

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE SURIMI PROCESSADO A  
PARTIR DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE FRANGO**

WILLIAM RENZO CORTEZ VEGA  
Engenheiro de Alimentos

Dissertação apresentada para a  
Obtenção do título de Mestre em  
Engenharia e Ciência de Alimentos

Prof. Dr. CARLOS PRENTICE-HERNÁNDEZ  
Orientador

RIO GRANDE, RS  
2008

## **DEDICO**

A Deus,

Pela minha vida, pela força e coragem necessárias que me deu para vencer esta caminhada importante em minha vida.

A minha mãe Maria Vega Ramirez, pelo seu apoio incansável e confiança, que muitas vezes renunciou a seus sonhos para que os meus se realizassem,  
E a toda minha família, que são exemplo de luta e esforço, que juntos formam uma base forte de confiança sobre a qual eu posso caminhar...

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Dr. Carlos Prentice-Hernández pela orientação desta dissertação, pelos conhecimentos proporcionados durante o transcurso do curso, pelo apoio e amizade, e pelos valiosos ensinamentos no desenvolvimento deste projeto.

Aos professores do programa de pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, em especial aos professores Myriam Salas-Mellado, Luiz Antonio de Almeida Pinto, Eliana Badiale Furlong pelos conhecimentos proporcionados e pela amizade.

À companhia MINUANO Alimentos S.A. pelo fornecimento da matéria-prima.

Ao Dr. Gustavo Fonseca, pelo auxílio na estatística, pelas sugestões, pela amizade e pelos bons momentos que compartilhamos.

Às estagiárias Juliana Soares e Jaqueline Feijó, pelo apoio que recebi e pelas longas horas de trabalho.

Aos colegas do curso, de maneira especial a Paula, Vânia, Letícia, Catarina, Michele, Liane, Adriana e Célia pelo companheirismo e por compartilhar momentos amenos.

À secretária da pós-graduação Islanda, pelo apoio no requerimento de documentos.

Aos meus amigos e colegas do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Vilásia, Inajara, Cristiano, Thiago, André, Pâmela, Vodice, Carolina, Kessiane, Sidney, Lucia pela amizade e pelo apoio que recebi de cada um de eles.

Enfim, a todas as pessoas que, de uma forma ou outra, me ajudaram a vencer mais uma etapa, aqui não mencionadas, mas não esquecidas.

## SUMÁRIO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>11</b>
1.2 Objetivos.....	13
1.2.1 Objetivo geral.....	13
1.2.1 Objetivos específicos.....	13
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
2.1 Frango.....	14
2.1.1 Produção de Frango no Brasil.....	14
2.1.1 Proteínas de Origem Animal.....	15
2.1.3 Co-produtos do abate de aves.....	16
2.2 Carne Mecanicamente Separada de Frango (CMSF).....	17
2.2.1 Composição da CMSF.....	18
2.2.2 Utilização da CMSF.....	20
2.3 Surimi.....	20
2.3.1 Generalidades.....	20
2.3.2 Formação do Gel de Surimi.....	24
2.3.3 Processamento de Surimi de Frango.....	26
2.4 Produtos Cárneos Processados.....	28
2.4.1 Generalidades.....	28
2.4.2 Produtos de Salsicharia.....	29
2.4.3 Embutidos Emulsionados.....	30
2.4.4 Processamento de Embutidos Emulsionados.....	31
2.4.4.1 Características da matéria-prima.....	33
2.5 Textura dos alimentos .....	39
2.5.1 Medidas reológicas.....	40
2.6 Análise sensorial.....	44

<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	45
3.1 MATERIAL.....	45
3.1.1 Matéria-prima.....	45
3.1.2 Insumos e reagentes.....	45
3.1.3 Infra-estrutura.....	45
3.1.4 Equipamentos.....	45
3.2 Metodologia.....	46
3.2.1 Processamento de surimi.....	46
3.2.2 Processamento de embutido emulsionado.....	48
3.2.3 Análises físicas.....	49
3.2.3.1 Rendimento.....	49
3.2.3.2 Preparação do gel.....	49
3.2.3.3 Força de gel.....	50
3.2.3.4 Teste de capacidade de dobra.....	50
3.2.3.5 Textura do embutido.....	52
3.2.3.6 pH.....	52
3.2.4 Análises químicas.....	52
3.2.5 Análises microbiológicas .....	53
3.2.6 Análise sensorial.....	53
3.2.6.1 Aceitabilidade.....	53
3.2.6.2 Intenção de compra.....	54
3.2.7 Planejamento experimental.....	54
3.2.7.1 Para processamento de surimi.....	54
3.2.7.2 Para processamento de embutido emulsionado.....	55
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	58
4.1 Composição proximal da matéria-prima .....	58
4.2 Processamento de surimi de CMS de frango.....	59
4.3 Teste de dobra do surimi de frango.....	67
4.4 Textura do embutido emulsionado de surimi de frango.....	68
4.4.1 Força de corte do embutido de surimi de CMS de frango.....	69
4.4.2 Firmeza do embutido de surimi de CMS de frango.....	73
4.5 Composição proximal de embutido de frango.....	77
4.6 Análise microbiológica de embutido de frango.....	78

4.7	Análise sensorial de embutido de frango.....	79
4.7.1	Aceitabilidade.....	79
4.7.2	Intenção de compra.....	81
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>82</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>83</b>
	ANEXOS.....	99

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Perfil de textura.....	43
Figura 2: Fluxograma para processamento de surimi de CMS de frango.....	46
Figura 3: Fluxograma geral de processamento de embutido emulsionado a partir de CMS de frango.....	48
Figura 4: Grau de qualidade do gel de surimi.....	51
Figura 5: superfície de resposta da força do gel em função da temperatura e proporção solução de lavagem:CMSF (tempo fixo em 10 min).....	64
Figura 6: Superfície de resposta da força em função das concentrações de fécula de batata e proteína texturizada de soja (concentração de toucinho fixa em 12%).....	72
Figura 7: Superfície de resposta da firmeza em função das concentrações de fécula de batata e proteína texturizada de soja (concentração de toucinho fixa em 2%).....	76
Figura 8: Análise sensorial de aceitabilidade do embutido de frango.....	80
Figura 9: Análise de escala de intenção de compra do embutido de frango.....	81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição proximal de carne mecanicamente separada de galinha e frango.....	19
Tabela 2: Grau de qualidade do gel de surimi em base ao teste de dobra.....	51
Tabela 3: Variáveis utilizadas no planejamento experimental para a obtenção de surimi de CMS de frango.....	54
Tabela 4: Matriz do planejamento experimental utilizada para o estudo de surimi de CMS de frango.....	55
Tabela 5: Variáveis utilizadas no planejamento experimental para o estudo embutido emulsionado de surimi de frango.....	56
Tabela 6: Matriz do planejamento experimental utilizada para o processamento de embutido emulsionado de surimi de frango.....	57
Tabela 7: Composição proximal de CMS de frango comparada com a literatura.....	58
Tabela 8: Dados experimentais das respostas das operações de lavagem no processo de surimi de CMS de frango.....	60
Tabela 9: ANOVA do modelo de regressão para proteína de surimi de CMS de frango..	61
Tabela 10: Verificação da validade estatística do modelo para proteína de surimi de CMS de frango.....	62
Tabela 11: ANOVA do modelo de regressão para força do gel de surimi de CMS de frango.....	63
Tabela 12: Verificação da validade estatística do modelo para força do gel de surimi de CMS de frango.....	63
Tabela 13: Composição proximal de surimi quando comparado com o número e proporção de lavagens realizadas no processo.....	65
Tabela 14: Teste de dobra do surimi de CMS de frango comparado com surimi de proveniente de diferentes espécies de pescado.....	67
Tabela 15: Valores de força de corte e firmeza do embutido emulsionado.....	68
Tabela 16: Coeficiente de regressão para a variável força de corte do embutido.....	69
Tabela 17: Coeficiente de regressão com efeitos não significativos retirados.....	70
Tabela 18: ANOVA do modelo de regressão pra força de corte do embutido.....	71
Tabela 19: Verificação da validade estatística do modelo.....	71
Tabela 20: Coeficiente de regressão para a variável firmeza do embutido.....	73



Tabela 21: Coeficiente de regressão com efeitos não significativos retirados do embutido.....	74
Tabela 22: ANOVA do modelo de regressão para firmeza do embutido de CMS de frango.....	75
Tabela 23: Verificação da validade estatística do modelo para o embutido de CMS de frango.....	75
Tabela 24: Composição proximal de embutido de frango comparado com a literatura.....	77
Tabela 25: Resultados de análise microbiológica de embutido emulsionado de Frango.....	79

## RESUMO

Nas operações de corte e desossa de aves sobra grande quantidade de co-produtos, provenientes de partes menos nobres, cujo valor comercial é menor. Com o propósito de agregar valor aos mesmos, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um processo tecnológico para obtenção de surimi utilizando carne mecanicamente separada de frango, caracterizar o surimi assim obtido e aplicá-lo na elaboração de um embutido emulsionado; e avaliar as propriedades físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais que o embutido emulsionado apresenta. A carne mecanicamente separada (CMS) de frango é um co-produto da industrialização do frango, de baixo valor comercial, foi utilizada na elaboração de surimi a partir do método de branqueamento com solução de bicarbonato de sódio e cloreto de sódio. Para isto foi avaliado o efeito de temperatura ( $T = 2, 7$  e  $12^{\circ}\text{C}$ ); tempo ( $t = 5, 10$  e  $15$  minutos/ciclo); e solução de lavagem:CMSF na proporção de ( $R = 2:1, 4:1$  e  $6:1$  g/g) na obtenção de surimi mediante metodologia de superfície de resposta, sendo as variáveis resposta, proteína e força do gel. A matéria-prima foi caracterizada quanto à composição proximal apresentando  $12,9 \pm 0,2\%$  de proteína,  $18,5 \pm 0,3\%$  de lipídios,  $68,1 \pm 0,5\%$  de umidade e  $0,57 \pm 0,06\%$  de cinzas estando dentro dos parâmetros exigidos pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento. A umidade do surimi de frango foi de  $89,11 \pm 0,46\%$ ; a proteína foi  $10,74 \pm 0,22\%$ . A habilidade de formar gel foi determinada instrumentalmente, apresentando uma força de gel de  $646 \pm 6$  g.cm. No teste de capacidade de dobra, o surimi apresentou as mesmas características de surimi de alta qualidade. O surimi de CMS de frango foi utilizado na elaboração de um embutido emulsionado, e para isto foi avaliado o efeito da proteína de soja, fécula de batata e toucinho na textura do embutido de surimi mediante metodologia de superfície de resposta, sendo as variáveis resposta, força de corte e firmeza. Foram utilizados 5 níveis de cada variável sendo que a proteína de soja variou de 0 a 6%, a fécula de batata de 0 a 10% e toucinho de 2 a 12%. A análise de regressão do modelo mostrou que a proteína texturizada de soja exerce um efeito positivo linear na força de corte do embutido, e que a variável que mais influenciou na firmeza do embutido de surimi de CMS de frango foi a fécula de batata. Os resultados obtidos da análise microbiológica demonstram que estes estavam abaixo dos limites exigidos pela legislação brasileira. A salsicha de surimi de frango teve uma aceitabilidade sensorial de 72,2%.

**Palavras-chave:** CMS, embutido emulsionado, frango, surimi, textura

## ABSTRACT

In the operations of poultry cutting and deboning remains a great amount of co-products from the less noble parts, whose commercial values are lower. With the intention to add value to same the present work aimed to develop a technological process to obtain surimi from mechanically deboned chicken meat (MSCM), to characterize the obtained surimi, apply it in the formulation of an emulsified sausage; and to evaluate the physical, chemical, microbiological and sensorial properties of this product. The MSCM is a co-product of the chicken industrialization, with low commercial value, and was utilized in the elaboration of surimi using the bleaching method with sodium bicarbonate and sodium chloride solutions. For this purpose, the temperature ( $T = 2, 7$  and  $12^{\circ}\text{C}$ ), time ( $t = 5, 10$  and  $15$  min/cycle) and washing solution:MSCM ratio ( $R = 2:1, 4:1$  and  $6:1$  g/g) effects were evaluated in the surimi obtaining process by means of the Response Surface Methodology (RSM), being the experimental responses, protein and gel force. The raw material was characterized in function of the proximal composition, presenting  $68.1 \pm 0.5\%$  of moisture,  $12.9 \pm 0.2\%$  of protein,  $18.5 \pm 0.3\%$  of crude lipids, and  $0.57 \pm 0.06\%$  of ash, which remained according to the Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Supply. The moisture of the MSCM surimi was  $89.11 \pm 0.46\%$ ; and the protein was  $10.74 \pm 0.22\%$ . The ability to form gel was instrumentally determined as  $646 \pm 6$  g.cm. The surimi presented the same characteristics of a high quality surimi according to the folding test. MSCM surimi was utilized in the formulation of an emulsified inlaid product, thus, it was evaluated the effects of the soybean protein, potato starch and pig lard on the texture of the emulsified sausage product by means of the RSM, being the experimental responses breaking force and firmness. Five levels of each factor were evaluated: soybean protein varied from 0 to 6%, potato starch from 0 to 10% and lard from 2 to 12%. The regression analysis of the model showed that the soybean texturized protein exerted a linear positive effect in the breaking force of the product, and that the variable that presented the high influence on the firmness the firmness was the potato starch. The microbiological analysis demonstrated that the achieved results were below the limits fixed by the Brazilian Legislation. The MSCM surimi sausage presented 72.2% of acceptability.

**Keywords:** MSCM, chicken, emulsified sausage, surimi, texture

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com a União Brasileira de Avicultura – UBA, o desempenho alcançado em 2005 foi de 4,43 bilhões de frangos abatidos, que resultaram em 9.3 milhões de toneladas de carne. Essa performance representou aumento de 9,46% na produção de carne de frango em comparação com o total alcançado em 2004. Do total produzido, 6,54 milhões de toneladas foram encaminhados ao mercado interno, elevando-se o consumo per capita nacional para 35,47 kg. A avicultura brasileira encerrou o primeiro semestre de 2006 mantendo liderança nas exportações mundiais de carne de frango, os embarques brasileiros totalizaram 1,24 milhões de toneladas (UBA, 2006).

No que se refere ao mercado consumidor interno, o brasileiro tem mudado seu hábito de consumo de carnes, passando de ser um país preponderantemente consumidor de carne bovina para aumentar seu consumo de carne de frango (UBA, 2006). A qualidade, imagem de produto saudável, preços acessíveis e oferta cada vez maior de produtos derivados do frango (presunto, lingüiça, hambúrguer, empanados, marinados, etc.), auxiliaram a conquista dessa posição. A evolução do consumo per capita demonstra esse excelente desempenho.

Nas operações de corte e desossa de aves, sobra grande quantidade de subprodutos, provenientes de partes menos nobres (pescoço, dorso, ossos da coxa, pele e partes lesadas), cujo valor comercial é menor. Mas, nestes há ainda, significativa quantidade de carne, cuja retirada manual é economicamente inviável. Dependendo do método de desossa manual utilizado e do tipo do subproduto, a percentagem residual de carne pode representar até 25% daquela existente na carcaça (BERAQUET, 2000).

O surimi consiste em um concentrado úmido de proteínas musculares desprovido de sabor e odor e com alta capacidade de absorção de água e alta capacidade de geleificação (Castro 2001, Okada 2000, Park e Morrissey, 2000). Uma opção promissora seria a elaboração de produtos diferenciados a partir de surimi de frango. Dentre os diferentes produtos que poderiam ser elaborados a partir de surimi, citam-se os produtos embutidos emulsionados (salsicha, mortadela) que, além de serem das formas mais antigas do processamento de carnes, possuem aceitação garantida no sul do Brasil.

O estudo das propriedades reológicas de um embutido emulsionado, elaborado a partir de surimi de carne mecanicamente separada de frango é de suma importância, tendo em vista que a aceitação perante o consumidor depende, em grande parte, da textura do produto final.

A propriedade tecnológica mais apreciada do surimi é sua grande capacidade de retenção de água, o que permite que se obtenha textura desejável nos produtos à base de surimi. Outras propriedades funcionais do surimi são a capacidade de formar géis termo-irreversíveis de alta firmeza, elasticidade e coesividade, além de ser um ótimo estabilizador de emulsões e atuar como dispersante (AFDF, 1987).

Visando gerar informações tecnológicas que atendam as necessidades das indústrias processadoras de frango para o aproveitamento de seus co-produtos, este trabalho propõe produzir e avaliar surimi proveniente de co-produtos da industrialização do frango, e sua utilização no processamento de embutidos emulsionados.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Desenvolver produtos de valor agregado a partir de co-produtos da industrialização de frango.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Definir os parâmetros adequados para obtenção de surimi utilizando carne mecanicamente separada de frango e caracterizar o surimi assim obtido;
- Obter um embutido emulsionado a partir de surimi de frango e avaliar as propriedades físico-químicas, texturais, microbiológicas e sensoriais que o embutido emulsionado apresenta;
- Avaliar o efeito na textura que diferentes ingredientes produzem no embutido emulsionado testado.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 FRANGO

#### 2.1.1 Produção de Frango no Brasil

Por ser grande produtor de grãos e pelos avanços tecnológicos alcançados, tanto na área genética como na industrial, o continente sul-americano ganha importância cada vez maior, seja na produção, consumo ou na exportação de frango. No período de 2005, a avicultura brasileira produziu 9,3 milhões de toneladas de carne de frango. As exportações ganharam impulso ainda maior, com a venda de carne de frango para 142 países, alcançando-se receita cambial correspondente a US\$ 3,5 bilhões, 35% maior do que no ano anterior em valor, e 15% maior em volume, o que manteve o país como o maior exportador mundial (UBA, 2006).

O notável incremento das exportações não retirou do mercado interno a condição de maior consumidor da produção brasileira. De acordo com dados da UBA (2006), o consumo de carne de frango em 2005 registrou aumento de 4,69% em relação a 2004, alcançando 35,47 kg per capita. A região Sul continuou liderando o alojamento de matrizes. Paraná apresentou o maior percentual seguido de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (UBA, 2006).

O consumo de carne de frango teve um crescimento significativo, fato que está intimamente ligado a mudanças no hábito alimentar do brasileiro, acostumado à carne bovina, sendo uma grande conquista do setor avícola. Outro fator de grande relevância foi a queda do custo da carne de frango em relação às demais carnes (MÓRI *et. al.*, 2006).

Segundo ROSA (2000), a carne de aves se destaca por ter aceitação quase universal entre as diversas culturas e tradições culinárias do mundo. Além disso, atualmente tem aumentado a venda de frango em cortes, o que proporciona maior agregação de valor por parte dos frigoríficos além da grande aceitação dos consumidores.

O segmento de processamento está se desenvolvendo rapidamente com a integração de equipamentos automatizados, avanços na ciência de alimentos,

microbiologia de alimentos, engenharia e marketing. Realizações passadas têm tido a contribuição de muitos indivíduos, e outros avanços requerem a cooperação de tecnologias, cientistas e pessoas de negócios. A indústria encara, no entanto, muitos desafios, e o caminho será lidar com eles para determinar a eficiência e competitividade da indústria de aves comparada com outras carnes e fontes protéicas não-cárneas (BARBUT, 2002).

### **2.1.2 Proteínas de Origem Animal**

Proteínas são componentes essenciais a todas as células vivas e estão relacionadas, praticamente, a todas as funções fisiológicas. Elas são utilizadas na regeneração de tecidos; funcionam como catalisadores nas reações químicas que ocorrem nos organismos vivos, envolvendo enzimas ou hormônios; são necessárias nas reações imunológicas e, juntamente com os ácidos nucleicos, são indispensáveis nos fenômenos de crescimento e reprodução. Constituem o elemento estrutural dos organismos animais. Quimicamente, são polímeros, de elevado peso molecular formado por ligações peptídicas entre aminoácidos, que possuem uma variedade de propriedades físicas e químicas, determinadas pelo número e espécies dos resíduos de aminoácidos, bem como pela seqüência desses compostos na molécula (WILSON e WALKER, 2000; BOBBIO e BOBBIO, 1995; CHEFTEL, 1989).

As proteínas representam os precursores da estrutura do músculo. As proteínas consistem de 18 a 20% do peso de músculo magro, onde água e gordura representam aproximadamente 75% e 5%, respectivamente (BARBUT, 2002).

Segundo BELITZ e GROSCH (1988) e BARBUT (2002), as proteínas contidas no músculo podem ser distribuídas em três grandes grupos, de acordo com a solubilidade em água e solução salina:

- Proteínas do aparato contráctil ou miofibrilares. São extraídas com soluções salinas concentradas e consistem cerca de 55% do total das proteínas. São: miosina, actina, tropomiosina, troponina, C-proteína,  $\alpha$ -actina,  $\beta$ -actina.
- Proteínas sarcoplasmáticas. São solúveis, extraídas com água ou soluções salinas diluídas, estão distribuídas no fluido celular (sarcoplasma) e constituem aproximadamente 25% das proteínas musculares. São: mioglobina, hemoglobina, citocromos, enzimas glicolíticas, creatina quinase.



- Proteínas do estroma. São insolúveis em água e solução salina. Constituem as proteínas do tecido conectivo e de membrana: colágeno, elastina, mitocondrial, representando em torno de 10 – 15% das proteínas musculares.

Segundo REED (1984) uma proteína de alta qualidade, no caso de proteína para dieta, significa excelente suporte de síntese protéica. Uma proteína dietética de alta qualidade maximiza o pool de aminoácidos para prover toda a quantidade de todos os aminoácidos essenciais. Inerente a tal definição há duas condições: (1) uma proteína precisa conter quantidade adequada de aminoácidos essenciais, e (2) uma proteína precisa ter boa digestibilidade.

FIELD (1988), afirma que na CMS de aves, o conteúdo de aminoácidos essenciais deve estar em torno de 33% dos aminoácidos totais. Em relação ao colágeno, altas quantidades presentes na carne apresentam influência negativa nas características tecnológicas e nutricionais, o colágeno apresenta baixo fator nutricional pelo pobre balanço de aminoácidos. Como o colágeno está fortemente ligado aos ossos, passa pela peneira das máquinas separadoras sendo uma parte do colágeno incorporada à carne (TRINDADE *et. al.*, 2004). AL-NAJDAWI e ABDULLAH (2002) observaram teores de colágeno de CMS tendo como matéria-prima carcaça de poedeiras variando de 3,0% a 3,45%.

### **2.1.3 Co-produtos do abate de aves**

A indústria cárnea norte-americana considera que qualquer produto de um animal que não seja estritamente a carcaça limpa é um co-produto. O rendimento dos co-produtos comestíveis oscila entre 20 e 30% do peso vivo para bovinos, suínos e ovinos e de 5 a 6% para aves. Devido a esta proporção alta, as indústrias de carnes precisam aproveitar os co-produtos para poder competir com outras fontes protéicas de origem vegetal. Se os co-produtos de origem animal não são utilizados, além de se perder um valioso potencial alimentício, gera-se custos adicionais na eliminação de resíduos visando evitar a poluição (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

Existem vários co-produtos considerados como resíduos e que, na maioria dos casos são utilizados para a fabricação de farinha para alimentação animal. Mas parte destes resíduos pode ser utilizada para recuperação da proteína, para elaboração de concentrados protéicos, para incorporação na alimentação humana ou como ingrediente alternativo para produtos já existentes (ROQUE, 1996).

De acordo com ROSA (2000), alguns resíduos como pele, pés e ossos com carne residual, contêm propriedades bioquímicas vantajosas nutricionalmente. A sua utilização depende do produto final desejado, custo e tecnologia de fabricação.

## **2.2 Carne mecanicamente separada de frango (CMSF)**

A qualidade da carcaça e da carne de frangos é cada vez mais exigida, devido a uma série de mudanças no hábito de consumo, como cortes e produtos desossados de carne que estão sendo mais procurados para o processamento, crescimento do consumo de produtos de preparo rápido, bem como maior participação da mulher no mercado de trabalho (MOREIRA, 2003).

