no 5º dia foram registradas a contagem do 3º dia como uma contagem estimada AOAC (2007). O resultado foi expresso em UFC/g, para leveduras considerou-se colônias pequenas, azuis esverdeadas e para bolores colônias maiores com várias colorações.

d) Contagem de Escherichia coli

A contagem de *E. coli* foi realizada de acordo com a APHA (2001) e AOAC (2007), onde empregou-se placas para contagem de *Escherichia coli* – Petrifilm EC. Foi utilizada a diluição 10^{-1} . As mesmas foram incubadas a 35°C por 24 h. As contagens foram expressas em UFC/g, considerou-se colônias com coloração azul e com bolhas de gás.

e) Contagem de Coliformes Termotolerantes (a 45 °C)

A contagem de coliformes termotolerantes a 45°C foi realizada em placas – Petrifilm CC, em conformidade com as orientações do fabricante. As análises foram realizadas na diluição 10^{-1} . As placas com as amostras foram incubadas em estufa 45°C por 24 horas de acordo com a metodologia citada pela APHA (2001) e AOAC (2007).

As contagens foram expressas em UFC/g, considerou-se colônias vermelhas com formação de gás de diversos tamanhos e formas.

f) Contagem de Staphylococcus aureus

A contagem de *S. aureus* também foi realizada pelo sistema petrifilm, seguindo as orientações do fabricante. A diluição utilizada foi a 10^{-1} . As placas foram incubadas em

estufa sem inverter a 37°C por 24 horas (AOAC, 2007). O resultado foi expresso em UFC/g, considerou-se colônias com coloração vermelho/violeta.

3.3.3 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada em escala laboratorial, utilizando uma escala estruturada, onde dez provadores treinados de ambos os sexos, de diferentes faixas etárias (20 a 40 anos), participaram analisando o produto em cabines individuais e expressando os resultados nas fichas de informação.

As amostras de recortes temperados de frango (Formulações “A” e “B”) foram apresentadas em 2 modalidades distintas: *In natura* e assada. As amostras de recortes temperados de frango (≈50 g) foram distribuídas em recipientes de vidro, codificados com números aleatórios de 3 dígitos, juntamente com a ficha de avaliação.

A avaliação sensorial dos recortes temperados de frango foi realizada mensalmente após 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias de armazenamento a uma temperatura de $\leq -12^{\circ}\text{C}$. O provador recebeu na primeira sessão, amostras previamente descongeladas e assadas em forno (aproximadamente 200 °C), de recortes temperados de frango, para avaliar os atributos de aspecto, odor, sabor e textura, mediante uma escala estruturada de 8 pontos (8 - superior e 1 - inferior), conforme metodologia descrita por Queiroz & Treptow (2006). Após, o mesmo provador recebeu a segunda sessão, amostras descongeladas *in natura*, de recortes temperados de frango para avaliação dos atributos de aspecto, cor e odor. Cada sessão foi acompanhada de uma ficha de informações, conforme demonstrado no Apêndice A (Figura 18).

3.4 INFORMAÇÃO NUTRICIONAL E REGISTRO DO PRODUTO

Foi elaborada de acordo com o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, implementada pela Resolução nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), que torna obrigatória a Rotulagem Nutricional.

Após a caracterização do produto recortes temperados de frango (Frango a passarinho temperado), com adição de polifosfato de sódio em sua composição, foi solicitada a alteração do registro do produto junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

As variáveis do processo de massageamento (vácuo, agitação e tempo), durante o preparo dos recortes temperados de frango foram tratados estatisticamente de acordo com a metodologia de planejamento experimental, com auxílio do Software *Statistica* versão 8.0 (StatSoft Inc®, USA), a nível de significância de 95 % de confiança.

A absorção de salmoura nas diferentes concentrações (0,35, 1, 3 e 4 %) e os resultados das análises, referentes à estabilidade do produto (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), atividade de água, e índice de peróxido) foram submetidos à análise de variância seguida de teste de Tukey para comparação entre as médias dos resultados ao nível de significância de 5 % ($p < 0,05$), com auxílio do Software *Statistica* versão 8.0.

Os resultados da análise sensorial foram tratados estatisticamente mediante análise de variância (ANOVA), seguida de comparação das médias pelo teste de “t” de Student a nível de 95 % de confiança com Software *Statistica* versão 8.0 e/ou graficamente pelos histogramas de frequência.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados e discutidos os resultados obtidos no decorrer deste trabalho, referentes ao efeito das condições operacionais do massageamento (agitação, vácuo e tempo) sobre a absorção da salmoura no produto recortes temperados de frango, bem como a caracterização e aceitação do produto e a avaliação da estabilidade das formulações com e sem adição de polifosfato de sódio.

4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MATÉRIA-PRIMA

Na Tabela 16, podem ser observados os resultados das análises físico-químicas da matéria-prima utilizada na fabricação dos recortes temperados de frango (Apêndice B).

4.2 ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES

4.2.1 Efeitos das condições do massageamento sobre a absorção

A Tabela 6 apresenta a matriz do planejamento fatorial 2^3 com os valores codificados e reais das variáveis independentes estudadas e a resposta em absorção de salmoura (%).

Observa-se que o maior percentual de salmoura absorvida (8,41 %) pelos recortes temperados de frango, durante o processo de massageamento, ocorreu no Ensaio 8 (Tabela 6) que apresenta - 690 mmHg de vácuo, 10 min de massageamento e 10 rpm de agitação. Na formulação controle utilizada pela empresa as condições de vácuo, tempo e agitação eram de - 414 mmHg, 6 min e 10 rpm respectivamente, apresentando uma absorção de 6,49 %. Sendo assim quanto comparadas as condições operacionais do processo de massageamento tem-se um aumento de 1,92 % na absorção da salmoura.

Tabela 6: Matriz do planejamento fatorial 2^3 (valores codificados e reais) e resposta em absorção de salmoura (%).

Experimentos	Variáveis Independentes*			Resposta
	(X1)	(X2)	(X3)	Salmoura Absorvida (%)
1	-1 (- 414)	-1 (6)	-1 (6)	5,74
2	+1 (- 690)	- 1 (6)	-1 (6)	5,95
3	-1 (- 414)	+1 (10)	-1 (6)	6,49
4	+1 (- 690)	+1 (10)	-1 (6)	7,26
5	-1 (- 414)	-1 (6)	+1 (10)	6,40
6	+1 (- 690)	-1 (6)	+1 (10)	8,11
7	-1 (- 414)	+1 (10)	+1 (10)	7,14
8	+1 (- 690)	+1 (10)	+1 (10)	8,41
9	0 (- 552)	0 (8)	0 (8)	7,30
10	0 (- 552)	0 (8)	0 (8)	7,32
11	0 (- 552)	0 (8)	0 (8)	7,28

*X₁= vácuo (mmHg), X₂= agitação (rpm) e X₃= tempo (min). Variáveis independentes fixas: ingredientes e temperatura da água de preparo da salmoura, temperatura da matéria-prima, peso das peças e quantidade de amostra preparada.

A Tabela 7 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t(4), para a absorção da salmoura. Os parâmetros de vácuo, agitação e tempo mostraram uma influência positiva ($p < 0,05$) na absorção de salmoura.

A Equação 1 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve a absorção de salmoura em função das variáveis analisadas (vácuo, agitação e tempo), dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 8), onde obteve-se um coeficiente de correlação de 0,94 e o F calculado de 1,7 vezes maior que o valor tabelado, os quais permitiram a construção das superfícies de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 11. O coeficiente de correlação quantifica a qualidade do ajustamento, fornecendo uma medida da proporção da variação explicada pela equação de regressão em relação à variação total das respostas, variando de 0 a 100 %. O valor de F apresenta a razão entre o F calculado e o F tabelado, ou seja, sempre que esta relação for maior que 1, a regressão é estatisticamente significativa, havendo relação entre as variáveis independentes e dependentes (RODRIGUES & IEMMA, 2005).

Tabela 7: Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial completo 2³ para a absorção de salmoura em recortes temperados de frango.

	Coeficientes de Regressão	Erro Padrão	t (4)	P
Média	7,04	0,09	72,67	0,00
(1) Vácuo (L)	0,49	0,11	4,36	0,01
(2) Agitação (L)	0,39	0,11	3,41	0,03
(3) Tempo (L)	0,58	0,11	5,08	0,01
1L x 2L	0,01	0,11	0,13	0,90
1L x 3L	0,25	0,11	2,20	0,09
2L x 3L	-0,13	0,11	-1,12	0,32

*Fatores estatisticamente significativos (p<0,05)

Tabela 8: Análise de variância para a absorção de salmoura do planejamento fatorial 2³ em recortes temperados de frango.

Fontes de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F calculado
Regressão	6,46	6	1,07	10,44
Resíduo	0,412	4	0,103	
Total	6,87	10		

Coeficiente de Correlação R= 0,94, F_{tab,95%}= 6,16

Equação 1:

$$\text{Absorção de salmoura} = 7,04 + 0,495X_1 + 0,387X_2 + 0,577X_3$$

Onde:

Absorção de salmoura (%): X₁= Vácuo (mmHg); X₂= Agitação (rpm); X₃= Tempo (min)

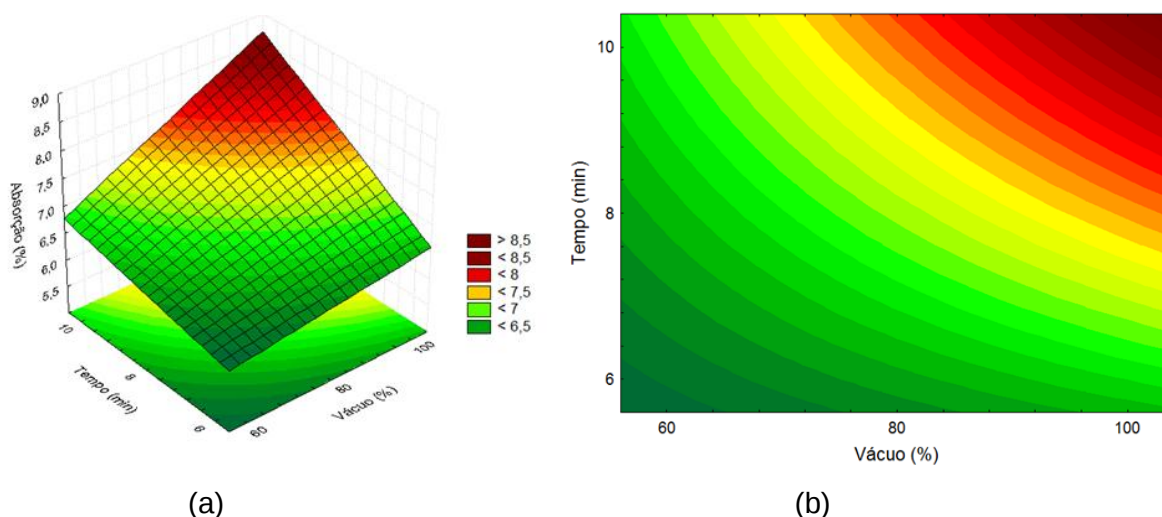


Figura 11: Superfícies de resposta (a) e curvas de contorno (b) para absorção de salmoura em recortes temperados de frango (%) em função dos parâmetros tempo (min) e vácuo (mmHg), respectivamente, onde vácuo 60%= - 414 mmHg, vácuo 80%= - 552 mmHg e vácuo 100%= - 690 mmHg.

