



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

**AVALIAÇÃO DA TEXTURA APRESENTADA POR EMBUTIDO EMULSIONADO  
ADICIONADO DE ISOLADO PROTÉICO ÚMIDO DE CORVINA (*Micropogonias  
furnieri*)**

**ALINE FONTANA**

**Prof. Dr. CARLOS PRENTICE-HERNÁNDEZ**  
ORIENTADOR

**Rio Grande, RS**

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

**AVALIAÇÃO DA TEXTURA APRESENTADA POR EMBUTIDO EMULSIONADO  
ADICIONADO DE ISOLADO PROTÉICO ÚMIDO DE CORVINA (*Micropogonias  
furnieri*)**

**ALINE FONTANA**  
**Engenheira de Alimentos**

Dissertação apresentada para  
obtenção do título de Mestre em  
Engenharia e Ciência de Alimentos.

**Prof. Dr. CARLOS PRENTICE-HERNÁNDEZ**  
Orientador

**RIO GRANDE, RS**  
**2007**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que me deu força e saúde para vencer esta importante conquista em minha vida.

Aos meus pais, Ítalo e Maria pelo apoio, incentivo e força quando muitas vezes estava desmotivada.

Ao professor Carlos Prentice, pela orientação e ensinamentos.

A professora Myriam, pela dedicação e disponibilidade dispensadas durante todo o projeto.

A todos os professores do mestrado pelos conhecimentos repassados, em especial a Janaina Burket, Luis Antônio de Almeida Pinto e Ana Azambuja pelos ensinamentos e auxílio na discussão dos resultados.

A Pescal S.A pelo fornecimento da matéria-prima e a Solae Company pela auxílio na elaboração deste trabalho.

As secretárias Islanda e Gicelda pelas brincadeiras e dedicação prestada a todos os alunos deste curso de pós-graduação.

As amigas e futuras engenheiras Simone e Fabiana que me auxiliaram na elaboração deste trabalho.

Aos colegas da pós-graduação pelo companheirismo e brincadeiras.

Aos funcionários dos Laboratórios de Bioquímica Tecnológica e de Tecnologia de Alimentos.

A todas as pessoas que de alguma forma participaram desta caminhada.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iii
SUMÁRIO.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
<b>CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>09</b>
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1.1 INTRODUÇÃO.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
<b>CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Potencial pesqueiro de Rio Grande, RS.....	16
2.2 Pescado.....	16
2.3 Corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ).....	17
2.4 Composição do pescado.....	17
2.5 <i>Proteínas do pescado</i> .....	18
2.5.1 <i>Proteínas miofibrilares</i> .....	19
2.5.2 <i>Proteínas sarcoplasmáticas</i> .....	19
2.5.3 <i>Proteínas do estroma</i> .....	20
2.6 Ponto isoelétrico.....	20
2.7 Processos de concentração da fração protéica.....	20
2.7.1 <i>Concentrados protéicos de pescado</i> .....	20
2.7.2 <i>Hidrolisado protéico de pescado</i> .....	21
2.7.3 <i>Isolado protéico de pescado</i> .....	22
2.8 Propriedades funcionais das proteínas.....	23
2.8.1 Solubilidade.....	24
2.8.2 <i>Capacidade de retenção de água (CRA)</i> .....	25
2.8.3 <i>Capacidade de retenção de óleo (CRO)</i> .....	25
2.9 Embutidos cárneos.....	26
2.9.1 <i>Produtos de salsicharia</i> .....	26

2.9.2	<i>Características da matéria-prima</i> .....	27
2.9.2.1	Carne.....	27
2.9.2.2	Tecidos qraxos.....	28
2.9.3	<i>Ação dos aditivos</i> .....	29
2.9.3.1	Sal.....	29
2.9.3.2	Fosfatos.....	29
2.9.3.3	Proteínas de origem vegetal.....	31
2.9.3.4	Proteínas não-cárneas de origem animal.....	32
2.9.3.5	Hidrocolóides.....	32
2.9.4	<i>Embutidos emulsionados</i> .....	33
2.9.5	<i>Tecnologia de fabricação de embutidos emulsionados</i> .....	35
2.10	Propriedades reológicas.....	36
2.10.1	<i>Comportamento reológico e medida</i> .....	36

**DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO..... 40**

**CAPÍTULO III: CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ISOLADO PROTÉICO ÚMIDO DE CORVINA (*Micropogonias furnieri*) OBTIDO POR SOLUBILIZAÇÃO ÁCIDA E ALCALINA..... 41**

	RESUMO.....	42
	ABSTRACT.....	43
1	INTRODUÇÃO.....	44
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	45
2.1	Matéria-prima.....	45
2.2	Infra-estrutura.....	45
2.3	Reagentes e equipamentos.....	46
2.4	Análises microbiológicas da polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ).....	46
2.5	Análises físico-químicas.....	46
2.6	Processamento dos isolados protéicos de pescado.....	46
2.7	Determinação do rendimento do processo de obtenção de isolado protéico úmido de polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ).....	47
2.8	Propriedades Funcionais.....	48
2.9	Análise Estatística.....	49
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
3.1	Avaliação microbiológica da polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ).....	50

3.2	Análises físico-químicas.....	51
3.3	Rendimento do processo de obtenção de isolado protéico úmido de polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ).....	53
3.4	Propriedades funcionais.....	54
4	CONCLUSÃO.....	59
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

**CAPÍTULO IV: EFEITO DA ADIÇÃO DE ISOLADO PROTÉICO ÚMIDO DE CORVINA (*Micropogonias furnieri*) E DA TEMPERATURA DE COCÇÃO NA TEXTURA DE EMBUTIDO EMULSIONADO..... 65**

	RESUMO.....	66
	ABSTRACT.....	67
1	INTRODUÇÃO.....	68
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	69
2.1	Matéria-prima.....	69
2.2	Infra-estrutura.....	69
2.3	Preparação do isolado protéico úmido de corvina.....	69
2.4	Processamento do embutido emulsionado elaborado com adição de isolado protéico alcalino úmido de corvina.....	70
2.5	Planejamento Experimental.....	72
2.6	Análise de Textura.....	74
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4	CONCLUSÃO.....	84
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

**CAPÍTULO V: CONCLUSÕES GERAIS..... 88**  
 CONCLUSÕES GERAIS..... 89

**CAPÍTULO VI: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 90**  
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 91

ANEXOS..... 97

## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo III: Avaliação da Funcionalidade Apresentada por Isolado Protéico Úmido de Polpa de Corvina (*Micropogonias furnieri*) Obtido por Solubilização Ácida e Alcalina**

Tabela 3.1:	Avaliação microbiológica da polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ).....	50
Tabela 3.2:	Composição proximal da polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ) e dos isolados protéicos obtidos pelos processos de solubilização alcalina e ácida.....	51
Tabela 3.3:	Rendimento do processo de obtenção de isolado protéico úmido de polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ) por solubilização alcalina e ácida.....	53
Tabela 3.4:	Valores médios para a solubilidade obtidos pela polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ) e pelos isolados protéicos.....	54
Tabela 3.5:	Valores médios apresentados para capacidade de retenção de água pela polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ) e pelos isolados protéicos	56
Tabela 3.6:	Valores médios apresentados para capacidade de retenção de óleo pela polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ) e pelos isolados protéicos.....	58

### **Capítulo IV: Efeito da Adição de Isolado Protéico Úmido de Corvina (*Micropogonias furnieri*) na Reologia de Embutido Emulsionado**

Tabela 4.1:	Variáveis utilizadas no planejamento experimental para o processamento do embutido emulsionado de corvina.....	73
Tabela 4.2:	Matriz do planejamento experimental utilizada para o processamento dos embutidos emulsionados.....	74
Tabela 4.3:	Valores texturiais dos embutidos emulsionados.....	77
Tabela 4.4:	Análise de variância para força de penetração do embutido emulsionado adicionado de isolado protéico alcalino.....	78
Tabela 4.5:	Análise de variância para coesividade do embutido emulsionado adicionado de isolado protéico alcalino.....	78
Tabela 4.6:	Análise de efeitos para a força de penetração do embutido emulsionado.	79
Tabela 4.7:	Análise de efeitos para a coesividade do embutido emulsionado.....	80

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo II: Revisão Bibliográfica

Figura 2.1: Fluxograma do processo de recuperação da proteína presente na matriz do exoesqueleto do camarão rosa ( <i>Farfantepenaeus paulensis</i> ).....	23
Figura 2.2: Representação esquemática de uma emulsão.....	34
Figura 2.3: Molécula do agente emulsionante.....	34
Figura 2.4: Perfil de Textura.....	39

### Capítulo III: Avaliação da Funcionalidade Apresentada por Isolado Protéico Úmido de Polpa de Corvina (*Micropogonias furnieri*) Obtido por Solubilização Ácida e Alcalina

Figura 3.1: Fluxograma do processo de obtenção do isolado protéico úmido de polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ).....	48
Figura 3.2: Curvas de solubilidade apresentadas pela polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ) e pelos isolados protéicos .....	55
Figura 3.3: Curvas de capacidade de retenção de água apresentadas pela polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ) e pelos isolados protéicos .....	57

### Capítulo IV: Efeito da Adição de Isolado Protéico Úmido de Corvina (*Micropogonias furnieri*) na Reologia de Embutido Emulsionado

Figura 4.1: Formulação utilizada para o processamento do embutido adicionado de isolado protéico úmido de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ).....	71
Figura 4.2: Fluxograma do processamento do embutido emulsionado adicionado de isolado protéico úmido de polpa de corvina ( <i>Micropogonias furnieri</i> ).....	72
Figura 4.3: Efeitos estimados para a força de penetração do embutido emulsionado...	79
Figura 4.4: Efeitos estimados para a coesividade do embutido emulsionado.....	81



**CAPÍTULO I:**  
**INTRODUÇÃO GERAL**

## RESUMO

O município de Rio Grande, RS, localizado na zona litorânea do extremo sul do Brasil, caracteriza-se por ser um pólo pesqueiro regional onde podem ser obtidas diversas espécies de pescado. Uma das espécies capturadas na região é a corvina (*Micropogonias furnieri*), esta espécie é pouco comercializada devido ao seu baixo valor, podendo ser utilizada para produção de alimentos processados. Dentre os produtos que podem ser elaborados adicionando isolado protéico de pescado estão os embutidos emulsionados. As proteínas exibem propriedades multifuncionais quando manipuladas adequadamente, estas são os principais componentes funcionais e estruturais de produtos cárneos processados e determinam as características de manuseio, textura e aspecto destes produtos. O presente trabalho teve como objetivo obter e caracterizar o isolado protéico úmido de corvina (*Micropogonias furnieri*) desenvolvido através de processo de extração química, avaliando a funcionalidade dos mesmos e após estudar os efeitos da incorporação deste isolado protéico úmido na textura de um embutido emulsionado. Os processos apresentaram rendimento de 55,35% para o isolado obtido por solubilização alcalina e 46,6% para o isolado obtido por solubilização ácida. Os isolados apresentaram valores de proteína em base seca de 97% para ambos os processos. Os maiores valores encontrados de solubilidade foram em pH 11, com 97,54% para o isolado alcalino e 93,67% para o isolado ácido. A máxima capacidade de retenção de água foi em pH 11 sendo esta 21,94 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>proteína</sub> para o isolado alcalino e 22,94 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>proteína</sub> para o isolado ácido. A capacidade de retenção de óleo foi de 4,7 mL<sub>óleo</sub>/g<sub>proteína</sub> no isolado alcalino e 4,62 mL<sub>óleo</sub>/g<sub>proteína</sub> no isolado ácido. Os isolados protéicos obtidos foram incorporados ao embutido emulsionado. Deste embutido foram avaliados os efeitos da adição do isolado úmido e da temperatura de cocção na textura dos mesmos. Através da Análise de Perfil de Textura (TPA) foram avaliados os efeitos na dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade e por teste de penetração foi avaliada a força de penetração. Para as variáveis estudadas nenhum efeito foi significativo ( $p > 0,05$ ) quando incorporado o isolado protéico obtido pelo processo de solubilização ácida. Para o isolado obtido pelo processo de solubilização alcalina os efeitos estudados não foram significativos ( $p > 0,05$ ) para as respostas de dureza, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade, os efeitos foram significativos ( $p < 0,05$ ) apenas para a força de penetração e coesividade do embutido emulsionado. O maior valor encontrado para a coesividade (0,652) foi quando o embutido foi adicionado de 1,45% de isolado protéico e temperatura de cocção de 87,7°C. Para a força de penetração o valor máximo (684,45 g) foi encontrado quando adicionado 10% de isolado protéico e temperatura de cocção de 82,5 °C.