Assim, com a comercialização de cortes e de produtos desossados, muitos dos defeitos na carne se tornaram aparentes ocasionando a rejeição dos mesmos. Da mesma forma, as características sensoriais de cada corte, como aparência e maciez puderam ser melhor percebidas e reconhecidas pelo consumidor (BERAQUET, 1999).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), entende-se por carne mecanicamente separada (CMS) a carne retirada a partir de ossos, carcaças ou partes de carcaças, com exceção dos ossos da cabeça, submetidos à separação mecânica em equipamentos especiais, conhecidos como Máquinas de Separação Mecânica (MSM), e imediatamente congelados, por processos rápidos ou ultra-rápidos, quando não for utilizada no momento seguinte.

A carne mecanicamente separada de frango (CMSF) é um co-produto quantitativamente importante para indústria avícola que se obtém a partir de carne aderida aos ossos que ficam como remanescente do porcionamento. Os volumes produzidos são cada vez maiores como consequência de uma maior demanda de cortes no mercado, somado ao aumento per capita no consumo de carnes brancas (PERLO, 2005).

Os novos equipamentos para a carne mecanicamente separada possuem dois estágios, em um primeiro estágio a carne é submetida a uma pressão suave para remover a carne da superfície dos ossos evitando a incorporação da medula óssea.

No segundo estágio a carne é comprimida sobre uma rosca sem fim contra uma peneira e a carne obtida é uma CMS (BERAQUET, 2000).

Atualmente o processo mais comumente utilizado consiste em cortar a matéria-prima inicial, separar tendões e ossos da carne utilizando uma rosca sem fim no interior do equipamento para forçar a passagem em cilindros perfurados ou em placas justapostas com um espaço entre si que funcionam como uma peneira (NUNES, 2003).

As matérias-primas com menor quantidade de carne aderida (pontas de asa, ossos da coxa e cartilagem do peito) não são processadas separadamente, pois resultariam em CMS de baixa qualidade. Normalmente essas partes são processadas conjuntamente com o dorso, misturadas em proporções variáveis dependente do nível de qualidade de CMS que se deseja. A CMS é uma matéria prima de baixo custo, cuja textura é pastosa fina e uniforme (SOUSA *et. al.*, 2003).

### **2.2.1 Composição da CMSF**

De acordo com BRASIL (2000), a CMS deve apresentar no mínimo 12% de proteína e no máximo 30% de gordura. Na literatura foram encontrados valores para CMS variando de 9,3 – 14,5% de proteína e 14,4 – 27,2% de gordura, sendo a matéria-prima pescoço e dorso de frango (FRONING, 1981).

A composição centesimal da CMSF é variável, devido principalmente ao tipo de matéria-prima utilizada na sua fabricação. Dos seus constituintes, a gordura merece atenção devido à variação no seu conteúdo, que reflete diretamente na estabilidade da emulsão como também nos processos oxidativos (TERRA, 2000).

A carne mecanicamente separada de frango (CMSF) é a carne residual produzida através de equipamentos próprios do tipo desossadores mecânicos, utilizando como matéria-prima parte do frango, principalmente as de baixo valor comercial, como o dorso e pescoço. A separação mecânica basicamente envolve trituração de carne e ossos, forçando a carne a passar por peneiras, separando-se assim dos ossos. Este processo altera a composição da matéria-prima original, resultando em material com maiores teores de gordura e minerais. Isso se deve em grande parte à incorporação de lipídios e pigmentos heme existentes na medula óssea

e na camada de gordura subcutânea, e cálcio e fósforo provenientes das partículas ósseas (AMARAL-MELLO, 1998; FRONING, 1976; SMYTH e O'NEILL, 1997).

A CMSF é composta de tecidos musculares, conectivos e adiposos, sendo sua composição dependente da matéria-prima. No que se refere à composição química da CMSF, se tem observado certa variabilidade devida a diversos fatores como a idade das aves, relação carne-osso, conteúdo de pele, método de cortes, processo de desossa mecânica, desnaturação da proteína e quantidade de pigmentos heme conferindo cor escura ao produto (NUNES, 2003; PERLO et. al., 2006).

Na Tabela 1 pode-se observar a composição proximal de carne mecanicamente separada de galinha e frango (porcentagem em base úmida).

Tabela 1. Composição proximal de carne mecanicamente separada de galinha e frango

Matéria-prima	Proteína	Gordura	Umidade	Cinza	Referência
CMS galinha	15,5	19,0	63,8	1,3	HAMM e YUNG (1983)
CMS galinha	15,4	20,4	62,5	1,2	MOTT et al. (1982)
CMS galinha	14,2	26,2	60,1	n.e.	GRUNDEN et al. (1972)
CMS galinha	13,9	18,3	65,1	n.e.	FRONING (1981)
CMSF dorso c/ pele	8,5	30,4	60,0	0,6	POLLONIO (1994)
CMSF dorso s/pele	12,4	15,0	70,1	1,1	POLLONIO (1994)
CMSF dorso e pescoço	9,3	27,2	63,4	n.e.	GRUNDEN et al. (1972)
CMSF dorso e pescoço	13,4	14,4	72,2	n.e.	ESSARY (1979)
CMSF	13,45	23,7	62,08	n.e.	SMYTH e O'NEILL (1997)

n. e.: dado não encontrado

Fontes: TRINDADE et. al., 2004; SMYTH e O'NEILL (1994)

### 2.2.2 Utilização da CMSF

O surgimento da CMSF se deu pela preferência dos consumidores por cortes de frangos a filés ao invés dos frangos inteiros. A predileção por cortes de frangos despertou a necessidade de encontrar meios para o aproveitamento de dorsos, pescoços e ossos resultantes da desossa. Dessa forma, a carne mecanicamente separada de aves começou a ser utilizada na fabricação de inúmeros produtos como mortadelas, salsichas, salames e sopas em pó (TRINDADE et. al., 2004).

De acordo com MORI *et. al.* (2006), a carne mecanicamente separada pode ser adicionada a diversos derivados da carne em níveis de 20 a 60% o que possibilita redução do custo dos derivados da carne. Quando no processamento da CMS são respeitadas as boas práticas de fabricação, esta não apresenta riscos á saúde humana.

Apesar de alguns estudos estarem sendo conduzidos para avaliar o uso de diferentes proporções de CMS em vários tipos de produtos cárneos, a legislação brasileira permite a utilização dessa matéria-prima apenas em produtos cárneos industrializados cozidos específicos como: salsicha (60%), mortadela (60%), lingüiça cozida (20%), almôndega (30%), fiambre (30%) e hambúrguer cozido (30%) nos seus respectivos limites máximos (BRASIL, 2000a; BRASIL, 2000b).

O aproveitamento de CMSF tem gerado um considerável interesse e tem demonstrado um importante potencial para a elaboração de novos produtos. No entanto, apresenta certos problemas de aspecto e conservação que estão relacionados com o elevado conteúdo de pigmentos heme presentes. A cor escura é indesejável em produtos cárneos dirigidos ao mercado de carnes brancas (PERLO, 2005).

## **2.3 Surimi**

### **2.3.1. Generalidades**

A palavra japonesa surimi significa literalmente “carne picada”. Entretanto, a definição de surimi vai além de carne picada de pescado. O surimi pode ser definido como o concentrado úmido de proteínas do músculo de pescado obtido a partir de polpa lavada com água (CASTRO, 2001; OKADA, 2000).

Em geral, o surimi é um concentrado de proteínas miofibrilares obtido da carne mecanicamente separada de pescado, que é lavada com água fria. O surimi é utilizado como matéria-prima para uma grande variedade de produtos transformados, sendo seu uso cada vez mais popular devido às propriedades de textura originais assim como o valor nutritivo elevado (PARK e MORRISSEY, 2000). O frescor dos pescados é considerado como o fator importante que determina a qualidade do surimi (BENJAKUL *et. al.*, 2002; MACDONALD, LELIEVRE, e WILSON, 1990).

O surimi é tradicionalmente elaborado a partir de espécies de carne magra de pescado, pois resulta em produtos com maior estabilidade lipídica, melhor

elasticidade, cor branca e ausência de odor e sabor. Estas características são atribuídas, principalmente, a menor quantidade de músculo escuro e proteínas sarcoplasmáticas facilitando a separação dos componentes indesejáveis (MAZA, 2001; ROSS-MURPH, 2001).

O surimi é o produto oriundo de músculo de pescado, constituído por proteínas solúveis em soluções salinas, principalmente miofibrilares. As proteínas são extraídas a partir da carne mecanicamente separada, na fase inicial do processo, formando um concentrado de alta qualidade nutritiva e excelente funcionalidade (TEJADA, 1991; SUZUKI, 1987; BORDERÍAS e TEJADA, 1987).

Trata-se de um concentrado protéico e a sua aplicação, além do aspecto nutricional, decorre principalmente das propriedades funcionais dessas proteínas. O surimi não é um produto final: constitui a matéria-prima para elaboração de produtos tipo kamaboko, bastante consumidos no Japão. Esses produtos são géis termoestáveis formados no aquecimento do surimi, previamente tratados com sal para solubilização de sua proteína (SUZUKI, 1987; BORDERÍAS e TEJADA, 1987; MORAIS, 1994).

CHINABHARK *et. al.* (2007) pesquisaram os efeitos do pH e da quantidade de proteína nas propriedades e as mudanças na composição de filmes a base de proteínas de surimi de bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). O filme miofibrilar das proteínas de pescado mostrou diferentes propriedades, dependendo do pH da solução que atua como filme. (SHIKU *et al.*, 2003).

O surimi foi conhecido por exibir as propriedades de geleificação, útil como um produto-base de alimentos análogos a frutos do mar. Além disso, o surimi ou a proteína de pescado pode ser utilizado para a preparação de biofilmes (SHIKU *et. al.*, 2003; PASCHOALICK *et. al.*, 2003).

Uma opção para viabilizar o surimi durante todo ano, é armazená-lo em blocos congelados. Isto é possível mediante a introdução de agentes crioprotetores na pasta protéica os quais reduzirão a desnaturação durante o armazenamento congelado, e preservando-o por mais tempo (CASTRO, 2001; LANIER e LEE, 2000; SUZUKI, 1987).

Os agentes crioprotetores mais utilizados são açúcar e sorbitol sendo que o uso de 4% de cada um deles (8% no total) é a concentração mais efetiva na estabilização das proteínas. Porém, devido ao sabor adocicado, é comum adicionar de 3 a 5% de sorbitol ou de açúcar (CASTRO, 2001; LANIER e LEE, 2000; OLIVARES, 2001; SUZUKI, 1987).

O polifosfato de sódio também é um agente crioprotetor agindo como regulador de pH e cumprindo função similar ao ATP ao inibir a contração muscular devido ao impedimento da formação do complexo actomiosina, conferindo então, uma melhor habilidade na retenção da água (COSTA e BERGAMIN FILHO, 2003).

Uma mistura de crioprotetores de sacarose 2% + sorbitol 2% + pirofosfato de sódio 0,3% resultou em uma capacidade de retenção de água mais elevada, com exceção do surimi lavado com solução tampão de fosfato de sódio 0,04 M, e baixo a perda por cozimento ( $P < 0,05$ ) do que uma mistura de crioprotetores de sacarose 4% + sorbitol 2,8% (ENSOY, 2004).

Para um produto estável durante armazenamento congelado, diferentes açúcares de baixo peso molecular e os açúcares, tais como a sacarose e o sorbitol são geralmente crioprotetores usados nas indústrias de alimentos (KIJOWSKI e RICHARDSON R, 1996; UIJTENBOOGAART *et. al.*, 1993; MACDONALD e LANIER, 1991).

Técnicas para melhorar as propriedades tecnológicas da carne mecanicamente separada incluem a sua lavagem com diversos tipos de soluções seguida de centrifugação que remove a gordura e pigmentos, permitindo a extração das proteínas funcionais. Essa forma de processamento é semelhante à utilizada para obtenção de surimi (LIN *et. al.*, 1989; DAWSON *et. al.*, 1988; KIJOWSKI e NIEWIAROWICZ, 1985). A lavagem concentra proteínas miofibrilares (actomiosina), melhorando as propriedades funcionais da massa cárnea (LEE, 1984).

O processo da lavagem é necessário para a melhoria da cor e força do gel de surimi produzidas do músculo inteiro (CHAIJAN *et al.*, 2004). A umidade é também um fator crítico em produtos de surimi (UDDIN *et al.*, 2006), é sugerido que a quantidade de água padrão de surimi seja 78%.

O método mais efetivo na eliminação da gordura e no aumento da força de gel é o que utiliza soluções alcalinas na lavagem da polpa (BENJAKUL *et. al.*, 2004; SUZUKI, 1987). O surimi produzido por este método apresenta coloração mais clara e menor conteúdo lipídico do que àqueles produzidos no processo tradicional (BENJAKUL *et. al.*, 2004) devido à solubilização das proteínas sarcoplasmáticas do músculo facilitando a remoção dos pigmentos heme melhorando o sabor pela remoção dos compostos carboxila (MAZA, 2001).

MIZUTA, NAKASHIMA e YOSHINAKA (2007) relataram que o tecido conectivo pode desempenhar papel importante também no desenvolvimento de textura de alimentos processados tais como produtos a base de surimi.

É importante ressaltar a diferença entre polpa de pescado (ou *minced fish*) e surimi. A polpa de pescado consiste na carne de pescado mecanicamente separada e sem lavagem, que possui sabor e odor sendo utilizado na fabricação de produtos tais como hambúrgueres, porções empanadas e *nuggets* onde o sabor a pescado é desejável. Além disso, a polpa de pescado também serve como matéria-prima para a fabricação do surimi (CASTRO, 2001; OKADA, 2000).

### **2.3.2 Formação do Gel de Surimi**

Quando submetido a tratamento térmico sob cocção, o surimi forma um gel termoestável, denominado kamaboko. O gel tem na sua textura, uma particularidade que o diferencia dos géis formados com outras proteínas de origem animal, pois a sua textura perceptível à mastigação é muito similar à do pescado "*in natura*". Essa característica pode ser expressa em termos de força de gel, que vem a ser o principal indicador de qualidade e, conseqüentemente, do preço final do produto (AN *et. al.*, 1996).

BENJAKUL *et. al.* (2003), pesquisaram os efeitos do ajuste a 25°C nas propriedades de textura e nas ligações cruzadas de proteínas miofibrilares no surimi produzido de diferentes espécies. O aumento no ajuste do tempo (0-8h) resultou em uma elevada força de quebra e mais deformação para todos os geles de surimi testados ( $p < 0.05$ ).



No surimi, a formação do gel ocorre a temperaturas inferiores a 40°C (TEJADA, 1991). Na temperatura de 40°C e com adição de NaCl, forma-se um gel translúcido, suwari (gel forte), pela solubilização das proteínas miofibrilares, as quais se hidratam e criam uma rede protéica, unida por pontes de hidrogênio, com interações hidrófobas e ligações dissulfeto. Isto tem sido associado também, com a atividade da transglutaminase, uma enzima endógena na carne de pescado. As transglutaminases podem formar ligações do tipo  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutamyl)lys e tornar possível os cruzamentos de várias proteínas, alterando a textura do suwari no processamento (SAKAMOTO *et. al.*, 1995). A transglutaminase é cálcio-dependente, tendo como subproduto de sua reação, a reação de amônia. Desta maneira, será possível inibir a ação da transglutaminase com a utilização de agentes quelantes de cálcio, como EDTA, ou sais do tipo NH<sub>4</sub>Cl, que possam gerar uma grande quantidade de amônia (KUMAZAWA *et. al.*, 1995; SAKAMOTO *et. al.*, 1995).

BENJAKUL *et. al.* (2004) estudaram o efeito do ajuste em 40°C nas propriedades de textura e nas mudanças nas proteínas miofibrilares no surimi produzido de diferentes espécies. Os aumentos máximos na força de quebra do gel foram obtidos em 1 h para threadfin bream (*Nemipterus bleekeri*), em 2 h para bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*), em 1,5 h para barracuda (*Sphyaena jello*) e em 3 h para corvina olhuda (*Pennahai macrophthalmus*). O tempo de ajuste prolongado causou diminuições na força de quebra e na deformação em todo o surimi, exceto daquele produzido de corvina olhuda.

Ao aumentar lentamente a temperatura do gel até 60°C, ou deixando-o à temperatura ambiente, obtém-se o modori (gel fraco), que é o fenômeno de quebra ou ruptura da estrutura desta rede protéica, atribuído à ação de proteases termoestáveis que podem degradar a miosina rapidamente. O suwari, quando aquecido a 90°C, forma um gel opaco denominado kamaboko. Nesse gel, a actomiosina induzida por efeito do calor, aprisiona moléculas de água, através de ligações cruzadas e interações hidrófobas (BORDERÍAS e TEJADA, 1987; YONGSAWATDIGUL *et. al.*, 1995).

O mecanismo de formação do gel ocorre em dois estágios. Um envolvendo o desdobramento inicial da proteína e outro, a sua agregação. O aquecimento da molécula protéica enfraquece as ligações que matém as estruturas secundárias e

terciárias. Com a ocorrência da desnaturação térmica, as moléculas protéicas começam a se desdobrar, aumentando a quantidade de água ligada à proteína. A interação subsequente proteína-proteína produz uma rede tridimensional, capaz de reter as moléculas de água, formando gel. O aumento da viscosidade nas redes tridimensionais mais fracas possibilitará uma fluidez na estrutura e o gel verdadeiro não se formará. Por outro lado, as fortes interações entre as moléculas da proteína produzem um colapso na rede e a água será expelida da estrutura. Um balanço entre forças repulsivas e atrativas é, portanto, importante para a formação adequada da estrutura do gel (KUHN e SOARES, 2002).

CHEN, (2006) examinou as características térmicas da gelificação da proteína miofibrilar (PM) e surimi de xixarro que tinham sido misturadas com o Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC). Análises, usando o monitor térmico de exploração da rigidez e o calorímetro de exploração diferencial, demonstraram que a gelificação térmica começa no gel termo reversível de HPMC em aproximadamente 60°C. A adição de HPMC aumentou a rigidez do surimi de xixarro e modificou a gelificação térmica durante o processo de aquecimento, sugerindo que aquele determinado efeito que realçava a gelificação ocorreu quando a mistura do PM e do HPMC foi aquecida.

### **2.3.3 Processamento de Surimi de Frango**

O desossado mecânico é unidirecional o que permite uma utilização mais eficiente de partes residuais das aves domésticas (LIN e CHEN, 1989). Entretanto, devido ao elevado conteúdo de pigmentos e gordura que limitam o uso da carne mecanicamente separada nos produtos de carne com baixa gordura e baixos em pigmentos, o processamento de surimi como uma tecnologia alternativa foi aplicada à carne mecanicamente separada de frango (YANG e FRONING, 1992a,b). A tecnologia da produção de surimi consiste geralmente na remoção da gordura e dos pigmentos heme da polpa de diversas carnes lavando com soluções aquosas tendo por resultado um conteúdo de proteína miofibrilar mais elevado (KOLSARIC e ENSOY, 1996).

Quando a carne de frango é usada como matéria-prima, o produto resultante é chamado de "surimi de frango" e poderia ter um potencial em executar um papel similar ao surimi de pescado para o uso como uma pasta-base para produção de alimentos reestruturados análogos a frutos do mar e em outros produtos de carne (YANG e FRONING, 1992a,b).

SMYTH e O'NEILL (1997) utilizaram 0,5% de bicarbonato de sódio na lavagem de carne mecanicamente separada de frango com a finalidade de melhorar as propriedades geleificantes das proteínas miofibrilares do frango.

DAWSON *et. al.* (1988) testaram três soluções de lavagem: bicarbonato de sódio 0,5% (pH 8,5), tampão acetato 0,1% (pH 5,1) e água tamponada (pH 6,8). Cada batelada de CMS foi misturada por 30 minutos com 4 partes do meio de extração. Após 10 minutos de repouso retirou-se o sobrenadante e a carne foi peneirada (malha 3,9 mm). Tanto a carne retida como a solução que passou pela peneira, sofreram centrifugação. Não houve diferença no rendimento protéico devido ao meio de extração. Todos os tratamentos de lavagens foram efetivos na remoção de lipídios da CMS de frango. A solução de bicarbonato de sódio foi significativamente mais efetiva no aumento de valor de "L" (luminosidade) e redução do valor de "a" (teor de vermelho).

BALL (1988) obteve surimi utilizando CMS de frango. Nos resultados o autor reporta que a carne após tratamento apresentou um rendimento de 13,5% sendo necessário otimizar o processo. O valor de "L" (luminosidade) obtido foi maior inclusive, que o valor encontrado para a carne crua de peito de frango, da mesma forma que o valor de "a" foi menor. A redução do teor de gordura foi significativa, bem como o teor de umidade após a lavagem.

Segundo os dados reportados por TRZISZKA *et. al.* (1991) o rendimento em peso foi dependente do pH. Trabalhando com pH 6,0 o rendimento foi de 5% e com pH 5,5 de 36,5%. Já a extração a diferentes valores de pH não afetou o tecido conectivo e a fração de gordura. Os valores de "L" e "a" não diferiram significativamente, entretanto com pH 5,5 foi obtido um extrato mais claro. Com pH 6,0 por sua vez a CMS tratada mostrou melhor capacidade de emulsificação e de ligar água e também, menor perda de peso durante aquecimento e, melhores propriedades de textura. Os autores afirmam ainda que o uso de crioprotetores é abrigatório quando o isolado miofibrilar é congelado, sendo que este aspecto deve ser mais investigado.

KIJOWSKI *et. al.* (1991) estudaram o rendimento, a qualidade e a textura de surimi obtido de CMS de frango e de poedeiras, com ou sem tecido conectivo.

Utilizaram 4 partes de água a 10°C como solução de lavagem, bem como centrifugação para retirada de água e peneiragem (perfurações de 1,5 mm) para retirada de tecido conectivo. Concluíram que a remoção do tecido influi na composição, na cor e no rendimento do surimi obtido. O surimi de frango sem tecido conectivo contém menos substâncias secas, menos gordura e mais proteína que o controle com tecido conectivo. O surimi de poedeira contém mais gordura e maior teor protéico após a separação do tecido conectivo do que o de frango. Com relação a cor o surimi com o tecido conectivo foi mais claro quando comparado com o surimi livre de tecido conectivo. O rendimento em massa de surimi foi reduzido aproximadamente pela metade com separação do tecido conectivo. No caso do surimi de frango passou de 70,3% para 37,3% e no caso de poedeiras foi de 82,7% para 40,7%. O gel obtido após o cozimento da pasta de surimi de onde não se removeu o tecido conectivo exibiu estrutura não homogênea e sensível ao encolhimento.

KEE e BABJI (1991) estudaram o efeito do processamento sobre o rendimento e a composição de surimi obtido de poedeiras o qual é denominado de “ayami”. O processamento inclui duas etapas de cominuição da carne em disco de 5 mm, três ciclos de lavagem – mistura de 3 partes de água (8°C) com uma parte de carne em cutter por 30 segundos – seguido de 5 minutos de descanso. O resíduo foi filtrado e prensado. Concluíram que o “ayami” produzido de poedeiras apresentou um rendimento em massa ligeiramente menor (64,8%) que o surimi produzido de carne de frango (70,5%). O conteúdo de umidade, gordura, cinzas e proteína de ayami de ambas as fontes foram aproximadamente 79%, 1%, 0,3%, e 14% respectivamente. O conteúdo de colágeno foi de 2,33% para a carne de frango processada e 1,94% para a carne de poedeiras após a produção de ayami.

As mudanças no conteúdo de proteína miofibrilar e de colágeno após a CMS de frango ser lavada e peneirada, uma etapa de refino introduzida, foram estudadas por YANG e FRONING (1992a). O meio para extração foi solução de bicarbonato de sódio 0,5% e as peneiras utilizadas tinham perfurações de 0,85 mm. A fração de carne retida pela peneira apresentou rendimento de 18,7% da CMS de frango original em base seca, continha 2,8 vezes mais proteína miofibrilar e 3 vezes mais tecido conectivo que a CMS de frango não lavada quando expresso em peso na base seca. A fração de carne lavada que passou pela peneira representou rendimento de 20,7% da CMS de frango original, também em base seca e continha 9,2 vezes mais proteína

miofibrilar e 3,0 vezes menos tecido conectivo que a CMS de frango não lavada, indicando que a etapa de refino (peneira) introduzida reduziu o teor de colágeno e aumentou o conteúdo de proteína miofibrilar.