Com base nas superfícies de resposta e curva de contorno (Figura 11), observou-se que quanto maior o vácuo e o tempo de massageamento, maior será a absorção da salmoura ao produto. As faixas estudadas de ambas as variáveis (vácuo e tempo) limitaram-se em - 690 mmHg de vácuo, por 10 min, devido a essa ser a capacidade máxima de vácuo no equipamento. O tempo de agitação acima de 10 minutos ocasionou a quebra das peças, principalmente de peito, acarretando em não cumprimento do padrão de qualidade do produto.

Young & Smith (2004) avaliaram os efeitos do vácuo na retenção de umidade e nas características de qualidade. Peitos de frango, com a mesma solução de salmoura (10 % de sal, 5 % de tripolifosfato de sódio comercial), sem injeção e marinados em *Tumbler*, *Tumbler InjectStar* por 30 min a 4°C, com e sem vácuo (50 kPa). Logo após, os filés foram cozidos em imersão em água a 85°C. O tratamento a vácuo aumentou a absorção em 1 %, mas a absorção adicional foi perdida antes ou durante o cozimento. O vácuo também não alterou a força de cisalhamento. A conclusão dos autores foi que nas condições aplicadas no estudo, o uso do vácuo durante a marinação não ofereceu vantagem real em termos de rendimento e textura do produto final.

Alvarado & Mckee (2007), citam que o massageamento da carne resulta na extração de proteína exsudada (consistindo principalmente de proteínas como actina e miosina solúveis em sal), que promovem a coesão durante o processamento térmico. Os rendimentos do massageamento melhoram a suculência e a fatiabilidade. A extração de proteínas miofibrilares da superfície da carne servem para duas funções: Primeiro,

proteínas coagulam sob cozimento para melhorar propriedades de retenção e segundo, as proteínas extraídas agem como uma selagem quando processadas termicamente, facilitando assim a retenção de umidade contida no tecido da carne.

4.2.2 Efeitos da adição do polifosfato de sódio sobre a absorção da salmoura

A Tabela 9 apresenta a absorção média da salmoura obtida em cada formulação, utilizando os parâmetros de massageamento, definidos anteriormente, - 690 mmHg de vácuo, 10 min de massageamento e 10 rpm de agitação, respectivamente. Os valores variaram de 6,91 % para a formulação controle (sem adição de polifosfato de sódio) e de 9,38 % para a formulação com adição de 4 % de polifosfato de sódio. Observa-se que houve um incremento gradativo na absorção da salmoura ao produto, conseqüentemente seu rendimento, em função da quantidade de polifosfato de sódio adicionado, ou seja, a absorção de salmoura foi superior nas formulações com maior teor de polifosfato, variando de 7,47 % na formulação com adição de 0,35 % de polifosfato a 9,38 % na formulação com adição de 4 % de polifosfato. Quando comparadas a formulação controle e a formulação com adição de 4% de polifosfato de sódio, obteve-se um incremento de 2,47% na absorção da salmoura ao produto.

Tabela 9: Absorção da salmoura (%) obtida nas formulações.

Formulações	Absorção Média (%)
Controle*	6,91 ^d ± 0,18
0,35 % de Polifosfato de sódio	7,47 ^c ± 0,37
1 % de Polifosfato de sódio	8,66 ^b ± 0,20
3 % de Polifosfato de sódio	9,00 ^{ab} ± 0,03
4 % de Polifosfato de sódio	9,38 ^a ± 0,02

*Médias ± desvio padrão, seguidas de letras diferentes em uma mesma coluna diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste Tukey). * Sem adição de Polifosfato de sódio

De acordo com Ordoñez *et al.*; (2005) e Pardi *et al.*; (1993), os fosfatos potencializam a capacidade de retenção de água, pois atuam elevando o pH do meio e solubilizam as proteínas musculares. Ao aumentar a capacidade de retenção de água aumenta por sua vez o rendimento.

Young *et al.*; (1987), Araújo (1999) e Wei Lin & Ni Lin (2002), em seus estudos comprovaram que, de uma maneira geral, os polifosfatos são aditivos utilizados para aumentar a capacidade de retenção de água nos produtos cárneos embutidos. Os fosfatos

rompem estruturas protéicas, proporcionam a diminuição da interação entre as proteínas e aumentam a solubilidade protéica, ou seja, a água se incorpora devido à instabilidade elétrica da proteína na presença dos polifosfatos.

4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DOS PRODUTOS FORMULADOS

4.3.1 Características Físico-Químicas

Nas tabelas 10 e 11 podem ser observados os resultados das análises físico-químicas complementares e a informação nutricional das formulações de recortes temperados de frango (Formulação A - 4 % de polifosfato de sódio; Formulação B – Controle), respectivamente.

O trabalho concorda com a FAO (1995), pois os polifosfatos são considerados aditivos intencionais, classificados como estabilizantes, cuja principal função é impedir que ocorram modificações físicas e químicas no produto, uma vez concluído o seu processo de elaboração. Ainda de acordo com Shimp (1981), os polifosfatos são aditivos de ampla aplicação na indústria de alimentos, apresentando destaque no processamento de produtos cárneos.

Conforme relatado por Schoultens et al.; (2002), os teores de fosfato na carne de frango pode ser influenciada pela dieta, mais especificamente pela adição nas rações de cálcio ou enzimas exógenas como a fitase, que permite a formulação de rações com níveis reduzidos de fósforo inorgânico.

A quantidade de fosfato encontrado no produto final (Tabela 10) foi de 0,45 g/100g, atendendo o descrito no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (Brasil, 1997), que permite seu uso desde que tal uso não resulte em mais de 0,5 % (meio por cento) de fosfato adicionado ao produto final. Com esse resultado foi realizado a alteração do registro do produto Recortes temperados de frango junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Tabela 10: Características físico-químicas complementares das amostras de recortes temperados de frango com adição de 4 % de polifosfato de sódio e controle.

Determinações	Formulação A*	Formulação B*
Cálcio (mg/100g)	13,53 ($\pm$ 0,07)	13,41 ($\pm$ 0,05)
Calorias (kcal/100g)	128,47 ($\pm$ 0,20)	128,82 ($\pm$ 0,20)
Carboidratos (g/100g)	0,47 ($\pm$ 0,02)	0,59 ($\pm$ 0,02)
Cinzas (g/100g)	1,56 ($\pm$ 0,03)	1,51 ($\pm$ 0,01)
Cloretos Expressos como NaCl (g/100g)	0,62 ($\pm$ 0,01)	0,60 ($\pm$ 0,01)
Colesterol (mg/100g)	46,06 ($\pm$ 0,01)	46,00 ($\pm$ 0,01)
Ferro (mg/100g)	0,72 ($\pm$ 0,01)	0,71 ($\pm$ 0,01)
Fosfatos (g/100g)	0,45 ($\pm$ 0,01)	NA**
Gordura Total (Soxhlet) (g/100g)	6,50 ($\pm$ 0,01)	6,48 ($\pm$ 0,01)
Gordura Monoinsaturada em Gordura Total (g/100g)	2,86 ($\pm$ 0,08)	2,84 ($\pm$ 0,06)
Gordura Poliinsaturada em Gordura Total (g/100g)	1,78 ($\pm$ 0,02)	1,76 ($\pm$ 0,01)
Gordura Saturada em Gordura Total (g/100g)	1,87 ($\pm$ 0,001)	1,86 ($\pm$ 0,001)
Gordura Trans em Gordura Total (g/100g)	0,01 ($\pm$ 0,001)	0,01 ($\pm$ 0,001)
Perfil de Gorduras (g/100g)	6,5 ($\pm$ 0,05)	6,5 ($\pm$ 0,05)
Proteína (g/100g)	17,02 ($\pm$ 0,01)	16,99 ($\pm$ 0,01)
Sódio (mg/100g)	324,08 ($\pm$ 0,07)	319,02 ($\pm$ 0,04)
Umidade (g/100g)	74,45 ($\pm$ 0,01)	74,41 ($\pm$ 0,01)
Fibra Alimentar (g/100g)	0,00 ($\pm$ 0,00)	0,00 ($\pm$ 0,00)

* Média ($\pm$ desvio padrão) de triplicata de amostras.

** NA: Não avaliado.

A rotulagem nutricional se refere a toda descrição destinada a informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento. A informação nutricional deve apresentar obrigatoriamente: valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio. Mesmo que não sejam de declaração obrigatória, é importante que informações referentes a colesterol, cálcio e ferro estejam disponíveis para o consumo (BRASIL, 1998; BRASIL, 2003; ANVISA/MS, 2005). As declarações nutricionais são de extrema importância para informação ao consumidor, principalmente a indivíduos que apresentam patologias e buscam na alimentação melhorar a qualidade de vida. Considerando uma porção de 100 g da parte comestível (2 ½ unidades) de produto, as informações nutricionais referentes aos recortes temperados de frango

(Formulação A - 4% de polifosfato de sódio; Formulação B - Controle) apresentam-se na Tabela 11.

Tabela 11: Informação nutricional dos recortes temperados de frango (Formulação A e B).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 100 g (2 1/2 unidade)		
Formulação A		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor Energético	128 kcal = 538 kJ	6
Carboidratos	0 g	0
Proteínas	17 g	23
Gorduras Totais	6,5 g	12
Gorduras Saturadas	1,8 g	8
Gorduras <i>Trans</i>	0 g	**
Colesterol	46 mg	15
Fibra Alimentar	0 g	0
Sódio	324 mg	14
Formulação B		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor Energético	128 kcal = 538 kJ	6
Carboidratos	0 g	0
Proteínas	17 g	23
Gorduras Totais	6,5 g	12
Gorduras Saturadas	1,8 g	8
Gorduras <i>Trans</i>	0 g	**
Colesterol	46 mg	15
Fibra Alimentar	0 g	0
Sódio	319 mg	14

(*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(**) Valor diário não estabelecido.