**Palavras-chave:** isolado protéico, funcionalidade, embutido emulsionado, textura

## ABSTRACT

The city of Rio Grande, RS, located in the littoral zone of the south extremity of Brazil, characterizes itself for being a regional fishing pole where a variety of fish species can be found. Among the species captured in the region is the corvine (*Micropogonias furnieri*), this species is not much commercialized because of its low value, and so it can be used for processed food production. Among the products that can be elaborated adding isolated protein of fish, the sausages are cited. The proteins show multi-functional properties when manipulated adequately, these are the main functional and structural components of processed meat products and determine the handling characteristics, texture and aspect of these products. The present work had as objective to get and to characterize the isolated humid protein of corvine (*Micropogonias furnieri*) developed through process of chemical extraction, evaluating it's functionality and after to study the effect of the incorporation of this isolated humid protein in the texture of an sausages. The processes showed a 55.35% increase for the isolated obtained alkaline solubility and 46.6% for the isolated obtained acid solubility. The isolated showed 97% dry-based protein values for both processes. The highest solubility found had a pH of 11, with 97.54% for the alkaline isolated and 93.67% for the isolated acid. The maximum water retention capacity was pH 11, with 21.94 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>protein</sub> for the isolated alkaline and 22.94 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>protein</sub> for the isolated acid. The oil retention capacity was 4.7 mL<sub>oil</sub>/g<sub>protein</sub> in the isolated alkaline, and 4.62 mL<sub>oil</sub>/g<sub>protein</sub> in the isolated acid. The protein isolated obtained were incorporated to the sausages. The effect of the addition of humid isolated and cooking temperature on texture of these sausages was evaluated. Through the Texture Profile Analysis (TPA) the effect in the hardness was evaluated, cohesiveness, springiness, gumminess and chewiness and the penetration force was evaluated using the penetration test. For the studied variables, no effect was significant ( $p > 0,05$ ) when incorporated the isolated protein obtained by the process of acid solubilizing. For the obtained isolated alkaline solubilizing process the studied effects were not significant ( $p > 0,05$ ) for the answers of hardness, springiness, gumminess and chewiness, the effect was significant ( $p < 0,05$ ) only for the force of penetration and cohesiveness of the sausages. The biggest value found for the cohesiveness (0.652) was found when the sausages were added of 1.45% of isolated protein and temperature of cooking of 87.7°C. For the penetration force the maximum value (684.45 g) was found when added 10% of isolated protein and temperature of 82.5° cooking.

**Key-words:** isolated protein, functionality, sausages, texture.

## 1.1 INTRODUÇÃO

Em 2003, segundo a ABRAS (Associação Brasileira de Supermercados), o consumo de pescado no Brasil estava em torno de 6,5 Kg/hab/ano. No ano de 2005, os números da Associação indicam um consumo de cerca de 8 Kg/hab/ano, mostrando um aumento considerável. O consumo médio mundial está em torno de 15 Kg/hab/ano e a Organização Mundial de Saúde recomenda um consumo mínimo de 12 Kg/hab/ano. O baixo consumo anual per capita do Brasil é devido, entre outros fatores, a problemas na distribuição e comercialização do pescado aliado à falta de opções de produtos industrializados disponíveis no mercado que utilizam o pescado como fonte protéica animal (MATHIAS, 2003).

O município de Rio Grande, RS, localizado na zona litorânea do extremo sul do Brasil, caracteriza-se por ser um pólo pesqueiro regional onde podem ser obtidas diversas espécies de pescado durante o ano todo. Dentre as espécies capturadas na região, está a corvina (*Micropogonias furnieri*), esta possui baixo valor comercial sendo comercializada em sua maioria na forma inteira *in natura* (IBAMA, 2003).

A indústria pesqueira de Rio Grande processa uma grande variedade de espécies de pescado, das quais somente uma parte se emprega como alimento para consumo humano direto, o restante constitui um subproduto rico em proteínas e lipídios que pode se transformar em diversos produtos úteis (IBAMA, 2003).

O isolado protéico de pescado pode ser utilizado como substituto da gordura, originando um produto com textura e sabor similar aos tradicionais de carne bovina e/ou suína. Dentre os produtos que podem ser elaborados a partir de isolado protéico, citam-se os embutidos, que além de melhorar suas propriedades nutricionais e funcionais é uma das formas mais antigas do processamento de carnes possuindo grande aceitação.

As proteínas exibem propriedades multifuncionais por manipulações apropriadas, sendo os principais componentes funcionais e estruturais de produtos cárneos processados e determinam as características de manuseio, textura e aspecto destes produtos. 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, proporcionando melhor qualidade de fatiamento, melhor estabilidade de emulsão, melhor capacidade ligante tanto de lipídios como da água (PARDI *et al*, 2001).

A medida em que a variedade de produtos cárneos aumenta, ocorre a necessidade de entender, modificar e controlar a funcionalidade das proteínas. Em carnes processadas, as proteínas são utilizadas como os principais componentes, funcional e estrutural. As

proteínas determinam a textura característica, retenção de água e aparência destes produtos. A estrutura final dos alimentos é um dos aspectos mais importantes de funcionalidade ligados a sua preservação e aceitabilidade. A apresentação de um embutido é de fundamental importância do ponto de vista do consumidor, sendo a textura um dos parâmetros críticos do produto final (PARDI *et al*, 2001).

O estudo das propriedades reológicas de um embutido emulsionado é de suma importância tendo em vista que a aceitação perante o consumidor e, conseqüentemente o aumento do consumo das proteínas de pescado, depende em grande parte da textura do produto final.

Assim propõe-se a elaboração de produtos processados diferenciados com maior valor agregado, utilizando-se como matéria-prima pescado de baixo valor comercial, como a corvina (*Micropogonias furnieri*). Este trabalho vai ao encontro do interesse da indústria pesqueira diminuindo os custos de produção e agregando valor aos seus produtos, bem como do interesse do consumidor oferecendo produtos de alto valor nutricional e com menores quantidades de gordura.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Desenvolver e avaliar a textura de um embutido emulsionado, adicionado de isolado protéico úmido de corvina (*Micropogonias furnieri*) em substituição a gordura.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Obter e caracterizar o isolado protéico úmido de corvina desenvolvido através de processo de extração química;
- Avaliar a funcionalidade dos isolados protéicos obtidos;
- Formular o embutido emulsionado adicionado de isolado protéico úmido de corvina;
- Avaliar a textura do embutido emulsionado adicionado de isolado protéico de corvina.

# **CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Potencial pesqueiro de Rio Grande, RS.

A cidade de Rio Grande/RS possui o único porto marítimo do Estado com uma tonelagem de exportação de aproximadamente 18 milhões de ton/ano que o situa em terceiro lugar da exportação marítima do Brasil. A mais tradicional e típica atividade de Rio Grande é a pesca, sendo o volume total de pescado processado em torno de 60 mil ton/ano (IBAMA, 2003).

A indústria pesqueira de Rio Grande processa uma grande variedade de espécies de pescado, das quais somente uma parte se emprega como alimento para consumo humano direto, o restante constitui uma subproduto rico em proteínas e lipídios que pode se transformar em diversos produtos úteis (IBAMA, 2003).

Dentre as espécies capturadas na região está a corvina (*Micropogonias furnieri*), esta espécie é pouco comercializada devido ao seu baixo valor, mas poderia ser utilizada para produção de alimentos processados.

### 2.2 Pescado

O pescado contém diversos componentes com significativo valor nutricional, fazendo parte da dieta alimentar de boa parte da população. Apresenta, de maneira geral, conteúdo protéico comparável à carne bovina, suína e de aves, porém com qualidade superior (TAVARES, 1994; FAO, 1997).

O pescado é consumido principalmente como fonte de proteína, sendo o músculo composto de proteínas de elevado valor nutritivo por conter alta porção de aminoácidos essenciais, particularmente aqueles que são limitantes em proteínas de origem vegetal (SGARBIERI, 1996; AYALA, 2001).

Apesar do consumo de pescado no Brasil ter passado de 6,5 Kg/ano para 8,0 Kg/ano em 2004, ainda encontra-se abaixo do mínimo de 12 Kg/ano recomendado pela FAO. O problema do baixo consumo poderia ser solucionado com elaboração de novos produtos através da diversificação das formas de processamento, dando ao pescado uma imagem mais aceitável para a população (EMATER, 1999).



### **2.3 Corvina (*Micropogonias furnieri*)**

A corvina (*Micropogonias furnieri*) é um peixe marinho pertencente à classe Osteichthyes, que abriga as famílias de maior importância industrial. Sua subclasse é a Actinopterygii, da família Sciaenidae. Ela tem ampla distribuição em águas riograndenses; e habita, além do oceano, a região estuariana, em toda a Lagoa dos Patos, Lagoa Mirim e outras lagoas do litoral gaúcho. É capturada ao longo de todo ano, mais intensamente nos meses de outubro a janeiro, com o pico máximo no mês de novembro. O tamanho mínimo de captura permitido é de 30 cm, medido da extremidade da cabeça até a nadadeira caudal (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; HAIMOVICI e UMPIERRE, 1996).

A corvina é considerada um dos mais importantes recursos costeiros da plataforma sul do Brasil, podendo atingir 70 cm de comprimento. Apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo no Atlântico desde o México até a Argentina. Possui grande tolerância as variações de salinidade, o que facilita a alimentação e melhores condições para proteger-se de predadores. É um peixe onívoro e prefere uma dieta baseada em pequenos crustáceos como caranguejos e camarões. Podem ser encontradas em toda a faixa litorânea brasileira. Vivem em locais com fundo arenoso, normalmente em cardumes não muito numerosos (LEVY, MAGGIONI e CONCEIÇÃO, 1998).

No ciclo de vida desta espécie os indivíduos jovens migram para as áreas estuarinas e os adultos alcançam o litoral para reproduzir. Dessa forma, o tamanho da população de corvina varia de um ano para outro em consequência da migração, a qual também ocorre devido a disponibilidade de alimento (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; HAIMOVICI e UMPIERRE, 1996).

### **2.4 Composição do pescado**

Para o processamento do pescado devem-se considerar as diferenças bioquímicas existentes entre o músculo branco (ordinário) e escuro (sanguíneo), a composição química e a fragilidade na textura entre as diferentes espécies. Entretanto, esta diversidade de espécies proporciona características de sabor distintas, passando a ser uma grande vantagem, pois as diferenças em sabor entre elas podem proporcionar um vasto número de produtos elaborados (OGAWA e MAIA, 1999).

Quando os peixes nadam, normalmente não movimentam nenhuma fração do músculo branco. Somente o músculo sanguíneo executa repetidos movimentos de contração muscular. O músculo branco, juntamente com o músculo sanguíneo é usado em

situações de ataque e fuga, situações que exigem brusca movimentação (OGAWA e MAIA, 1999).

Peixes migratórios possuem no músculo ordinário uma maior quantidade de hemoproteína como mioglobina, hemoglobina e citocromo que dão a coloração escura. Em contrapartida, o músculo ordinário de peixes que desenvolvem uma menor atividade migratória contém pequena quantidade dessas proteínas caracterizado por uma coloração branca (AYALA, 2001).

A composição aproximada do pescado varia muito entre as espécie e também entre indivíduos (CONTRERAS, 1994). O conhecimento da composição e em especial da umidade e conteúdo lipídico, são importante para determinar o rendimento, para a obtenção de produtos como concentrados protéicos de pescado (CPP), farinha de pescado e outros produtos de pescado, seja para consumo humano direto ou indireto (STANSBY, 1968).

O teor de umidade para a corvina é em torno de 79%, mas há uma variação entre 77,2 e 83,8% em diferentes épocas do ano. O teor de cinzas é em torno de 1%. Os resultados referentes ao teor de lipídios da corvina, demonstram que esta espécie apresenta baixo níveis de gordura, aproximadamente 1% (MACCHI, 1997).

## **2.5 Proteínas do pescado**

As proteínas musculares podem ser classificadas em três grandes grupos: proteínas miofibrilares (proteínas contrácteis), proteínas sarcoplasmáticas (proteínas metabólicas) e estroma (proteínas do tecido conectivo) (GRAHAM, 1977; BAGHAW, 1993; SALAS, 2001).

O tecido muscular do pescado contém, em geral, maior porção de proteínas miofibrilares. Durante a transformação de pescado em produtos, processos como congelamento e estocagem podem favorecer a desnaturação de proteínas, oxidação e hidrólise de lipídios, interações lipídio-proteína e interações proteína-carboidrato. As conseqüências podem ser: alterações de textura, sabor, palatabilidade, redução da biodisponibilidade de aminoácidos essenciais e destruição de vitaminas (SGARBIERI, 1996).

As proteínas musculares do pescado apresentam a vantagem de possuírem elevado valor biológico, decorrente de alta sensibilidade à hidrólise e composição balanceada de aminoácidos, particularmente daqueles que costumam ser os limitantes em proteínas de origem vegetal, como a metionina e a cisteína (MARQUEZ, MIRA e NEVES, 2004).

### **2.5.1 Proteínas miofibrilares**

As proteínas miofibrilares constituem 66 a 77% das proteínas totais do músculo de pescado, tendo um papel importante na coagulação e formação de gel quando se processa o músculo de pescado (OGAWA e MAIA, 1999). Neste grupo, as principais são miosina, actina e actomiosina (AMANO, 1965).