## **2. 4 Produtos Cárneos Processados**

### **2.4.1. Generalidades**

Entendem-se como produtos cárneos processados ou preparados aqueles em que as propriedades originais da carne fresca foram modificadas através de tratamento físico, químico ou biológico, ou ainda através da combinação destes métodos. O processo envolve geralmente cortes ou trituração mais ou menos intensos, adição de condimentos, especiarias e aditivos diversos (PARDI *et al.*, 1994).

Os embutidos estão entre as formas mais antigas de processamento de carnes, preservados por um conjunto de métodos, dentre os quais a secagem, salga, defumação, condimentação, e às vezes o cozimento (PARDI *et al.*, 2001).

A origem do processamento de carnes é muito antiga, provavelmente surgiu a partir do momento que a humanidade aprendeu a trabalhar com o sal como agente de preservação (GONÇALVES, 2003).

Os embutidos podem ser frescos, secos ou cozidos. Os frescos são aqueles onde o período de consumo varia de 1 a 6 dias. Os secos são embutidos crus submetidos a um processo de desidratação parcial para favorecer a conservação por um tempo mais prolongado. Já os cozidos, são os que sofrem um processo de cozimento, seja em estufa como em água (ROÇA, 2005).

Atualmente, a moderna indústria de embutidos conta com embutideiras a vácuo, envoltórios dos mais diversos tipos, estufas de cozimento/defumação programadas por computador, instalações frigoríficas adequadas, embalagens e condimentos necessários para a fabricação de produtos seguros e de fácil preparação para o consumo. Estes são requisitos encontrados no atual estilo de vida, seja em ocasiões de entretenimento ou na rotina da alimentação (GONÇALVES, 2003).

### 2.4.2 Produtos de Salsicharia

A designação produtos de salsicharia vale como termo genérico para produtos cárneos picados, ou moídos em variados graus. São constituídos por carnes de diversas espécies e/ou sangue, vísceras e outros tecidos animais aprovados para consumo. Podem ser curados ou não, embutidos ou não; quando embutidos devem utilizar envoltórios naturais ou artificiais aprovados pelas autoridades competentes (PARDI *et. al.*, 2001).

O regulamento de inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) apenas define embutidos e alguns produtos isoladamente, sem classificá-los. Na realidade, a classificação é influenciada por hábitos regionais e devido a extrema variedade de produtos e constantes inovações torna-se difícil o enquadramento correto de todos eles (PARDI *et. al.*, 2001).

Segundo a FAO (1985), os produtos de salsicharia são classificados em:

- Embutidos frescos: feitos a partir de carnes frescas as quais via regra, não são curadas, nem fermentadas, nem cozidas. Embutidos frescos devem ser conservados sob refrigeração até o consumo devendo ser cozidos antes do consumo.
- Embutido defumado: produtos, normalmente, curados e não fermentados. Sua vida de prateleira é aumentada pelo aquecimento devido a redução parcial do conteúdo de umidade. Normalmente são cozidos antes do consumo.
- Embutidos cozidos: produtos prontos para consumir, basicamente feitos a partir de matérias primas cozidas ou curadas, sendo embutida, com ou sem defumação.
- Embutidos emulsionados: produtos prontos para consumir feitos a partir de produtos cárneos cominutados e homogeneizados, tecido graxo, água e saborizantes, usualmente defumados. Na Europa, esses embutidos são conhecidos como escaldados (pasteurizados) por não sofrerem cozimento completo.

### 2.4.3 Embutidos Emulsionados

Embutidos emulsionados ou escaldados são produtos cárneos elaborados com carne crua, tecidos graxos e água potável. O problema de sua fabricação consiste na perfeita homogeneização de seus componentes de maneira que, após o aquecimento não se produza a separação dos ingredientes de modo a imprimir ao produto adequada consistência ao corte. Devido a este fato, a fixação da água, a estabilização das gorduras e a estrutura formada são processos decisivos na fabricação de embutidos emulsionados (FISCHER, 1994).

Emulsões são definidas como um sistema coloidal que contém duas fases líquidas imiscíveis, dispersas uma na outra na forma de pequenas gotas que tem entre 0,1  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$  de diâmetro (FENEMMA, 1993; BRUJINE e BOT, 2001).

Ainda que a definição clássica de uma emulsão preveja que os dois líquidos imiscíveis se dispersem no estado coloidal, a estrutura e as propriedades físicas das pastas empregadas na elaboração das salsichas são tão assemelhadas às das emulsões verdadeiras que se passou a denominá-las emulsões cárneas (PARDI et. al., 2001).

Os fatores que influenciam na estabilidade e formação da emulsão dependerão da quantidade de gordura adicionada sendo esta dependente da temperatura, tamanho da partícula de gordura, pH, quantidade e tipo de proteína solúvel e da viscosidade da emulsão (PARDI et. al., 2001).

A emulsão da carne constitui um sistema de duas fases, a fase dispersa formada por partículas de gordura sólida ou líquida e a fase contínua formada pela água, que contém dissolvidas e suspensas proteínas solúveis, e que com a água formam uma matriz que encapsula os glóbulos de gordura (ROÇA, 2005).

As emulsões geralmente são instáveis se não possuem outro composto como agente emulsionante ou estabilizante. Quando a gordura entra em contato com a água, existe uma grande tensão interfacial entre ambas as fases. Os agentes emulsionantes atuam reduzindo esta tensão e permitindo a formação de uma emulsão com menor energia interna, aumentando portanto sua estabilidade. Os agentes emulsionantes têm afinidade tanto pela água como pela gordura. As porções

hidrofílicas de tais moléculas têm afinidade pela água e as porções hidrofóbicas têm mais afinidade pela gordura. Se existe quantidade suficiente de agente emulsionante, este formará uma capa contínua entre as duas fases estabilizando, portanto a emulsão (ROÇA, 2005).

#### **2.4.4 Processamento de Embutidos Emulsionados**

Os embutidos emulsionados são elaborados utilizando cutter ou outros equipamentos como amassadoras automáticas que permitem a moagem/trituração fina e a mistura de todos os seus componentes (FISHER, 1994). A maior parte dos embutidos emulsionados constam de uma pasta básica finamente triturada adicionada de saborizantes e submetidas a ação do calor (TERRA, 2000).

Realiza-se a cominuição no cutter com sal a fim de solubilizar completamente as proteínas miofibrilares de modo a prepará-las para o completo encapsulamento das gotículas de gordura (TERRA, 2000). Os ingredientes, aditivos, condimentos, especiarias, ligadores e gelo são misturados durante a operação de cominuição no cutter.

Quando a carne é proveniente de blocos congelados, a primeira etapa é descongelar os blocos entre -3°C e 0°C (TERRA, 2000) a fim de evitar o aquecimento excessivo (FISHER, 1994). Durante todas as etapas é importante controlar a temperatura de trabalho, o grau de divisão da gordura, o cloreto de sódio e os polifosfatos, tendo em vista que a proteína atua como estabilizante somente enquanto é solúvel, assim a temperatura de trabalho deverá ser inferior à desnaturação protéica. TERRA (2000) recomenda que a temperatura não ultrapasse 12°C, enquanto que FISHER (1994) indica que em temperaturas acima de 8°C já ocorre desnaturação das proteínas. É importante salientar que a capacidade emulsificante está diretamente relacionada à quantidade de proteínas solúveis.

O tempo de processamento no cutter deve possibilitar um grau de divisão tal da gordura que permita obter uma massa sedosa. O excessivo trabalho da massa, além de correr o risco de aquecer a massa e provocar a desnaturação protéica instabilizando a emulsão, dividirá exageradamente a gordura aumentando sua superfície e por isso exigindo mais proteína solúvel para recobri-la (TERRA, 2000).



Concluída a emulsificação, a massa é levada ao embutimento em tripas naturais ou artificiais (TERRA, 2000). Os embutidos são constituídos basicamente por carne picada, portanto torna-se necessário a utilização de moldes ou tripas com a finalidade de dar uma forma definida a estes produtos (ROÇA, 2005). Em seguida são levados ao cozimento em estufa ou em tanque de cozimento (FISHER, 1994).

Geralmente, os procedimentos de cozimento são moderados para evitar mudanças nas características sensoriais dos embutidos. Este tipo de procedimento é também denominado de pasteurização e consiste em aplicar temperaturas inferiores a 100°C (FISHER, 1994).

Os embutidos emulsionados cozidos geralmente são aquecidos a 75°C (70-80°C) até que a massa apresente uma estrutura homogênea. A aplicação de temperaturas de cozimento mais elevadas pode provocar uma separação indesejada dos componentes da massa separando água e gordura (FISHER, 1994).

#### **2.4.4.1 Características da matéria-prima**

Carne: Tradicionalmente, na fabricação de embutidos emulsionados utiliza-se músculo bovino ou suíno recém sacrificado, refrigerado ou congelado (PARDI *et. al.*, 2001). Ao lado das carnes bovinas e suínas, destaca-se também o uso de carne mecanicamente separada de frango (CMSF) que possui composição química variável dada a origem de seus constituintes (TERRA, 2000). Alguns estudos têm sido publicados utilizando o surimi como substituto parcial ou total da carne bovina e/ou suína na elaboração de embutidos emulsionados (FIDDLER *et. al.*, 1993; IRRIBARREN *et. al.*, 1990; MURPHY *et. al.*, 2004).

Entre os estudos mencionados, o mais recente é o de MURPHY *et. al.*, (2004), que concluíram que a substituição da carne ou gordura suína por 25% de surimi é variável na elaboração de embutidos emulsionados não havendo alteração nas características sensoriais tais como sabor e aceitação visual no produto final. Além disso, não houve interferência na aceitabilidade e preferência dos consumidores quando comparado ao produto padrão com 0% de surimi.

Na escolha da matéria-prima, é importante considerar as características como maturação da carne, pH, cor e capacidade de retenção de água, tendo em vista que um embutido emulsionado de alto valor qualitativo deve apresentar boa consistência

ao ser mordido e uma cor estável. A suculência prevê uma boa capacidade de retenção de água (CRA) da carne utilizada (PARDI *et. al.*, 2001). A capacidade de retenção de água é definida como capacidade da carne de reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas como corte, aquecimento, trituração e prensagem (ROÇA, 2005). Difere entre as diferentes fontes de proteínas animais e diferem também dentro da porção muscular envolvida (PARDI *et. al.*, 2001).

Tecidos graxos: A gordura é um dos ingredientes mais importantes em um produto alimentício sendo, na maioria das vezes, um componente decisivo na percepção sensorial. A gordura contribui nas propriedades texturiais, tais como viscosidade, suculência, coesividade e leveza. Além disso, a gordura tem a habilidade única de modificar a percepção do sabor dos alimentos visto que a emulsão formada depende em grande parte deste componente (PARDI *et. al.*, 2001). As propriedades desejáveis de um embutido emulsionado são determinadas principalmente pela capacidade de retenção de água e também pelos lipídios retidos na matriz protéica. Dessa forma, a gordura é considerada um componente essencial nesses produtos proporcionando maciez, suculência e as características de emulsão formada (FISCHER, 1994).

O tecido que apresenta as melhores características é o toucinho obtido do dorso, abdômen e pescoço de suínos. Tal toucinho deve mostrar uma consistência sólida e boa resistência ao calor. Quando é adicionado em produtos cominutados, a estabilidade da matriz protéica é decisiva na aglutinação estável dos lipídios (FISCHER, 1994).

Aditivos: Segundo a portaria nº 540 (BRASIL, 1997), aditivo alimentício é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com 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 agregar-se poderá resultar em que o próprio aditivo ou seus derivados se convertam em um componente de tal alimento. Esta definição não inclui os contaminantes ou substâncias nutritivas que sejam incorporadas ao alimento para manter ou melhorar suas propriedades nutritivas.

Fosfatos: São largamente utilizados num grande número de alimentos processados é devido a suas propriedades específicas na fabricação de alimentos facilitando o tratamento destes bem como possibilitando a prática de determinados métodos de elaboração (FISCHER, 1994; NAKAMURA e NETO, 2003). As duas grandes classes de fosfatos são os ortofosfatos, que contém um único átomo de fósforo e os polifosfatos, que contém dois ou mais átomos de fósforo (NAKAMURA e NETO, 2003).

A adição de determinados fosfatos às carnes cruas ou cozidas aumenta a capacidade de retenção de água das mesmas. Por esse motivo, os fosfatos são utilizados na fabricação de embutidos como salsichas, mortadelas e presuntos, a fim de diminuir as perdas de exsudado (FENEMMA, 1993). Os fosfatos são utilizados em grande número de alimentos processados, devido as suas propriedades específicas na fabricação de produtos, facilitando o tratamento destes, bem como possibilitando a prática de determinados métodos de elaboração (NAKAMURA e NETO, 2003).

O tripolifosfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) é o composto mais empregado em carnes, frangos e pescados processados. É comum também fazer uma mistura de tripolifosfato com hexametáfosfato de sódio para aumentar a tolerância aos íons cálcio que se encontram presentes nas salmouras, utilizadas em carnes curadas de produtos pesqueiros (FENEMMA, 1993). A combinação pirofosfato e tripolifosfato com NaCl aumentam a retenção de água mais do que o NaCl sozinho (CHANG e REGENSTEIN, 1997).

Em embutidos, a adição de 2-4% de NaCl e 0,3-0,5% de polifosfatos contribuem na estabilização da emulsão e após a cocção proporciona uma maior coesão das proteínas coaguladas (FENEMMA, 1993). Os fosfatos também favorecem o processo de emulsificação uma vez que estimulam a dispersão molecular (FISCHER, 1994).

Os polifosfatos agem nas proteínas miofibrilares (actina e miosina), presentes no complexo actomiosina. Tripolifosfatos ou polifosfatos podem separar esse complexo e extrair a miosina. A miosina extraída se liga à água, o que ajuda a retenção de proteínas hidrossolúveis, minerais e vitaminas, assim como a retenção de água (NAKAMURA e NETO, 2003).

Outro efeito positivo dos fosfatos é sua ação conservadora. Os fosfatos e especialmente, os polifosfatos, impedem ou minimizam a oxidação dos lipídios insaturados dos alimentos ao mesmo tempo em que inibem o crescimento de muitos microrganismos presentes. Isto é explicado pelo fato dos fosfatos fixarem íons metálicos ou polieletrólitos necessários para a oxidação dos lipídios ou para o crescimento dos microrganismos (FISCHER, 1994; NAKAMURA e NETO, 2003).

Sal: O sal adicionado nos embutidos emulsionados está na forma de sal comum na proporção entre 2,0 a 3,0%, referida as quantidades de músculo e gordura utilizados. Além de promover sabor e melhorar a capacidade de conservação, o sal tem uma importância tecnológica fundamental no processamento de embutidos emulsionados. O sal aumenta a força iônica, imprescindível para a transformação da proteína miofibrilar em sol (FISCHER, 1994; NIWA, 2000; PARDI et. al., 2001). O sal influi sobre a capacidade de retenção de água das proteínas cárneas, especialmente as miofibrilas. Com a adição do sal aumenta-se a força iônica do meio, permitindo que as proteínas miofibrilares absorvam a água e solubilizem. A solubilidade destas proteínas aumenta até uma concentração de sal de 6%, portanto, quando o teor de sal é superior a este limite, ocorre a precipitação das proteínas, ocasionando perda da capacidade de retenção de água (FISCHER, 1994).

Dessa forma, quando necessário, a concentração salina pode ser aumentada adicionando sais de ácidos comestíveis como os sais de sódio e potássio derivados do ácido acético, láctico, cítrico e tartárico (FENEMMA, 1993). A proporção máxima é de 0,3% com relação ao peso do músculo e tecido graxo utilizado. Dentre os sais mencionados, o citrato é o mais eficaz (FISCHER, 1994).

Proteínas de origem vegetal: A soja é maior fonte de proteínas vegetais e embora seus derivados possam ser empregados como extensores de baixo custo, maiores vantagens podem ser obtidas se consideradas como ingredientes funcionais. Dentre os derivados de soja, encontra-se a proteína texturizada de soja (PTS) com um conteúdo protéico de pelo menos 40-50%. A PTS é o derivado mais utilizado na fabricação de produtos cárneos. A texturização da proteína de soja resulta num produto com sabor menos intenso e textura mais adequada para ser utilizado em produtos cárneos (TAKAHASHI e CIA, 1981).

A adição de proteínas aos alimentos, além de proporcionar a melhoria na ligação de água e gordura, também causa o aumento do valor nutricional, da viscosidade, geleificação, emulsificação e capacidade espumante (ROÇA, 2005). Foi demonstrado que o uso de proteínas de soja em produtos emulsionados de pescado melhorou a capacidade de o músculo ligar água e gordura, especialmente quando este foi submetido a congelamento, o que reduz as propriedades funcionais das proteínas (BUNGE, 2005).

Segundo BUNGE, (2005) a proteína isolada de soja é um ingrediente de uso tradicional em embutidos e outros produtos cárneos processados. Sua utilização advém principalmente de sua funcionalidade, seja pela sua propriedade de formação de gel, retenção de água ou capacidade emulsificante, similares às proteínas cárneas.

Em emulsões cárneas, como mortadelas e salsichas, a proteína isolada de soja permite a utilização de uma maior quantidade de cortes de carnes de menor funcionalidade, sem prejuízo à qualidade dos produtos finais. Além disso, também favorece a formação de emulsões mais estáveis, redução de quebra no cozimento, prevenção da liberação da gordura e a melhoria de textura dos produtos acabados (BUNGE, 2005).

**Proteínas de origem animal não-cárneas:** Várias proteínas não-cárneas podem ser utilizadas na elaboração de embutidos melhorando assim a capacidade de emulsificação e capacidade de retenção de água (PARDI *et. al.*, 2001).

Nos embutidos são adicionados uma variedade de produtos não cárneos que geralmente são denominados como ligadores ou extensores. O uso de ingredientes que podem contribuir na formação do gel e na estabilização da matriz protéica é uma prática comum na fabricação de embutidos emulsionados. São adicionados na fórmula por várias razões: melhorar a estabilidade da emulsão, aumentar a capacidade de ligar água, melhorar o sabor e aroma, melhorar as características de corte, melhorar o rendimento durante a cocção e reduzir os custos da formulação (ROÇA, 2005).

A aplicação de produtos lácteos em embutidos tem sido muito estudada, principalmente no que diz respeito às proteínas do soro (BAADSETH *et. al.*, 1992; LYON *et. al.*, 1999; LOWE *et. al.*, 2003). Entretanto, a adição de proteínas lácteas

como ingredientes secos em produtos cominutados afetam a textura diversamente, resultando em produtos elásticos quando em baixas concentrações e em produtos mais secos quando em altas concentrações (BAADSETH *et. al.*, 1992).

A albumina do ovo é um ingrediente funcional que pode ser utilizado na elaboração de embutidos, melhorando a capacidade de geleificação e produzindo variações de pH no meio. O uso da albumina do ovo em embutidos cárneos é limitado a produtos especiais tendo em vista seu alto custo, sendo que industrialmente outros ingredientes funcionais são utilizados (PARDI *et. al.*, 2001).

Outro ingrediente funcional utilizado é o plasma sanguíneo, obtido por centrifugação do sangue de animais de abate com a adição de anticoagulante. Pode ser empregado na forma fresca, congelada ou desidratada. As propriedades funcionais do plasma sanguíneo são dadas quando é atingida a temperatura de gelatinização do mesmo, que se situa entre 70-75°C, o que dificulta sua aplicação em certos processamentos cárneos (FISCHER, 1994; PARDI *et. al.*, 2001).

Hidrocolóides: Apresentam a propriedade de reter moléculas de água, formando soluções coloidais e controlando, desse modo, a atividade de água de um sistema. Hidrocolóides têm a capacidade de formar com água géis ou soluções viscosas, atuando como agentes espessantes ou geleificantes, estabilizantes e emulsões (BOBBIO, 1992).

Os agentes espessantes, estabilizantes e geleificantes são os principais ingredientes funcionais que controlam as propriedades texturais dos alimentos. Os hidrocolóides e as proteínas são os dois biopolímeros mais importantes para criar ou modificar a textura de muitos produtos alimentícios processados. Além disso, cada hidrocolóide geleificante produz um gel com atributos de textura únicos, sendo sua contribuição dada pelo tipo, concentração, tempo e temperatura, bem como a sinergia com outros componentes da mistura (SMEWING, 2001).

O amido é considerado um dos mais importantes biopolímeros com propriedades funcionais sendo adicionado em produtos cárneos e pescados cominutados (HERMANSSON e SVEGMARK, 1996).

O amido de batata apresenta temperatura de gelatinização menor do que a do amido do milho. Amidos modificados de batata podem apresentar temperatura de gelatinização de até 64°C, ou se a modificação for do tipo crosslinking tornar mais estável ao calor. Amidos que contenham mais altos teores de amilose podem fornecer uma textura firme aos produtos cárneos. Amido de mandioca, quando utilizado em produtos cárneos, é comparável ao amido de batata (SKIDMORE-SALES, 2004).

Amidos de diferentes fontes comportam-se diferentemente em consideração à textura do gel surimi-amido. Amido de batata, por exemplo, aumenta a força do gel mais que amido de milho, por causa da sua habilidade em reter uma quantidade maior de água, ou inchamento pelo tamanho maior do grânulo. Na indústria de surimi um nível de 4-12% de amido combinado é comumente usado, o tipo e o conteúdo de amido, contudo afeta profundamente a textura e a cor do gel de surimi. Com base no tamanho do grânulo, amido de batata tem maior capacidade de inchamento, seguido pela tapioca, milho e trigo (LANIER e LEE, 2000; SINGH e SINGH, 2003).

O amido é usado como ingrediente principal em produtos a base de surimi pela sua habilidade em modificar a textura, por melhorar a estabilidade em processo de congelamento/descongelamento e, por razões econômicas. As propriedades reológicas do gel de surimi podem ser afetadas pelas propriedades físico-químicas do amido, tais como frações amilose e amilopectina, temperatura de gelatinização, retrogradação, viscosidade e viscoelasticidade (BARRETO, 1999).

Um estudo conduzido por PARK e YANG (1998), comparou a textura do gel de surimi obtido com amido de batata nativo, amido de batata modificado por acetilação, amido de milho nativo e 2 tipos de amido de milho modificado: ceroso (alto teor de amilopectina) e o de alto teor de amilose. Seu estudo demonstrou que o uso de amido de batata resultou em géis mais fortes demonstrando que amido com grânulos maiores resultam em géis mais fortes devido a maior pressão exercida na matriz do gel. Da mesma forma, ficou demonstrado que amilose e a amilopectina afetam a força de gel da matriz, sendo que maior concentração de amilose aumenta a força de gel enquanto maior concentração de amilopectina resulta em géis mais fracos. Ao estudar o efeito da temperatura no comportamento de geleificação, ficou demonstrado que influência da temperatura depende das propriedades de gelatinização individuais dos amidos.

LI e YEH (2003) estudaram o efeito de vários tipos de amido nas propriedades reológicas do sistema amido/carne e observou que a fécula de batata exibe maiores rendimentos com menor perda de peso entre as diferentes fontes de amido estudadas. O uso de fécula de batata em produtos embutidos tem sido reportado por vários autores (TABILO-MUNIZAGA e BARBOSA-CÁNOVAS, 2004; PIETRASKY, 1999; RUUSUNEN *et. al.*, 2003; SHAND, 2000).