4.3.2 Avaliação Sensorial

Na caracterização da equipe sensorial prevaleceu o sexo feminino com 60 % dos provadores da equipe sensorial, enquanto 40 % foram do sexo masculino, apresentando idades entre 18 e 50 anos. Os provadores apresentaram escolaridade de nível médio à pós-graduação. Um total de 44 % dos julgadores relataram um consumo de uma a duas vezes por semana de recortes temperados de frango, onde 64 % atribuíram gostar muito, 17 % gostar moderadamente, 16 % gostar muitíssimo e 3 % gostar ligeiramente do produto recortes temperados de frango .

As amostras de recortes temperados de frango (Formulação A - 4 % de polifosfato de sódio e Formulação B - Controle, sem adição de polifosfato de sódio) foram avaliadas quanto à aceitabilidade do sabor, aroma, textura, cor e aspecto geral (Teste de Escala Hedônica) e teste de intenção de compra por parte dos consumidores. A Tabela 12 mostra os escores médios obtidos pelos consumidores para aceitabilidade e intenção de compra das formulações A e B.

Tabela 12: Escores de Aceitação sensorial de consumidores nos atributos sabor, aroma, textura, cor, aspecto geral e intenção de compra das formulações de Recortes temperados de frango.

Formulações	Sabor	Aroma	Textura	Cor	Aspecto Geral	Intenção de Compra
A	8,22 ^a	7,58 ^a	7,68 ^a	7,72 ^a	8,12 ^a	4,62 ^a
B	7,18 ^b	7,18 ^a	6,80 ^b	7,30 ^a	7,36 ^b	3,66 ^b

* Média seguida de letras iguais/colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% ("t" de Student).

Os atributos aroma e cor (Tabela 12) não apresentaram diferença significativa a nível de 5 % ao comparar os recortes temperados de frango com e sem adição de polifosfato de sódio. Porém, observa-se que houve uma diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos atributos sabor, textura e aspecto geral entre as amostras controle (Formulação B) e a adicionada de 4 % de polifosfato de sódio (Formulação A). Verifica-se que a Formulação B obteve os menores escores em todos os atributos avaliados. Ressalta-se que o atributo sabor da Formulação A (4 % de polifosfato de sódio) obteve o escore máximo de aceitação (8,22). Resultados semelhantes, também, foram relatados por diversos autores, como Maki & Froning (1987), que observaram em seu experimento com peitos de frango que a adição

de polifosfato e sal aumentava a suculência e o sabor; Young et al.; (1987), afirmam que o polifosfato melhora a suculência, a maciez, o sabor e reduz o tempo de cozimento e; Shultz & Wierbicki (1973), que em seus estudos tem mostrado a multifuncionalidade dos fosfatos usados em produtos de carne de frango, como aumento da capacidade de retenção de água, redução na perda de cozimento e melhora da textura.

A Figura 12 apresenta o histograma de frequência (%) para intenção de compra das Formulações A (4 % de polifosfato de sódio) e B (controle).

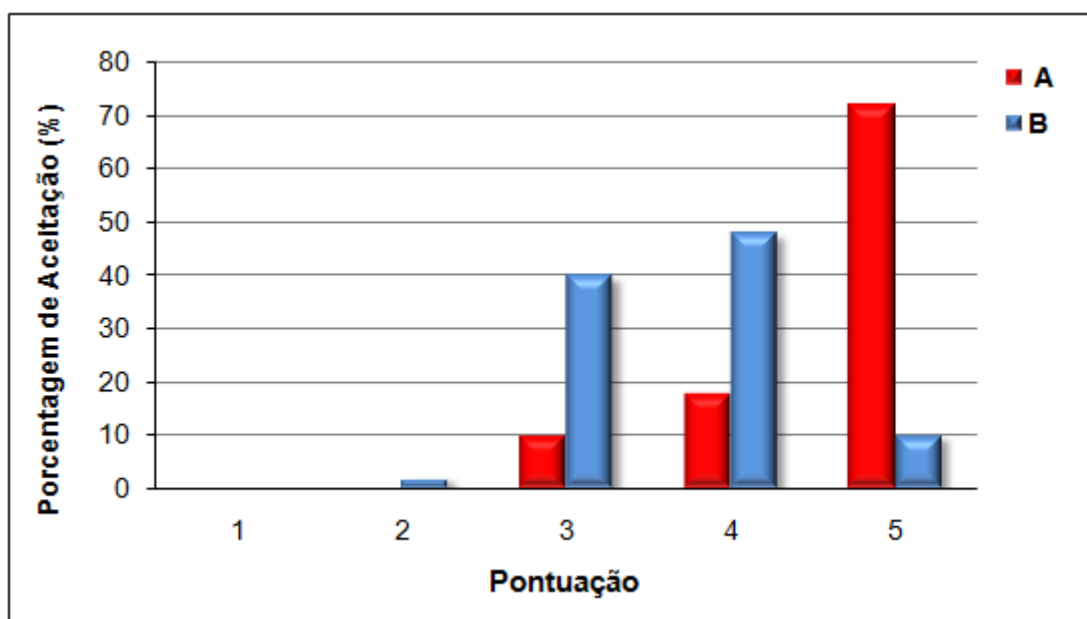


Figura 12: Histograma de frequência (%) da intenção de compra das formulações sem adição de polifosfato (Formulação B – Controle) e com 4 % de polifosfato de sódio (Formulação A).

A Formulação A (4% de adição de polifosfato de sódio), apresentou maior porcentagem de intenção de compra (com 90 %) no histograma de frequência, onde os julgadores “certamente comprariam” este produto.

Na seqüência foi realizada a alteração do registro do produto junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A formulação com 4 % de adição de polifosfato de sódio já está aprovada e esta sendo utilizada pela referida empresa.

4.4 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO PRODUTO

A avaliação da estabilidade dos recortes temperados de frango foi realizada nas amostras com 4 % de adição de polifosfato de sódio (Formulação A) e controle (Formulação B), mediante o acompanhamento de características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de amostras armazenadas a – 12°C por um período de 12 meses.

4.4.1 Aspectos Físico-Químicos

4.4.1.1 Índice de Peróxido

Na Tabela 13, estão representados os valores das médias e desvio padrão do índice de peróxido, para a Formulação A e Formulação B.

De acordo com a Tabela 13 observa-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as Formulações A e B até o 30º dia de armazenamento. A partir do 2º mês de armazenamento (60 dias), as amostras apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Observam-se valores superiores para a Formulação B, quando comparada com a Formulação A em todo o período de armazenamento. Essa diferença deve-se ao fato do polifosfato de sódio ter a função de retardar a rancidez oxidativa (LEE et al., 1998).

Os peróxidos são compostos formados desde o início da oxidação dos lipídeos. ABDULLAH & AL-NAJDAWI (2005) observaram que havia alteração do aroma em CMS de frango com períodos de estocagem acima de doze semanas. Essa alteração foi atribuída à oxidação dos lipídeos na CMS, enquanto em carne desossada manualmente e estocada pelo mesmo período não havia nenhuma alteração.

Essas reações de oxidação ocorrem por formação de radicais livres e se caracterizam por um período de indução, seguido por uma absorção acelerada de oxigênio, e terminam com a produção de peróxidos, odor, ranço e outros produtos de polimerização (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

Isto concordou com Araújo (1995) e Wong (1995), pois inicialmente ocorre a reação dos radicais livres dos ácidos graxos com oxigênio, havendo a formação dos peróxidos e hidroperóxidos, que são considerados os primeiros produtos formados na oxidação de gorduras.

Tabela 13: Índice de Peróxido (mEq/kg) nas diferentes formulações avaliadas de recortes temperados de frango.

Período de Armazenamento (Dias)	Índice de Peróxido (mEq/kg)*	
	Formulação A	Formulação B
0	0,092 ^{aH}	0,094 ^{aJ}
	(±0,002)	(± 0,001)
30	0,097 ^{aH}	0,098 ^{aJ}
	(±0,001)	(± 0,001)
60	0,526 ^{bH}	0,883 ^{aJ}
	(±0,061)	(±0,110)
90	1,36 ^{bH}	2,39 ^{aI}
	(±0,013)	(±0,131)
120	4,34 ^{bG}	6,52 ^{aH}
	(±0,332)	(±0,215)
150	7,02 ^{bF}	9,52 ^{aG}
	(±0,293)	(±0,363)
180	8,49 ^{bE}	11,07 ^{aF}
	(±0,383)	(±0,251)
210	8,82 ^{bE}	12,97 ^{aE}
	(±0,133)	(±0,163)
240	9,54 ^{bDE}	13,38 ^{aE}
	(±0,446)	(±0,386)
270	10,58 ^{bD}	15,54 ^{aD}
	(±0,468)	(±0,440)
300	14,68 ^{bC}	18,97 ^{aC}
	(±0,455)	(±0,323)
330	17,74 ^{bB}	21,21 ^{aB}
	(±0,389)	(±0,467)
360	19,94 ^{bA}	24,94 ^{aA}
	(± 0,251)	(±0,307)

*Médias (± desvio padrão) seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais nas linhas/colunas indicam não haver diferença significativa á nível de 5% (Testes "t" de Student/Tukey); A – 4 % de polifosfato de sódio, B – Sem adição de polifosfato de sódio.

4.4.1.2 Índice de TBARS

Com o objetivo de avaliar a oxidação dos lipídios nas amostras estudadas analisou-se a presença de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico, cujos resultados estão apresentados na Tabela 14.

De acordo com a Tabela 14, verificou-se que até o período de 30 dias de armazenamento, as amostras não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à Formulação controle (0 dias), quanto à oxidação lipídica. A partir de 60 dias de armazenamento, os valores de oxidação lipídica apresentaram diferença significativa da amostra controle, sendo acentuada (0,576 mg de MDA/kg de amostra) em 240 dias de armazenamento para a Formulação B (sem adição de polifosfato) e em 330 dias de armazenamento para a Formulação A (com adição de polifosfato), com 0,668 mg de MDA/kg. Observa-se que a oxidação lipídica apresentou uma elevação acentuada no decorrer do período de armazenamento, sendo que o valor final para a Formulação B, sem adição de polifosfato foi de aproximadamente 2 vezes superior quando comparada a Formulação A com 4 % de polifosfato de sódio.

Os lipídios são importantes componentes dos produtos cárneos, conferindo características desejáveis de suculência, sabor e aroma, valor nutricional e propriedades tecnológicas. Contudo, são facilmente oxidáveis, levando à rancificação, com a produção de toxinas indesejáveis e comprometendo a qualidade e a vida útil dos produtos. As substâncias tóxicas produzidas são cetonas, aldeídos, alcoóis, ácidos e hidrocarbonetos, responsáveis pelo odor e sabor característico de ranço (OLIVO, 2006).