A propriedade contráctil influi tecnologicamente nas qualidades culinárias e comerciais da carne, pois são responsáveis pela capacidade de retenção de água, propriedades emulsificantes e também brandura da carne, contendo ainda quantidades importantes de aminoácidos essenciais, contribuindo assim em mais de 70% do suporte protéico devido ao consumo da carne.

A miosina e a actomiosina são as proteínas de maior importância, não somente pela sua maior quantidade, mas pelas suas propriedades funcionais, tendo uma marcada influência sobre os produtos como textura, sucosidade, capacidade de retenção de água, capacidade ligante emulsificante, entre outras (SGARBIERI, 1987; AYALA, 2001).

A propriedade funcional de geleificação das proteínas miofibrilares está intimamente ligada a taxa miosina livre e miosina ligada encontrada no músculo, influenciando na estabilidade térmica do gel (BENJAKUL, 2001).

### **2.5.2 Proteínas sarcoplasmáticas**

As proteínas sarcoplasmáticas constituem 20 a 30% das proteínas totais do músculo, sendo maior em espécies de grandes movimentos, são solúveis em água ou em soluções salinas de força iônica menor que 0,3. São formadas por uma série de enzimas proteolíticas que intervêm nas reações bioquímicas de post-mortem, influenciando desta forma o frescor de produtos pesqueiros (AYALA, 2001), bem como nas propriedades de formação de gel das proteínas miofibrilares (MORRISSEY *et al*, 1993). Tais enzimas são estáveis ao calor e propiciam a quebra das proteínas miofibrilares inibindo o desenvolvimento da cadeia tridimensional responsável pela geleificação das proteínas. Tal interferência está relacionada diretamente com a porcentagem de proteínas sarcoplasmáticas coaguláveis no músculo (MORRISSEY *et al*, 1993; SALAS, 2001).

### **2.5.3 Proteínas do estroma**

Formada principalmente por colágeno e elastina (4:1), as proteínas do estroma são insolúveis em água, soluções salinas ou alcalinas. Constituem o tecido conectivo e mantém unidos os miótomos dando firmeza à carne. Por aquecimento o colágeno se solubiliza e forma gel ao esfriar-se (SALAS, 2001).

### **2.6 Ponto isoeletrico**

O ponto isoeletrico é o pH onde as cargas positivas e negativas da proteína se equivalem, ou seja, quando as moléculas não possuem cargas positivas nem negativas em excesso. Nesse pH a proteína não migra para nenhum pólo quando colocada em campo elétrico. O pH em que isso ocorre depende dos pKs dos grupos ionizáveis e será mais alto quanto mais resíduos básicos houver e mais baixo quanto mais resíduos ácidos presentes. A maioria das proteínas apresenta ponto isoeletrico na faixa de 4,5 a 6,5 (SGARBIERI, 1996).

A alteração na carga superficial das proteínas elimina as interações eletrostáticas que estabilizam a estrutura terciária e provocam sua precipitação. A solubilidade de uma proteína é mínima no ponto isoeletrico, já que sua carga é zero, pois desaparece qualquer força de repulsão eletrostática que poderia dificultar a formação de precipitados (PARDI *et al*, 2001).

É necessária alta solubilidade para extrair as proteínas (pH inferior a 3 e superior a 10,5) e baixa solubilidade para precipitar as proteínas (pH 5-6). No ponto isoeletrico a proteína apresenta a menor solubilidade, formando precipitados (SATHIVEL, 2003; KRISTINSSON, 2003).

### **2.7 Processos de concentração da fração protéica.**

#### **2.7.1 Concentrados protéicos de pescado.**

Concentrado protéico de pescado (CPP) ou fish protein concentrate (FCP), sigla adotada pela FAO para registro do produto comercial, é um produto estável, de alto teor

protéico para consumo humano direto. Basicamente são classificados em três tipos, com ênfase no fato das matérias-primas não se constituírem de resíduo ou descarte e sim do pescado destinado diretamente a este fim, sendo os tipos de concentrados protéicos estabelecidos pela quantidade de proteína mínima presente no produto (MARTIN, 1994).

A obtenção de CPP é um processo complexo e de alto investimento. O produto é um aditivo excelente ao enriquecimento de outros produtos industriais. Na alimentação infantil, o CPP é capaz de suprir as necessidades de todos os aminoácidos essenciais. A adição em alimentos de primeira necessidade como pão, ou pratos a base de arroz, supre as necessidades básicas de populações carentes, e são alternativas para a indústria de biscoitos, cereais, molhos e alimentos dietéticos. Além disso, na indústria de alimentos visam favorecer as propriedades funcionais das proteínas, neste aspecto o CPP deixa a desejar, pois a extração por solventes altera as propriedades funcionais (OETTERER, 1996).

### ***2.7.2 Hidrolisado protéico de pescado.***

Conhecidos pela sigla HPP – hidrolisado protéico de pescado ou FPH - "fish protein hidrolized", conforme designado pela FAO, são concentrados protéicos obtidos com o auxílio de enzimas, que hidrolisam as proteínas do pescado isolando a fração protéica em aproximadamente 90% no produto final, preservando as propriedades funcionais com possibilidade de utilização como aditivo na indústria alimentícia (OETTERER, 1996).

O princípio básico para a obtenção do HPP envolve a quebra hidrolítica das longas cadeias de moléculas protéicas pela adição de enzimas. As proteínas hidrolisadas de pescado são obtidas mediante um processo proteolítico enzimático em que as enzimas atuam como catalisadores biológicos que aceleram a hidrólise das proteínas, promovendo seu isolamento (OETTERER, 1996).

Não existem dados que possibilitem determinar com clareza qual a espécie de pescado mais adequada ao processo hidrolítico. A eleição da matéria-prima depende da disponibilidade e das especificações exigidas. A composição do HPP em geral reflete a composição da matéria-prima que lhe deu origem. Hidrolisados protéicos apresentam boa capacidade de emulsificação e formação de espuma. O tecido de pescado, quando hidrolisado enzimaticamente sob condições controladas, retém a qualidade nutricional do substrato original. Devidamente controlada, a ação da proteólise no pescado fornece produtos com boas propriedades funcionais (OETTERER, 1996).

### **2.7.3 Isolado protéico de pescado**

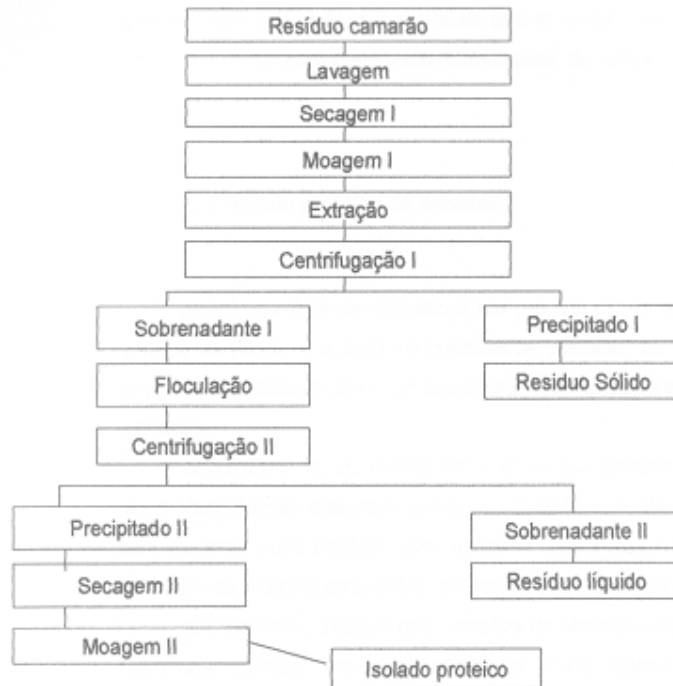
Isolado protéico de pescado (IPP) é um produto obtido através da hidrólise química da proteína, a partir de resíduos de pescado ou de peixes inteiros. De acordo com REGULY (1983), o isolamento de proteína é basicamente um processo de extração o qual visa obter um produto livre de interferentes. Os isolados protéicos são obtidos de diversos alimentos, tais como: soja, leite ou pescado. Estes isolados podem ser utilizados como ingrediente em produtos para consumo humano direto.

SATHIVEL (2003) propõe um procedimento para obtenção de um isolado protéico de pescado, através de um método de extração química alcalina com precipitação isoelétrica. Neste processo é utilizado aquecimento a 85°C por 60 minutos e foi verificado que as propriedades funcionais do isolado protéico foram semelhantes a da proteína padrão albumina. Em estudo realizado por TAKEITI (2002), foi verificada a influência do tratamento térmico nas propriedades de isolados protéicos de soja, indicando que temperaturas acima 60°C são desaconselháveis no processo, pois há desnaturação protéica.

KRISTINSSON *et al.* (2005), utilizou um processo semelhante para obtenção de isolado protéico de pescado através de um processo alcalino, utilizando aumento de pH até 10,5 -11,5 para extração protéica e após redução de pH até aproximadamente 5,5 para precipitação isoelétrica das proteínas. O mesmo autor realizou um estudo para obtenção de isolado protéico de pescado utilizando um processo ácido, no qual a matéria-prima foi submetida primeiro a redução de pH até 2 e após aumento de pH até 5,5 no ponto isoelétrico das proteínas. Neste processo, obtém-se além do IPP, duas frações: fração insolúvel (tecido conectivo) e fração lipídica.

Os isolados resultantes podem ser usados para várias finalidades, por exemplo, como um ingrediente funcional em um alimento ou diretamente para produzir produtos de pescado com valor agregado, tais como o surimi (KRISTINSSON *et al.*, 2005).

Trabalhando com resíduos da industrialização de camarão, COSTA, FONTANA e PRENTICE (2005) apresenta um fluxograma de processo para a recuperação da proteína presente na matriz de exoesqueletos de camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*), que pode ser observado na Figura 2.1.



**Figura 2.1:** Fluxograma do processo de recuperação da proteína presente na matriz do exoesqueleto do camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*).

FONTE: COSTA, FONTANA e PRENTICE (2005)

COSTA, FONTANA e PRENTICE (2005) propuseram um processo químico para obtenção de isolado protéico de camarão, através de extração alcalina e precipitação ácida no ponto isoelétrico da proteína.

No processo de extração desenvolvido, obteve-se um isolado protéico com 89,02% de proteína (base seca). O isolado obtido apresentou propriedades funcionais e nutricionais que indicaram sua potencialidade de utilização como suplemento em formulações de alimentos para consumo humano.

## 2.8 Propriedades funcionais das proteínas

As proteínas exibem propriedades multifuncionais por manipulações apropriadas (ASGHAR e HENRICKSON, 1982). Estas são os principais componentes funcionais e

estruturais de produtos cárneos processados e determinam as características de manuseio, textura e aspecto destes produtos.

Proteínas de diferentes origens são utilizadas para melhorar a eficiência de processos e conseqüentemente a adição de uma ou mais proteínas disponíveis em produtos cárneos, pode trazer benefícios aos consumidores tanto na qualidade como na redução de custos (HENRICKSOM *et al.*, 1984).

Existem aditivos protéicos que são fontes alternativas de proteína que permitem substituir as carnes mais nobres na elaboração de industrializados, obtendo-se dessa forma produtos com qualidade similar e a um custo significativamente mais baixo. Os benefícios tecnológicos são aqueles que estão relacionados com as propriedades funcionais das proteínas (PENNA *et al.*, 1991).

A funcionalidade está estritamente relacionada com a estrutura da proteína, e o conhecimento da relação estrutura/funcionalidade permite a modificação de proteínas de modo a torná-las funcionalmente eficientes (KINSELLA, 1982).

A medida em que a variedade de produtos cárneos aumenta, ocorre a necessidade de entender, modificar e controlar a funcionalidade das proteínas. Em carnes processadas, as proteínas são utilizadas como os principais componentes, funcional e estrutural. As proteínas determinam as características de textura, retenção de água e aparência destes produtos (HERMANSSON, 1975). As proteínas são desnaturadas e agregadas na matriz do gel por ligação cruzada tridimensional durante o cozimento (FOEGEDING, 1989). A gordura e a água são física ou quimicamente aprisionadas no interior dessa matriz. A textura e o rendimento desses produtos reestruturados cozidos estão diretamente relacionados com a formação dessa matriz (KINSELLA, 1982). A estrutura final dos alimentos é um dos aspectos mais importantes de funcionalidade ligados a sua preservação e aceitabilidade (BATISTUTI, 1993).

### **2.8.1 Solubilidade**

A solubilidade é uma propriedade físico-química fundamental das proteínas, também classificada como uma propriedade funcional, pela importância que essa propriedade exerce sobre a funcionalidade das proteínas nos alimentos (SGARBIERI, 1996).

As proteínas são em geral mais solúveis em pHs ácidos ou alcalinos, por causa do excesso de cargas positivas ou negativas nesses pHs. Excesso de cargas de mesmo sinal produz repulsão das moléculas, que contribui para sua maior solubilidade. O pH de menor



solubilidade é o ponto isoelétrico da proteína, com igual número de cargas positivas e negativas nas moléculas. Por se compensarem intrinsecamente quanto às cargas, no ponto isoelétrico as moléculas não se repelem, diminuem de solubilidade tendendo a formar precipitados. Para um grande número de proteínas o ponto isoelétrico está entre os pHs 3,5 e 6,5 (KINSELLA, 1982).