## **2.5 Textura dos alimentos**

A textura de um alimento é um dos atributos primordiais na aceitação perante o consumidor. Cada alimento ou produto alimentício tem características bem definidas, que geralmente são percebidas em primeira instância como características de textura. A viscosidade de uma manteiga, a untuosidade de um chocolate, a dureza de alguns legumes, a suculência das frutas, todos esses exemplos são impressões sensoriais relacionadas com as características de textura em um alimento (SMEWING, 2001).

Assim, no desenvolvimento de produtos alimentícios é de suma importância estudar as características reológicas, pois as mesmas demonstram instrumentalmente as características texturais que serão percebidas pelos consumidores (SMEWING, 2001).

O estudo do comportamento reológico dos alimentos contribui para o conhecimento de sua estrutura, por exemplo, se há relação entre o tamanho e forma molecular das substâncias em solução e sua viscosidade. Além disso, as medições reológicas são de grande utilidade para o controle dos processos (SMEWING, 2001).

COPPEs, PAVLISKO e VECCHI (2002) afirmaram que a textura da polpa de pescado é uma característica sensorial importante determinando a qualidade ou aceitabilidade de uso em produtos de alto valor agregado. Nesse contexto, CHUNG e LEE (1996) afirmaram que as propriedades texturais do surimi refletem as características da estrutura de rede a qual se forma através de geleificação de proteínas, onde estão presentes interações proteína-proteína, proteína-solvente e proteína-ingredientes.



### 2.5.1 Medidas reológicas

Existem 3 parâmetros para medir a textura: força, distância e tempo. A força é a medida do estresse e é propriedade texturial comumente medida nos instrumentos. A medida de força inclui penetração, compressão-extrusão, corte, quebra, tensão, torque e dobra. A distância pode ser relacionada com o esforço realizado causado pela aplicação de um estresse. Pode ser medida linearmente (L), com dimensão de área (L<sup>2</sup>), ou volume (L<sup>3</sup>). O tempo, medido em segundos, é correlacionado com a variação da deformação do alimento no momento que uma força é aplicada sobre ele (BARROSO *et. al.*, 1998; COPPES, PAVLISKO e VECCHI, 2002; SMEWING, 2001; VLIET, 2001).

As medidas reológicas dividem-se entre as que determinam pequenas deformações e as que determinam grandes deformações. Os dois métodos dão informações complementares e não necessariamente se correlacionam (SMEWING, 2001).

Os ensaios de deformação pequena geralmente são utilizados para determinação de parâmetros viscoelásticos e frequentemente se utilizam equipamentos de análise mecânica dinâmica especializada. Para estudar o comportamento reológico de géis, se utilizam os parâmetros de módulo de cisalhamento ou de Yong determinados na região linear, ou seja, a região de deformação. Estes módulos são independentes da geometria tanto do sistema de medição como da amostra, por conseguinte, os parâmetros não são válidos para a comparação de sistemas já geleificados (SMEWING, 2001).

Para experimentos de deformação grande se utilizam dispositivos como, instrumentos de ensaio de compressão ou tensão (p.ex. analisadores de textura). Estes medem esforços, deformação e as propriedades de quebra dos sistemas geleificados que tem relevância nas propriedades finais (quebra) do material (VLIET, 1989). O analisador de textura Stable Micro Systems TA.XTplus caracteriza-se pela análise da compressão, onde a deformação é medida através da aplicação de uma força de compressão uniaxial. Isso é feito entre duas placas paralelas, uma fixa e outra móvel.

Os métodos de ensaio reológico para avaliação das características do gel baseados na deformação grande de um material agrupam-se em três tipos: fundamentais, imitativos e empíricos (SMEWING, 2001).

- Métodos fundamentais

Quando se consome um alimento tipo gel, a percepção da textura é em parte uma avaliação das propriedades de deformação a fratura da matriz gel, que é viscoelástica. A fratura reflete defeitos no material causando concentrações de esforço e deformações locais.

As propriedades reológicas fundamentais determinadas em deformações grandes se denominam esforços e deformação para fratura, quebra ou ruptura e às vezes, também trabalho de fratura. Estes experimentos usualmente se determinam mediante experimentos a velocidade constante, tais como compressão uniaxial, tensão uniaxial e reflexão de três pontos em equipamentos como Instron, Stevens, Lloyd ou Stable Micro System TA.XT2 Texture Analyser.

O esforço reflete a firmeza (dureza) do gel e a deformação é uma indicação das propriedades coesivas. No desenvolvimento de produtos, a qualidade está relacionada com as propriedades mecânicas do gel, bem como as características de forma, manipulação e corte do alimento. A maioria destas propriedades relaciona-se com o comportamento de fratura (ou deformação grande) e várias velocidades de deformação.

Ainda que ensaios de compressão sejam mais comuns, os ensaios de tensão dão uma descrição mais clara dos esforços da amostra. As propriedades de tensão dos alimentos são potencialmente úteis, pois imitam a mastigação do alimento na boca. Outras vantagens do ensaio de tensão são que a energia é utilizada somente para a tensão e não para fricção; o início da fratura se pode determinar com mais precisão e é possível estudar a sensibilidade do material à mastigação.

- Métodos empíricos

Os métodos empíricos também se utilizam para determinar a força de ruptura, ou seja, a força necessária para romper o gel. As medidas da força de ruptura se

realizam por compressão ou penetração (punção) em um gel normalizado com uma sonda standard que desce a velocidade constante até que o gel se rompa.

O ensaio com penetrômetro ou do tipo punção é um dos mais comuns nas indústrias alimentícias, tendo a vantagem de ser rápido, portátil e de fácil utilização. Ainda que as características de quebra do gel se possam medir por compressão, tensão ou torsão, a mais apropriada é a compressão uniaxial, visto que muitos sistemas alimentícios estão sujeitos a compressão.

- Métodos imitativos

Vários trabalhos têm sido realizados sobre o desenvolvimento de ensaios mecânicos para imitar a avaliação sensorial de textura dos alimentos. A técnica instrumental conhecida como Análise de Perfil de Textura (TPA – Texture Profile Analysis) foi desenvolvida para correlacionar a avaliação sensorial e as medidas objetivas da textura de um alimento. O procedimento consiste em comprimir a amostra por duas vezes utilizando o analisador de textura.

A Figura 1 apresenta os parâmetros estudados na análise de TPA onde H é a dureza,  $A_2/A_1$  é a coesividade,  $A_3$  é a adesividade e  $b/a$  é elasticidade, Force é a força em gramas e Time é o tempo em segundos.

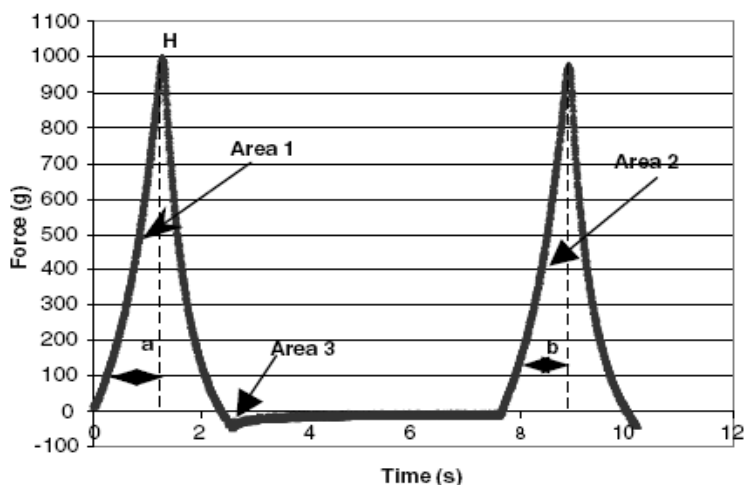


Figura 1: Determinação do perfil de textura apresentado pelos alimentos.

Fonte: Tabilo-Munizaga e Barbosa-Canóvas (2004)

Segundo TABILO-MUNIZAGA e BARBOSA-CANÓVAS (2004), e HUIDOBRO et. al., (2005), a Figura 1 apresenta os seguintes parâmetros:

- Dureza: a força necessária para se obter uma dada deformação (H), é a resistência máxima à compressão durante a primeira compressão, representa a resistência da superfície de um corpo à penetração ou a dureza da amostra na primeira mordida.
- Área 1: a área da curva durante a primeira subida a qual é proporcional ao trabalho realizado pela sonda na amostra durante a primeira compressão. É o trabalho realizado durante a primeira mordida.
- Área 2: a área da curva durante a segunda subida a qual é proporcional ao trabalho realizado pelo sonda na amostra durante a segunda compressão. É o trabalho realizado durante a segunda mordida.
- Coesividade: quantidade de forças internas que mantém o corpo do produto ( $A_2/A_3$ ), ou seja, a resistência do material a forças externas que tendem a separá-lo em porções.
- Adesividade: a quantidade de energia ou trabalho necessário para superar as forças de atração entre a superfície da amostra e a de outros materiais ( $A_3$ )
- Elasticidade: a extensão a qual um material deformado volta á sua condição inicial após a remoção da força (b/a).

## 2.6 Análise sensorial

O principal propósito dos testes afetivos é avaliar a resposta pessoal, preferência ou aceitação, de um consumidor em potencial, ter uma idéia da aceitação ou avaliar uma característica em especial de um determinado produto. Divide-se em ordenação, comparação pareada, escalas de atitude e escala hedônica (BERGARA-ALMEIDA e SILVA, 2002).

A escala hedônica é usada para indicar o grau de aceitabilidade ou rejeição do produto. Os melhores resultados são obtidos com escalas balanceadas, tendo um número igual de categorias positivas e negativas e tendo passos de igual tamanho (BERGARA-ALMEIDA e SILVA, 2002).

O teste de aceitação utilizando a escala hedônica pode medir, com certa segurança, o grau de gostar e a aceitação de um produto; é possível obter através dos resultados deste teste, uma indicação do produto ou produtos que deverão receber maior atenção dada a possibilidade de virem a se tornar sucessos comerciais (GRIZOTTO e MENEZES, 2003).

Segundo Yang et al. (2001), durante a avaliação sensorial de salsichas com substituintes de gordura, em relação aos valores de flexibilidade, não houve diferenças significativas entre os controles com alto teor de gordura e baixo teor de gordura e ligante com os produtos elaborados com kappa-carragena, amido modificado de milho ceroso, isolado protéico de soja e isolado protéico de músculo, contudo Lyon et al. (1999) avaliando salsicha suína com altos níveis das variáveis estudadas (fécula de mandioca, carragena e concentrado protéico de soro de leite) relataram efeitos negativos nos valores de sabor e suculência.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIAL**

##### **3.1.1 Matéria-prima**

Carne mecanicamente separada de frango (CMSF) proveniente da Companhia Minuano de Alimentos, unidade de Arroio do Meio, RS.

##### **3.1.2 Insumos e reagentes**

Os insumos foram fornecidos pela indústria de aditivos Duas Rodas Industrial Ltda., ou adquiridos no comércio local. Os reagentes químicos utilizados para a obtenção de surimi e para o processamento de embutido emulsionado, assim como nas análises químicas e microbiológicas foram de qualidade P.A.

##### **3.1.3 Infra-estrutura**

Para o processo tecnológico e determinações analíticas foi utilizado como base o Laboratório de Tecnologia de Alimentos, e outros laboratórios, todos eles localizados no Campus Cidade da FURG.

##### **3.1.4 Equipamentos**

Os equipamentos utilizados para o processamento de surimi e do embutido emulsionado foram: misturador de pás, centrífuga, homogenizador, refinador, cutter de bancada, embutideira, tanque de aço inoxidável, e freezer horizontal. Os equipamentos utilizados para as análises foram: analisador de textura Stable Micro Systems TA.XTplus, centrífuga, potenciômetro de bancada, digestor e destilador para determinação de proteínas, refrigerador, estufa, mufla, balança analítica e semi-analítica, banho-maria, câmara de fluxo laminar e vidrarias de laboratório.

## 3.2 Metodologia

### 3.2.1 Processamento de surimi

As operações necessárias para o processamento do surimi de CMS de frango, podem ser observadas na Figura 2.

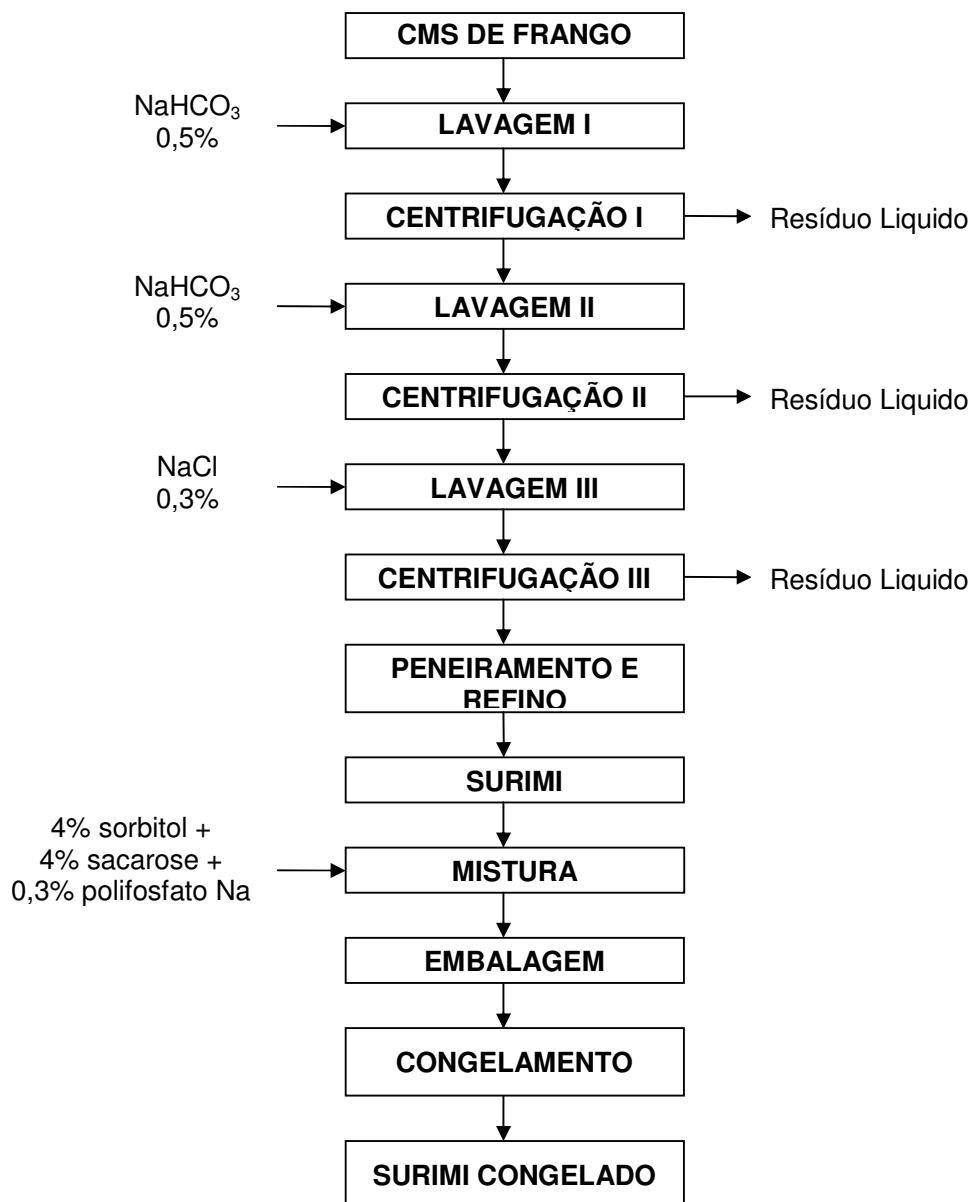


Figura 2: Fluxograma para processamento de surimi de CMS de frango.

Para processamento de produto tipo surimi de frango, a CMS de frango foi lavada em 3 ciclos de lavagens utilizando-se em cada lavagem uma relação entre a solução de lavagem e CMSF de 2:1 a 6:1 (p/v), à temperatura de trabalho entre 2 a 12°C, por um tempo de 5 a 15 min. Os três ciclos de lavagem foram realizados a agitação constante de 220 rpm com agitador de eixo-hélice. Na primeira e segunda lavagem foi utilizado  $\text{NaHCO}_3$  0,5%, a última lavagem foi com NaCl 0,3%.

A centrifugação foi realizada com o objetivo de retirar-se, por força centrífuga, o excesso de água da CMS e para retirar a gordura; após a centrifugação o material sobrenadante foi retirado. A primeira e segunda centrifugação foram realizadas a 3.000 x g por 15 min. A terceira centrifugação foi realizada a 7.000 x g por 25 min.

Após o peneiramento (peneira metálica de malha 24, orifícios de 710µm de diâmetro) decorrente da terceira lavagem, teve início a fase de refino, com o objetivo de retirar fragmentos indesejáveis, tais como pele e ossos que tivessem permanecido junto à CMS de frango. Foi adotado o refino por compressão do surimi em cilindro perfurado (orifícios de 2 mm de diâmetro) ficando retidos e separados os fragmentos de pele e ossos.

Os aditivos: sacarose, sorbitol e tripolifosfato de sódio foram adicionados em conjunto como agentes crioprotetores, para impedir a desnaturação da proteína durante o congelamento, em concentrações de 4; 4 e 0,3% respectivamente. Os crioprotetores foram adicionados ao surimi e misturados em misturador de pás.

A embalagem foi realizada em blocos uniformes de 300g. As amostras de surimi foram embaladas em sacos de plásticos de Nylon polipropileno de 5 camadas e logo armazenadas sob congelamento em freezer a -18°C até sua utilização ou análise.

O produto obtido nesta etapa foi o produto tipo surimi de CMS de frango.



### 3.2.2 Processamento de embutido emulsionado

Para a obtenção de embutido emulsionado foi executado o seguinte fluxograma que pode ser observado na Figura 3.

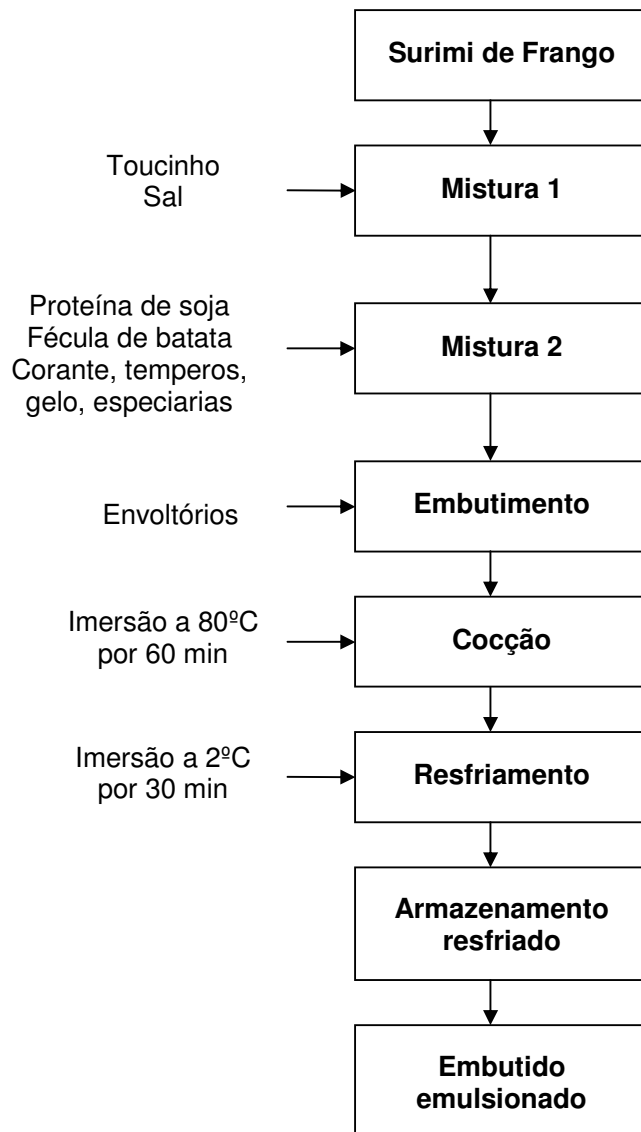


Figura 3: Fluxograma geral de processamento de embutido emulsionado a partir de CMS de frango

Para processamento do embutido utilizou-se formulação de salsicha tipo “hot dog” fornecida pela Duas Rodas Industrial: 0,20% de realçador de sabor, 0,15% de sais de cura (Cura 101), 0,30 % de açúcar, 0,99% de saborizante, 0,14% de fixador de cor, 0,03% de corante carmim, 0,99% de SCAMPRO, 1,19% de emulsificante. A percentagem de proteína de soja variou de 0 a 6% e a fécula de batata de 0 a 10% bem como a percentagem de toucinho de 2 a 12%. A carne foi substituída pelo surimi de frango O surimi de CMS de frango foi descongelado à temperatura ambiente até atingir entre -2 e 0°C e levado ao cutter (MetVisa-Cut 3-nº 1322) e misturado com NaCl e toucinho até obter uma pasta viscosa. Em seguida, foram adicionados: proteína texturizada de soja, fécula de batata previamente homogeneizada com corante, temperos, especiarias e gelo, com formulação previamente definida. A massa foi refinada até atingir um aspecto sedoso, sendo embutida com embutideira manual de 2 kg de capacidade (Pizelli, Brasil) em tripas artificiais (Viskase Brasil) de 25mm de diâmetro e 18cm de comprimento, que foram preparadas para embutimento mergulhando-as em solução de ácido acético 2% a 25°C por 4 horas, tendo as extremidades amarradas O embutido foi levado à cocção por imersão em banho-maria (Q.215-2-Quimis) a 80°C por 60min; após cocção foi resfriado em banho de gelo por 30 min. As salsichas foram armazenadas em geladeira a 3°C.

A temperatura do cutter não ultrapassou 8°C.

### **3.2.3 Análises físicas**

#### **3.2.3.1 Rendimento**

O rendimento de surimi de CMS de frango foi calculado, tendo como base a massa inicial de CMS de frango; que se apresentou como co-produto de partes de frango desossado mecanicamente, e a massa final de surimi.

#### **3.2.3.2 Preparação do Gel**

Para fazer as análises de força de gel foi preparado o gel de surimi, seguindo a método de LANIER (1985), foram pesados 300 g de surimi previamente descongelados e misturados com 2,5% de NaCl. Após a mistura, as amostras foram colocadas em fôrmas cilíndricas com 3,5cm de altura e diâmetro, e submetidas a tratamento térmico por 30 minutos a 90 °C em banho-maria (Q.215-2-Quimis). Após o tratamento, as fôrmas foram imediatamente resfriadas em banho frio por 20 minutos;

os géis foram retirados das fôrmas cilíndricas com a ajuda de um pistão, envolvido em folha de alumínio, e armazenados durante toda a noite em geladeira até a medida da força do gel.

### **3.2.3.3 Força de gel**

As medidas da força de gel (g.cm) foram determinadas usando-se um analisador de textura (Stable Micro Systems, modelo TA.XTplus, Inglaterra) calibrado com uma célula de carga de 10kg. Segundo KUHN *et al.* (2003) as amostras foram mantidas a temperatura de aproximadamente 5°C; para os testes foram utilizadas amostras cilíndricas com altura e diâmetro de 3,5cm. O teste foi realizado utilizando-se sonda tipo “plate”, as amostras foram cortadas no sentido axial até 50% da sua altura, com velocidade de descida e subida da sonda de 5mm/s, e velocidade de 2mm/s quando a sonda passa pela amostra.

### **3.2.3.4 Teste de capacidade de dobra**

O teste de capacidade de dobra (Folding Test) do surimi de frango foi realizado conforme descrito por OLIVARES e CASTRO (2001). O teste consiste em dobrar o gel de surimi em 2 ou 4 partes iguais (previamente cortado em rodela de 35mm de diâmetro, e 3mm de espessura) com os dedos polegar e anelar.