Sofos & Busta (1980), Barbut et al.; (1988), Lee et al.; (1994), Teicher (1999), Araujo (1999) e Wei Lin & Ni Lin (2002), citam em suas pesquisas que os polifosfatos auxiliam no retardo da rancidez oxidativa, fato este que foi comprovado neste estudo, pois os resultados da Formulação A, com adição de 4 % de polifosfato de sódio (Tabela 13) foram menores em todos os meses de armazenamento a -12°C avaliados, quando comparados a Formulação B (controle, sem adição de polifosfato de sódio).

A oxidação é um dos principais fatores envolvidos na deterioração dos componentes lipídicos da carne, sobretudo dos ácidos graxos insaturados, em virtude da presença de duplas ligações. À medida que as duplas ligações aumentam, menor é o tempo de conservação das gorduras. As carnes brancas como as de aves e de peixes, se caracterizam por terem concentrações relativamente elevadas de ácidos graxos insaturados, que são mais suscetíveis a deterioração oxidativa em comparação a outros tipos de carnes (MAGGIONI et al.; 2008).

Tabela 14: Valores de TBARS (mg malonaldeído/kg) nas formulações de recortes de frango temperados.

Período de Armazenamento (Dias)	TBARS (mg malonaldeído/kg)*	
	Formulação A	Formulação B
0	0,072 ^{aF}	0,081 ^{aH}
	(± 0,006)	(±0,004)
30	0,089 ^{aF}	0,111 ^{aH}
	(± 0,010)	(± 0,011)
60	0,103 ^{bEF}	0,257 ^{aG}
	(± 0,029)	(± 0,046)
90	0,136 ^{bEF}	0,275 ^{aFG}
	(± 0,033)	(± 0,016)
120	0,173 ^{bE}	0,368 ^{aEF}
	(± 0,021)	(± 0,038)
150	0,269 ^{bD}	0,416 ^{aDE}
	(± 0,006)	(± 0,010)
180	0,293 ^{bCD}	0,433 ^{aD}
	(± 0,029)	(± 0,011)
210	0,354 ^{bBC}	0,475 ^{aD}
	(± 0,018)	(± 0,018)
240	0,374 ^{bB}	0,576 ^{aC}
	(± 0,015)	(± 0,066)
270	0,388 ^{bB}	0,591 ^{aC}
	(± 0,013)	(± 0,040)
300	0,403 ^{bB}	0,734 ^{aB}
	(± 0,018)	(± 0,028)
330	0,668 ^{bA}	1,505 ^{aA}
	(± 0,066)	(± 0,031)
360	0,742 ^{bA}	1,513 ^{aA}
	(± 0,011)	(± 0,021)

*Médias (± desvio padrão) seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais nas linhas/colunas indicam não haver diferença significativa á nível de 5% (Testes "t" de Student/Tukey); A – 4 % de polifosfato de sódio, B – Sem adição de polifosfato de sódio.

Para Sims & Fioriti (1980) parece conveniente estabelecer uma correlação entre os valores de TBARS e os resultados da avaliação organoléptica e/ou de outros métodos, demonstrando assim que correlações entre os métodos podem afirmar as sentenças estudadas. Isto também foi verificado por Galvin *et al.*; (1997), os quais afirmam que em equipes de provadores treinados, indivíduos podem ser capazes de detectar odores desagradáveis em carnes oxidadas com valores de TBARS a partir de 0,50 mg malonaldeído/kg carne. Resultados semelhantes foram obtidos neste estudo, onde os provadores, no 8º mês de armazenamento para a Formulação B e no 11º mês para a Formulação A, atribuíram uma pontuação "muito diferente" da amostra padrão (Tabela 19) para o produto assado. Relataram também que foi detectado um odor desagradável de carne oxidada e aspecto físico parcialmente deteriorado, caracterizando uma oxidação lipídica com teores de TBARS de 0,668 mg de MDA/kg na Formulação A e 0,576 mg de MDA/kg na Formulação B, respectivamente.

Ahmad-Srivastava (2007) citam trabalhos onde amostras de carne com número de TBARS entre 0,5 e 1,0 não foi verificado odor de ranço. Os autores ainda relatam que valores de TBARS entre 1-2 mg/kg de malonaldeído situam-se na faixa detectada sensorialmente. Terra *et al.*; (2008), citam que valores de TBARS até 1,59 mg MDA/Kg de amostra são considerados baixos para serem percebidos em análise sensorial e não causam alarme para a saúde do consumidor. Os valores de TBARS encontrados nos recortes temperados de frango foram menores que 1 (Tabela 14), para a Formulação B até o 10º mês de armazenamento, sendo que a correlação com a análise sensorial é discutida, posteriormente, no item referente à análise sensorial.

Comparando-se os valores de oxidação lipídica em relação ao índice de peróxido e TBA, de acordo com a Figura 13, pode-se observar que os peróxidos foram os primeiros compostos a serem produzidos.

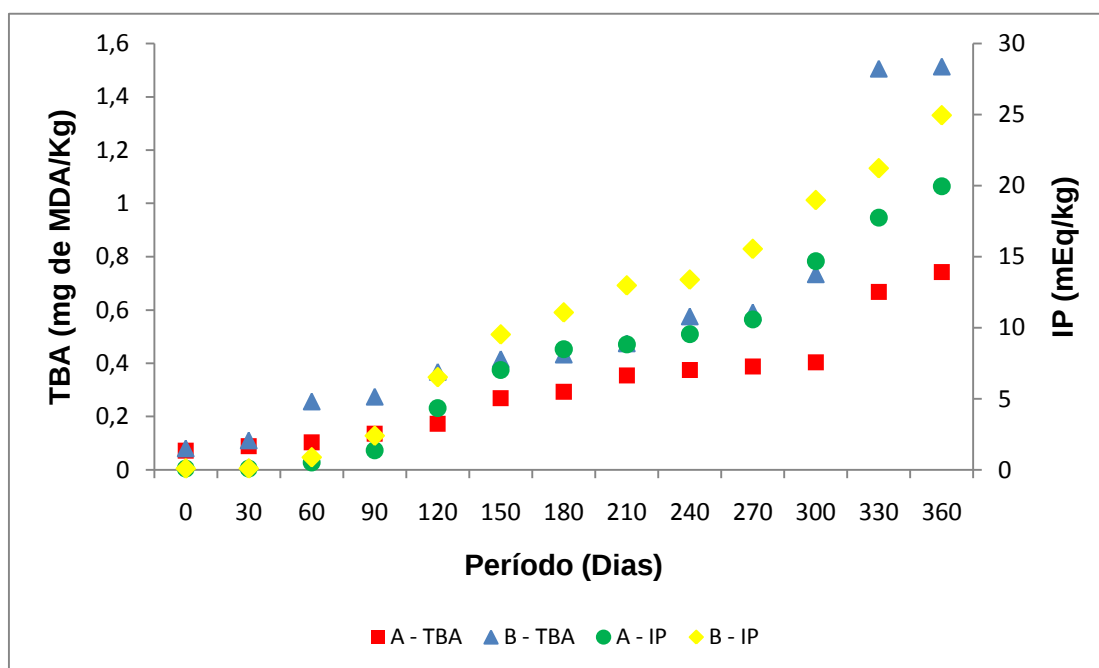


Figura 13: Acompanhamento do Índice de Peróxido X TBA durante a vida de prateleira.

4.4.1.3 Aw

Os resultados da aw das amostras de recortes temperados de frango com adição de 4% de polifosfato e sem adição de polifosfato, armazenadas a -12°C, durante 12 meses estão apresentados na Tabela 15. Os valores de aw, nos distintos tratamentos e nas condições deste estudo não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) entre as formulações.

Tabela 15: Valores de atividade de água (aw) nas diferentes formulações de recortes de frango temperados.

Período de Armazenamento (Dias)	Atividade de água (aw) *	
	Formulação A	Formulação B
0	0,998 ^{aF}	0,997 ^{aD}
	(± 0,001)	(±0,001)
30	0,998 ^{aF}	0,997 ^{aD}
	(± 0,001)	(± 0,001)
60	0,990 ^{aAB}	0,989 ^{aABF}
	(± 0,001)	(± 0,001)
90	0,991 ^{aBE}	0,989 ^{aABF}
	(± 0,001)	(± 0,001)
120	0,989 ^{aACE}	0,988 ^{aABF}
	(± 0,001)	(± 0,001)
150	0,989 ^{aD}	0,988 ^{aE}
	(± 0,001)	(± 0,001)
180	0,988 ^{aA}	0,987 ^{aCF}
	(± 0,001)	(± 0,001)
210	0,988 ^{aB}	0,987 ^{aAB}
	(± 0,001)	(± 0,002)
240	0,989 ^{aAC}	0,987 ^{aABC}
	(± 0,001)	(± 0,001)
270	0,991 ^{aBC}	0,990 ^{aAB}
	(± 0,001)	(± 0,001)
300	0,991 ^{aB}	0,990 ^{bB}
	(± 0,001)	(± 0,001)
330	0,988 ^{aA}	0,990 ^{aB}
	(± 0,001)	(± 0,001)
360	0,989 ^{aA}	0,988 ^{aABC}
	(± 0,001)	(± 0,001)

*Médias (± desvio padrão) seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais nas linhas/colunas indicam não haver diferença significativa á nível de 5% (Testes "t" de Student/Tukey); A – 4 % de polifosfato de sódio, B – Sem adição de polifosfato de sódio.

Alguns autores como Barbut et al.; (1988) e Lee et al.; (1994), relataram em suas pesquisas que os polifosfatos alteram a atividade de água dos produtos cárneos tratados com este aditivo. No presente estudo, verifica-se que, de maneira geral, as amostras com adição de 4% de polifosfato apresentaram um discreto incremento na absorção de água, porém não estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

4.4.2 Aspectos Microbiológicos

As amostras de recortes temperados de frango foram submetidas a análises microbiológicas a fim de avaliar a vida útil do produto, mediante contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos, psicotróficos, bolores e leveduras, *Escherichia coli* *Staphylococcus aureus* e coliformes fecais.

Na Figura 14, pode-se visualizar a contagem de aeróbios mesófilos nas amostras das Formulações A e B. Quando comparadas as formulações, observou-se uma contagem de aeróbios mesófilos levemente superior na Formulação B (sem adição de polifosfato de sódio).