A solubilidade de uma proteína depende grandemente do número e do arranjo de cargas na molécula, também depende de fatores como peso molecular, densidade e distância das cargas elétricas, que por sua vez é influenciada pelo pH, natureza e concentração de íons ou força iônica e temperatura. A solubilidade de uma proteína é influenciada pela maior ou menor afinidade das moléculas de proteína pelo solvente. Mudanças na diminuição de solubilidade das proteínas afetam de maneira desfavorável a sua funcionalidade (SGARBIERI, 1996).

### ***2.8.2 Capacidade de retenção de água (CRA)***

A capacidade de retenção de água envolve uma interação entre a proteína com a água, esta maior ou menor afinidade da proteína com a água está relacionada com outras propriedades funcionais como textura, viscosidade, geleificação e emulsificação (SGARBIERI, 1996). O pH e o estado de desnaturação das proteínas influenciam na capacidade de retenção de água (HAMM, 1977).

A capacidade de retenção de água é influenciada pelo pH e este depende do número de cargas livres, positivas e negativas, das cadeias de actina e miosina, bem como de sua capacidade de ligar-se com a água. No ponto isoelétrico, a capacidade de fixar a água é praticamente nula. Assim, conforme se eleva o pH, uma maior quantidade de água fica ligada e se produz CRA superior (ALDEA, 1995).

### ***2.8.3 Capacidade de retenção de óleo (CRO)***

Vários métodos para medida da capacidade de retenção de óleo já foram descritos. Comumente, as amostras são misturadas a uma quantidade de óleo por um determinado tempo, e então centrifugado a uma baixa velocidade, e a CRO é expressa em mg de óleo que são absorvidos por g de amostra (SHAHIDI, HAN e SYNOWIECKI, 1995). O mecanismo de absorção de óleo é atribuído predominantemente pela ligação física do óleo, e conseqüentemente quanto maior a densidade da proteína maior a absorção do óleo,

estando relacionada com a hidrofobicidade da superfície da proteína (KINSELLA, 1976; KRISTINSSON e RASCO, 2000a).

## **2.9 Embutidos cárneos**

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).

Embutidos são produtos constituídos de uma mescla de carne e toucinho picados, com adição de sal comum, substâncias curantes, açúcar, condimentos, alguns aditivos e produtos coadjuvantes para o curado, tudo introduzido em envoltório natural ou artificial. (CORETTI, 1971).

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 cominuições mais ou menos intensos, adição de condimentos, especiarias e aditivos diversos. (PARDI *et al.*, 1994).

Visam tais processos o prolongamento da vida comercial dos produtos, atuando de modo a anular ou atenuar a ação de enzimas e microrganismos. Procuram sempre não só manter o máximo possível as qualidades nutritivas e sensoriais, mas também preservar sua integridade (PARDI *et al.*, 1994).

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).

### **2.9.1 Produtos de salsicharia**

A designação produtos de salsicharia vale como termo genérico para produtos cárneos picados, cominutados ou migados em variados graus. São constituídos por carnes de diversas espécies e/ou sangue, vísceras e outros tecidos animais aprovados para o 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 de regra, não são curadas, nem fermentadas, nem cozidas. Embutidos frescos devem ser conservados sob refrigeração até o consumo devendo ser cozidos antes do consumo.
- Embutidos fermentados: feitos a partir de carnes curadas ou não curadas e freqüentemente carnes defumadas mas não processadas, sendo divididos em secos e semi-secos.
- Embutidos defumados: são produtos, normalmente, curados e não fermentados. Sua *shelf life* é aumentada pelo aquecimento devido a redução parcial do conteúdo de umidade. Normalmente são cozidos antes do consumo.
- Embutidos cozidos: produtos prontos para comer, basicamente feitos a partir de matérias primas cozidas ou curadas, sendo embutida, com ou sem defumação.
- Embutidos emulsionados: produtos prontos para comer 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.

## **2.9.2 Características da matéria-prima**

### 2.9.2.1 Carne

Tradicionalmente, na fabricação de embutidos emulsionados utiliza-se músculo bovino ou suíno recém sacrificado, refrigerado ou congelado (PARDI *et al.*, 2001).

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 a 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).

Em estudo conduzido por LAN *et al.* (1995), comparou a CRA de músculos provenientes de frango (coxa e peito), peru (coxa e peito), bovino, suíno e pescado *catfish* (filé). Os resultados demonstraram que as miofibrilas provenientes do peito e da coxa de frango apresentam maior CRA, enquanto que as miofibrilas do *catfish* apresentam a menor CRA dentre os músculos estudados. A elevada CRA do músculo, desejada para a fabricação de embutidos emulsionados, pode ser mantida totalmente ou em parte por diferentes meios, como a adição de alguns ingredientes funcionais.

#### 2.9.2.2 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 da emulsão formada (FISCHER, 1994).

### **2.9.3 Ação dos 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.

#### **2.9.3.1 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 miofibrilares. 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).

Quando necessário a concentração salina acima do recomendado 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).

#### **2.9.3.2 Fosfatos**

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 exudado (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).

Em produtos pesqueiros, os fosfatos melhoram as propriedades funcionais durante o processamento, além de aumentar a capacidade de retenção de água e diminuir a perda de peso no produto congelado (CHANG e REGENSTEIN, 1997).

Dentre as propriedades funcionais dos fosfatos em pescado e derivados estão a retenção da umidade, inibição do processo de oxidação lipídica, além de auxiliar na estabilização da cor e aumentar a vida útil do produto (FISCHER, 1994; NAKAMURA e NETO, 2003).

O tripolifostato 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 tripolifostato com hexametáfostato 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 pirofostato e tripolifostato com NaCl aumentam a retenção de água mais do que o NaCl sozinho (CHANG e REGENSTEIN, 1997).

Os polifostatos agem nas proteínas miofibrilares (actina e miosina), presentes no complexo actomiosina. Tripolifostatos ou polifostatos 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).

Em embutidos, a adição de 2-4% de NaCl e 0,3-0,5% de polifostatos 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).

O favorecimento do processo de emulsificação em embutidos já havia sido demonstrado por AMANO (1965), na elaboração de embutidos de pescado, demonstrando que o uso de 0,2-0,5% de polifostato causou um efetivo aumento da elasticidade do produto emulsionado.

Outro efeito positivo dos fosfatos é sua ação conservadora. Os fosfatos e especialmente os polifostatos, impedem ou minimizam a oxidação dos lipídios insaturados

dos alimentos ao mesmo tempo em que inibem o crescimento de muitos microrganismos presentes (FISCHER, 1994; NAKAMURA e NETO, 2003).

### 2.9.3.3 Proteínas de origem vegetal

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 do músculo ligar água e gordura, especialmente quando este foi submetido a congelamento, o que reduz as propriedades funcionais das proteínas (BUNGE, 2005).

Nos embutidos são adicionados uma variedade de produtos não cárneos que geralmente são denominados como ligadores ou enchedores. 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 proteína não cárnea mais utilizada na elaboração de embutidos é a soja (PARDI *et al.*, 2001). 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 emulsionante, 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).

#### 2.9.3.4 Proteínas não-cárneas de origem animal

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).

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 situa-se entre 70-75 °C, o que dificulta sua aplicação em certos processamentos cárneos (FISCHER, 1994; PARDI *et al.*, 2001).

#### 2.9.3.5 Hidrocolóides

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).

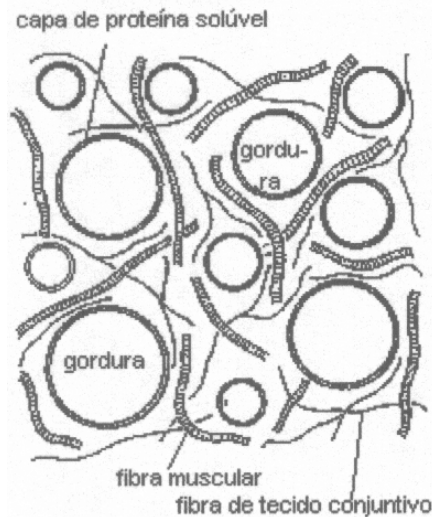
Em embutidos é necessário usar um amido que tenha temperatura de gelatinização menor que a temperatura de cocção do embutido. Industrialmente o mais utilizado é a fécula de mandioca que gelatiniza entre 58-70°C (CRUZ e CIACCO, 1982).

#### **2.9.4 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 0,1µm a 50µm de diâmetro (FENEMMA, 1993; BRUJINE e BOT, 2001).

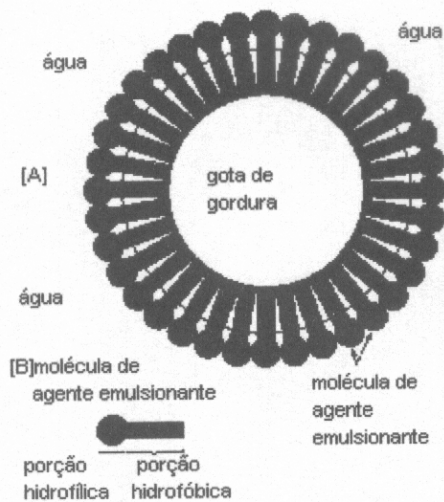
A emulsão da carne constitui um sistema de duas fases, a fase dispersa formada por partículas de gordura sólida ou líquida e a fase contínua formada pela água, que contém dissolvidas e suspensas proteínas solúveis, e que com a água formam uma matriz que encapsula os glóbulos de gordura (Figura 2.2) (ROÇA, 2005).



**Figura 2.2:** Representação esquemática de uma emulsão.

FONTE: ROÇA, 2005.

As emulsões geralmente são instáveis se não possuírem outro composto como agente emulsionante ou estabilizante (Figura 2.3). Quando a gordura entra em contato com a água, existe uma grande tensão interfacial entre ambas 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 tem afinidade tanto pela água como pela gordura. As porções hidrofílicas de tais moléculas tem afinidade pela água e as porções hidrofóbicas tem 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).



**Figura 2.3:** Molécula do agente emulsionante.

FONTE: ROÇA, 2005

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; ROÇA, 2005).

### **2.9.5 Tecnologia de fabricação de embutidos emulsionados**

Os embutidos emulsionados são elaborados utilizando cutter ou outros equipamentos como amassadoras automáticas, que permitem o fino picado e a mistura de todos os seus componentes (FISCHER, 1994).

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, etc são misturados durante a operação de cominuição no cutter.

Durante todas as etapas é importantes controlar a temperatura de trabalho, o grau de divisão da gordura, o cloreto do 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 FISCHER (1994) indica que em temperatura acima de 8°C já ocorre desnaturação das proteínas. É importante salientar que a capacidade emulsificante está diretamente relacionada à quantidade de proteínas solúveis.

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 (FISCHER, 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 à 100°C (FISCHER, 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 (FISCHER, 1994).

## **2.10 Propriedades reológicas**

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 de 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).

No desenvolvimento de novos produtos é importante a compreensão dos efeitos funcionais dos ingredientes na textura do produto final. As propriedades texturais do produto refletem as características da estrutura da rede, a qual se forma através da geleificação das proteínas, onde estão presentes interações proteína-proteína, proteína-solvente e proteína-ingredientes (CHUNG e LEE, 1996).

Em geral a textura de produtos marinhos frescos ou cozidos é importante e a textura de ambos deve ser medida (COPPEs, PAVLISKO e VECCHI, 2002). A quantificação das propriedades de textura como dureza, fraturabilidade e coesividade é de difícil medida, tanto instrumental quanto sensorial. Consequentemente, não há um equipamento ou sistema de medida de textura ideal. Alguns equipamentos utilizados incluem: Instron Universal Testing Machines, Texture Analyser TA.XT2, Rheograph Gel (SMEWING, 2001; COPPEs, PAVLISKO e VECCHI, 2002).

### ***2.10.1 Comportamento reológico e medida***

As medidas reológicas podem ser divididas naquelas que induzem deformações pequenas ou grandes. Estes 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 onde de esforço necessário para deformar um material é proporcional a 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 tais como, instrumentos de ensaio de compressão ou tensão (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).

A observação da microestrutura e das propriedades de fratura de um sistema geleificado revela distinções claras que não se podem determinar mediante análises reológicas de deformação pequena. As propriedades de deformação grande são importantes para o comportamento dos materiais alimentícios durante a produção, posterior manipulação e consumo, representando importantes características da percepção e aceitação por parte do consumidor (SMEWING, 2001; VLIET, 1989).

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 e 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 de 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 flexão de três pontos em equipamentos como o *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 com as características de forma, manipulação e corte do alimento. A maioria destas propriedades relacionam-se com o comportamento de fratura (ou deformação grande) a 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 a fricção; o início da fratura se pode determinar com mais precisão e é possível estudar a sensibilidade do material à mastigação.