A qualificação do grau de dobra apresentando pelo surimi se determina conforme mostrado na Tabela 2 e Figura 4:

Tabela 2: Grau de qualidade do gel de surimi em base ao teste de dobra

<b>Efeito da dobra</b>	<b>Grau de qualidade</b>
Não se quebra ao dobrar em 4 partes	AA
Se quebra ligeiramente ao dobrar em 4 partes, porem não se desiguala ao dobrar em metades	A
Se quebra ligeiramente ao dobrar em duas partes	B
Se quebra ao dobrar em metades, porem não se separa	C
Se quebra ao dobrar em metades e se separa em dois pedaços	D

Fonte; Olivares e Castro, 2001.

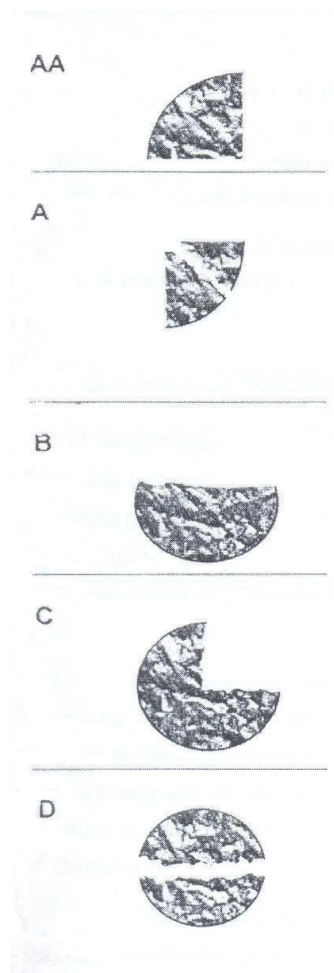


Figura 4: Grau de qualidade do gel de surimi

Fonte: Olivares e Castro, 2001

### **3.2.3.5 Textura do embutido**

As medidas texturiais do embutido foram realizadas usando-se um analisador de textura (Stable Micro Systems, modelo TA.XTplus, Inglaterra) calibrado com uma célula de carga de 10kg. Foram realizados testes de força de corte (g) e de firmeza (N).

As amostras foram resfriadas e mantidas à temperatura de aproximadamente 5°C; para ambos os testes foram utilizadas amostras de embutido de 25mm de diâmetro e 3cm de altura. O teste de força de corte foi realizado utilizando-se sonda tipo "Plate", as amostras foram analisadas com velocidade de descida e subida da sonda de 5mm/s, e velocidade de 2mm/s, quando a sonda passa pela amostra, Para o teste de firmeza utilizou-se sonda esférica de 5mm de diâmetro, velocidade de teste 0,3mm/s, velocidade de pós-teste de 3mm/s e distancia de 14,3mm.

### **3.2.3.6. pH**

Foi feito o acompanhamento do pH da carne mecanicamente separada e do surimi utilizando pHmetro de bancada (PM608 ANALION). Foram pesadas 50 g de amostra e homogeneizadas em 50 ml de água destilada e realizada a leitura de pH (AOAC, 1995).

### **3.2.4 Análises químicas**

A fim de determinar a composição proximal da carne mecanicamente separada de frango, do surimi e do embutido emulsionado foram realizadas determinações de proteína, umidade, lipídios, e cinzas; em cinco repetições para cada análise, segundo metodologia oficial (AOAC, 1995).

Para análise da umidade, foi utilizado o método de secagem em estufa a 105°C, com circulação de ar, até peso constante, e com 5g para cada amostra (Método 950.46); para lipídios, foi utilizado o método de extração por Soxhlet, com 5g para cada amostra (Método 960.39); para determinação de cinzas, foi utilizado o método de incineração em mufla a 600°C até peso constante, com 1,5g para cada amostra (Método 920.153); as proteínas foram determinadas por micro Kjeldahl, com 0,2g para cada amostra (Método 928.08).

### **3.2.5 Análises microbiológicas**

A análise microbiológica do embutido emulsionado foi realizada segundo metodologia recomendada por SILVA (1997), para *Staphylococcus coagulase positiva*, *Salmonella*, e coliformes.

Foi pesado  $25 \pm 0,2$ g da amostra, adicionado 225mL de solução peptonada 0,1% tamponada, homogeneizado por aproximadamente 60 segundos no stomacher, e realizar as diluições correspondentes para cada análise. Foi realizada a análise destes microorganismos, baseada no padrão legal da legislação brasileira, seguindo a RDC nº 12 (BRASIL, 2001).

### **3.2.6 Análise sensorial**

#### **3.2.6.1 Aceitabilidade**

Para avaliar a aceitabilidade do embutido emulsionado utilizou-se a escala hedônica de nove pontos (Anexo 1), ancorada entre os pontos mínimo e máximo; desgostei muitíssimo (1) e gostei muitíssimo (9) (ABNT, 1998). Foi utilizado um painel de 54 degustadores não treinados.

Foram servidas amostras de embutido (cortes de 1cm) aos degustadores em cabines individuais. Foi solicitado a cada degustador que avaliasse quanto a impressão global de acordo com a escala hedônica proposta. Também foi solicitado aos degustadores que respondessem um questionário (Anexo 1) com a intenção de verificar o perfil dos candidatos e a frequência de consumo de salsichas.

#### **3.2.6.2 Intenção de compra**

O produto foi previamente cortado (1cm) e disposto nas cabines individuais, foi solicitado aos consumidores responderem quanto à intenção de compra do embutido apresentada. Utilizou-se uma escala de intenção de compra de 5 pontos segundo (FERREIRA *et al.*, 2000).

### 3.2.7 Planejamento experimental

#### 3.2.7.1 Para processamento de surimi

Para a obtenção de surimi foi feito um planejamento experimental de 3 níveis e 3 fatores com 3 réplicas no ponto central sugerido por Box e Behnken (1960) foi adotado para estudar o efeito das etapas de lavagem durante a preparação do surimi. Os resultados foram submetidos a metodologia de superfície de resposta (MSR) para estudar os efeitos simultâneos das variáveis independentes temperatura ( $T = 2, 7$  e  $12^{\circ}\text{C}$ ); tempo ( $t = 5, 10$  e  $15$  minutos/ciclos); e solução de lavagem:CMSF na proporção de ( $R = 2:1, 4:1$  e  $6:1$  g/g) sobre a resposta proteína (%) e força do gel (g cm). Para análise de variância e metodologia de superfície de resposta, foi utilizado o programa Statistica 5.1 for Windows. Isto é mostrado na Tabela 3.

Tabela 3: Variáveis utilizadas no planejamento experimental para obtenção de surimi de CMS de frango.

Variáveis codificadas	Variáveis reais		
	T ( $^{\circ}\text{C}$ )*	R *	t (min)*
-1	2	2:1	5
0	7	4:1	10
+1	12	6:1	15

Onde: T: Temperatura de lavagem, R: Proporção solução de lavagem:CMS, t: Tempo.

Na Tabela 4 está apresentada a matriz do planejamento utilizada com os 15 ensaios experimentais, e os valores reais e codificados das variáveis estudadas.

Tabela 4: Matriz do planejamento experimental utilizada para o estudo de surimi de CMS de frango.

Experimentos	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	T*	R*	t*	T (°C)*	R*	t (min)*
1	1	1	0	12	6:1	10
2	1	-1	0	12	2:1	10
3	-1	1	0	2	6:1	10
4	-1	-1	0	2	2:1	10
5	1	0	1	12	4:1	15
6	1	0	-1	12	4:1	5
7	-1	0	1	2	4:1	15
8	-1	0	-1	2	4:1	5
9	0	1	1	7	6:1	15
10	0	1	-1	7	6:1	5
11	0	-1	1	7	2:1	15
12	0	-1	-1	7	2:1	5
13	0	0	0	7	4:1	10
14	0	0	0	7	4:1	10
15	0	0	0	7	4:1	10

Onde: T: Temperatura, R: Proporção solução de lavagem:CMS, t: Tempo.

### 3.2.7.2 Para processamento de embutido emulsionado

A Metodologia de Superfície Resposta (MSR) foi utilizada para estudar os efeitos simultâneos das três variáveis independentes: proteína de soja (0 a 6%), fécula de batata (0 a 10%) e toucinho (2 a 12%), considerando as respostas força de corte (g) e firmeza (N) do embutido de surimi de frango, para analisar a textura dos produtos obtidos. Isto é mostrado na Tabela 5.

A expressão de codificação utilizada para transformar os valores das variáveis reais nos valores codificados é apresentada na Equação 1.

$$X_i = 2 \left( \frac{V - V_{\text{médio}}}{V_{\text{max}} - V_{\text{min}}} \right) \quad (\text{Eq. 1})$$



Onde:  $X_i$  = Variável codificada

$V$  = Valor da variável

$V_{\text{médio}}$  = Valor médio da variável

$V_{\text{max}}$  = Valor máximo da variável

$V_{\text{min}}$  = Valor mínimo da variável

Tabela 5: Variáveis utilizadas no planejamento experimental para o estudo de embutido emulsionado de surimi de frango.

Variáveis codificadas	Variáveis reais		
	PTS (%)*	FB (%)*	To (%)*
-1	1,2	2,0	4,0
0	3,0	5,0	7,0
+1	4,8	8,0	10,0

Onde: PTS: Proteína texturizada de soja, FB: Fécula de batata, To: Toucinho.

Os experimentos foram baseados na análise do componente central rotacional com o valor de  $\pm\alpha = 1,68$  (GACULA e SINGH, 1984). Foram estudados cinco níveis de cada fator, de acordo com os princípios de análise de componente central.

A variância de cada fator foi proporcionada em linear, quadrática e interação entre os componentes a fim de determinar um polinômio de segunda ordem e a significância de cada um desses componentes.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=i+1}^k \beta_{ij} X_i X_j \quad (\text{Eq. 2})$$

Para a Eq. 2,  $Y$  pode ser definida como variável resposta,  $\beta_0$ ,  $\beta_i$ ,  $\beta_{ii}$  e  $\beta_{ij}$  são os parâmetros estimados da equação ( $\beta_0$  uma constante,  $\beta_i$  o parâmetro estimado para o termo linear,  $\beta_{ii}$  o parâmetro estimado para o termo quadrático e  $\beta_{ij}$  o parâmetro para o termo de interação),  $i$  e  $j$  são níveis dos fatores com  $K$  sendo o número de fatores estudados. Para cada parâmetro, as variáveis foram divididas em componente linear, quadrática, interação, falta de ajuste e erro a fim de determinar adequadamente uma função polinomial de segunda ordem e a significância de cada variável avaliada.

Na Tabela 6 está apresentada a matriz do planejamento utilizada com os 17 ensaios experimentais, e com os valores reais e codificados das variáveis estudadas.

Tabela 6: Matriz do planejamento experimental utilizada para o estudo de embutido emulsionado de surimi de frango

Experimentos	Variáveis codificadas			Variáveis reais utilizadas		
	PTS	FB	To	PTS(%)	FB(%)	To(%)
1	-1	-1	-1	1,20	2,0	4,0
2	-1	-1	1	1,20	2,0	10,0
3	-1	1	-1	1,20	8,0	4,0
4	-1	1	1	1,20	8,0	10,0
5	1	-1	-1	4,80	2,0	4,0
6	1	-1	1	4,80	2,0	10,0
7	1	1	-1	4,80	8,0	4,0
8	1	1	1	4,80	8,0	10,0
9	-1,68	0	0	0,02	5,0	7,0
10	1,68	0	0	6,02	5,0	7,0
11	0	-1,68	0	3,0	0,04	7,0
12	0	1,68	0	3,0	10,04	7,0
13	0	0	-1,68	3,0	5,0	1,96
14	0	0	1,68	3,0	5,0	12,04
15	0	0	0	3,0	5,0	7,0
16	0	0	0	3,0	5,0	7,0
17	0	0	0	3,0	5,0	7,0

Onde: PTS: Proteína texturizada de soja, FB: Fécula de batata, To: Toucinho.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição proximal da matéria-prima

A CMS de frango varia em composição proximal, devido a diversos fatores como idade das aves, relação carne-osso, conteúdo de pele, método de corte, processo de desossa mecânica, desnaturação da proteína e quantidade de pigmentos heme, conferindo cor escura ao produto (SMYTH e O'NEILL, 1997; NUNES, 2003; PERLO *et. al.*, 2006).

Os resultados da composição proximal da matéria-prima utilizada encontram-se na Tabela 7. Nesta, estão relacionados os valores da composição proximal obtidos neste trabalho e os valores encontrados por diversos autores.

Tabela 7: Composição proximal de CMS de frango comparada com a literatura

<b>Matéria-prima</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Gordura (%)</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Cinza (%)</b>	<b>Fonte</b>
CMS de frango	12,9 ± 0,2	18,5 ± 0,3	68,1 ± 0,5	0,6 ± 0,06	Este trabalho*
CMS dorso frango com pele	8,5	30,4	60,0	0,6	Pollonio, 1994**
CMS dorso frango sem pele	12,4	15,0	70,1	1,1	Pollonio, 1994**
CMS dorso frango e pescoço	9,3	27,2	63,4	-	Grunden <i>et. al.</i> **, 1972
CMS dorso frango e pescoço	13,4	14,4	72,2	-	Essary, 1979**
CMS frango	13,5	23,7	62,1	-	Smyth e O'Neill, 1997
CMS frango	13,9	15,2	69,1	1,16	Rivera <i>et. al.</i> , 2000
CMS frango	13,6	14,5	70,7	-	Perlo <i>et. al.</i> , 2006

\* Valores médios obtidos de 5 repetições expressos como média e desvio padrão.

\*\* Fonte: TRINDADE *et. al.*, 2004; SMYTH e O'NEILL (1994)

Conforme apresentado na Tabela 7, pode-se observar, que a composição do produto denominado de CMS de frango varia bastante conforme a matéria-prima utilizada. Os valores obtidos para composição proximal de CMS de frango encontram-se dentro do esperado, concordando com os dados citados por outros autores na Tabela 7 e encontram-se dentro dos parâmetros exigidos pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento pela Instrução Normativa, 4, 2000 (BRASIL, 2000) que dispõe que a CMS deva apresentar um mínimo de 12% de proteína, e um máximo de 30% de gordura.

Cabe salientar que o conhecimento do teor de gordura da matéria-prima é de suma importância, tendo em vista que o mesmo influi decisivamente na produção, na vida útil dos produtos e na aceitação geral pelos consumidores (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994), nos resultados obtidos no presente trabalho para gordura na matéria-prima obteve-se 18,5% que é um valor que esta abaixo do limite estabelecido (BRASIL, 2000). Além disso, o conhecimento do teor de lipídios presente na matéria-prima utilizada no processo de elaboração de surimi é de crucial importância para a escolha do método de obtenção, visto que o processamento tradicional do surimi, para espécies magras, difere do processamento em espécies gordas (MAZA, 2001).

#### **4.2 Processamento de surimi de CMS de frango**

Os resultados das operações de lavagem no processamento de surimi de CMS de frango encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8. Dados experimentais das respostas das operações de lavagem no processo de surimi de CMS de frango.

No	T	R	t	Proteína (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Gordura (%)	Rendimento (%)	Força do gel (g.cm)	pH
1	1	1	0	10,04 ± 0,11	89,21 ± 0,27	0,49 ± 0,02	1,63 ± 0,04	56,73	314± 5.	7.26
2	1	-1	0	10,20 ± 0,03	89,92 ± 0,04	0,40 ± 0,03	1,48 ± 0,07	62,99	427 ± 11	7.27
3	-1	1	0	10,24 ± 0,17	89,95 ± 0,07	0,34 ± 0,00	1,53 ± 0,00	66,16	231 ± 4	7.30
4	-1	-1	0	10,54 ± 0,02	86,40 ± 0,61	0,64 ± 0,05	2,23 ± 0,08	57,27	432± 9	7.28
5	1	0	1	8,87 ± 0,02	88,95 ± 0,52	0,69 ± 0,14	1,47 ± 0,03	62,32	428± 7	7.26
6	1	0	-1	9,15 ± 0,03	90,20 ± 0,28	0,50 ± 0,00	2,29 ± 0,11	63,90	407± 9	7.27
7	-1	0	1	8,55 ± 0,33	89,48 ± 0,46	0,49 ± 0,07	3,28 ± 0,15	60,57	410± 5	7.26
8	-1	0	-1	8,80 ± 0,25	89,77 ± 0,32	0,52 ± 0,06	1,34 ± 0,01	59,12	222± 8	7.29
9	0	1	1	9,16 ± 0,23	88,81 ± 0,43	0,55 ± 0,21	1,63 ± 0,27	62,85	526± 9	7.29
10	0	1	-1	8,96 ± 0,17	89,27 ± 0,35	0,54 ± 0,00	2,09 ± 0,81	61,94	424 ± 11	7.30
11	0	-1	1	9,63 ± 0,12	87,39 ± 0,13	0,29 ± 0,02	1,94 ± 0,05	56,99	601± 6	7.27
12	0	-1	-1	10,11 ± 0,30	89,20 ± 0,06	0,45 ± 0,05	1,76 ± 0,16	50,50	507± 7	7.26
13	0	0	0	10,75 ± 0,13	89,07 ± 0,36	0,53 ± 0,06	1,55 ± 0,04	60,05	645± 7	7.28
14	0	0	0	10,72 ± 0,30	89,23 ± 0,65	0,54 ± 0,02	1,54 ± 0,01	61,09	647± 6	7.26
15	0	0	0	10,74 ± 0,14	89,02 ± 0,37	0,53 ± 0,01	1,52 ± 0,05	60,34	646± 6	7.26

Onde: T: temperatura de lavagem, R: proporção CMSF:solução de lavagem, , t: tempo do ciclo de lavagem

O planejamento experimental foi executado em ordem aleatória

O pH do surimi de CMS de frango do presente trabalho aumentou de 6,27 (CMSF) para 7,30. Resultado similar foi encontrado por HAMADA *et al* (2004) ao analisar os efeitos de bicarbonato de sódio nas propriedades do surimi de diferentes espécies. Há um aumento progressivo de pH nas etapas de lavagem de polpa de sardinha quando é utilizado 0,5% de bicarbonato de sódio, esse aumento de pH ajuda a fortalecer o gel devido à dissolução das proteínas sarcoplasmáticas (MAZA, 2001; SUZUKI, 1987)

Para cálculo do rendimento, foi considerado a CMS de frango inicial utilizada no processo de obtenção de surimi como sendo 100%, e ao final do processo de obtenção do surimi a massa resultante foi pesada. Os resultados do rendimento para o processo de obtenção de surimi estão apresentados na Tabela 8. Quando aplicada análise de variância verificou-se que existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) de rendimento entre os experimentos. Esta diferença entre os experimentos indica uma maior eficiência do experimento no ponto central.

Foi realizada a análise de variância (ANOVA), com a finalidade de testar a adequabilidade do modelo para a variável proteína. Os resultados são mostrados nas Tabelas 9 e 10. Conforme GACULA e SINGH (1984), quando o  $F_{\text{calculado}}$  é superior a 5 vezes  $F_{\text{tabelado}}$ , o modelo é preditivo.

Tabela 9: ANOVA do modelo de regressão para proteína de surimi de CMS de frango.

Variável		SQ	GL	P*
Linear	T	0,002	1	0,871
	R	0,541	1	0,041
	t	0,082	1	0,334
Quadrática	T	1,125	1	0,011
	R	0,018	1	0,635
	t	6,651	1	0,000
Interação	T x R	0,005	1	0,805
	T x t	0,000	1	0,958
	R x t	0,116	1	0,261
Erro		0,359	5	
Total		8,662	14	

\* $P < 0,05$  indica variável significativa a 95% de confiança. Onde: SQ: soma dos quadrados; GL: graus de liberdade

Tabela 10: Verificação da validade estatística do modelo para proteína de surimi de CMS de frango

<b>Fonte de variação</b>	<b>SQ</b>	<b>GL</b>	<b>MQ</b>	<b>F<sub>cal</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub></b>	<b>F<sub>tabx5</sub></b>
Regressão	8,30	9	0,92	12,83	4,77	23,85
Resíduos	0,36	5	0,07			
Falta de ajuste	0,36	3				
Erro puro	0,00	2				
Total	8,66	14				

Onde: SQ: soma dos quadrados; GL: graus de liberdade; MQ: quadrado médio; F: Fisher.

Segundo a Tabela 10, podemos observar que o modelo foi significativo e não foi preditivo para a proteína de surimi de CMS de frango, assim não foi possível predizer um modelo estatístico para esta variável.

Como pode ser observado na Tabela 9, a proporção solução de lavagem:CMS de frango apresentou maior efeito positivo linear no conteúdo de proteína do surimi. Já para o tempo exerce um efeito positivo quadrático, sendo este maior que o efeito quadrático produzido pela temperatura. As interações entre a temperatura e a proporção solução de lavagem:CMSF; temperatura e tempo; e proporção solução de lavagem:CMSF e tempo não foram significativos ( $p > 0,05$ ).

Foi realizada a análise de variância (ANOVA), com a finalidade de testar a adequacidade do modelo, para a variável força do gel mostrada nas Tabelas 11 e 12. Conforme GACULA e SINGH (1984), quando o  $F_{\text{calculado}}$  é superior a  $5 \times F_{\text{tabelado}}$ , o modelo é preditivo.

Tabela 11: ANOVA do modelo de regressão para força do gel de surimi de CMS de frango.

Variável		SQ	GL	p*
Linear	T	0,084	1	0,241
	R	0,021	1	0,535
	t	1,059	1	0,005
Quadrática	T	3,549	1	0,000
	R	6,365	1	0,000
	t	2,410	1	0,000
Interação	T x R	0,176	1	0,111
	T x t	0,449	1	0,027
	R x t	0,555	1	0,018
Erro		0,236	5	
Total		13,366	14	

\*P < 0,05 indica variável significativa a 95% de confiança. Onde: SQ: soma dos quadrados; GL: graus de liberdade.

Tabela 12: Verificação da validade estatística do modelo para força do gel de surimi de CMS de frango

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>	F <sub>tabx5</sub>
Regressão	13,13	9	1,46	30,86	4,77	23,85
Resíduos	0,24	5	0,05			
Falta de ajuste	0,22	3				
Erro puro	0,01	2				
Total	13,37	14				

Onde: SQ: soma dos quadrados; GL: graus de liberdade; MQ: quadrado médio; F: Fisher.

Segundo a Tabela 12 podemos observar que o modelo foi significativo e preditivo para a força do gel de surimi de CMS de frango a 95% de confiança. Apresentando a seguinte equação para a força de corte: (Eq. 3)

$$\text{Força do gel} = -393,92 + 138,92T - 100,51t - 18,44t^2 + 67,45R - 2,32R^2 - 1,67T R$$

$$R^2 = 0.9816$$



A Figura 5 permite uma visualização das condições de lavagem, expondo valores de força do gel de surimi de CMS de frango, em função da temperatura, proporção solução de lavagem/CMSF e tempo.

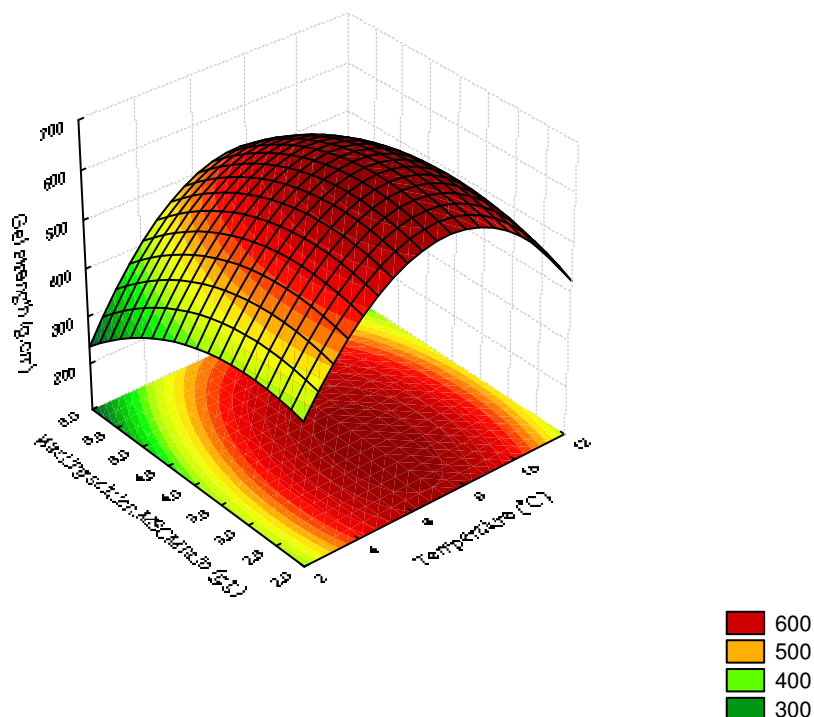


Figura 5.