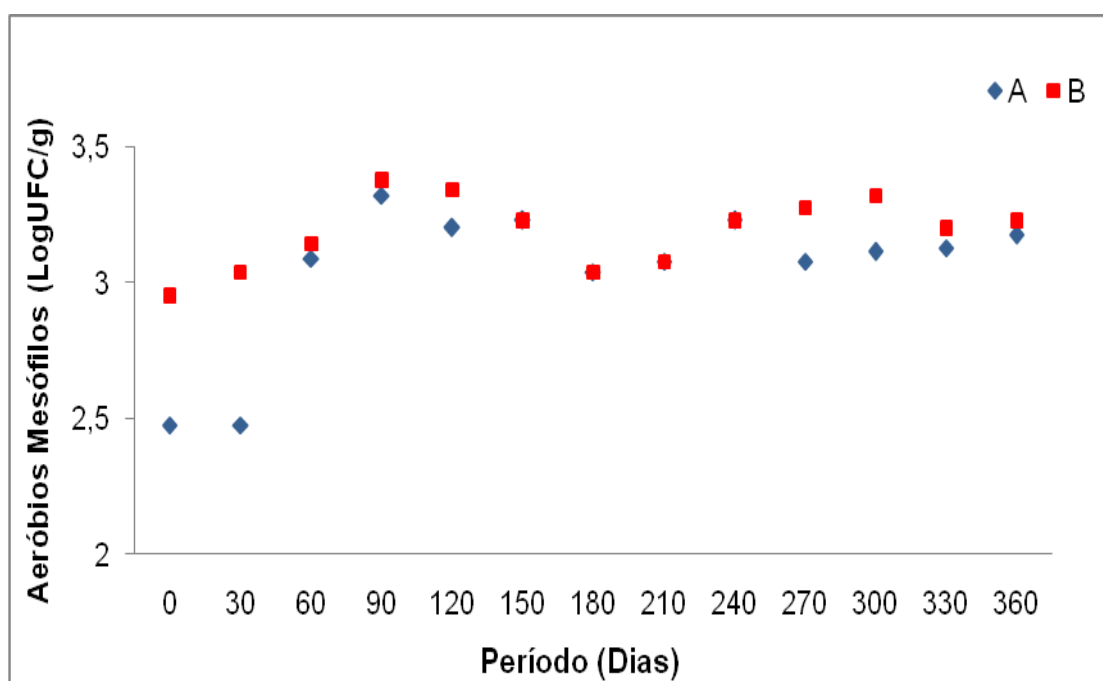


Figura 14: Crescimento de aeróbios mesófilos em amostras de recortes temperados de frango, armazenadas a -12°C , durante 360 dias.

Uma das propriedades dos polifosfatos é sua função conservadora, pois impedem a decomposição bacteriana de determinados alimentos. A ação conservadora dos polifosfatos, incluídos o pirofosfato tetrassódico, tripolifosfato sódico e hexametáfosfato sódico, em

determinados produtos cárneos e de pesca, melhoram o sabor da carne fresca e prolongam seu tempo de conservação. Os polifosfatos de cadeia longa são os de melhor ação microbiana, quando adicionados na proporção de 0,5 a 2 % (PARDI, 1996).

Segundo Contreras et al.; (2002), a contagem de bactérias aeróbicas foi de $1,2 \times 10^4$ UFC/g nas amostras de carcaças de frango colhidas antes do tratamento com tripolifosfato de sódio e $2,1 \times 10^3$ UFC/g nas amostras colhidas após tratadas com tripolifosfato de sódio.

Para Nunes (2003), a avaliação da estabilidade microbiológica da carne mecanicamente separada no primeiro e no último dia de análise indicaram que não houve redução significativa independente do tratamento aplicado.

Gomes e Furlanetto (1987), explicam que as bactérias mesófilas são consideradas como um dos melhores indicadores de qualidade microbiológica dos alimentos, podendo fornecer indicações tanto das condições higiênicas do seu preparo e armazenamento, como dos riscos potenciais de saúde que podem apresentar ao consumidor.

A deterioração de alimentos pode ser causada pelo crescimento de bactérias mesófilas e que levam a alterações organolépticas. Nesse caso números elevados são esperados e variam de acordo com o tipo de alimento e micro-organismo presente. A maioria dos produtos alimentícios apresentam números superiores a 10^6 UFC/g quando essas alterações são detectáveis. No entanto, há aqueles em que são necessários 10^7 ou até mesmo 10^8 UFC/g do alimento (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

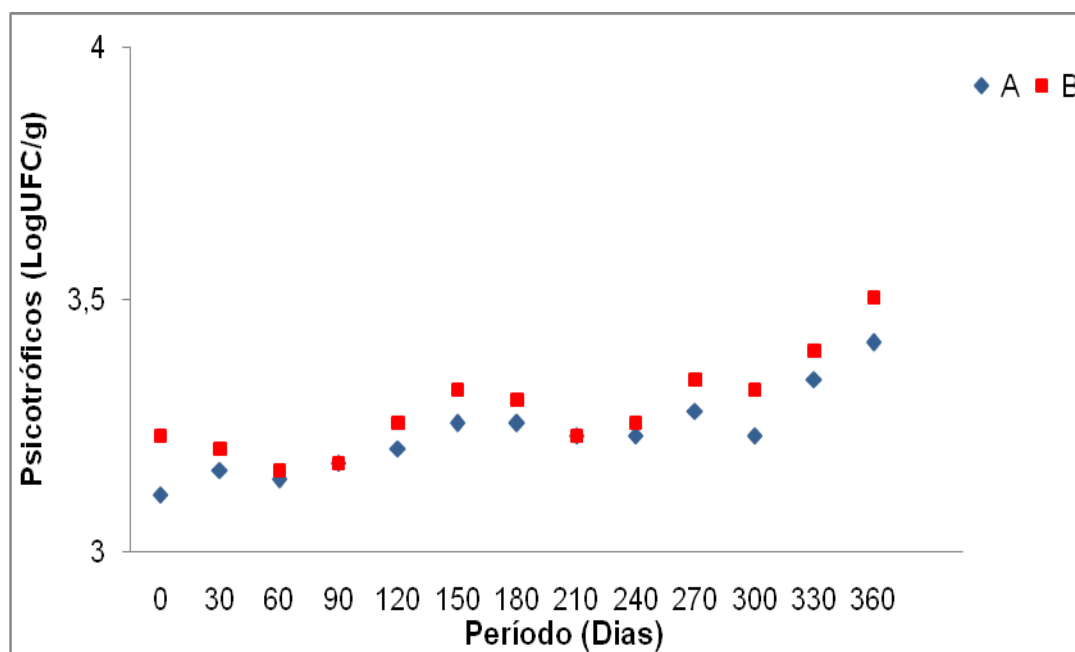


Figura 15: Crescimento de microorganismos psicotróficos em amostras de recortes temperados de frango, armazenadas a -12°C durante 360 dias.

De acordo com a Diretiva nº 2000/1 (AVA, 2000), o limite para aeróbios mesófilos e micro-organismos psicotróficos é de 1×10^4 UFC/g. No presente estudo, todos os dias que foram monitorados (Figura 14), apresentaram resultados abaixo dos citados pelos autores, sendo que a maior contagem de micro-organismos mesófilos foi no 3º mês (90 dias) para ambas as formulações de recortes temperados de frango armazenados a -12°C , com $2,4 \times 10^3$ UFC/g (3,4 Log UFC/g) e $2,1 \times 10^3$ UFC/g (3,3 Log UFC/g) para a Formulação B e A, respectivamente.

Inicialmente, as amostras congeladas apresentaram uma contagem microbiana de $1,7 \times 10^3$ UFC/g (3,2 Log UFC/g) para a Formulação B e $1,3 \times 10^3$ UFC/g (3,1 Log UFC/g) para a Formulação A. Observa-se, de um modo geral, que ao longo do período de armazenamento a contagem de micro-organismos psicotróficos foi aumentando gradativamente, com algumas oscilações no decorrer deste período, acentuando-se no 12º mês de armazenamento (360 dias) para ambos os tratamentos (Figura 15). Nota-se também que em todos os dias avaliados, a amostra com adição de polifosfato de sódio (Formulação A) apresentou resultados menores ou iguais quando comparada a amostra sem adição de polifosfato de sódio (Formulação B). Isso vem de encontro ao citado ao longo deste estudo sobre as diversas funções do polifosfato de sódio, sendo uma delas a de fornecer proteção contra o crescimento microbiano.

Estes resultados concordam com Vieira (1988), que verificou um aumento gradual na contagem de micro-organismos psicotróficos durante os dias de análise em caudas de lagosta tratadas com tripolifosfato de sódio a 35°C . Já Andres et al.; (2006), discordam do citado anteriormente, pois observaram que a flora dominante em lingüiças de frango, elaboradas com sebo bovino e tripolifosfato de sódio, eram de bactérias aeróbias psicotróficas nos primeiros 28 dias de estocagem e após os 50 dias de armazenamento das amostras a contagem destas bactérias apresentaram-se reduzidas.

A legislação brasileira não possui nenhum registro de padrão estabelecido para contagem de micro-organismos psicotróficos, embora a contagem destes indique o grau de deterioração de alimentos refrigerados (GALARZ, 2008). Entretanto, a International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMSF (1978) estabelece 10^6 a 10^7 UFC/g (6 a 7 Log UFC/g, respectivamente) como padrão destes micro-organismos. Outros autores estabelecem valores que variam de 10^6 até 10^8 UFC/g (SENTER *et al.*, 2000; SMOLANDER *et al.*, 2004; FRANCO & LANDGRAF, 2005; ORDÓÑEZ-PEREDA *et al.*, 2005). Nas amostras analisadas, após o 12º mês de armazenamento (360 dias) obteve-se a contagem máxima de micro-organismos psicotróficos, onde a contagem atingiu $3,2 \times 10^3$ UFC/g (3,5 Log UFC/g) para a Formulação B e $2,6 \times 10^3$ UFC/g (3,4 Log UFC/g) para a Formulação A, estando dentro dos limites especificado pelos referidos autores.

Segundo Nurmi & Ring (1999) se o número de bactérias na superfície da carne se exceder de 1×10^8 UFC/g, a carne estará inviável para o consumo humano. Se a contagem microbiológica for de 1×10^7 UFC/g, a carne não terá boa qualidade.

O monitoramento da contagem de bolores e leveduras, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e Coliformes Fecais foi realizado durante os 360 dias de armazenamento, em ambas as Formulações (A e B). Praticamente, em todas as contagens a quantidade de micro-organismos foi maior nas amostras da Formulação B (sem adição de polifosfato de sódio). De acordo com a Diretiva nº 2000/1 (AVA, 2000), o limite máximo para *E. coli* e *S. aureus* é de 5×10^2 UFC/g. Já o limite máximo para coliformes fecais, de acordo com a RDC 12/2001 (BRASIL, 2001) é de 1×10^4 UFC/g. Os resultados para contagem destes micro-organismos, no presente estudo, ficaram todos abaixo desses limites sendo que as maiores contagens foram de 1×10^1 UFC/g (1 Log UFC/g) para *E. coli* e 2×10^1 UFC/g (1,3 Log UFC/g) para *S. aureus* e coliformes fecais durante todo o período de armazenamento. Os resultados das análises podem ser visualizados no Apêndice C (Tabela 17).