#### *- Métodos empíricos*

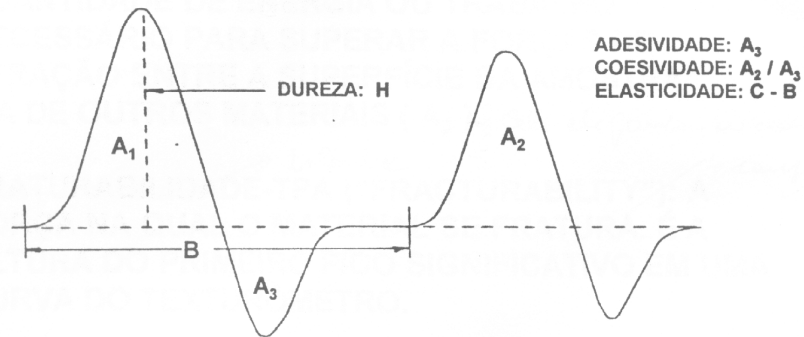
Os métodos empíricos também se utilizam para determinar a força de ruptura, ou seja, a força necessária para romper o gel. As medidas da força de ruptura se realizam por compressão ou penetração (punção) em um gel normalizado com uma sonda *standard* que desce a velocidade constante até que o gel se 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 torção, 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 - *Textura Profile Analysis*) foi desenvolvida em 1960 para correlacionar a avaliação sensorial e as medidas objetivas da textura de um alimento. O procedimento consiste em comprimir a amostra por 2 vezes utilizando o analisador de textura.

A figura 2.4 apresenta os parâmetros estudados na análise de TPA



**Figura 2.4:** Perfil de Textura.

FONTES: ITAL, 1997.

A figura 2.4 apresenta os seguintes parâmetros:

- dureza (*hardness*): 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 pelo probe 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 probe na amostra durante a segunda compressão. O trabalho realizado durante a segunda mordida.
- adesividade (*adhesiveness*): a quantidade de energia ou trabalho necessário para superar as forças de atração entre a superfície da amostra e a de outros materiais ( $A_3$ ).
- coesividade (*cohesiveness*): significa a quantidade de forças internas que mantêm o corpo do produto ( $A_2/A_3$ ), ou seja, a resistência do material a forças externas que tendem a separá-lo em porções.
- elasticidade (*springiness*): a extensão a qual um material deformado volta à sua condição inicial após a remoção da força ( $C-B$ ).

# **DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**



## **CAPÍTULO III:**

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ISOLADO  
PROTÉICO ÚMIDO DE CORVINA (*Micropogonias furnieri*)  
OBTIDO POR SOLUBILIZAÇÃO ÁCIDA E ALCALINA**

### **CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ISOLADO PROTÉICO ÚMIDO DE CORVINA (*Micropogonias furnieri*) OBTÍDO POR SOLUBILIZAÇÃO ÁCIDA E ALCALINA**

A indústria pesqueira de Rio Grande processa uma grande variedade de espécies de pescado, das quais somente uma parte se emprega como alimento para consumo humano direto, o restante constitui um subproduto rico em proteínas e lipídios que podem se transformar em diversos produtos úteis, tais como isolados protéicos. O objetivo deste trabalho foi obter e avaliar físico-química e funcionalmente isolados protéicos obtidos por extração química a partir da mudança de pH, pelos processos de solubilização alcalina e solubilização ácida com precipitação isoelétrica, compará-los entre si e com a polpa de corvina *in natura*. O processamento do isolado alcalino foi realizado em reator de bancada por 20 min a 30°C, com pH de 10,8. O isolado foi centrifugado para separação das proteínas solúveis e logo foi levado a precipitação isoelétrica da proteína e novamente a centrifugação para separação do precipitado. A extração ácida foi realizada em pH de 2,6, os demais parâmetros e etapas do processo foram idênticos às de obtenção do isolado alcalino. O processo alcalino teve rendimento de 55,35% enquanto o processo ácido teve rendimento de 46,6%. Quando comparado a polpa com o isolado, observou-se que a quantidade de cinzas e lipídios diminuíram para ambos isolados, enquanto que os valores de umidade e proteína aumentaram. O valor encontrado de proteína na polpa *in natura* foi de 87,12% e nos isolados, 97,68% no alcalino e 97,53% no ácido, sendo estes resultados em base seca. A máxima solubilidade para a polpa e para os isolados alcalino e ácido foram em pH 11, com 96,55%, 97,54% e 93,67%, respectivamente. A máxima capacidade de retenção de água na polpa foi em pH 3 sendo esta 15,45 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>proteína</sub> enquanto que no isolado alcalino e ácido foram em pH 11 sendo 21,94 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>proteína</sub> para o isolado alcalino e 22,94 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>proteína</sub> para o isolado ácido. A capacidade de retenção de óleo na polpa foi de 3,11 mL<sub>óleo</sub>/g<sub>proteína</sub>, no isolado alcalino o valor encontrado foi de 4,7 mL<sub>óleo</sub>/g<sub>proteína</sub> e no isolado ácido 4,62 mL<sub>óleo</sub>/g<sub>proteína</sub>.

**Palavras-chave:** corvina, isolado protéico, solubilização, funcionalidade.

### CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF ISOLATED HUMID PROTEIN OF CORVINE (*Micropogonias furnieri*) OBTAINED BY ACID AND ALKALINE SOLUBILITY

The fishing industry of Rio Grande processes a great variety of fish species, only a small part of which has its use as food for direct human consumption, the remain constitutes a sub-product rich in proteins and lipids that can be transformed into a variety of useful products, such as isolated proteins. The objective of this work was to get and to evaluate physico-chemistry and functionality of isolated proteins obtained by chemical extraction from the change of pH, using the processes of alkaline solubility and acid solubility with isoelectric precipitation, to compare with each other and with the corvine pulp *in natura*. The processing of the alkaline isolated was carried in a bench reactor for 20 min at 30°C, with pH 10.8. The isolated was centrifuged for separation of soluble proteins, then isoelectric precipitation of the protein was carried out and samples were centrifuged again for separation of the precipitated protein. The acid extraction was carried at pH of 2.6, the other parameters and stages of the process had been identical to the ones attainment to the alkaline isolated one. The alkaline process had 55.35% yield while the acid process had 46.6% yield. When comparing the pulp with the isolated one, it was observed that the amount of ashes and lipids had diminished for both isolated ones, whereas the values of humidity and protein had increased. The value found of protein in the pulp *in natura* was 87.12% and in the isolated ones, 97.68% in alkaline and 97.53% in the acid, being these results in dry base. The maximum solubility for the pulp and for the alkaline and acid isolated had been in pH 11, 96.55%, 97.54% and 93.67%, respectively. The maximum capacity of water retention in the pulp was in pH 3 being this 15.45 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>protein</sub> whereas in the alkaline isolated and acid they had been in pH 11 being 21.94 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>protein</sub> for the alkaline isolated and 22.94 mL<sub>H<sub>2</sub>O</sub>/g<sub>protein</sub> for the acid isolated. The capacity of oil retention in the pulp was of 3.11 mL<sub>oil</sub>/g<sub>protein</sub>, in the alkaline isolated the value found was of 4.7 mL<sub>oil</sub>/g<sub>protein</sub> and in acid isolated was of 4.62 mL<sub>oil</sub>/g<sub>protein</sub>.

**Key-words:** corvine, isolated protein, solubility, functionality.

## 1 INTRODUÇÃO

O pescado contém diversos componentes com significativo valor nutricional. Apresenta, de maneira geral, conteúdo protéico comparável à carne bovina, suína e de aves, porém com qualidade superior (SIKORSKI, KOLAKOWSKA e PAN, 1994).

Segundo a FAO (2006), a existência de parte da população em estado de desnutrição, tem despertado o interesse dos pesquisadores a realizarem estudos que objetivem a obtenção de novas fontes de proteína que sejam economicamente viáveis. Um estudo que identifique o processo de extração química que mais se adapte para obtenção de um isolado protéico de pescado de baixo valor comercial representa uma contribuição no sentido de se aproveitar ao máximo os recursos pesqueiros disponíveis.

No Brasil, o pescado ainda é pouco utilizado como fonte de proteína animal na alimentação humana devido à falta de opção de produtos industrializados disponíveis no mercado utilizando o pescado como fonte protéica animal (BEIRÃO, 1992).

Processar pescado é um desafio devido a fácil deterioração pela ação microbiológica e pela rápida ação enzimática que esta matéria-prima possui e que amolecem a carne durante o aquecimento, tornando-a indesejável para o consumo (GEROMEL e FORSTER, 1982). A recuperação e alteração das proteínas do músculo do pescado presentes em subprodutos e a utilização destas como ingredientes funcionais em alimentos é uma alternativa promissora para a indústria de alimentos (KRISTINSSON e RASCO, 2000a).

As proteínas mais comumente usadas para a produção de isolados protéicos são as derivadas do leite (caseína, lactoalbumina e as proteínas do soro), soja, carne e pescado (FREITAS *et al.*, 1993; LAHL e BRAUN, 1994; NEVES, MIRA e MARQUEZ, 2004).

As proteínas musculares do pescado apresentam a vantagem de possuírem um elevado valor biológico, decorrente de uma alta sensibilidade à hidrólise e de uma composição balanceada em aminoácidos, particularmente daqueles que costumam ser os limitantes em proteínas de origem vegetal, como a metionina e a cisteína. Outra vantagem do uso de pescado é o fato das espécies utilizadas serem pouco adequadas para a filetagem e de menor valor comercial (BÁRZANA e GARIBAY-GARCÍA, 1994).

A preparação de isolados protéicos a partir de sub-produtos da indústria processadora de pescado tem recebido mais atenção nestes últimos anos. Muitos estudos têm sido realizados sobre a avaliação dos parâmetros de processo e as propriedades funcionais do isolado protéico de pescado baseado no pescado inteiro, filé ou músculo (SLIZYTE *et al.*, 2005).

Por causa da sensibilidade das proteínas do músculo do pescado a desnaturação, sua qualidade e propriedades funcionais são altamente dependentes do tipo de pescado e das circunstâncias de manipulação e do processando usado para sua recuperação (KRISTINSSON *et al.*, 2005).

Não existem dados que possibilitem determinar com clareza qual a espécie de pescado mais adequada ao processo de obtenção de isolados protéicos. A eleição da matéria-prima depende da disponibilidade do fabricante e das especificações exigidas pelo cliente. A matéria-prima atualmente utilizada são os descartes comestíveis de processamento de pescado magro, visto que espécies com alto teor de gordura promovem o desenvolvimento de aromas intensos no produto elaborado (OETTERER, 2001).

O presente trabalho teve por objetivo obter e avaliar físico-química e funcionalmente isolados protéicos de polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*) obtidos a partir da mudança de pH, pelos processos de solubilização alcalina e solubilização ácida com precipitação isoelétrica, compará-los entre si e com a polpa *in natura*.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Matéria-prima**

A matéria-prima utilizada para obtenção dos isolados protéicos foi a corvina (*Micropogonias furnieri*) proveniente da indústria Pescal S.A. de Rio Grande, RS.

### **2.2 Infra-estrutura**

Os isolados protéicos foram desenvolvidos e avaliados nos laboratórios de Tecnologia de Alimentos e de Bioquímica Tecnológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, na cidade de Rio Grande, estado do Rio Grande do Sul.

### **2.3 Reagentes e equipamentos**

Os equipamentos necessários para o desenvolvimento do trabalho foram: reator de bancada, agitadores, banho-maria, centrífuga, pHmetro, balança semi-analítica e analítica, estufa, mufla e vidrarias. Os reagentes químicos utilizados foram de qualidade P.A.

### **2.4 Análises microbiológicas da polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*)**

As análises microbiológicas foram realizadas na polpa de corvina previamente descongelada e seguiram metodologia descrita por SILVA, JUNQUEIRA e SILVEIRA (1997).

### **2.5 Análises físico-químicas**

A composição proximal (proteína, umidade, lipídios e cinzas) da matéria-prima e dos isolados protéicos obtidos pelos métodos de extração química foi determinada segundo metodologia oficial AOAC (2000) através dos métodos nº 991.20, 948.12, 933.05 e 935.42 respectivamente.

A análise de pH da matéria-prima seguiu metodologia oficial AOAC (2000), onde 10 g de polpa de pescado foram homogeneizadas com 10 mL de água destilada. O pH foi medido potenciométricamente usando potenciômetro Shott Gerate Mod. CG 818.