Superfície de resposta da força do gel (g.cm) em função da temperatura (°C) e proporção solução de lavagem/CMSF (tempo fixo em 10 min)

O tempo exerce um efeito positivo linear e um efeito positivo quadrático na força do gel do surimi. Já para proporção solução de lavagem/CMS mostrou que exerce um efeito positivo quadrático sendo este maior que o efeito produzido pela temperatura e pelo tempo. A interação entre a temperatura e a proporção solução de lavagem e CMSF não foram significativos ( $p > 0,05$ ). A variável temperatura não teve efeito significativo.

Os resultados de composição proximal de surimi quando comparado com o número e proporção de lavagens realizadas no processo expressado como média do surimi do ponto central encontram-se na Tabela 13. Nesta, está relacionado o valor obtido neste trabalho e os valores encontrados por diversos autores citados na Tabela 13.

Tabela 13: Composição proximal de surimi quando comparado com o número e proporção de lavagens realizadas no processo.

Surimi	Lavagens/ Proporção	Proteína	Lipídios	Cinza	Umidade	Fonte
CMS de frango	3 (1:4)	10,74 ± 0,22	1,54 ± 0,03	0,53 ± 0,03	89,11 ± 0,46	Este trabalho*
broiler	2 (1:4)	20,1	0,74	1,02	78,3	Newsad <i>et.al.</i> , 2000
CMS de frango	3 (1:3)	10,5	0,44	-	90,1	Smyth e O'Neill, 1997
CMS de frango	3 (1:3)	9,4	9,2	-	78,9	Perlo <i>et. al.</i> , 2006
Pé de porco	2 (1:3)	14,82	1,15	-	77,88	Jin <i>et. al.</i> , 2007
Pé de porco	4 (1:3)	14,95	1,13	-	77,01	Jin <i>et. al.</i> , 2007
Peito de frango	2 (1:3)	14,71	1,14	-	77,95	Jin <i>et. al.</i> , 2007
Peito de frango	4 (1:3)	14,55	1,14	-	76,72	Jin <i>et. al.</i> , 2007

\* Resultado obtido como média de 5 repetições expressos como média e desvio padrão do ponto central.

O teor de umidade é um dos fatores críticos no processamento de surimi. Os percentuais de umidade, descritos na Tabela 8 foram maiores do que os encontrados por diferentes autores citados na Tabela 13, porém menor que a umidade encontrada por SMYTH e O'NEILL, (1997) que utilizaram CMS de frango para obtenção do surimi. Nos produtos a base surimi, um menor conteúdo de umidade possibilitará um gel com maior qualidade, o que se refletirá numa maior força do gel. Observa-se que quanto maior o teor de umidade do surimi menor o seu teor protéico, porém o resultado encontrado por PERLO *et. al.*, (2006) para um teor baixo de umidade obteve baixo teor de proteína.

Com relação ao teor de gordura, esta se situou na faixa de 1,54%. Menores teores de gordura para surimi de CMS de frango foram observados nos resultados obtidos por SMYTH e O'NEILL, (1997), já PERLO *et. al.* (2006) obteve um valor de 9,2% de lipídios o qual esta relacionado com o baixo valor de proteína obtida. O teor de proteína do surimi de CMS de frango não diferiu entre os resultados obtidos por JIN *et. al.*, (2007) para surimi de peito de frango, mostrados na Tabela 13.

O sal é fundamental na formação do gel de surimi, já que na sua ausência o surimi não apresenta essa capacidade, devido à insolubilidade da proteína miofibrilar. Considerando esse aspecto, adotou-se uma concentração de sal máxima no gel de surimi de CMS de frango de 2,5% concentração adequada para formar a maioria dos géis de surimi. A maior solubilização permite que a molécula desprenda-se na solução como monômeros, criando no aquecimento uma rede tridimensional ordenada (LIN e PARK, 1998; SUZUKI, 1987; LEE, 1984).

A concentração de sal foi determinante para a mudança na conformação da proteína ao aumentar as interações eletrostáticas e forças hidrofóbicas, o que é observado na força do gel obtida ( $646 \pm 6$  g.cm). Para LIN e PARK (1998), quando a miosina está agregada no músculo, há uma forte interação proteína-proteína com baixa proporção área/volume superficial, tornando-a insolúvel. Quando o sal é introduzido, os íons positivos e negativos ligam-se a cargas opostas e rompem as ligações iônicas. De acordo com NIWA (2000), a quebra das ligações intra e intermoleculares da molécula protéica, pela força iônica, proporcionam um desdobramento da estrutura, expondo grupamentos sulfidrílicos, antes ocultos pela própria conformação nativa da proteína, causando um aumento na sua exposição e oxidação, formando ligações dissulfeto para estabilizar a estrutura protéica.

O tratamento térmico, a 90°C por 20min é o mais adequado para obtenção do gel de surimi, relatado por diferentes autores (Jin *et. al.*, 2007; Benjakul *et. al.*, 2004), nestas condições se obtém uma maior força do gel, expondo a proteína por um tempo de cocção menor. Um tempo prolongado de tratamento térmico traz maior prejuízo à estrutura protéica, desnaturando excessivamente a matriz do gel do surimi. A força do corte e o trabalho do corte podem ser usados para estudar as propriedades mecânicas de gel de surimi. A força do corte determina a firmeza do gel e o trabalho de corte indica a energia

necessária para cortar o gel. Os valores mais elevados para resposta de força de gel foram obtidos no ponto central. Os valores da força do gel obtidos neste trabalho são similares àqueles relatados para gel da carne de frango (TRESPALACIOS e PLA, 2007).

### 4.3 Teste de dobra do surimi

O surimi de CMS de frango obtido no presente trabalho obteve qualidade AA no teste de capacidade de dobra quando comparado com HAMADA *et. al.* (2004) que obteve gel com qualidade AA para 4 diferentes espécies de pescado que utilizaram bicarbonato de sódio na lavagem.

Os resultados das avaliações para capacidade de dobra para surimi de CMS de frango encontram-se na Tabela 14. Nesta, está relacionado o valor obtido neste trabalho e os valores encontrados por diversos autores.

Tabela 14: Teste de dobra do surimi de CMS de frango comparado com surimi proveniente de diferentes espécies de pescado.

<b>Matéria-prima</b>	<b>Teste de dobra</b>	<b>Fonte</b>
CMS de frango	AA	Este trabalho*
Castanha ( <i>Umbrina canosa</i> )	AA	Lempek, 2005
Merluza ( <i>Merluccius hubbsi</i> )	AA	Suzuki, 1987
Cabrinha ( <i>Paralabrax callaensis</i> )	AA	Suzuki, 1987
Sardinha ( <i>Sardinops sagax caerulea</i> )	AA	Suzuki, 1987
Sardinha ( <i>Sardinops sagax caerulea</i> )	A	Pacheco-Aguilar et.al., 2001

\* Resultado obtido de 15 repetições

A eficiência do uso de bicarbonato de sódio como melhorador das propriedades gelificantes da carne mecanicamente separada tem sido reportado por diversos autores citados neste trabalho. No presente trabalho foram utilizadas duas lavagens com bicarbonato de sódio e uma com cloreto de sódio, o mesmo tratamento que foi usado por SMYTH e O'NEILL (1997) na lavagem de CMS de frango com a finalidade de melhorar as propriedades gelificantes das proteínas miofibrilares do frango. MALDONADO (1994) utilizou uma solução de bicarbonato de sódio e cloreto de sódio para a lavagem da polpa

de sardinha (*Sardinops sagax sagax*) e encontrou aumento de 61% de extração de proteína sarcoplasmática em relação à lavagem com água pura.

#### 4.4 Textura do embutido emulsionado de surimi de frango

Os dados experimentais foram analisados a fim de determinar um modelo polinomial de segunda ordem conforme a Eq. 1 para as variáveis dependentes força e firmeza. A análise dos resultados mostrou a influência de cada variável independente nas diferentes propriedades estudadas. Diversas superfícies de resposta usando o Statistica 5.1 foram desenhadas para analisar os efeitos das variáveis independentes (proteína de soja (PTS), fécula de batata (FB), e toucinho (To)) nas variáveis dependentes (força de corte e firmeza do embutido).

Na tabela 15 estão apresentados os valores médios obtidos para as respostas avaliadas do embutido emulsionado de surimi de CMS de frango.

Tabela 15: Valores de força de corte e firmeza do embutido emulsionado

Experimentos	Força (g)**	Firmeza (N)**
1	193 ± 7	11,8 ± 0,3
2	157 ± 5	10,6 ± 0,2
3	218 ± 13	15,6 ± 0,3
4	184 ± 14	11,3 ± 0,2
5	156 ± 7	9,9 ± 0,1
6	201 ± 12	13,9 ± 0,1
7	215 ± 9	13,3 ± 0,1
8	253 ± 11	14,4 ± 0,2
9	156 ± 7	11,7 ± 0,2
10	220 ± 15	13,2 ± 0,2
11	183 ± 10	12,7 ± 0,2
12	248 ± 14	15,1 ± 0,2
13	193 ± 11	12,5 ± 0,2
14	202 ± 11	12,6 ± 0,1
15	203 ± 14	10,1 ± 0,2
16	203 ± 12	10,1 ± 0,2
17	201 ± 16	10,1 ± 0,3

\*\* Valores médios obtidos de 5 repetições expressos como média e desvio padrão.

Com relação aos valores apresentados na Tabela 15, para força de corte, obtidos nos diferentes experimentos, estas se situaram na faixa de 156,36 e 252,98 (g); maior força de corte foram observados nos experimentos 8 e 12. Com relação ao valor de firmeza obtida nos diferentes experimentos, esta se situou na faixa de 9,91 e 15,66 (N); menor firmeza foi observado nos experimento 5 e a maior firmeza foi observado no experimento numero 3.

#### 4.4.1 Força de corte do embutido de surimi de CMS de frango

A Tabela 16 mostra os resultados do coeficiente de regressão obtido para a variável força de corte

Tabela 16: Coeficiente de regressão para a variável Força de Corte do embutido.

	<b>Variável</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>P*</b>
	Constante	202,8	0,000
Linear	PTS	12,9	0,000
	FB	19,9	0,000
	To	2,1	0,305
Quadrática	PTS	-5,5	0,031
	FB	3,9	0,102
	To	-2,5	0,265
Interação	PTS x FB	7,5	0,018
	PTS x To	19,1	0,000
	FB x To	-0,5	0,845

\*P<0,05 indica variável significativa a 95% de confiança.

Como o efeito quadrático da proteína texturizada de soja, e a interação entre a proteína texturizada de soja e fécula de batata não foi significativa ( $p>0,05$ ), estes foram suprimidos, sendo os resultados da nova regressão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17: Coeficiente de regressão para variável força de corte do embutido com os efeitos não significativos retirados.

	<b>Variável</b>	<b>Efeito</b>	<b>P*</b>
	Constante	202,8	0,000
Linear	PTS	12,9	0,000
	FB	19,9	0,000
Quadrática	PTS	-5,5	0,031
Interação	PTS x FB	7,5	0,018
	PTS x To	19,1	0,000

\*P<0,05 indica variável significativa a 95% de confiança.

A análise de regressão do modelo (Tabela 17) mostrou que a proteína texturizada de soja (PTS) exerce um efeito positivo linear e um efeito negativo quadrático na força de corte do embutido. Já para fécula de batata mostrou que exerce um efeito positivo linear. Concentrações de fécula de batata acima de 6% causam uma diminuição da força. Esses resultados concordam com PARK e YANG (1998) que obtiveram uma diminuição da força de gel do surimi com concentrações em torno de 90g/kg de surimi. No presente estudo, concentrações maiores que 6% de fécula de batata podem ter causado uma diminuição da água disponível para a gelatinização do amido diminuindo o grau de inchamento da molécula exercendo uma menor pressão na matriz e conseqüentemente causando uma menor força no sistema final. LANES (2004) estudou o efeito de vários hidrocolóides no surimi de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) e encontrou força máxima utilizando 6% de fécula de batata. Já SHAND (2000) produziu uma mortadela mais firme que o controle (sem amido de batata) com adição de 4% de fécula de batata. Uma das possíveis razões para essa diminuição da força ao utilizar altas concentrações de amido pode ser atribuída às propriedades de gelatinização do amido.

Com a finalidade de testar a adequacidade do modelo, foi realizado a ANOVA mostrada nas Tabelas 18 e 19. Conforme a GACULA e SINGH (1984), quando o  $F_{\text{calculado}}$  é superior a  $5 \times F_{\text{tabelado}}$ , o modelo é preditivo.

Tabela 18: ANOVA do modelo de regressão para força de corte do embutido

Variável		SS	GL
Linear	PTS	2266,7	1
	FB	442,3	1
Quadrática	PTS	5384,4	1
Interação	PTS x FB	444,9	1
	PTS x To	2904,7	1
Falta de ajuste		714,7	9
Erro puro		3,0	2
Total SS		12160,8	16

\*p<0,05 indica variável significativa a 95% de confiança.

Tabela 19: Verificação da validade estatística do modelo

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>	F <sub>tabx5</sub>
Regressão	11830,5	9	1314,5	27,86	3,68	18,4
Resíduos	330,3	7	47,2			
Falta de ajuste	327,3	5				
Erro puro	3,0	2				
Total	12160,8	16				

Onde: SQ: soma dos quadrados; GL: graus de liberdade; MQ: quadrado médio; F: Fisher.

Através dos resultados apresentados, na Tabela 19 conclui-se que o modelo encontrado prediz os resultados observados podendo ser utilizado para prever a força de corte num ponto estacionário qualquer, nas condições de trabalho avaliadas. Apresentando a seguinte equação para a força de corte: (Eq. 4)

$$\text{Força} = 220,1200 - 15,2592 \text{ PTS} - 1,6674 \text{ PTS}^2 + 1,4183 \text{ PTS FB} + 3,6311 \text{ PTS To}$$

$$R^2 = 0.9731$$

A Figura 6 permite uma visualização das condições de processamento, expondo resultados do teste de força de corte do embutido de frango, em função das concentrações de fécula de batata (%) e proteína texturizada de soja (%).



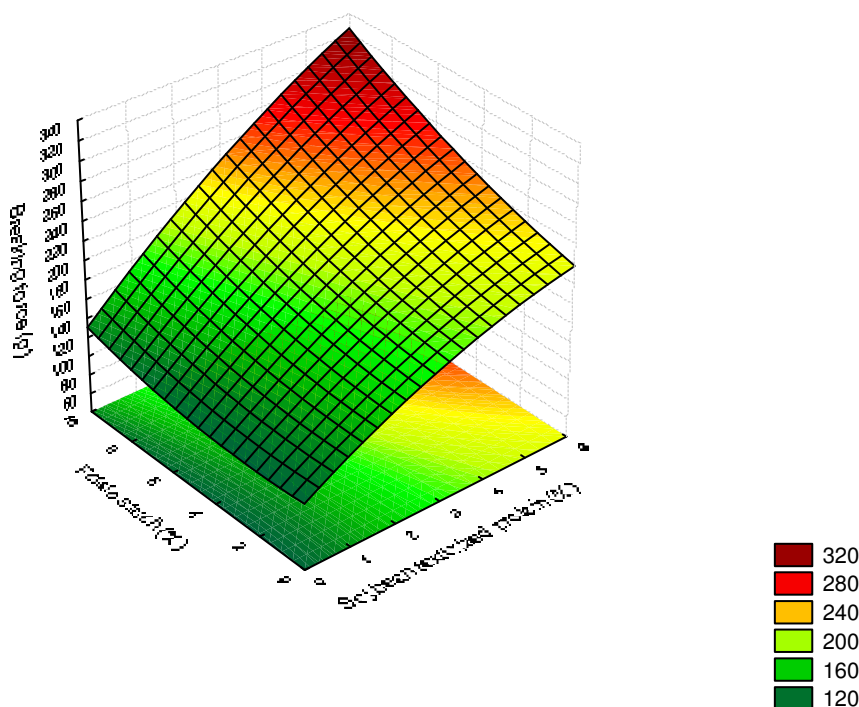


Figura 6. Superfície de resposta da força (g) em função das concentrações de fécula de batata (%) e proteína texturizada de soja (%) (concentração de toucinho fixa em 12%).

Conforme a figura 6 e Tabela 17, a interação entre a fécula de batata e o toucinho não foi significativa ( $p > 0,05$ ) sugerindo maiores valores de força são obtidos com concentração de amido em torno de 6% independente da concentração de toucinho. Verifica-se que o toucinho foi uma variável não significativa ( $p > 0,05$ ), além disso, não demonstrou efeito quadrático na força do embutido. A proteína texturizada de soja foi a variável que exerceu menor influência na força do embutido comparado com a fécula de batata, que foi a variável que exerceu a maior influência na força do embutido. PIETRASKY e DUDA (2000) estudaram o efeito da mistura de proteína de soja/k-carragena (3:1) em salsichas escaldadas concluindo que, embora a mistura controle as propriedades ligantes, a mesma não melhora os parâmetros de textura (dureza, firmeza).

A proteína texturizada de soja (PTS) teve um efeito positivo linear influenciando na força de corte. Esses resultados concordam com LEMPEK *et al.* (2007) que obtiveram um aumento na força com adição de uma pequena concentração de proteína de soja, a maior influencia na força foi apresentada pela temperatura de aquecimento, a força do gel

diminuí com o aumento da proporção proteína de soja/fécula de batata causado pela diminuição na concentração da água do sistema. A gelatinização do amido na matriz de proteína é influenciada pela temperatura, grau de inchamento e a água compreendida no grânulo de amido. Quando os grânulos de amido absorvem água durante o aquecimento, os grânulos expandidos de amido exercem uma pressão na matriz do gel resultando no aumento da força, concordando com PARK e YANG (1998).

#### 4.4.2 Firmeza do embutido de surimi de CMS de frango

Neste trabalho foram encontrados resultados semelhantes com MURPHY *et al.* (2004), que em estudo realizado com substituição da gordura pelo surimi em salsicha, encontraram que se aumentando os níveis de surimi em combinação com a gordura, diminuía a dureza das salsichas. Porém, nenhum destes estudos levou em consideração a temperatura de cocção, pois temperaturas de cocção elevadas podem levar a desnaturação protéica e diminuição da capacidade geleificante, diminuindo a dureza e firmeza.

A Tabela 20 mostra os resultados do coeficiente de regressão obtido para a variável firmeza do embutido emulsionado.

Tabela 20: Coeficiente de regressão para a variável firmeza do embutido de CMS de frango

	<b>Variável</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>P*</b>
	Constante	10,1	0,000
Linear	PTS	0,3	0,024
	FB	0,7	0,001
	To	0,9	0,000
Quadrática	PTS	1,2	0,000
	FB	-0,1	0,876
	To	0,8	0,001
Interação	PTS x FB	-0,1	0,544
	PTS x To	1,3	0,000
	FB x To	-0,8	0,002

\*P<0,05 indica variável significativa a 95% de confiança.

Como o efeito quadrático da fécula de batata, e a interação entre proteína texturizada de soja e fécula de batata não foram significativos ( $p>0,05$ ), os mesmos foram suprimidos sendo os resultados da nova regressão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Coeficiente de regressão com efeitos não significativos retirados no embutido de CMS de frango

Variável		Coefficiente	P*
Constante		10,1	0,000
Linear	PTS	0,3	0,024
	FB	0,7	0,000
	To	0,9	0,000
Quadrática	PTS	1,2	0,000
	FB	-0,1	0,876
	To	0,8	0,000
Interação	PTS x To	1,3	0,000
	FB x To	-0,8	0,002

\* $P<0,05$  indica variável significativa a 95% de confiança.

Com a finalidade de testar a adequacidade do modelo, foi realizado a ANOVA mostrada nas Tabelas 22 e 23. Conforme a GACULA e SINGH (1984), quando o  $F_{\text{calculado}}$  é superior a  $5 \times F_{\text{tabelado}}$ , o modelo é preditivo. Através dos resultados apresentados, conclui-se que o modelo encontrado prediz os resultados observados podendo ser utilizado para prever a firmeza num ponto estacionário qualquer, nas condições de trabalho avaliadas. Apresentando a seguinte equação para a variável firmeza: (Eq. 5)

$$\text{Firmeza} = 10,1046 + 0,3393\text{PTS} + 0,7134\text{PTS}^2 + 0,9045\text{FB} + 1,2413\text{FB}^2 + \\ + 0,7630\text{To}^2 + 1,3437\text{PTS To} - 0,7562\text{FB To}$$

$$R^2 = 0,9749$$

Tabela 22: ANOVA do modelo de regressão para firmeza do embutido de CMS de frango

Variável		SS	GL
Linear	PTS	1,6	1
	FB	5,7	1
	To	11,2	1
Quadrática	PTS	17,3	1
	FB	0,0	1
	To	6,5	1
Interação	PTS x FB	0,1	1
	PTS x To	14,4	1
	FB x To	4,6	1
Falta de ajuste		1,3	5
Erro puro		0,0	2
Total SS		53,3	16

Tabela 23: Verificação da validade estatística do modelo para o embutido de CMS de frango

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>	F <sub>tabx5</sub>
Regressão	51,9	9	5,8	30,16	3,68	18,4
Resíduos	1,3	7	0,2			
Falta de ajuste	1,3	5				
Erro puro	0,0	2				
Total	53,3	16				

Onde: SQ: soma dos quadrados; GL: graus de liberdade; MQ: quadrado médio; F: Fisher.

Segundo a Tabela 23 podemos observar que o modelo foi significativo e preditivo para a variável firmeza. A análise de regressão, demonstrou que a variável que mais influenciou na firmeza do embutido de surimi de CMS de frango foi a fécula de batata apresentando influência linear positiva e a proteína texturizada de soja apresentou a maior influencia .quadrática positiva

A Figura 7 permite uma visualização das condições de processamento, expondo resultados do teste de firmeza do embutido de frango, em função das concentrações de fécula de batata (%) e proteína texturizada de soja (%).

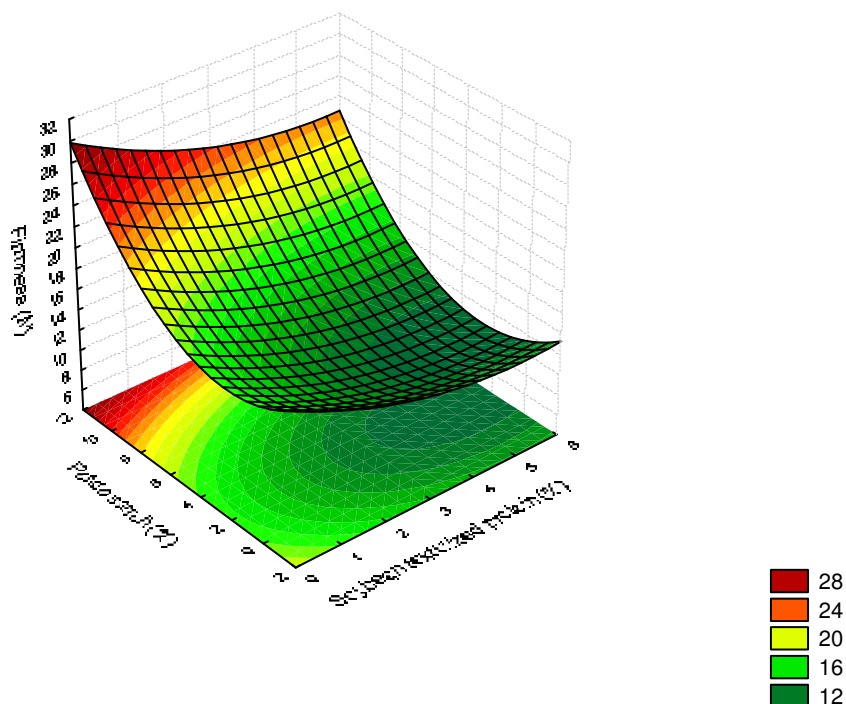


Figura 7. Superfície de resposta da firmeza (N) em função das concentrações de fécula de batata (%) e proteína texturizada de soja (%) (concentração de toucinho fixa em 2%).