4.4.3 Aspectos Sensoriais

A avaliação sensorial dos recortes temperados de frango foi realizada após 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias de armazenamento a -12°C . Durante este período foi realizada periodicamente análise sensorial em duas sessões distintas: amostra “*in natura*” analisando o odor, a cor e o aspecto visual e amostra assada analisando aspecto visual, o odor, o sabor e a textura.

As Figuras 16 e 17 apresentam os resultados relacionados às características sensoriais de amostras de Recortes temperados de frango, armazenadas a -12°C por 12 meses e avaliadas na forma *in natura* (aspecto visual, cor e odor) e assada (aspecto, odor, sabor e textura), para as formulações A e B, respectivamente.

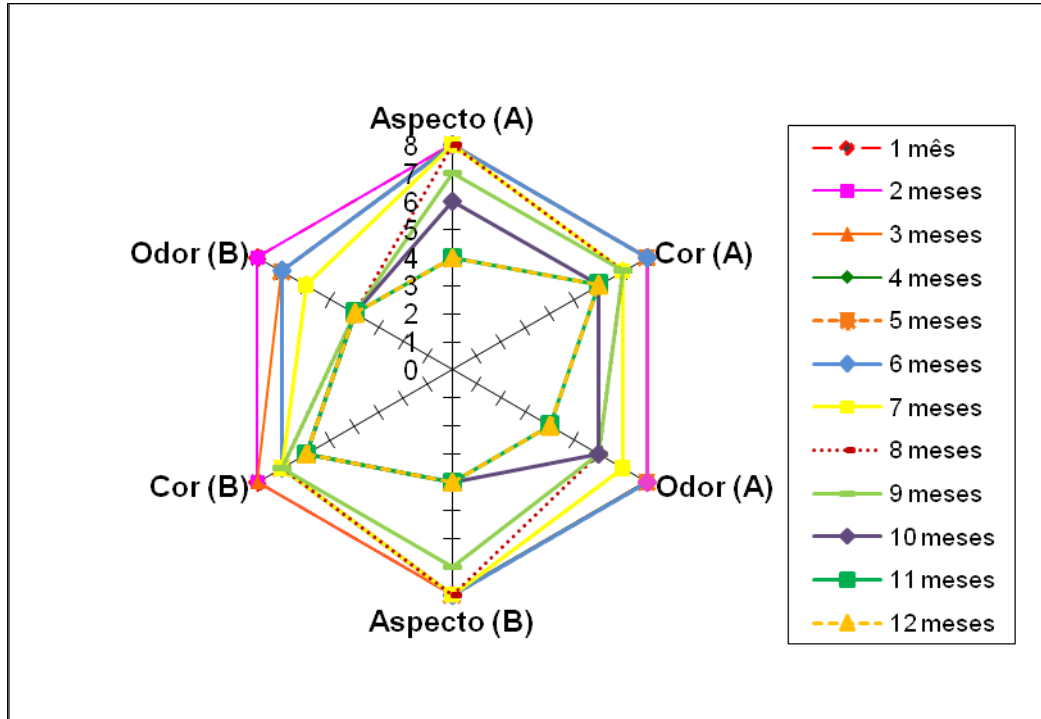


Figura 16: Características sensoriais (aspecto visual, cor e odor) de amostras de recortes temperados de frango *in natura*, ao longo de 12 meses de armazenamento.

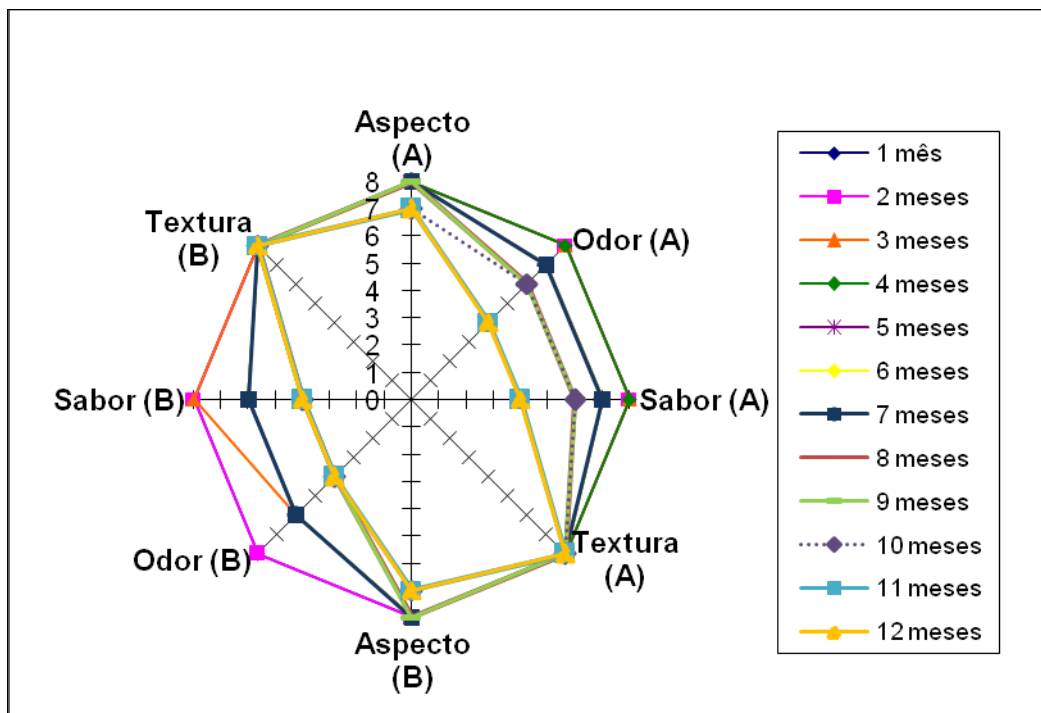


Figura 17: Características sensoriais (aspecto, odor, sabor e textura) de amostras de recortes temperados de frango assadas, ao longo de 12 meses de armazenamento.

Na amostra com polifosfato de sódio (Figura 16) verificou-se uma ligeira alteração no odor típico do produto no 7º mês, porém a partir do 11º mês já foi pronunciado, um odor de ranço fortemente detectado. Porém nas amostras sem adição de polifosfato (Figura 16) o odor de ranço já tinha sido fortemente detectado no 8º mês, sendo que os provadores descreveram que o produto apresentava aparência de carne velha e odor de ranço intenso.

Na amostra com adição de polifosfato de sódio (Figura 17) o odor e sabor de ranço foram fortemente detectados a partir do 11º mês. Já na amostra sem adição de polifosfato de sódio (Figura 17) o odor e sabor de ranço foram fortemente identificados no 8º mês. Como comentários os provadores descreveram que o produto apresentou aparência de carne velha e odor de ranço intenso. Não foi verificada alterações na textura durante o armazenamento em ambas as amostras das Formulações. Porém para o aspecto a partir do 10º mês houve uma ligeira alteração identificada pelos provadores como aparência de carne velha.

Ao comparar os resultados da análise sensorial das amostras A (com adição de polifosfato de sódio e B (sem adição de polifosfato de sódio) *in natura* (Figura 16) e assada (Figura 17), verifica-se que as amostras de recortes de frango temperados com polifosfato de sódio mantiveram suas características de qualidade superior por um período de 3 meses, quando comparadas com as amostras sem adição de polifosfato de sódio.

Terra et al.; (2008) e Ahmad & Srivastava (2007) relatam correlações entre o ranço percebido sensorialmente e o determinado por análise de oxidação lipídica, citando que baixos valores de TBARS não são percebidos sensorialmente. Porém, neste trabalho, em concentrações de 0,5 a 0,6 mg MA/kg já foram detectados sabores moderadamente a fortemente rancificados. Estes resultados são bastante relevantes, pois reiteram a importância da análise sensorial correlacionada aos resultados de análises físico-químicas e microbiológicas em ambiente industrial. As pontuações dos provadores para ambas as formulações (A e B), na forma *in natura* e assada podem ser visualizadas no Apêndice D (Tabela 18 e 19).

5.0 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 CONCLUSÕES

- a) Houve uma tendência do polifosfato de sódio em inibir uma parte da microbiota estudada, verificando-se contagens inferiores de aeróbios mesófilos e psicotróficos na formulação com adição de polifosfato de sódio;
- b) A amostra com adição de 4% de polifosfato de sódio, quando comparada à amostra controle, apresentou valores de TBA e índice de peróxidos menores ao longo do estudo (12 meses);
- c) O uso do polifosfato de sódio aumentou a quantidade de salmoura absorvida no produto;
- d) A amostra com adição de polifosfato de sódio apresentou melhor aceitação quanto à textura, sabor e aspecto geral;
- e) A análise sensorial mostrou que a amostra de recortes temperados de frango com polifosfato de sódio manteve suas características de qualidade superior por um período de 3 meses, quando comparadas com a amostra sem adição de polifosfato de sódio.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- a) Avaliar a absorção com adição de outras fontes de fosfato.
- b) Acompanhar a estabilidade avaliando outros parâmetros de oxidação de gordura (composição de ácidos graxos saturados e insaturados, hexanal) e proteína (grupos carbonila e sulfidrilas).

6.0 REFERENCIAS

ABDULLAH, B. & AL-NAJDAWI, R. **Functional and sensory properties of chicken meat from spent-hen carcasses deboned manually or mechanically in Jordan.** *International Journal of Food Science and Technology*, v. 40, p. 537-543, 2005.

ABEF. **Consumo mundial da carne de frango.** Disponível em: <http://www.abef.com.br/noticias_porta>. Acessado em: 09/05/2010.

ABRASEL – **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BARES E RESTAURANTES.** Disponível em: <<http://www.abrasel.com.br/index.php/noticias/1024-100112-consumo-de-frango-no-brasil-supera-o-dos-eua.html>>. Acesso em: 25 de maio de 2012.

ADAMS, M. R.; MOSS, M.O. **Microbiologia de los Alimentos.** España: Acribia, p.464, 1997.

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

AL - HASANI, S. M. et al. Rapid **Determination of cholesterol in single and multicomponent prepared foods.** *Journal of AOAC International*. Vol. 76, n. 4, 1993. p. 902-906.

ALVARADO, C.; McKEE S. **Marination to improve functional properties and safety of poultry meat.** *Journal of Applied Poultry Research*. v.16, p. 113 – 120, 2007.

ANDRADE, É. C. B. de.; BARROS, A. M.; MELLO, V. de S. M.; TAKASE, I. **Avaliação do teor de cobre e zinco em carnes cruas, processadas termicamente, resfriadas e congeladas no período de um mês.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, setembro de 2004.

ANDRÉS, S. C. et al. **Storage stability of low-fat chicken sausages.** *Journal of Food Engineering*, v. 72, n. 4, p. 311-319, Feb. 2006.

ANVISA/MS. Rotulagem nutricional obrigatória: **Manual de orientação às indústrias de Alimentos**. 2ª versão. Universidade de Brasília. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of Analysis** – 18 th. Ed. Gaithersburg, MD, 2007.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: APHA, 2001, 676 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 1999. 416 p.