### **2.6 Processamento dos isolados protéicos de pescado**

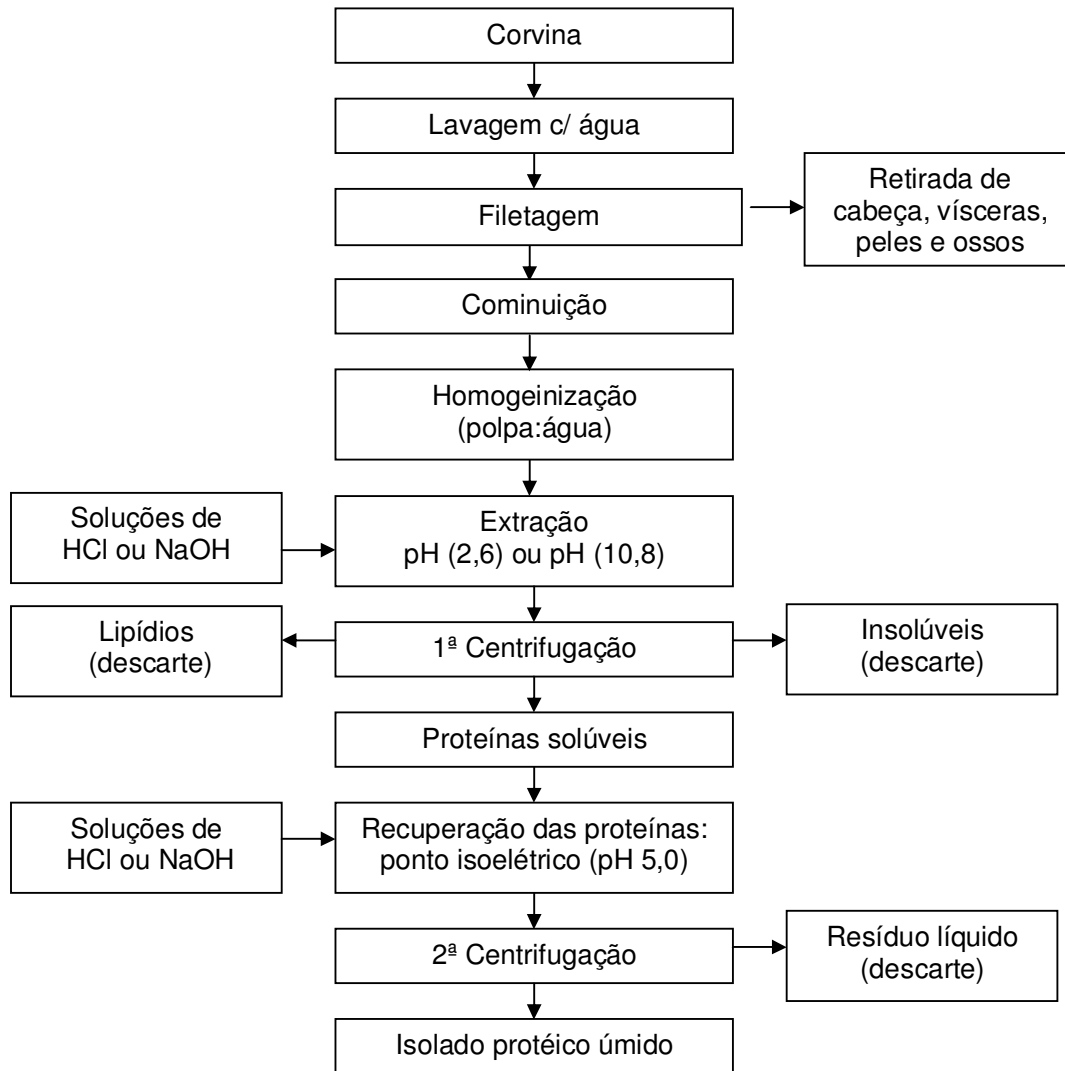
Para obtenção dos isolados protéicos foi utilizado o processo de mudança de pH, com precipitação da proteína no ponto isoelétrico. O isolado obtido por solubilização alcalina foi chamado de isolado protéico alcalino e o isolado obtido por solubilização ácida foi chamado de isolado protéico ácido.

Conforme mostrado na Figura 3.1, a corvina (*Micropogonias furnieri*) foi lavada, descabeçada, eviscerada e os ossos e pele retirados. A polpa foi lavada com água clorada (5ppm) para retirar resíduos de sangue, vísceras e outras sujidades, a seguir cominutada e homogeneizada com água numa proporção polpa:água de 1:5. Após, foi realizada a extração das proteínas com soluções de HCl (1M) ou NaOH (1M) em pH 2,6 e 10,8,

respectivamente, por 20 minutos a 30°C. Realizou-se uma primeira centrifugação a 10.376 g por 15 minutos, onde desta centrifugação foram separados, através de divisão de fases, os lipídios (fase superior) e as proteínas insolúveis (fase inferior) e descartados. Logo as proteínas solúveis (fase intermediária) foram floculadas até o ponto isoelétrico com adição das soluções de HCl ou NaOH, sendo que para pescado este ponto isoelétrico é atingido em pH próximo de 5,0. A seguir ocorreu uma segunda centrifugação a 10.376 g por 15 minutos, desta o sobrenadante (resíduo líquido) foi descartado e o precipitado (isolado protéico úmido) foi recolhido e armazenado em temperatura próxima a -5°C até serem realizadas as análises e caracterização. Os parâmetros de processos foram estabelecidos segundo os melhores resultados encontrados por COSTA, FONTANA e PRENTICE (2005) e LOPES (2005).

### **2.7 Determinação do rendimento do processo de obtenção de isolado protéico úmido de polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*)**

O rendimento do processo de obtenção do isolado protéico úmido foi calculado considerando a polpa obtida da filetagem da corvina como sendo 100%, a massa de isolado protéico úmido obtida ao final do processamento foi pesada e assim determinado o rendimento.



**Figura 3.1:** Fluxograma do processo de obtenção do isolado protéico úmido de polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*).

## 2.8 Propriedades Funcionais

De acordo com o produto que se pretende desenvolver posteriormente com adição dos isolados protéicos obtidos, avaliou-se os mesmos frente às propriedades funcionais mais relevantes para o produto a ser desenvolvido. A funcionalidade foi uma fonte preliminar para saber o comportamento da proteína em um produto cárneo.



## **Solubilidade**

A solubilidade protéica foi determinada em pH 3, 5, 7, 9 e 11 e seguiu metodologia descrita por MORR *et al.* (1985). Pesou-se 0,5g de amostra, foram adicionados NaCl 0,1M e tampão correspondente, após agitação e centrifugação o sobrenadante foi filtrado, deste retirou-se uma alíquota para a determinação das proteínas solúveis por Folin Lowry através de leitura em espectrofotômetro a um comprimento de onda de 750 nanômetros. A metodologia apresentada está no anexo I.

## **Capacidade de retenção de água (CRA)**

Foram dispersos 1% de proteína em solução de NaCl 0,1M e o volume completado com tampão correspondente (pH 3, 5, 7, 9 e 11), agitou-se por 15 minutos e centrifugou-se a 3.000 rpm. A CRA foi calculada pela razão entre a quantidade de água retida (mL) e a massa de proteína (g), o método utilizado foi o descrito por REGENSTEIN, GORIMAR e SHERBON (1979) modificado. A metodologia apresentada está no anexo II.

## **Capacidade de retenção de óleo (CRO)**

Determinou-se a capacidade de retenção de óleo segundo metodologia descrita por FONKWE e SINGL (1996), onde a partir de 1g de amostra, foi adicionado 20 mL de óleo de soja, agitado e centrifugado, a seguir a quantidade de óleo não retida foi medida. A CRO foi calculada pela razão entre a quantidade de óleo retida (mL) e a massa de amostra (g). A metodologia apresentada está no anexo III.

## **2.9 Análise Estatística**

Os resultados das análises realizadas para a polpa de corvina e para os isolados obtidos pelos processos de solubilização ácida e alcalina foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey ao nível de significância de 5% para verificar a existência de diferença entre as amostras. Para a análise de variância e o teste de Tukey foi utilizado o software Statistica 5.1.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação microbiológica da polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*)

Segundo BRASIL, através da resolução - RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, na qual consta o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, estão definidos os seguintes parâmetros para pescado *in natura* e processado (resfriado e congelado): *Salmonella* sp., ausência em 25g de amostra; *Staphylococcus* coagulase positiva, máximo  $10^3$ UFC/g.

Na Tabela 3.1 podemos observar os resultados encontrados para as análises microbiológicas.

**Tabela 3.1:** Avaliação microbiológica da polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*)

Amostras	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)	<i>Salmonella</i> sp. (25g)
A <sub>1</sub>	< 10 <sup>3</sup>	Ausência
A <sub>2</sub>	< 10 <sup>3</sup>	Ausência
A <sub>3</sub>	< 10 <sup>3</sup>	Ausência
A <sub>4</sub>	< 10 <sup>3</sup>	Ausência
A <sub>5</sub>	< 10 <sup>3</sup>	Ausência
A <sub>6</sub>	< 10 <sup>3</sup>	Ausência

Onde: A1, A2, A3, A4, A5, A6 = amostras avaliadas

Conforme verificado, os resultados obtidos para *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp. na polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*) estão abaixo do limite máximo de aceitação para consumo, estabelecido pela RDC nº 12/ANVISA. Os resultados obtidos no presente trabalho foram satisfatórios, por se apresentarem dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, sugerindo que o pescado encontra-se apropriado para o consumo humano.

### 3.2 Análises físico-químicas

A Tabela 3.2 apresenta a média e o desvio padrão da composição proximal de 3 repetições para a polpa de corvina, assim como para os isolados obtidos pelos processos de solubilização alcalina e solubilização ácida.

**Tabela 3.2:** Composição proximal da polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*) e dos isolados protéicos obtidos pelos processos de solubilização alcalina e ácida.

	Umidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Gordura (%)
Polpa B.U*	80,13a ± 0,29	15,64a ± 0,86	0,86a ± 0,06	1,05a ± 0,21
<b>Polpa B.S*</b>	-	87,12 ± 3,05	5,04 ± 0,50	5,67 ± 0,46
<b>Al B.U*</b>	81,06b ± 0,89	17,76b ± 1,15	0,27b ± 0,06	0,16b ± 0,07
<b>Al B.S*</b>	-	97,68 ± 0,44	1,53 ± 0,05	1,08 ± 0,12
<b>Ac B.U*</b>	84,78c ± 0,42	15,04a ± 0,63	0,25b ± 0,06	0,15b ± 0,01
<b>Ac B.S*</b>	-	97,53 ± 1,59	1,58 ± 0,07	0,96 ± 0,05

\* Valores médios de 3 repetições expressos como média e desvio padrão, onde: B.U = base úmida; B.S = base seca; Al = processo alcalino; Ac = processo ácido

a, b, c: médias seguidas de letras diferentes para a mesma análise diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si.

Através da análise de variância e teste de Tukey foi verificado que existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para a umidade entre as três amostras, para proteína existe diferença significativa entre a polpa de corvina e o isolado obtido pelo processo de solubilização alcalina e entre os isolados obtidos pelos processos de solubilização ácida e alcalina, para cinzas existe diferença significativa entre a polpa e o isolado alcalino e entre a polpa e o isolado ácido, e para os lipídios houve diferença significativa entre a polpa e o isolado alcalino e entre polpa e o isolado ácido. A análise de variância e o teste de Tukey estão apresentados no anexo IV.

Os valores encontrados para a composição proximal da polpa de corvina estão dentro do esperado, concordando com os publicados por MORAES, MONTOVANI e

CARVALHO (1992) e CONTRERAS-GUZMÁN (1994), onde encontraram 79,1% para umidade, 18,8% de proteína, 1% de cinzas e 0,8% de lipídios.

O conhecimento da composição proximal dos pescados, em especial da umidade e conteúdo lipídico são importantes para determinar o rendimento na obtenção de produtos como concentrados protéicos, farinha de pescado e outros produtos pesqueiros (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Segundo BADOLATO *et al.* (1994), a composição proximal da corvina pode variar em função das estações do ano, apresentando oscilações de 77,2 a 83,8% para o teor de umidade, 14,5 a 20,7% para proteína, 0,8 a 1% de gordura e 1 a 1,2% de cinzas. Estas variações também podem ocorrer devido a fatores como sexo, tamanho, ciclo reprodutor e alimentação (YEANNES e ALMANDOS, 2003).

Quanto à composição proximal dos isolados protéicos obtidos, o conteúdo lipídico foi reduzido quando comparado à polpa de corvina, isto porque a maioria dos lipídios foram retirados juntamente com a fração das proteínas insolúveis na primeira centrifugação. Na centrifugação estes componentes são separados pela diferença de densidade e solubilidade (KRISTINSSON *et al.*, 2005). Diminuindo o conteúdo lipídico no isolado protéico pode-se contribuir significativamente para a estabilidade da oxidação lipídica, aumentando a estabilidade do produto (SHAHID, HAN e SYNOWICCK, 1995; DINIZ e MARTIN, 1997).

Pesquisas realizadas por UNDELAND, KELLEHE e HULTIN (2002), sobre os processos de solubilização alcalina e solubilização ácida demonstraram sua eficácia em remover os lipídios. Segundo estudo realizado por KRISTINSSON *et al.* (2005), dos dois processos, o processo alcalino era mais eficaz na redução dos lipídios comparando com o processo ácido.