Através dos dados apresentados, pôde-se sugerir que concomitante com o aumento de proteína de soja e a fécula houve uma diminuição na concentração aquosa do sistema sugerindo que, em todos os casos, ocorreu a dificuldade de agregação das moléculas entre si com a água. Assim, sugere-se que a disponibilidade de água do sistema influencia na firmeza do embutido de surimi de CMS de frango.

A fécula de batata apresenta influência linear positiva concordando com HACHMEISTER e HERALD, (1998) que constataram que amido modificado pode acentuar a firmeza e outras características texturais em produtos de teor reduzido de gordura (produtos emulsionados de peru adicionados de água).

No presente trabalho obteve-se um embutido emulsionado com teor reduzido de gordura e bastante homogêneo. Segundo LYON *et al.* (1999), um aumento da capacidade de retenção de água de salsicha, com teor reduzido de gordura foi percebido resultando em maior homogeneidade, e a força de cisalhamento similar ao padrão em redução de gordura.

#### 4.5 Composição proximal de embutido de frango

Os embutidos variam em composição proximal devido a diversos fatores como matéria-prima utilizada, ingredientes, e condições de processamento. Os resultados das avaliações de composição proximal de embutidos de frango encontram-se na Tabela 24. Nesta, estão relacionados os valores da composição proximal obtidos neste trabalho e os valores encontrados por diversos autores.

Tabela 24: Composição proximal de embutido de frango comparado com a literatura

<b>Produto</b>	<b>U(%)</b>	<b>P(%)</b>	<b>L(%)</b>	<b>C(%)</b>	<b>Ci(%)</b>	<b>Fonte*</b>
Salsicha de surimi de CMS de frango	74,39	12,21	5,69	4,06	3,65	Este trabalho*
Salsicha de frango "Sadia"	66,69	13,37	12,38	4,15	3,41	TBCA-USP, 2005
Salsicha hot dog s/corante "Sadia"	58,95	10,59	21,40	5,27	3,79	TBCA-USP, 2005
Salsicha Viena "Cardeal"	62,55	12,90	17,10	4,63	2,82	TBCA-USP, 2005
Salsicha de peru "Sadia"	71,14	12,40	8,92	4,07	3,47	TBCA-USP, 2005
Salsicha em lata	77,56	7,43	5,93	7,82	1,29	TBCA-USP, 2005

\* Valores médios obtidos de 17 experimentos com 5 repetições, expressos como média do ponto central.

U: Umidade, P: Proteína, L: Lipídios totais, C: Carboidratos, Ci: Cinzas.

O embutido emulsionado de surimi de frango apresentou os níveis mais baixos de lipídios totais e carboidratos 5,69% e 4,06%, respectivamente, comparado com os diferentes tipos de embutidos existentes no comércio local. O teor de umidade é um dos fatores críticos no processamento de embutidos. O percentual de umidade, no presente trabalho foi maior do que os encontrados por diferentes autores citados na Tabela 24, porém menor que a umidade encontrada para salsicha em lata (TBCA-USP, 2005).

A umidade alta é devido a que foi utilizado somente surimi, como matéria-prima, a qual tem alta capacidade de retenção de água, quando comparado com DAROS *et al.* (2005) que demonstraram que quanto maior for a percentagem de carne mecanicamente separada de aves maior é a umidade e existe uma diminuição da proteína.

Os índices de umidade e gordura na salsicha são influenciados na maior parte pela região da carcaça utilizada na obtenção de carne mecanicamente separada e no tempo de armazenamento, concordando com MIELNIK *et. al.* (2002).

A umidade (74,4%) obtida no presente trabalho foi alta, concordando com FIGUEIREDO *et al.* (2002) que avaliaram as características físico-químicas e sensoriais de salsicha tipo Viena com substituição de gordura por goma xantana e proteína do leite (caseinato de cálcio), que observaram diferenças significativas no teor de umidade, sendo os níveis mais altos encontrados nas amostras que apresentavam os substituintes, provavelmente devido à característica higroscópica destes, concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

#### **4.6 Análise microbiológica de embutido de frango**

Os resultados de análise microbiológica do embutido emulsionado de frango encontrados estão de acordo com os limites exigidos pela legislação Brasileira, por meio da RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Na Tabela 25 são apresentados os resultados da análise microbiológica do embutido emulsionado de frango que apresentou a melhor força de corte.

Tabela 25: Resultados de análise microbiológica de embutido emulsionado de frango do ponto central.

Análise	UFC/g
Coliformes a 45 °C/g	< 10 <sup>2</sup>
Staphylococcus coagulase positiva	< 2 x 10 <sup>3</sup>
Salmonella spp./25g	Ausência

Os resultados obtidos da análise microbiológica demonstram que o processamento foi realizado em condições adequadas de higiene, respeitando as boas praticas de fabricação, os resultados obtidos estavam abaixo dos limites exigidos pela legislação Brasileira RDC nº. 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL 2001).

De acordo com os valores médios apresentados na tabela 25, observou-se que a microbiota existente nos embutidos emulsionados foram bem baixos, não se detectando a presença de *Salmonella spp* (ausência em 25 g) em nenhuma das análises.

A contagem microbiológica dos microrganismos analisados, obtida nesse trabalho, está de acordo com a normativa da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº. 12, de 2 de janeiro de 2001. Diário Oficial. Brasília, p.68, 2001, a qual exige ausência de *Salmonella spp.* em 25 g, e permite contagem máxima de 10<sup>3</sup> UFC/g para coliformes e 3 x 10<sup>3</sup> UFC/g para *Staphylococcus coagulase positiva* em embutidos emulsionados

## 4.7 Análise sensorial de embutido de frango

### 4.7.1 Aceitabilidade

Dos 54 consumidores que participaram na avaliação da aceitabilidade, 63% eram mulheres e 37% homens. Desses consumidores, 57,4% declararam espontaneamente que tinham costume de consumir salsicha. A salsicha de surimi de frango teve uma aceitabilidade de 72,2%, mas a porcentagem de consumidores que não gostaram nem desgostaram foi 3,70%.



A Figura 8 mostra os resultados da análise sensorial de aceitabilidade do embutido de frango.

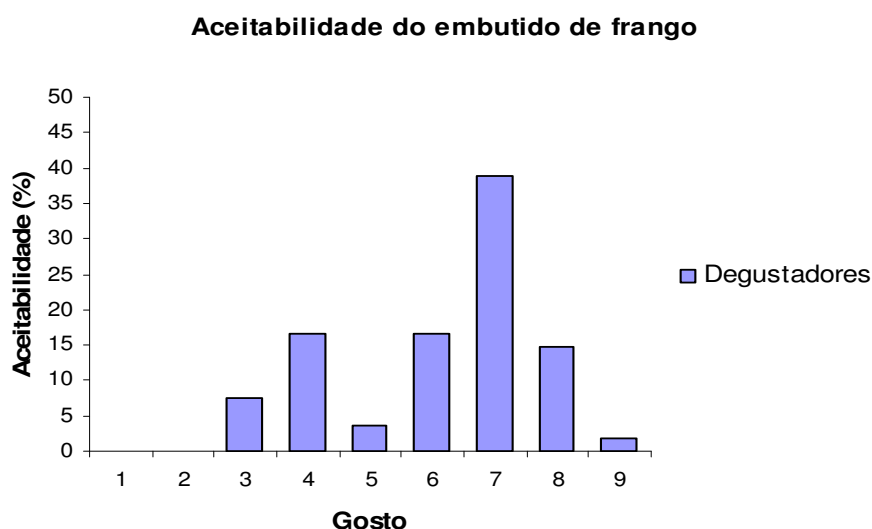


Figura 8: Análise sensorial de aceitabilidade do embutido de frango

Onde: os números de 1 a 9 nas abscissas são os valores declarados no teste de escala hedônica (Anexo 1).

As amostras de embutido de frango, segundo o teste de escala hedônica, apresentaram a maior frequência de notas entre 6 e 7 (gostei ligeiramente/gostei moderadamente).

Na substituição da carne por surimi no processamento de embutido não apresentou diferença na aceitabilidade concordando com SAMPAIO *et. al.*, (2004), que avaliando salsichas com substituição de gordura, concluíram que, na avaliação sensorial quanto a aceitabilidade, fécula de mandioca, carragena e o controle, não apresentaram diferenças significativas usando ANOVA e teste de Tukey, enquanto a amostra com proteína de trigo apresentou aceitabilidade abaixo de 50%. A carragena mostrou-se mais eficiente na redução de calorias e a avaliação sensorial indicou que fécula modificada de mandioca foi o substituinte de gordura mais similar ao controle.

#### 4.7.2 Intenção de compra

Os embutidos emulsionados de frango foram submetidos à avaliação da intenção de compra. Desses degustadores, 57,4% declararam que tinham costume de consumirem embutidos.

A Figura 9 mostra os resultados da análise de escala de intenção de compra do embutido

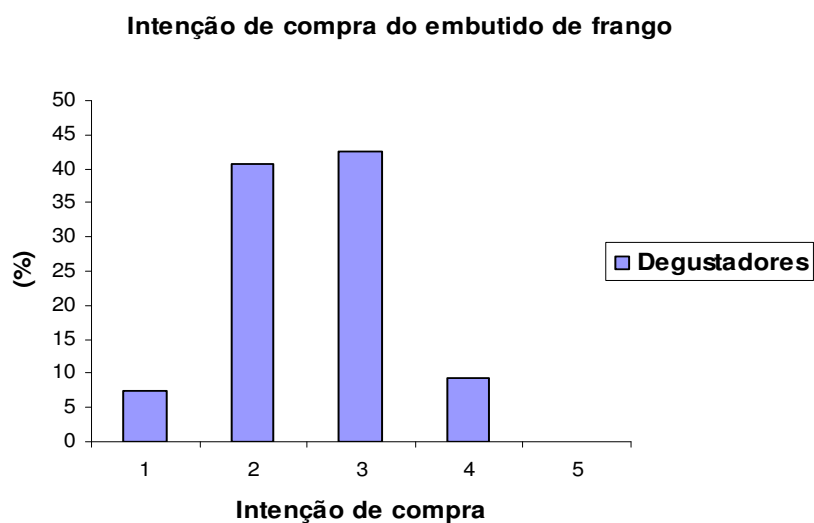


Figura 9: Análise de escala de intenção de compra do embutido de CMS de frango. Onde: os números de 1 a 5 das abscissas são os valores do teste de intenção de compra (Anexo 1).

Quando os degustadores foram consultados sobre a intenção de compra dos embutidos, o resultado obtido foi 40,7% para “provavelmente compraria”, 42,6% para “talvez comprasse, talvez não comprasse”, e 7,4% para “certamente compraria”.

## 5. CONCLUSÕES

A carne mecanicamente separada de frango (CMSF) utilizada na elaboração do surimi de frango apresentou  $12,9 \pm 0,24\%$  de proteína e  $18,5 \pm 0,28\%$  de lipídios, encontrando-se dentro dos parâmetros exigidos pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

A umidade apresentada pelo surimi de CMSF foi de  $89,11 \pm 0,46\%$  estando acima do parâmetro ideal para obtenção de um surimi de boa qualidade.

A força do gel média foi  $646 \pm 6$  g.cm, estando acima dos dados encontrados para surimi de frango provenientes de diferentes partes de frango sugerindo que a CMSF pode ser utilizada na elaboração de surimi, pois se obtém produtos com boa capacidade de formação de gel.

No teste de dobra, o surimi de CMS de frango obteve qualidade AA apresentando as mesmas características de surimi considerado de alta qualidade.

A análise de coeficiente de regressão demonstrou que a variável que mais influenciou na firmeza do embutido de surimi de CMS de frango foi a fécula de batata, que apresentou influência linear e quadrática.

A proteína texturizada de soja foi a variável que exerceu menor influência na força do embutido, quando comparada com a fécula de batata que foi a variável que exerceu maior influência na força do embutido.

Os resultados obtidos da análise microbiológica do embutido de frango demonstraram que o produtos estavam dentro dos limites exigidos pela legislação brasileira.

A salsicha de surimi de frango teve uma aceitabilidade de 72,2%.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141**: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

AFDF. Alaska Fisheries Development Foundation. **Surimi it's American Now**. p. 01-19, 1987.

AL- NAJDAWI, R. e ABDULLAH, B. Proximate composition, selects minerals, cholesterol content and lipid oxidation mechanically and hand deboned chickens from Jordanian market. **Meat Science**. v. 61. p. 243-247, 2002.

AMARAL-MELLO, M. R. P. **Parâmetros de qualidade para avaliar a utilização de diferentes teores de carne de frango mecanicamente separada em salsicha**. São Paulo, Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Publica, Universidade de São Paulo-USP, 1998.

AN, H.; PETERS, M.Y.; SEYMOUR, T.A. Roles endogenous enzymes in surimi gelation. **Trends in Food Science and Technology**, v.7, p. 321-326, 1996.

AOAC **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS**., 16th edn. Washington, D.C. 1995

BAADSETH, P.; NAES, T.; MIELNIK, J.; SKREDE, G.; HOLLAND, S.; EIDE, O. Dairy ingredients affects on sausage sensory properties studied by principle component analysis. **Journal of Food Science**, v. 57, p. 822-828, 1992.

BALL. H. R.. Jr. **Surimi Processing of MDPM Broiler Industry**, junho: 63-70, 1988.

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

BARRETO, L. H. e BEIRÃO, L. H. Influência do amido e da carragena nas propriedades texturiais de surimi de tilápia (*Oreochromis sp.*) **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 19 nº 2 Campinas, Maio/Agosto 1999.

BARROSO, M.; CARECHE, M.; BORDERÍAS, A. J. Quality control of frozen fish using rheological techniques. **Trends in Food Science & Technology**, v. 09, p. 223-229, 1998.

BENJAKUL S; VISESSANGUAN W; RIEBROY S; ISHIZAKI S; TANAKA M. Gel-forming properties of surimi produced from bigeye snapper, *Priacanthus tayenus* and *P. macracanthus*, stored in ice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 82(13):1442-1451, 2002.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; LEEPONGWATTANA, K. Comparative study on proteolysis of two species of bigeye snapper *Priacanthus macracanthus* and *Priacanthus tayenus*. **J. Sci. Food Agric.** 83: 871–879, 2003.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; KWALUMTHARN, Y. The effect of whitening agents on the gel-forming ability and whiteness of surimi. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 39, p. 773-781, 2004.

BELITZ, H. D. e GROSCH, W. **Química de los Alimentos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1988, 813p.

BERAQUET, N. Influência de fatores *ante e post mortem* na qualidade da carne de aves. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, nº 1, p.155-166, 1999.

BERAQUET, N. J. **Carne Mecanicamente Separada de Aves**. In: Seminário e Curso teórico prático, Campinas, 2000. Agregando valor a carne de aves. Campinas: ITAL v.1, 2000.

BERGARA-ALMEIDA, S.; e SILVA, A. P. Hedonic scales with reference: performance in obtaining predictive models. **Food Quality and Preference**, v.13, nº 1, p.57-64, 2002.

BOBBIO, P. A. e BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2 ed. São Paulo; Livraria Varela, p. 56-64, 1992.

BOBBIO, F. O. e BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, 223p. 1995.

BORDERÍAS, A.J.; TEJADA, M. El surimi. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 27, nº 1, p. 1-14, 1987.

BOX, G.E.P. e BEHNKEN, D.W. Some new three level designs for the study of quantitative variables **Technometer** (2): 455-475, 1960.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 4, 31 de mar. 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 abr. 2000a, Seção 1, p. 6-10.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa n. 20, 31 de jul. 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de apresentado, de fiambre, de Hambúrguer, de Kibe, de Presunto cozido. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 149 03 ago. 2000b, Seção 1, p. 7-12.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico, portaria nº 540 de 27 de outubro de 1997.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001. Diário Oficial. Brasília, p.68, 2001.

BRUJINE, D. W. e BOT, A. Alimentos elaborados basados en grasa. In: ROSENTHAL, A. **Textura de los alimentos**, Zaragoza Espana, Ed. Acribia, p. 181-220, 2001.

BUNGE. Proteína Isolada de Soja Samproy 90. Disponível em <http://www.bunge.com.br>  
Acessado em 20 set. 2005.

CASTRO, R. V. Procesamiento de surimi. In: Curso de Capacitación, 2001. Surimi. Callao:  
Instituto Tecnológico Pesquero Del Perú.

CHAIJAN, M., BENJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., e FAUSTMAN, C. Characteristics  
and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger  
kanagurta*) caught in Thailand. **Food Research International**, 37: 1021–1030, 2004.

CHANG, C. C. e REGENSTEIN, J. M. Water uptake, protein solubility and protein changes  
of cod mince stored on ice as affected by polyphosphates. **Journal of Food Science**, v.  
62, nº 02, p. 305-309, 1997.

CHINABHARK, k.; BENJAKUL, S.; PRODPRAN, T. Effect of ph on the properties of  
protein-based film from bigeye snapper (*priacanthus tayenus*) surimi. **Bioresource  
Technology** 98: 221–225, 2007.

CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L. e LORIENT, D. **Proteínas alimentarias**. Zaragoza: Editorial  
Acribia S. A., 346p. 1989.

CHEN Hui-Huang. Thermal gelation behaviors of surimi protein mixed with  
Hydroxypropylmethylcellulose. **FISHERIES SCIENCE**, 72: 679–685, 2006.

CHUNG, K. H. e LEE, C. M. Evaluation off wheat gluten and modified starches for their  
texture modifying and freeze-thaw stabilizing effects of surimi. **Journal of Food Science  
Nutrition**, v. 02, p. 190-195, 1996.

CONTRERAS, E.G. **Bioquímica de pescados e derivados**. São Paulo – SP, FUNEP,  
1994.

COPPEZ, Z., PAVLISKO, A. e VECCHI, S. Texture measurements in fish and fish  
products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.11, nº 01, p.89-105, 2002.

COSTA, M. R. e BERGAMIN FILHO, W. Propriedades funcionais das proteínas carneas e sua influência no processamento. *Revista Nacional da Carne*, nº 314, ano 27, p.106-108, abr. 2003.

DAWSON, P. L.; SHELDON, B. W.; e BALL. H. R. Jr. Extraction of lipid and pigment components from mechanically deboned chicken meat. **Journal of Food Sciences** 53 (6): p. 165-167, 1988.

DAROS, F. G.; MASSON, M.L; AMICO, S.C. The influence of the addition of mechanically deboned poultry meat on the rheological properties of sausage. **Journal of Food Engineering** 68: 185–189, 2005.

ENSOY; Nuray Kolsarıcı; Kezban Candogan. Quality characteristics of spent layer surimi during frozen storage. **Eur. Food Res. Techn.**, 2004.

FAO. Small-scale sausage production Rome: **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION** of the United Nations, 1985.

FENNEMA, O. W. **Química de los alimentos**. 2 ed. Zaragoza: Editorial Acribia S. A., 1993.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C.; DA SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA E. M. M.; Análise sensorial – Testes Discriminativos e afetivos. Profícua SBCTA, Campinas, 2000.

FIDDLER, W.; PENSABENE, J.W.; GATES, R.A.; JAHNCKE, M.; BABBIT, J.K. Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) mince and surimi as partial meat substitute in frankfurter: N-nitrosodimethylamine formation. **Journal of Food Science**, v. 58, nº 01, p. 62-70, 1993.

FIELD, R. A. Mechanical separated meat of poultry and fish. Edible meat bay products: advances in meat research. **Elsevier applied science**, v. 5. p. 83-126, 1988.



FIGUEIREDO, V.O.; GASPAR, A.; BORGES, S.V.; DELLA MODESTA, R.C. Influência dos substitutos de gordura animal sobre a qualidade de salsicha tipo Viena. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.s, p. 11-17, 2002.

FISHER, A. Tecnologia de la producción y elaboración de productos carnicol. In: PRÄNDL, O.; FISHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. J. **Tecnología e Higiene de la Carne**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1994. p. 511-539.

FRONING, G. W. Mechanically-deboned poultry meat. **Food Technology**, v. 6, p. 50-63, 1976.

FRONING, G. W. Mechanical deboning of poultry and fish. **Advances in food Research**. V. 27 p. 109-147. 1981.

GACULA, M.C.; e SINGH, J. **Statistical methods in food and consumer research**. London: Academic Press, INC., 1984.

GONÇALVES, J. R. Um breve histórico dos embutidos cárneos. **Revista Nacional da Carne**. nº 315, p. 90, 2003.

GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. Avaliação da Aceitação de “Chips” de Mandioca, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, nº23 supl., p.79 – 86,dez 2003.

HACHMEISTER, K.A.; e HERALD, T.J. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters. **Poultry Science** v. 77, p. 632-638. 1998.

HAMADA, M.; YANAGIHARAS, S.; MURAKAWA, N.; KATAYAMA, S.; TSURU, T.; SUETSUNA, K.; KAI, N.; TANQUE, Y. Effect of added sodium bicarbonate on the folding property of non-rinsed spearfish meat kamaboko. **Journal of National Fisheries University**, v. 52, nº 04. 2004.

HERMANSSON, A.M.; e SVEGMARK, K. Development in the understanding of starch functionality. **Food Science and Technology**, v. 07, p. 345-353, 1996.

HUIDOBRO, F.R.; MIGUEL, E.; BLASQUEZ, B.; ONEGA, E. A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis for testing either raw meat or cooked meat). **Meat Science**, v. nº 69, p. 527-536, 2005.

IRRIBARREN, N.A.; CARTAGENA, N.A.; LETELIER, J.C.; MURRAY, R.M. Bacallao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) caracterización química e utilización de la especie: elaboración de salsichas a base de la musculatura hipoaxial. **Alimentos**, v. 15, nº 03, p. 23-27, 1990.

JIN SANG-KEUN; IL-SUK KIM, SU-JUNG KIM, KI-JONG JEONG, YEUNG-JOON CHOI, SUN-JIN HUR. Effect of muscle type and washing times on physico-chemical characteristics and qualities of surimi. **Journal of Food Engineering**, 81: 618-623, 2007.

KEE,G.S.; BABJI. A.S. Effect of processing on yield and composition of spent hen surimi (ayami). *Food Australia* 43 (11) p. 494-495, 1991.

KIJOWSKI, J.; e NIEWIAROWICZ, A. A method of protein extraction from chicken bone residue and the chemical and eletroforetic characteristic of the extract. **Journal Food Technology**. Oxford, 20: 43-49, 1985

KIJOWSKI, J.; STANGIERSKI, J.; NIEWSIAROWICZ, A. Conditions of isolations of chicken surimi from mechanically deboned meat and its freezing. Quality of Poultry Products I. Poultry Meat In: **Proceedings of the 10<sup>th</sup> European Symposium on the Quality of Poultry Meat**, Doorwerth, mayo: p. 99-103, 1991.

KIJOWSKI, J.; RICHARDSON, R.I. The effect of cryoprotectants during freezing or freeze drying upon properties of washed mechanically recovered broiler meat. **International Journal of Food Science and Technology** 31 (1), 45–54, 1996.

KOLSARIC, N.; ENSOY, Ü. Surimi technology. **Journal Food Technology** 21:389–401, 1996.

KUHN, C.R.; SOARES, G.J.D. Proteases e inibidores no processamento de surimi. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 1, p. 5-11, 2002.

KUMAZAWA, Y.; NUMAZAWA, K.; SEGURO, K. *et. al.* Suppression of surimi gel setting by transglutaminase inhibitors. *Journal of Food Science*, v. 60, p. 715-726, 1995.