AVA. AGRI-FOOD AND VETERINARY AUTHORITY. **Circular/Directiva n. 2000/1 – Microbiological Specifications for Imported Meat**. Republic of Singapore, 2000.

AVISITE - O PORTAL DA AVICULTURA NA INTERNET. **Estatísticas e preços**. Disponível em: < <http://www.avisite.com.br/economia/index.php?acao=carnefrango> >. Acesso: 05 de maio de 2012.

AVISITE - O PORTAL DA AVICULTURA NA INTERNET. **Estatísticas e preços**. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/economia/index.php?acao=exportacao> >. Acesso em: 11 de maio de 2012.

AVISITE - O PORTAL DA AVICULTURA NA INTERNET. **Notícias**. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/noticias/index.php?codnoticia=13139> >. Acesso: 25 de maio de 2012.

BRASEQ. Manual de Instruções de Operacao do Analisador de Atividade de Água: Aqualab 3 e 3TE – Decagon.

BARBUT, S. **Poultry products processing: an industry guide**. Boca Raton: CRC Press, 548 p, 2002.

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

BILGILI, S.F. **Recent advances in electrical stunning.** *Poultry Science*, v. 78, p.282-286, 1999.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química dos alimentos.** São Paulo: Varela, 2 ed., 1992, 223 p.

BRASIL. **LANARA** – Laboratório Nacional de Referencia Animal. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. Métodos Físicos e Químicos, Brasília – DF, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA).** Aprovado pelo decreto n. 30.691, 29/03/52, alterados pelos decretos n. 1255 de 25/06/62, 1236 de 01/09/94, 1812 de 08/02/96, 2244 de 04/06/97. Brasília, 1997. 241 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa Nº 3, de 17 de janeiro de 2000:** Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Brasília DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998:** Regulamento técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. Brasília DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 20 de 21 de julho de 1999.** Cap. V – Métodos Quantitativos – 20. Resíduo mineral fixo. Brasília DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 22, de 14 de abril de 2003.** Cap. XI – Métodos Quantitativos – p. 47- 48. Brasília DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Aditivos Alimentares - Definições, Classificação e Emprego.** Aprovado pela Portaria nº 540 de 27

de outubro de 1997. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/540_97.htm>. Acesso em: 24 de Junho de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 – Carne e Produtos Cárneos**. Aprovado pela Portaria nº 1.004 de 11 de dezembro de 1998, Brasília-DF.

BRASIL. Resolução ANVS/MS nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.

BRASIL. Resolução ANVS/MS nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional.

CHEFTEL, J.C; CUQ, J. L, LORIENT, D. **Proteínas alimentarias: Bioquímica, propriedades funcionales, valor nutritivo, modificaciones químicas**. Editorial Acribia S.A; Zaragoza, 1989.

CHINA SUPPLIERS – **Tumbler da Carne**. Disponível em: <http://pt.made-in-china.com/co_ycfoodmachine/product_Meat-Tumbler_hsrohiseu.html>. Acesso em 13 de Julho de 2012.

CONCEIÇÃO, F. V. E. da.; GONÇALVES, É. C. B. de A. **Qualidade físico-química de mortadelas e carnes moídas e conhecimento dos consumidores na conservação destes produtos**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 29(2), p. 283-290, abril a junho de 2009.

CONTRERAS, C. C. et al. **Higiene e Sanitizacao na industria de carne e derivados**. São Paulo: Varela, 2002. p. 51-159.

CRAIG, J. A.; BOWSERS, J. A.; WANG, X.; SEIB, P. A. **Inhibition of lipid oxidation in meat by inorganic phosphate and ascorbate salts**. *Journal of Food Science*, v. 61, n. 5, p. 1-4, 1996.

DOMINGUEZ, S. A.; SCHAFFNER, D. W. **International Journal of Food Microbiology**, v. 120, p. 287–295, 2007.

ENEROTH, A.; CHRISTIANSSON, A.; BRENDENHAUG, J.; MOLIN, G. Critical contamination sides in the production live of pasteurized milk with reference to the psychrotrophic spoilage flora. **International Dairy Journal**, v. 8, p. 829-834, 1998.

FAGUNDES, C. M. **Identificação de *Pseudomonas fluorescens*, *P. fragi*, *P. aeruginosa* e *P. putida* no leite bovino em propriedades leiteiras com manejos higiênicos distintos**. 80 p. Tese (Doutorado, Zootecnia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

FAO. **Aditivos que podem ser utilizados nos gêneros alimentícios**. Food and Agriculture Organization on the United Nations. DIRECTIVA 95/2/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 20 de Fevereiro de 1995.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 182 p., 2005.

GALARZ, L. A. **Estimativa da vida útil em peito de frango em diferentes temperaturas de armazenamento**. Dissertação de mestrado. Orientador: Carlos Prentice-Hernández. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande/RS, 2008.

GALVIN, K.; MORRISSEY, P.A.; BUCKLEY, D.J. Influence of dietary vitamin E and oxidized sunflower oil on the storage stability of cooked chicken muscle. **British Poultry Science**, v.38, p. 499-501, 1997.

GAVA, A.J.; SILVA, C. A. BENTO da.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos princípios e aplicações**. São Paulo, p. 70-72, Nobel, 2008.

GIL, C. O.; NEWTON, K. G. **Growth of bacteria on meat at room temperatures**. *Journal of Applied Bacteriology*, v. 49, p. 315-323, 1980.

GOMES, M. F. F. F.; FURLANETTO, S. M. P. **Grupos de bactérias isoladas a partir de amostra de fígado bovino**. *Revista de Microbiologia*, v. 18, n.4, p.335-343, out./dez. 1987.

GONÇALVES, P.M.R. **Toxinfecções alimentares: uma revisão**. *Higiene Alimentar*, v.12, n.53, p.38-44, 1998.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKELEY, D. J. **Oxidative quality and shelf life of meats.** *Meat Science*, Barking, v. 43, p. 111-123, 1996.

GROSSKLAUS, D.; BRUHANNM, W.; LEVETZOW, R. **Inspección sanitária de la carne.** Zaragoza: Acribia, 1982.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). **Microorganisms in foods: their significance and methods of enumeration.** Toronto: University of Toronto, 1978.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 4^a ed. São Paulo, 2005.

INTERNACIONAL DAIRY FEDERATION. **Journal of Dairy Research.**, v. 46, p.161 - 409, 1997.

ITAL - **II Curso Internacional sobre Tecnologia da Carne** – Centro de Tecnologia da Carne, ITAL, 1981.

ITAL. **Seminário e Workshop “Industrialização da carne de aves”.** Campinas: CTC/Ital, 1997.

JAHAN, K.; PATERSON, A.; SPICKETT, C. M. **Fatty acid composition, antioxidants and lipid oxidation in chicken breasts from different production regimes.** *International Journal of Food Science and Technology*, Oxford, v. 39, p. 443-453, 2004.

JAY, J. M. **Indicators of food microbiological quality and safety.** *Modern food microbiology.* 6.ed. Maryland: Aspen Publication, p.387-407, 2000.

JURIATTO, V.L. **Uso de fosfatos em frutos do mar.** *Revista Nacional da Carne.* São Paulo, n. 320, p. 110-111, outubro, 2003.

LEE, B.J.; HENDRICKS, D.G.; CORNFORTH, D. **Effect of sodium phytate, sodium pyrophosphate and sodium tripolyphosphate on physico-chemical characteristics of restructured beef.** *Meat Science*, v.50, p.273-283, 1998.

LEE, R.M.; HARTMAN, P. A.; STAHR, H.M.; OLSON, D. G.; WILLIAMS, F. D. **Antibacterial mechanism of long-chain polyphosphates in Staphylococcus Aureus.** *Journal of Food Protection*, v. 57, n. 4, p. 289-294, 1994.

LEITE, A. M. O.; FRANCO, R. M. . **Coliformes totais e *Escherichia coli* em coxas de frango comercializados no Rio de Janeiro.** *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 13, p. 80-83, 2007.

LOBO, M.U.; U GALDE, M.G.; FRIES, L.L.; KUBOTA, E.H. **Avaliação microbiológica de salames comercializados no Município de Santa Maria-RS.** *Higiene Alimentar*, v15, n.88, p.57-61, 2001.

MACMAHON, E. F.; DAWSON, L. E. **Influence of mechanically deboned meat and phosphate salts on functional and sensory attributes of fermented turkey sausage.** *Poultry Science*, v. 55, p. 103-112, 1976.

MAGGIONI, D.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; ZAWADZKI, F.; ITO, R. H.; PRADO, I. N. Fatores que afetam a estabilidade da carne. **Revista Nacional** da carne. N 374, v.32, pg.73-77, abril de 2008.

MAKI, A. A.; FRONING, G. W. **Effect on the quality characteristics of turkey breast muscle of tumbling whole carcasses in the presence of salt and phosphate.** *Poultry Science*. USA, v. 66, p.1180-1183, 1987.

MANO, S.Q; PARDI, M; ALENCAR, H; SOARES, P. **Tópicos em tecnologia de aves, ovos e derivados.** Universidade Federal Fluminense, 2002.

MARBA.**O que é polifosfato?** Disponível em: <<http://www.marba.com.br/html/034.html> >. Acesso em: 10 de março de 2004.

MARIUTTI, L. R. B. **Efeito da adição de sálvia e alho na oxidação lipídica em carnes de frango.** Orientadora: Neura Bragagnolo. Tese de Doutorado – UNICAMP, Campinas/SP. Março de 2009.

MEAD, G.C. **Processing of Poultry.** Ed. Chapman & Hall: London, p. 117, 1995.

MÜRMANN, L.; DILKIN, P.; KOWALSKI, C. H.; ALMEIDA, C. A.; MALLMANN, C. A. **Temperaturas de conservadores a frio em estabelecimentos que comercializam alimentos na cidade de Santa Maria/RS.** *Revista Higiene Alimentar*, 2003.

NORTHCUTT, J. K. **Reference guide for solving poultry processing problems.** The University of Georgia. Cooperative Extension Service, 1997.

NUNES, M. L.; FIGUEIREDO, M. J.; MADRUGA, M. S.; LIMA, F. M. S.; BISCOR, T. M. **Efeito de antioxidantes e das condições de estocagem na oxidação lipídica de linguiças de frango.** *Revista Nacional da Carne*, p. 75-80, Set. 2003.

NURMI, E.; RING, C. **Production of hygienically justifiable mechanically recovered meat.** *Fleischwirtschaft International*, Frankfurt, v. 2, n. 1, p. 21-22, January April of 1999.

OLIVO, R. **O mundo do frango.** 1.ed., Criciúma: Editora do Autor, 2006. 680 p.