Segundo KRISTINSSON e RASCO (2000) o conteúdo de cinzas é normalmente superior nos isolados, o que não ocorreu com os isolados protéicos obtidos. MARQUEZ *et al.* (2004), em estudo realizado verificaram que a elevada concentração de cinzas é decorrente do acúmulo de NaCl em razão do ajuste do pH durante o processo de extração.

O conteúdo de proteína dos isolados foi semelhante ao reportado por KRISTINSSON e INGADOTTIR (2006), demonstrando que o processo de solubilização alcalina e solubilização ácida com precipitação isoelétrica são eficazes na recuperação das proteínas.

O pH da polpa de corvina *in natura* utilizada para obtenção dos isolados protéicos teve média em torno de  $6,55 \pm 0,07$ . Miyake e Tanaka citado por TANIKAWA (1971) em estudo realizado com espécies de pescado de carne magra, encontraram valores de pH

entre 6,2 e 6,7 para estas espécies, Sendo a corvina um pescado de carne magra, o valor encontrado de pH para a mesma encontra-se dentro do citado por estes autores.

Segundo MARTIN (1982), o pH é um parâmetro importante que pode indicar a qualidade de um alimento, pois é afetado por reações que ocorrem após a morte do animal e indica a presença de microrganismos que através de seu metabolismo causam acúmulo de material metabólico alcalino, que elevaria o valor do pH, diminuindo a qualidade do alimento.

A textura do pescado está estreitamente relacionada com o pH *post-mortem*, pois quanto mais baixo o pH mais rígida é a textura. Em produtos geleificados, o pH influencia as propriedades do gel de proteína (FENEMMA, 1993).

### 3.3 Rendimento do processo de obtenção de isolado protéico úmido de polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*)

Para o cálculo do rendimento, foi considerado a polpa de corvina utilizada no processo de obtenção dos isolados protéicos como sendo 100%, e ao final do processo de obtenção dos isolados a massa resultante foi pesada. Os resultados do rendimento para os processos de solubilização alcalina e solubilização ácida estão apresentados na Tabela 3.3.

**Tabela 3.3:** Rendimento do processo de obtenção de isolado protéico úmido de polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*) por solubilização alcalina e ácida.

Processo	Rendimento (%)
Alcalino	55,35a ± 2,89
Ácido	46,60b ± 1,83

\* Valores médios de 3 repetições expressos como média e desvio padrão.

a, b: médias seguidas de letras diferentes para a mesma análise diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si.

Quando aplicada análise de variância e teste de Tukey verificou-se que existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) de rendimento entre os processos. Esta diferença de rendimento entre os processos indica uma maior eficiência do processo alcalino.

### 3.4 Propriedades funcionais

Na Tabela 3.4 podemos verificar os valores médios encontrados para solubilidade da polpa de corvina e para os isolados protéicos nos pHs estudados.

**Tabela 3.4:** Valores médios para a solubilidade obtidos pela polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*) e pelos isolados protéicos.

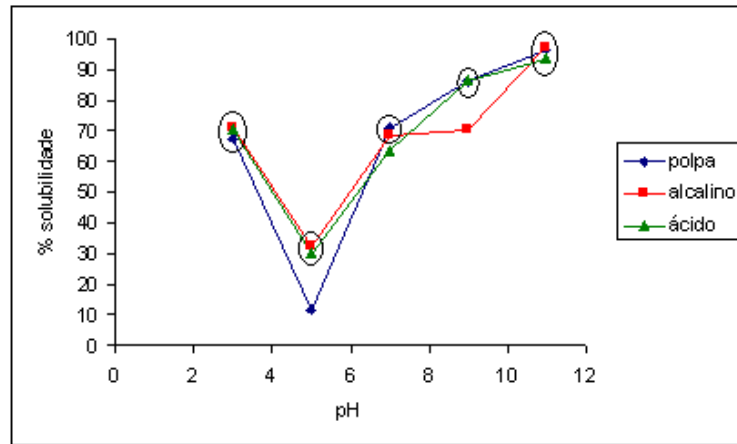
pH	Polpa (%)	Processo alcalino (%)	Processo ácido (%)
3	67,29a ± 1,02	70,88a ± 0,65	70,26a ± 1,99
5	11,42a ± 1,83	32,53b ± 0,61	30,17b ± 0,16
7	70,86a ± 1,14	68,51a ± 0,44	63,62b ± 0,08
9	86,22a ± 1,69	70,40b ± 1,55	86,27a ± 0,07
11	96,55a ± 0,29	97,54a ± 6,23	93,67a ± 2,60

\* Valores médios de 3 repetições expressos como média e desvio padrão.

a, b: médias seguidas de letras diferentes para a mesma análise diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si.

Quando aplicada análise de variância e teste de Tukey entre as amostras, verificou-se que existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) de solubilidade, em pH 5 entre a polpa de corvina e o isolado obtido por solubilização ácida e entre a polpa e o isolado obtido por solubilização alcalina, em pH 7 entre a polpa e o isolado ácido e entre os processos de solubilização ácida e alcalina e, em pH 9 entre a polpa e o isolado alcalino e entre os processos de solubilização ácida e alcalina.

A Figura 3.2 mostra as curvas de solubilidade apresentadas pela polpa de corvina e pelos isolados protéicos.



**Figura 3.2:** Curvas de solubilidade apresentadas pela polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*) e pelos isolados protéicos.

\* não existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os pontos compreendidos dentro dos círculos.

Segundo PACHECO e SGARBIERI (2002), a solubilidade das proteínas varia consideravelmente em função do pH e da força iônica. A curva de solubilidade da proteína em função do pH para os isolados alcalino e ácido e para a polpa de corvina (Figura 3.2), mostra um aumento da solubilidade no lado mais ácido do ponto isoelétrico da proteína, este aumento tem sido observado para vários tipos de modificações químicas, as quais introduzem cargas negativas na superfície da proteína. Trabalhos realizados com proteína de farinha de trigo, miosina, soja, pescado e levedura observaram o mesmo comportamento de solubilidade para valores abaixo do ponto isoelétrico (KINSELLA, 1987).

No ponto isoelétrico e em pHs próximos observa-se que a solubilidade é reduzida, isto porque no pH em torno de 4,5 começa a floculação da proteína e a formação de aglomerados protéicos, pois neste pH o número de cargas negativas e positivas é igual neutralizando-se. Nestas condições as moléculas de proteína apresentam menor afinidade pelo solvente, atraindo-se mutuamente formando uma massa insolúvel que precipita. Segundo SGARBIERI (1996) este valor de pH pode variar entre 4 e 6. Estes resultados concordam com SATHIVEL (2003), que em estudo para avaliar a influência do pH sobre a solubilidade em isolados protéicos de pescado de diferente espécies, encontrou menor solubilidade em pHs próximos de 4.

No pH 5 (ponto isoelétrico) a carga da rede da proteína original é minimizada e conseqüentemente mais interações proteína-proteína e menos interações proteína-água ocorrem, diminuindo a solubilidade (ADLER-NISSEN, 1976; CHOBERT, BERTRAND-HARB e NICOLAS, 1988). No pH isoelétrico, onde a solubilidade é mínima, foi observada a falta de

repulsão eletrostática, o que resulta em um contato mais próximo das proteínas, que promova interações hidrofóbicas (interação da proteína-proteína) e agregação.

O aumento da solubilidade em pHs extremos (baixos ou elevados) foi atribuído ao aumento da carga positiva ou negativa das proteínas, conduzindo a repulsão eletrostática entre estas (KRISTINSSON *et al.*, 2005).

A curva da Figura 3.2 mostra que a solubilidade da proteína é maior para todas as amostras de pH acima de 7. Segundo PACHECO e SGARBIERI (2002), o aumento da solubilidade pode ser causado pela repulsão eletrostática que ocorre entre os grupos adicionados aos resíduos laterais da cadeia polipeptídica, ocasionando uma abertura na estrutura molecular, favorecendo uma interação maior entre a proteína e as moléculas de água.

Segundo KRISTINSSON e HULTIN (2004), o processo alcalino acarreta em uma desnaturação mínima das proteínas enquanto que o processo ácido desnatura as proteínas e conduz a uma solubilidade menor.

Na Tabela 3.5 estão expressas as médias para os valores encontrados de capacidade de retenção de água nos pHs estudados.

**Tabela 3.5:** Valores médios apresentados para capacidade de retenção de água pela polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*) e pelos isolados protéicos.

pH	Polpa (mL/g proteína)	Processo alcalino (mL/g proteína)	Processo ácido (mL/g proteína)
3	15,46a ± 1,18	16,37a ± 1,96	13,58a ± 1,67
5	4,78a ± 0,12	6,14a ± 1,64	3,19a ± 0,87
7	8,38a ± 0,04	6,10a ± 1,80	5,02a ± 0,16
9	10,23a ± 1,31	19,10b ± 1,76	16,30ab ± 5,37
11	12,52a ± 1,96	21,94b ± 1,42	22,94b ± 2,99

\* Valores médios de 3 repetições expressos como média e desvio padrão.

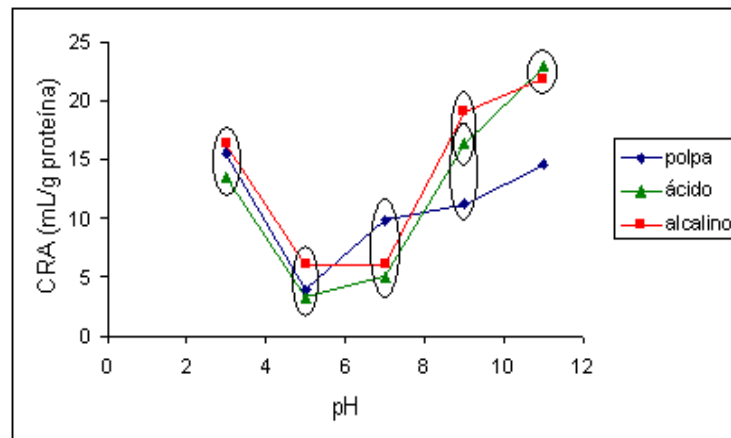
a, b: médias seguidas de letras diferentes para a mesma análise diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si.

Através da análise de variância e teste de Tukey foi verificado que existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras para a capacidade de retenção de água, em pH 9



entre a polpa de corvina e o isolado obtido por solubilização alcalina e, em pH 11 entre a polpa e o processo de solubilização ácida e entre a polpa e o processo de solubilização alcalina.

Tanto na Tabela 3.5 como na Figura 3.3, que mostram o comportamento da capacidade de retenção de água em função do pH, pode-se observar que para todas as amostras a CRA é elevada em pH 3, tem um decréscimo em pH 5 e 7, e novamente um aumento entre pH 7 e 9. Porém para os isolados obtidos por processo alcalino e ácido este aumento é mais pronunciado quando comparado com a polpa de pescado.



**Figura 3.3:** Curvas de capacidade de retenção de água apresentadas pela polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*) e pelos isolados protéicos.

\* não existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os pontos compreendidos dentro dos círculos.

A CRA em pH 5 é inferior as demais, pois ocorre a diminuição da capacidade da proteína em ligar-se a água devido às interações intermoleculares e formação de grandes aglomerados protéicos (KINSELLA, 1987). Em pHs afastados do ponto isoelétrico das proteínas, a predominância de cargas de mesmo sinal provoca repulsão e afastamento entre as moléculas, deixando maior espaço para ser preenchido pelas moléculas de água, portanto aumentando a CRA (KINSELLA, 1982). Em pHs abaixo de 5 e acima de 7 as moléculas de água se combinam com os grupos polares das proteínas e a CRA tende a aumentar (BOBBIO e BOBBIO, 1995).

A Tabela 3.6 mostra as médias para os valores de capacidade de retenção de óleo da polpa de corvina e dos isolados protéicos.

**Tabela 3.6:** Valores médios apresentados para capacidade de retenção de óleo pela polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*) e pelos isolados protéicos.

	<b>CRO (mL/g<sub>proteína</sub>)</b>
<b>Polpa</b>	3,11a ± 0,14
<b>Processo alcalino</b>	4,70a ± 0,82
<b>Processo ácido</b>	4,62a ± 0,86

\* Valores médios de 3 repetições expressos como média e desvio padrão.

a, b: médias seguidas de letras diferentes para a mesma análise diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si.

Para a capacidade de retenção de óleo não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as amostras quando aplicado análise de variância e teste de Tukey.

Como podemos observar na Tabela 3.6 houve um aumento de aproximadamente 39% da CRO para ambos os isolados protéicos quando comparados com a polpa de corvina. Segundo CHAUHAN e BAINS (1985), isto se deve ao aumento do conteúdo de proteínas solúveis presente nos isolados. Estes valores indicam uma alta hidrofobicidade dos isolados protéicos, pois quando há grande quantidade de regiões hidrofóbicas nas proteínas, há favorecimento de interações destas com o óleo (CHEFTEL, CUQ e LORIENT, 1993).