KUHN, C. SOARES, G.J.D.; PRENTICE, C.H.; VENDRUSCULO, J.L.S. Avaliação da força de gel de surimi de resíduos de pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*) enriquecido com aditivos protéicos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. V. 21, nº 02, p. 239-248. 2003

LANES, G.F.C. Efeito da adição de hidrocolóides nas propriedades de geleificação do surimi de corvina (*Micropogonias furnieri*). Rio Grande, 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos, FURG.

LANIER, T. Menhaden: Soybean of the sea. **University of North Carolina, Sea Grant College Publication**, UNC-SG-85-02, Box 8605, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-8605. 1985.

LANIER; e LEE, T.C. **Surimi Technology**. New York: Marcel Dekker, INC., 2000.

LEE, C.M. Surimi Process Technology, **Food Technology**, November: p. 69-80. 1984.

LEMPEK, T. S. Avaliação da reologia apresentada por um embutido de surimi elaborado a partir da castanha (*Umbrina canosa*). Rio Grande, 2005. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos, FURG.

LEMPEK, T. S.; MARTINS, V. G.; PRENTICE, C. Rheology of surimi-based products from fatty fish underutilized by the industry: Argentine croaker (*Umbrina canosa*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 16 nº 04, p. 27-44, 2007.

LI, J.Y.; YEH, A.I. Effects of starchs properties on rheological characteristics of starchs/meat complexes. *Journal of Food Engineering*, v. 57, n.3, p. 287-294, 2003.

LIN, T.M.; e PARK, J.W. Solubility of Salmon myosin as affected by conformational changes at various ionic strengths and pH. **Journal of Food Science**, 61: 432-438. 1998.

LIN, S.W.; e CHEN, T.C. Yields, color and compositions of washed, kneaded and heated mechanically deboned poultry meat. **Journal of Food Science** 54(3): p. 561-563, 1989.

LYON, P.H.; KERRY, J.F.; MORRISEY, P.A.; BUCKLEY, D.J. The influence of added whey protein/carrageenan gels and tapioca starch on the textural properties of low fat pork sausages. *Meat science*, v.51, n.1, p. 43-52, 1999.

LOWE, L.L.; FOEGEDING, E.A.; DAUBERT, C.R. Rheological properties of fine-stranded whey protein isolate gels. **Food Hydrocolloids**, v.17, p. 515-522, 2003.

NAKAMURA, V.Y.; e NETO, M.P. Uso de fosfatos em frutos do mar. **Revista Nacional da Carne**, n. 320, p. 110-111, out. 2003.

NIWA, E. Chemistry of surimi gelation. In: LANIER, T.C.; LEE; **Surimi Technology**. New York:M. Dekker, INC., 2000.

NOWSAD, A.A.K.M.; KANO, S.; NIWA, E. Thermal gelation characteristics of breast and thigh muscles of spent hen and broiler and their surimi. **Meat Science** 54: 169-175. 2000.

NUNES, P. T. **Efeito da pré-cura na estabilidade microbiológica da carne mecanicamente separada e elaboração de um produto reestruturado de filés de peito de galinhas de descarte**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 2003. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo, 2003.

MAC DONALD, G.A.; LELIEVRE, J.; WILSON, N.D.C. The strength of gels prepared from washed and unwashed minces of hoki (*Macrurus novaezelandiae*) stored in ice. **Journal of Food Science**, v. 55, p. 976-978, 1990.

MAC DONALD, G.A.; e LANIER, T.C. Carbohydrates as cryoprotectans for meats and surimi. **Food Technology**. 45(3): 150-159, 1991.

MALDONADO, A.S. Efecto de la fuerza iónica en la extracción de proteínas sarcoplasmáticas en procesamiento de surimi. **Bol. Inv. Instituto Tecnológico Pesquero**. V. 04, nº 01, p. 09-14, 1994.

MAZA, S. R. Caracterización de la pulpa de pescado. In: Tecnología de procesamiento de productos pesqueros congelados preformados. Callao: Instituto Tecnológico Pesquero Del Perú, 2001. p. 99-103.

MIELNIK M.B, KJERSTI AABY, KNUT ROLFSEN, MARIT R. ELLEKJÆR, ASTRID NILSSON. Quality of comminuted sausages formulated from mechanically deboned poultry meat. **Meat Science**, 61: 73–84, 2002.

MIZUTA, S., NAKASHIMA, K., e YOSHINAKA, R. Behavior of connective tissue in fish surimi on fractionation by sieving. **Food Chemistry**, 100: 477–481, 2007.

MORAIS, C. **Carne de pescado separada mecanicamente: obtenção e utilização**. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos. 1994.

MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A. Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito em frangos de linhagens de conformação versus convencionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32 n.6, p.1663-1673, 2003.

MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; ANDRIGHETTO, C.; PELICIA, K. **Carne de ave separada mecanicamente**. Revista Electrónica de Veterinária REDVET ®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 04, Abril/2006, Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html>>. Acessado em: 09/set/2006.

MURPHY, S.C.; GILROY, D.; KERRY, J.F.; BUCLEY, D.J.; KERRY, J.P. Evaluation of surimi, fat and water content in a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology. **Meat Science**, v. 66, p. 689-701, 2004.

OCKERMAN, H.W. e HANSEN, C.L. Industrialización de subproductos de origen animal. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994.

OKADA, M. History of surimi Technology in Japan. In: LANIER; T. C. LEE; Surimi Technology. New York: Marcel Dekker, INC., 2000.

OLIVARES, W. A. Teoria de procesamiento de pasta de pescado (surimi). In: Curso de Capacitación, 2001. **Surimi**. Callao: Instituto Tecnológico Pesquero Del Peru.

OLIVARES, W. A. e CASTRO, R. V. Evaluación de calidad del surimi. In: Curso de Capacitación, 2001. **Surimi**. Callao: Instituto Tecnológico Pesquero Del Peru.

PACHECO-AGUILAR, R.; RAMÍREZ-SUAREZ, J.C.; MAZORRA-MANZANO. M.A. Effect of alkaline and acidic wash treatments on functional properties and color of Monterrey sardine (*Sardine sagax caerulea*) minced fresh. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 10, nº 02, p. 85-99, 2001.

PARDI, M. C.; SANTOS, J. F.; SOUZA, E. R. PARDI, H. S. **Ciência, Higiene e Tecnologia de Carne**. Volume I, UFG, Goiânia, 1994.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Volume II, Goiânia: Editora UFG, 2001.

PARK, J.W., e MORRISSEY, M.T. Manufacturing of surimi from light muscle fish. In: Park, J.W. (Ed.), **Surimi and Surimi Seafood**. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 23–58, 2000

PARK, J.; e YANG H. Effects of starch properties and thermal-processing conditions on surimi-starch gels. **Food Technology**, v. 31, p. 344-353, 1998.

PASCHOALICK, T.M., GARCIA, F.T., SOBRAL, P.J.A., HABITANTE, A.M.Q.B. Characterization of some functional properties of edible films based on muscle proteins of Nile tilapia. **Food Hydrocolloids** 17: 419–427, 2003.

PERLO, F.; BONATO, P.; TEIRA, G.; FABRE, R.; KUEIDER, S. Physicochemical and sensory properties of chicken nuggets with washed mechanically deboned chicken meat: Research note, **Meat Science** 72: 785–788, 2006.

PERLO, F. Optimización de la etapa de lavado de carne de ave mecánicamente recuperada **Ciencia, Docencia y Tecnología** N° 31, Año XVI, novembro de 2005 (241-258).

PIETRASIK, Z. Effect of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and color of comminuted scalded sausages. *Meat Science*, n.51, p. 17-25, 1999.

PIETRASIK, Z.; e DUDA, Z. Effect of content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted scalded sausages. *Meat Science*, v. 51, p. 181-188, 2000.

REED, P. B. **Nutrition an applied science**. St. Paul: West Publishing, 1984, 747p.

RIVERA, J.A.; SEBRANEK, J.G.; RUST, R.E.; TABATABAI, L.B. Composition and protein fractions of different meat by-products used for petfood compared with mechanically separated chicken (MSC). **Meat Science** 55: 53-59, 2000.

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne**. Disponível em <http://www.unesp.com.br> Acessado em 15 out. 2005.

ROQUE, V. F. **Aproveitamento de resíduos de carne de frango: uma análise exploratória**. Florianópolis: UFSC, 1996. Dissertação de (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

ROSA, C. S. da. **Estudo das propriedades funcionais do colágeno obtido da pele de frango**. Santa Maria: UFSM, 2000, 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria 2000.

ROSS-MURPHY, Globular protein gelation theory and experiment, **Food Hydrocolloids**, Florida. CRS Press, INC., 2001.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPÄÄ, J.; PUOLANNE, E.; LYLÄ, M.; LÄHTEENMÄKI, L.; NIEMISTO, M.; AHVENAINEN, R. Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat Bologna type sausages. **Meat Science**, v. 64, p. 371-381, 2003.

SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCI, C.M.N.; PINTO, M.E.S.; TORRES, E.A.F.S. Effect of fat replaces on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.17, p. 469-474, 2004.

SAKAMOTO H; KUMAZAWA Y; TOIGUCHI S; SEGURO K; SOEDA T; MOTOKI M. Gel strength enhancement by addition of microbial transglutaminase during onshore surimi manufacture. **Journal of Food Science**, 60(2):300-304, 1995.

SHAND, P.J. Textural, water holding and sensory properties of low-fat pork Bologna with normal or waxy starch hull-less barley. **Journal of Food Science**, v. 65, nº 01, p. 101-107, 2000.

SHIKU, Y., HAMAGUCHI, P.Y., TANAKA, M. Effect of pH on the preparation of edible films based on fish myofibrillar proteins. **Fish. Sci.** 69: 1026–1032, 2003.

SINGH, J.; e SINGH, N. Studies on the morphological and rheological properties of granular cold water soluble corn and potato starches. **Food Hydrocolloids**, v. 17, p. 63-72, 2003.

SKIDMORE-SALES Disponível em:

[www.skidmore-sales.com/whatsnew/newsletter/fall2000.pdf](http://www.skidmore-sales.com/whatsnew/newsletter/fall2000.pdf) Acessado em: 22/07/2004.

SILVA, N. da; JUNQUEIRA, V. C. A.; e SILVEIRA, N. F. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 295 p., 1997.



SMEWING, J. Hidrocoloides In: ROSENTHAL, A. **Textura de los alimentos**, 2001. Zaragoza: Ed. Acribia, p. 273-290.

SMYTH, A. B. e O'NEILL, E. Heat-induced gelation properties of surimi from mechanically separated chicken. **Journal of Food Science**, v. 62 nº 02, p. 326-330, 1997.

SOLHEIM, R.; ELLEKJAER, M.R. Sensory quality of low-fat sausages affected by fat substitutes. **Food Quality and Preference**, v. 4, p. 127-131, 1993.

SOUSA, A. E.; TEIXEIRA, V. C. L.; MELLO, M. R. P. A.; TORRES, E. A. F. S.; MOITA NETO, J. M. Aplicação de redes neuronais para a avaliação do teor de carne mecanicamente separada em salsicha de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. V. 23, nº 3, p. 307-311, 2003.

SUZUKI, T. **Tecnología de las proteínas de pescado y krill**. Zaragoza: Acribia, 1987.

TABILO-MUNIZAGA, G.; e BARBOSA-CÁNOVAS, G. Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. **Food Research International**, v. 37, p. 767-775, 2004.

TAKAHASHI, G.; e CIA, G. Utilização de derivados da soja na fabricação de produtos cárneos. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**, 1981. Brasil: 1981. p. 885-889.

**TBCA-USP TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS**. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da FCF-USP, 2005.

TEJADA M. Tendencias actuales en la utilización de surimi. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, 31(3): 310-318, 1991.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2000.

TRESPALACIOS P.; PLA R. Simultaneous application of transglutaminase and high pressure to improve functional properties of chicken meat gels. *Food Chemistry* 100: 264-272, 2007.

TRINDADE, M. A.; FELÍCIO, P. E.; e CASTILHO, C. J. C. Mechanically separated meat of broiler breeder and white layer spent hens. **Scientia Agricola**. v. 61. n. 2.p. 234-239, 2004.

TRINDADE, M. A.; CONTRERAS, C. C.; e FELÍCIO, P. E. Mortadella Sausage Formulations with Partial and Total Replacement of Beef and Pork Backfat with Mechanically Separated Meat from Spent Layer Hens. **J. Food Sci.** 2005.

TRZISZKA, T.; POPIEL, A.K.; KULPA, B. Washing procedure to remove fat and colour components from mechanically deboned turkey meat. **Quality of Poultry Meat. I. Poultry Meat**. In: Proceedings. Maio; p. 167-175, 1991.

**UBA - União Brasileira de Avicultura: Relatório anual 2005/2006**. Disponível em: <  
[http://www.uba.org.br/ubanews\\_files/rel\\_uba\\_2005\\_06.pdf](http://www.uba.org.br/ubanews_files/rel_uba_2005_06.pdf) >Acessado em 08/set/2006.

UDDIN, M., OKAZAKI, E., FUKUSHIMA, H., TURZA, S., YUMIKO, Y., E FUKUDA, Y. Nondestructive determination of water and protein in surimi by near-infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, 96: 491–495, 2006.

UIJTENBOOGAART, T. G.; TRZISZKA, T. L.; SCHREURS, F. J. G. Cryoprotectant effects during short time frozen storage of chicken myofibrillar protein isolates. **Journal of Food Science**, 58(2), 274-277, 1993.

VLIET, T. V. Clasificación reológica de los alimentos y técnicas instrumentales de medida. In: ROSENTHAL, A. **Textura de los alimentos**, 2001. Zaragoza: Ed. Acribia, 2001, p. 65-96.

WILSON, K. e WALKER, J. **Principles and techniques of practical biochemistry**. 5.ed. Cambridge: University Press, 2000. 784p.

YANG, T.S.; e FRONING, G.W. Changes in miofibrillar protein and collagen content off mechanically deboned chicken meat due to washing and screening. **Poultry Science**. 71: p. 1221-1227, 1992a.

YANG, T.S.; e FRONING, G.W. Selected washing processes affect thermal gelation properties and microstructure of mechanically separated chicken meat. **Journal Food Science**. 57: 325-329, 1992b.

YANG, A.; KEETON, J.T.; BEILKEN, S.L.; TROUT, R.G. Evaluation of some binders and fat substitutes in low-fat frankfurters. **Journal of Food Science**, v.66, n.7, p. 1039-1046, 2001.

YONGSAWATDIGUL, J.; PARK, J. W.; MORRISEY, M.T. Ohmic heating maximizes gel functionality of pacific whiting surimi. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 10-14. 1995.

# ANEXOS

**ANEXO 1**

Ficha de avaliação sensorial das salsichas de surimi de frango.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) M ( ) F

Você tem o hábito de consumir salsicha de frango?

( ) Sim ( ) Não

Se sim, quantas vezes ao mês?

( ) Mais de 20 vezes

( ) Entre 10 e 20 vezes

( ) até 10 vezes

Se você encontrasse este produto á venda você:

( ) Certamente compraria.

( ) Provavelmente compraria.

( ) Talvez comprasse, talvez não comprasse.

( ) Provavelmente não compraria.

( ) Certamente não compraria.

Avalie a amostra de salsicha de frango usando a escala abaixo, para descrever o quanto você gostou ou desgostou.

1 – Desgostei muitíssimo

2 – Desgostei muito

3 – Desgostei regularmente

4 – Desgostei ligeiramente

5 – Indiferente

6 – Gostei ligeiramente

7 – Gostei regularmente

8 – Gostei muito

9 – Gostei muitíssimo

Valor atribuído à amostra: \_\_\_\_\_

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO 2

Análise de variância, coeficiente de regressão e ANOVA para força do gel e proteína no surimi de CMS de frango; e para força de compressão e firmeza no embutido emulsionado de surimi de frango.

- Surimi

ANOVA; Var.:Prot; R-sqr=,9585; Adj:,88379 (3 factors, 1 Blocks, 15 Runs; MS Residual=,0718983) DV: Prot					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Temp. (L)	0,002112	1	0,002112	0,02938	0,870622
Temp. (Q)	1,125401	1	1,125401	15,65267	0,010782
(2)Prop. (L)	0,540800	1	0,540800	7,52173	0,040667
Prop. (Q)	0,018308	1	0,018308	0,25464	0,635272
(3)tempo (L)	0,082012	1	0,082012	1,14067	0,334339
tempo (Q)	6,650539	1	6,650539	92,49921	0,000206
1L by 2L	0,004900	1	0,004900	0,06815	0,804459
1L by 3L	0,000225	1	0,000225	0,00313	0,957555
2L by 3L	0,115600	1	0,115600	1,60783	0,260634
Error	0,359492	5	0,071898		
Total SS	8,661960	14			

Regr. Coefficients; Var.:Prot; R-sqr=,9585; Adj:,88379 (surimi or 3 factors, 1 Blocks, 15 Runs; MS Residual=,0718983) DV: Prot						
Factor	Regressn Coeff.	Std.Err.	t(5)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	10,73667	0,154810	69,35387	0,000000	10,33872	11,13462
(1)Temp. (L)	0,01625	0,094801	0,17141	0,870622	-0,22744	0,25994
Temp. (Q)	-0,55208	0,139544	-3,95635	0,010782	-0,91079	-0,19337
(2)Prop. (L)	-0,26000	0,094801	-2,74258	0,040667	-0,50369	-0,01631
Prop. (Q)	0,07042	0,139544	0,50462	0,635272	-0,28829	0,42913
(3)tempo (L)	-0,10125	0,094801	-1,06802	0,334339	-0,34494	0,14244
tempo (Q)	-1,34208	0,139544	-9,61765	0,000206	-1,70079	-0,98337
1L by 2L	0,03500	0,134069	0,26106	0,804459	-0,30964	0,37964
1L by 3L	-0,00750	0,134069	-0,05594	0,957555	-0,35214	0,33714
2L by 3L	0,17000	0,134069	1,26800	0,260634	-0,17464	0,51464

ANOVA; Var.:Força; R-sqr=,98232; Adj:,.950 3 factors, 1 Blocks, 15 Runs; MS Residual=, DV: Força					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Temp. (L)	0,08405	1	0,084050	1,7781	0,239897
Temp. (Q)	3,54911	1	3,549108	75,0843	0,000338
(2)Prop. (L)	0,02101	1	0,021012	0,4445	0,534469
Prop. (Q)	6,36462	1	6,364616	134,6486	0,000083
(3)tempo (L)	1,05851	1	1,058513	22,3937	0,005186
tempo (Q)	2,41008	1	2,410078	50,9871	0,000836
1L by 2L	0,17640	1	0,176400	3,7319	0,111232
1L by 3L	0,44890	1	0,448900	9,4968	0,027417
2L by 3L	0,55503	1	0,555025	11,7420	0,018703
Error	0,23634	5	0,047268		
Total SS	13,36629	14			

Regr. Coefficients; Var.:Força; R-sqr=,98232; Adj:,.95049 (surim 3 factors, 1 Blocks, 15 Runs; MS Residual=,0472683 DV: Força						
Factor	Regressn Coeff.	Std.Err.	t(5)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	9,00333	0,125523	71,7264	0,000000	8,68067	9,32600
(1)Temp. (L)	-0,10250	0,076867	-1,3335	0,239897	-0,30009	0,09509
Temp. (Q)	-0,98042	0,113145	-8,6651	0,000338	-1,27127	-0,68957
(2)Prop. (L)	-0,05125	0,076867	-0,6667	0,534469	-0,24884	0,14634
Prop. (Q)	-1,31292	0,113145	-11,6038	0,000083	-1,60377	-1,02207
(3)tempo (L)	-0,36375	0,076867	-4,7322	0,005186	-0,56134	-0,16616
tempo (Q)	-0,80792	0,113145	-7,1405	0,000836	-1,09877	-0,51707
1L by 2L	-0,21000	0,108706	-1,9318	0,111232	-0,48944	0,06944
1L by 3L	0,33500	0,108706	3,0817	0,027417	0,05556	0,61444
2L by 3L	0,37250	0,108706	3,4267	0,018703	0,09306	0,65194

- Embutido emulsionado

ANOVA; Var.:Força; R-sqr=,97284; Adj:,.937 3 factors, 1 Blocks, 17 Runs; MS Residual=4 DV: Força					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Var1 (L)	2266,72	1	2266,724	48,0424	0,000225
Var1 (Q)	343,16	1	343,163	7,2732	0,030777
(2)Var2 (L)	5384,44	1	5384,441	114,1213	0,000014
Var2 (Q)	166,96	1	166,960	3,5386	0,101997
(3)Var3 (L)	57,73	1	57,734	1,2236	0,305207
Var3 (Q)	69,12	1	69,121	1,4650	0,265415
1L by 2L	444,91	1	444,914	9,4298	0,018047

Regr. Coefficients; Var.:Força; R-sqr=,97284; Adj:,93792 (Salsid 3 factors, 1 Blocks, 17 Runs; MS Residual=47,18175 DV: Força						
Factor	Regressn Coeff.	Std.Err.	t(7)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	202,7568	3,957433	51,23443	0,000000	193,3990	212,1147
(1)Var1 (L)	12,8889	1,859531	6,93126	0,000225	8,4918	17,2860
Var1 (Q)	-5,5249	2,048604	-2,69689	0,030777	-10,3690	-0,6807
(2)Var2 (L)	19,8649	1,859531	10,68275	0,000014	15,4678	24,2620
Var2 (Q)	3,8537	2,048604	1,88113	0,101997	-0,9905	8,6979
(3)Var3 (L)	2,0570	1,859531	1,10619	0,305207	-2,3401	6,4541
Var3 (Q)	-2,4796	2,048604	-1,21037	0,265415	-7,3238	2,3646
1L by 2L	7,4575	2,428522	3,07080	0,018047	1,7150	13,2000
1L by 3L	19,0550	2,428522	7,84634	0,000103	13,3125	24,7975

ANOVA; Var.:Firmeza; R-sqr=,97486; Adj:,94 3 factors, 1 Blocks, 17 Runs; MS Residual=,1 DV: Firmeza					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Var1 (L)	1,57107	1	1,57107	8,20699	0,024172
Var1 (Q)	5,72152	1	5,72152	29,88823	0,000939
(2)Var2 (L)	11,16359	1	11,16359	58,31669	0,000123
Var2 (Q)	17,32279	1	17,32279	90,49129	0,000030
(3)Var3 (L)	0,00503	1	0,00503	0,02628	0,875799
Var3 (Q)	6,54483	1	6,54483	34,18909	0,000632
1L by 2L	0,07801	1	0,07801	0,40752	0,543541
1L by 3L	14,44531	1	14,44531	75,45985	0,000054
2L by 3L	4,57531	1	4,57531	23,90065	0,001776
Error	1,34001	7	0,19143		
Total SS	53,30841	16			

Regr. Coefficients; Var.:Firmeza; R-sqr=,97486; Adj:,94254 (S 3 factors, 1 Blocks, 17 Runs; MS Residual=,1914304 DV: Firmeza						
Factor	Regressn Coeff.	Std.Err.	t(7)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	10,10457	0,252076	40,08536	0,000000	9,50850	10,70063
(1)Var1 (L)	0,33932	0,118446	2,86478	0,024172	0,05924	0,61940
Var1 (Q)	0,71339	0,130490	5,46701	0,000939	0,40483	1,02195
(2)Var2 (L)	0,90452	0,118446	7,63654	0,000123	0,62444	1,18460
Var2 (Q)	1,24131	0,130490	9,51269	0,000030	0,93275	1,54987
(3)Var3 (L)	-0,01920	0,118446	-0,16211	0,875799	-0,29928	0,26088
Var3 (Q)	0,76299	0,130490	5,84714	0,000632	0,45443	1,07155
1L by 2L	-0,09875	0,154689	-0,63838	0,543541	-0,46453	0,26703
1L by 3L	1,34375	0,154689	8,68676	0,000054	0,97797	1,70953
2L by 3L	-0,75625	0,154689	-4,88883	0,001776	-1,12203	-0,39047