ORDÓÑEZ-PEREDA, J. A., RODRÍGUEZ, M. I. C., ÁLVAREZ, L. F., SANZ, M. L. G., MINGUILLÓN, G. D. G. F., PERALES, L. H., CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos - Alimentos de origem animal**, v. 2. Trad. MURAD, F. Porto Alegre: Artmed, 2005.

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

PARDI, M. C.; et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** v.2, 1110 p. Goiânia: CEGRAF-UFG/Niterói: EDUFF, 1993.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne.** V.2, 1.ed.; Goiânia: Editora da Universidade Federal de Goiás, 1996. 522 p.

PEARSON, A.M; GILLET, T.A. **Processed meats.** 3 rd ed. New York: Chapman and Hall, 1996. Chap 11, p. 291-310.

PEGORINI, Tailo. **Influência dos fatores de pós-abate na textura da carne de frango.** Concórdia: UnC, 2005.

QUEIROZ, M.I.; TREPTOW, R.O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2006.

RAHARJO, S., SOFOS, J. N., SCHMIDT, G. R. **Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, Nov., 1992.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos. Uma estratégia sequencial de planejamentos**. 1ª ed. Campinas, SP: Casa do Pão Editora, 2005.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Boletim técnico - PIE-UFES: 02107: Processamento da carne de frango**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 15/10/2007.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; CONTE A. J.; SILVA, H. O. **Efeitos dos níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase**. *Ciência Agrotécnica*, v. 26, p. 1313-1321, 2002.

SETER, S. D.; ARNOLD, J. W.; CHEW, V. **APC values and volatile compounds formed in commercially processed, raw chicken parts during storage at 4 and 13°C and under simulated temperature abuse conditions**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 80, p. 1559–1564, 2000.

SHIMP, L. **The advantages of STPP for cured meat production**. USA. *Meat Processing*, v. 30, p. 22-30, 1981.

SHULTZ, G. W.; WIERBICKI, E. **Effects of sodium chloride and condensed phosphates on the water-holding capacity, pH and swelling of chicken muscle**. *J. Food Sci.* 38:991–994, 1973.

SILVA, J.A. **Tópicos da tecnologia de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela Ltda, 2000. 227p.

SILVA, L. P. **Avaliação do prazo de vida comercial de lingüiça de frango preparada com diferentes concentrações de polifosfato.** Dissertação de mestrado – Universidade Federal Fluminense.Niterói/RJ, 2004.

SILVA, L. P; LOPES, M. M; MANO, S; MÁRSICO, E. T; CONTE-JÚNIOR C. A; TEODORO, A. J; GUEDES, W. S. **Influência da adição de polifosfato em lingüiça de frango.** *Rev. Bras. Ci. Vet.*, 15:50-55, 2008.

SIMS, R. J.; FIORITI, J. A. **In CRC Handbook of Food Additives.** 2nd edition, vol. II ; Furia T. E., Ed.; CRC Press Inc., p.13, 1980.

SMOLANDER, M.; ALAKOMI, H-L.; VAINIONPÄÄ, T. R. J.; AHVENAINEN, R. **Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions.** A. Time–temperature indicators as qualityindicating tools. *Food Control*, v. 15, p. 217–229, 2004.

SOARES, A.L.; ODA, S. H. I.; LARA, J. A. F.; YAMASHITA, F.; Ida, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. **Ingredientes e aditivos para carnes: segurança e inovação.** *Revista Nacional da Carne*, n.317, julho de 2003. Disponível em: http://www.dipemar.com.br/carne/317/materia_aditivos3_carne.htm > Acesso em: 14 de fevereiro de 2012.

SOFOS, J.N. **Influence of sodium tripolyphosphate on the binding and antimicrobial properties of reduced NaCl comminuted meat products.** *Journal of Food Science*, v. 50, p. 1379-1383, 1985.

SOFOS, J. N.; BUSTA, F. F. **Alternatives to the use of nitrite as an antibotulinal agent.** *Food Technology*, v. 34, n.5, p.244, 1980.

SOFOS, J. N; BUSTA, F. F.; ALLEN, C. E. **Botulism control by nitrate and sorbate in cured meats.** *Journal of Food Protection*. V.42, p.739, 1979.

SORHAUG, T.; STEPANIAK, L. **Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects.** *Trends in Food Science and Technology*, v. 8, p. 35-41, 1997.

TEICHER, H. **Applications of phosphate um meats and seafood.** *Revista Aditivos e Ingredientes*, n.5, 1999. p. 37-40.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 216 p.1998.

TERRA, N. N.; BRUM, A. R. M, **Carne e seus derivados**. Técnicas de Controle de Qualidade, p.120, 1998.

TRIPOD, 2010. **Microorganismos psicrofílos e psicrotróficos**. Disponível em: <http://prokariotae.tripod.com/psicrofilos_psicrotroficos_mesofilos_termofilos.htm>. Acesso em: 09 de maio de 2010.

UBABEF – União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual Ubabef 2010/2011**. Disponível em: <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=2761> > Acesso em: 22 de agosto de 2012.

UBA – UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2006/2007**. Disponível em: <<http://www.uba.org.br> >. Acesso em: 02 de janeiro de 2008.

URAZ, G.; CITAK, S. The isolation of Pseudomonas and other gram-negative psychrotrophic bacteria in raw milks. **Journal Basic of Microbiology**, v. 38, n. 2, p. 129-134, 1998.

VERCELLOTTI, J. R.; St. ANGELO, A. J.; SPANIER, A. M. **Lipid oxidation in foods: An Overview**. In: **St. ANGELO (Ed.)**. Lipid Oxidation in Food. Washington: American Chemical Society. 1992. P. 1-11.

VIANA, A. G. Tecnologia de marinados, glases e rubs. Revista Nacional da Carne, São Paulo, n. 335, p. 64-68, 2005.

VIEIRA, G. H. F. **Influência do uso de solução de tripolifosfato de sódio na conservação de caudas de lagosta por congelamento**. Tese de Doutorado. São Paulo. Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP, 200f, 1988.

WEI LIN, K; NI LIN, S. Effects of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low fat chinese style sausage. Meat Science, v. 60, p. 147-154, 2002.

WONG, D. W. S. **Química de los alimentos: mecanismos y teoria**. Zaragoza (España): Acribia, 1995, 476p.

WU, C. K.; RAMSEY, C. B.; DAVIS, G. W. **Effects of infused glucose, sodium and potassium chloride and polyphosphates on palatability of hot-boned pork.** USA. *Journal of Animal Science*, v. 68, p. 3212-3216, 1990.

YOUNG, L. L.; LYON, C. E.; SEARCY, G. K.; WILSON, R. L. **Influence of sodium tripolyphosphate and sodium chloride on moisture retention and textural characteristics of chicken breast meat patties.** *Journal of Food Science*, v. 52, p. 571-574, 1987.

YOUNG, L. L.; SMITH, D. P. **Effect of vacuum on moisture absorption and retention by marinated broiler fillets.** *Poultry Science*, Ithaca, v. 83, p. 129-131, 2004.

ZIMBER, K. **Importância do uso correto dos aditivos na indústria da carne.** *Revista Nacional da Carne*, n. 8, p. 15-26, 1995.

ANEXO A

Figura 18: Ficha de avaliação sensorial, aplicada no teste de qualidade de escala estruturada em recortes temperados de frango.

DPTO. DA GARANTIA DA QUALIDADE LABORATÓRIO SENSORIAL			FICHA PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL EM RECORTES TEMPERADOS DE FRANGO						
REGISTRO	DATA PRODUÇÃO	DATA ANÁLISE	ANTES DO PREPARO			APÓS PREPARO			
			ASPECTO	COR	ODOR	ASPECTO	ODOR	SABOR	TEXTURA
COMENTÁRIOS									
COMENTÁRIOS									
NOME: _____ DATA: ____/____/____									

ANEXO B

Tabela 16: Características físico-químicas da matéria-prima utilizada na fabricação dos recortes temperados de frango.

Determinações	Matéria-Prima
Cinzas (g/100g)	1,49 ($\pm$ 0,03)
Gordura Total (Soxhlet) (g/100g)	6,46 ($\pm$ 0,01)
Proteína (g/100g)	11,00 ($\pm$ 0,01)
Sódio (mg/100g)	45,08 ($\pm$ 0,07)
Umidade (g/100g)	71,85 ($\pm$ 0,02)

ANEXO C

Tabela 17: Contagem de bolores e leveduras, *E. coli*, *S. Aureus* e Coliformes Fecais em Log UFC/g.

Período de Armazenamento	Bolores e Leveduras		<i>E. Coli</i>		<i>S. Aureus</i>		Coliformes Fecais	
	Tratamentos		Tratamentos		Tratamentos		Tratamentos	
Dias	A	B	A	B	A	B	A	B
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
30	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	1,30	1,30	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,30
90	1,48	1,60	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
120	1,43	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
150	1,30	1,70	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
180	1,23	1,43	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
210	1,51	1,48	0,00	0,00	1,00	1,30	0,00	0,00
240	1,15	1,53	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
270	1,04	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
300	1,00	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
330	1,18	1,48	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,30
360	1,23	1,30	1,00	1,00	0,00	1,00	1,30	1,30

Anexo D

Tabela 18: Pontuações dos provadores para as amostras de recortes temperados de frango *In natura*.

Período (meses)	Atributos Sensoriais (amostras <i>in natura</i>)					
	A (Com Adição de Polifosfato)			B (Sem adição de Polifosfato)		
	Aspecto	Cor	Odor	Aspecto	Cor	Odor
1	8	8	8	8	8	8
2	8	8	8	8	8	8
3	8	8	8	8	8	7
4	8	8	8	8	7	7
5	8	8	8	8	7	7
6	8	8	8	8	7	7
7	8	7	7	8	7	6
8	8	7	6	8	7	4
9	7	7	6	7	7	4
10	6	6	6	4	6	4
11	4	6	4	4	6	4
12	4	6	4	4	6	4

Tabela 19: Pontuações dos provadores para as amostras de recortes temperados de frango.

Período (meses)	Atributos Sensoriais (amostras assadas)							
	A (Com Adição de Polifosfato)				B (Sem adição de Polifosfato)			
	Aspecto	Odor	Sabor	Textura	Aspecto	Odor	Sabor	Textura
1	8	8	8	8	8	8	8	8
2	8	8	8	8	8	8	8	8
3	8	8	8	8	8	6	8	8
4	8	8	8	8	8	6	6	8
5	8	7	7	8	8	6	6	8
6	8	7	7	8	8	6	6	8
7	8	7	7	8	8	6	6	8
8	8	6	6	8	8	4	4	8
9	8	6	6	8	8	4	4	8
10	7	6	6	8	7	4	4	8
11	7	4	4	8	7	4	4	8
12	7	4	4	8	7	4	4	8