Segundo DENCH, RIVAS e CAYGILL (1981), a capacidade de retenção de óleo varia de acordo com o número de grupos hidrofóbicos expostos da proteína. LIN, HUMBERT e SOSULSKI (1974), sugeriram que, provavelmente, as cadeias laterais apolares das proteínas tenham afinidade com as cadeias hidrofóbicas da molécula de gordura e contribuam para a capacidade de retenção de óleo.

A CRO de um isolado é uma importante característica funcional a qual é requerida principalmente para indústria de carnes emulsionadas. De acordo com KINSELLA (1976), altos valores de CRO são desejáveis em produtos como extensores de carne para melhorar sua sensação na boca, assim como em produtos viscosos como sopas, queijos processados e massas.

#### 4 CONCLUSÃO

É viável a obtenção de isolados protéicos úmidos a partir de corvina, com alto conteúdo protéico e rendimento satisfatório.

Os isolados protéicos obtidos tiveram aumento de solubilidade na maioria dos pHs estudados quando comparados com a polpa de corvina.

A capacidade de retenção de água foi superior para o isolado protéico alcalino em praticamente todos os pHs estudados, quando comparada com a polpa de corvina. Para o isolado protéico ácido a capacidade de retenção de água quando comparada com a polpa de corvina foi maior em pH 9 e 11.

Os isolados, quando comparados entre si, não apresentaram diferença significativa para a capacidade de retenção de água nos pHs estudados, porém maiores elevações desta propriedade ocorreram para o isolado alcalino.

Ocorreu um aumento da capacidade de retenção de óleo nos isolados protéicos quando comparados com a polpa de corvina, mas não houve diferença significativa entre os processos.

Em virtude dos resultados os isolados protéicos obtidos por solubilização alcalina e por solubilização ácida com precipitação isoelétrica podem ser utilizados em uma ampla faixa de produtos.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER-NISSEN, J. Enzymatic hydrolysis of proteins for increased solubility. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 24, p. 1090-1093, 1976a.

ADLER-NISSEN, J. Determination of the degree of hydrolysis of food protein hydrolysates by trinitrobenzenesulfonic acid. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 27, p. 1256-1262, 1976b.

AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis**, 2000.

BÁRZANA, E.; GARIBAY-GARCÍA, M. Production of fish protein concentrates in Fisheries processing: biotechnological applications. Chapman&Hall, London, p. 206-222, 1994.

BENJAKUL, B.; MORRISSEY, M. T. Protein hydrolysates from Pacific whiting solid wastes. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 61, p. 131-138, 1997.

BEIRÃO, L. H. Utilização de pescado de baixo valor comercial para produção de surimi. **Revista Nacional da Carne**, n. 183, p. 63-64, 1992.

BOBBIO, F.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química de alimentos**. São Paulo: ed. Varela, 1995.

BODOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J. B.; AMARAL MELLO, M. R. P.; TAVARES, M.; CAMPOS, N. C.; AUED-PIMENTEL, S.; MORAIS, C. Composição centesimal de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 54, n. 01, p. 27-35, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001.

CHAUHAN, G. S.; BAINS, G. S. Effect of delatted soy flour on the physico-chemical characteristics of extruded rice products. **Journal of Food Science and Technology**. v. 22, n. 02, p. 115-118, 1985.

CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. Aminoácidos, peptídios y proteínas. In: FENEMMA, Owen. **Química de los Alimentos**. Zaragoza: Editora Acribia, p. 275-347, 1993.

CHOBERT, J. M.; BERTRAND-HARB, C.; NICOLAS, M. G. Solubility and emulsifying properties of caseins and whey proteins modified enzymatically by trypsin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 36, p. 883-886, 1988.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal; FUNEP, 1994.

COSTA, P. G. FONTANA, A. PRENTICE, C. Obtención y Caracterización de un Aislado Protéico Proveniente de la Matriz de Exoesqueletos de Camarón Rosado (*Farfantepenaeus paulensis*). **Alimentaria**, p. 82-89, 2005.

DENCH, J. E.; RIVAS, R. N.; CAYGILL, J. C. Selected functional properties of sesame (*Sesame indicum* L) flour end two protein isolates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 32, n. 06, p. 557-564, 1981.

DINIZ, F. M.; MARTÍN, A. M. Effects of the extent of enzymatic hydrolysis on functional properties of shark protein hydrolysate. **Food Technology**. v. 30, p. 266-272, 1997.

DINIZ, A. M.; MARTIN, A. M. Optimization of nitrogen recovery in the enzymatic hydrolysis of dogfish (*Squalus acanthias*) protein: Composition of the hydrolysates. **Journal of Food Science and Nutrition**. v. 48, p. 191-200, 1997.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em 25 de novembro de 2006.

FENEMMA, O. W. **Química de los alimentos**. 2 ed. Saragoza: Ed. Acríbia, 1993.

FREITAS, O.; PADOVAN, G. J.; VILELA, L.; SANTOS, J. E. D.; OLIVEIRA, J. E. D.; GREENE, L. J. Characterization of protein hydrolysates prepared for enteral nutrition. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 41, p. 1432-1438, 1993.

FONKWE, L. G.; SINGH, R. K. Production and characterization of gelatinous protein extracts from turkey deboner residue. **Process Biochemistry**. v. 32, p. 309-318, 1996.

GEROMEL, E. J.; FORSTER, R. J. **Princípios fundamentais em tecnologia de pescados**. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia, 1982.

KINSELLA, J. E. Functional proprieties of proteins in foods: a survey. **Journal of Food Science and Nutrition**. v. 7, n. 03, p. 219-280, 1976.

KINSELLA, J. E. **Relationships between struture and functional proprieties of food proteins**. In: FOX, P. F., CONDON, J. J., eds. Food Proteins. London: Apllied Science, p. 51-103, 1982.

KINSELLA, J. E. Functional Proteins from Yeast Nucleoprotein for Uses. Methods for Isolation. **Food Biochemistry**. p. 363-391, 1987.

KRISTINSSON, H. G.; RASCO, B. A. Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. Critical Reviews in: **Food Science and Nutrition**. v. 40, n. 01, p. 43-81, 2000a.

KRISTINSSON, H. G.; RASCO, B. Biochemical and functional properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v .48, p. 657-666, 2000b.

KRISTINSSON, H. G.; RASCO, B. A. Hydrolysis of salmon muscle proteins by an enzyme mixture extracted from atlantic salmon (*Salmo salar*) pyloric caeca. **Journal Food Biochemistry**. v. 24, p. 177-187, 2000c.

KRISTINSSON, H. G.; HULTIN, H. O. Changes in Trout Hemoglobin Conformations and Solubility After Exposure to Acid and Alkali pH. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v. 52, p. 3633-3643, 2004.

KRISTINSSON, H. G.; THEODORE, A. E.; DEMIR, N.; INGADOTTIR, B. A Comparative Study between Acidand Alkali-aided Processing and Surimi Processing for the Recovery of Proteins from Channel Catfish Muscle. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 04, p. 298-306, 2005.

KRISTINSSON H. G.; INGADOTTIR, B. Recovery and Properties of Muscle Proteins Extracted from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Light Muscle by pH Shift Processing. **Journal of Food Science**. v. 72, n. 03, p. 132-141, 2006.

IMM, J. Y.; LEE, C. M. Production of seafood flavor from red hake (*Urophycis chuss*) by enzymatic hydrolysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 47, p. 2360-2366, 1999.

LAHL, W. J.; BRAUN, S. D. Enzymatic production of protein hydrolysates for food use. **Food Technology**. v. 48, p. 68-71, 1994.

LICEAGA-GESUALDO, A. M.; LI-CHAN, E. C. Y. Functional properties of fish protein hydrolysate from herring (*clupea harengus*). **Journal Food Science**. v. 64, p. 1000-1004, 1999.

LIN, M. J. Y.; HUMBERT, E. S.; SOSULSKI, F. W. Certain functional properties of sunflower meat products. **Journal Food Science**. v. 39, n. 02, p. 368-370, 1974.

LOPES, A. M. **Obtenção e Avaliação de Propriedades Apresentadas por Dois Tipos de Isolados Protéicos de Cabrinha (*Prionotus punctatus*)**. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, 2005.

MARTIN, R. E. **Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products**. In: VI Publishing Company, Westpot: p. 474, 1982.

MORAES, C.; MONTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, C. R. L. Rendimento cárneo e composição química da ictiofauna acompanhante na captura de Camarão-sete-barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*). **Coletânea do ITAL**, v. 22, n. 01, p. 62, 1992.

MORR, C. V.; GERMAN, B.; KINSELLA, J. E.; REGENSTEIN, J. M.; VAN BUREN, J. M.; KILARA, A; LEWIS, B. A; MANGINO, M. E. A collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. **Journal Food Science**, Chicago, v. 50, n. 06, p. 1715-1718, 1985.

NEVES, R. A. M.; DE MIRA, N. V. M.; MARQUEZ, U. M. L. Caracterização de hidrolisados enzimáticos de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 24, n. 01, p. 101-108, 2004.

OETTERER, M. **Produtos obtidos por interferência na fração protéica do pescado**. Piracicaba, 2001.

PACHECO, M. T. B.; SGARBIERI, V. C. Diferentes Métodos de Concentração de Proteína de Levedura e suas Implicações nas Propriedades Funcionais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 36, n. 02, p. 83-94, 2002.

REGENSTEIN, J. M.; GORIMAR, T. S.; SHERBON, J. W. Measuring the water holding capacity of natural actomyosin from chicken breast muscle in the presence of pyrophosphate and divalent cations. **Journal of Food Biochemistry**. p. 205-211, 1979.

SATHIVEL, S. Functional and nutritional-enhancing protein isolates from Arrowtooth Flounder. Annual Meeting – Chicago. University of Alaska, Chicago, 2003.

SGARBIERI, V. C. Proteínas em Alimentos Protéicos: Propriedades, Degradações, Modificações. São Paulo: Ed. Varela, 1996.

SHAHIDI, F.; HAN, X-Q.; SYNOWICCKI, J. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). **Food Chemistry**. v. 53, p. 285-293, 1995.

SLIZYTE, R.; DAUKSAS, E.; FALCH, E.; STORRO, I.; RUSTAD, T. Characteristics of protein fractions generated from hydrolysed cod (*Gadus morhus*) by-products. **Process Biochemistry**. v. 40, p. 2021-2033, 2005.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C.; SIVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológico de alimentos**. Livraria Varela, São Paulo, 1997.

SIKORSKI, Z.E.; KOLAKOWSKA, A.; PAN, B.S. Composición nutritiva de los principales grupos de organismos alimenticios marinos. In: SIKORSKI, Z.E. (Ed.). **Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación**. Zaragoza: Acribia, p. 41-72, 1994.

TANIKAWA, E. **Marine products in Japan**. Hakodate: Koseisha-Koseikaku Company, 1971.

UNDELAND, I.; KELLEHER, S. D.; HULTIN, H. O. Recovery of functional proteins from herring (*Clupea harengus*) light muscle by an acid or alkaline solubilization process. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v. 50, p. 7371-7379, 2002.

YEANNES, M. I; ALMANDOS, M.E. Estimation of Fish Proximate Composition Starting From Water Content. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 16, p. 81-92, 2003.



## **CAPÍTULO IV:**

**EFEITO DA ADIÇÃO DE ISOLADO PROTÉICO ÚMIDO DE  
CORVINA (*Micropogonias furnieri*) E DA TEMPERATURA  
DE COCÇÃO NA TEXTURA DE EMBUTIDO EMULSIONADO**

### **EFEITO DA ADIÇÃO DE ISOLADO PROTÉICO ÚMIDO DE CORVINA (*Micropogonias furnieri*) E DA TEMPERATURA DE COCÇÃO NA TEXTURA DE EMBUTIDO EMULSIONADO**

Dentre os produtos que podem ser elaborados a partir de isolado protéico, citam-se os embutidos emulsionados, que além de melhorar suas propriedades nutricionais e funcionais é uma das formas mais antigas do processamento de carnes. Em carnes processadas, as proteínas são utilizadas como os principais componentes funcional e estrutural. As medições reológicas são de grande utilidade para o controle dos processos. No desenvolvimento de novos produtos é importante a compreensão dos efeitos funcionais dos ingredientes na textura do produto final. O objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos na textura de um embutido emulsionado adicionado de isolado protéico úmido de corvina (*Micropogonias furnieri*) em substituição a gordura em diferentes níveis, variando-se a temperatura de cocção dos embutidos. O embutido emulsionado foi processado substituindo-se em sua formulação o toucinho pelo isolado protéico e a temperatura de cocção do mesmo variou de 75 a 90°C, totalizando 11 ensaios. Através de Análise de Perfil de Textura (TPA), foram avaliados os efeitos na dureza, coesividade, elasticidade e gomosidade e por teste de penetração foi avaliada a força de penetração dos embutidos emulsionados. Para as variáveis estudadas nenhum efeito foi significativo ( $p > 0,05$ ) quando incorporado o isolado protéico obtido pelo processo de solubilização ácida. Para o isolado obtido pelo processo de solubilização alcalina os efeitos estudados não foram significativos ( $p > 0,05$ ) para as respostas de dureza, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade. Os efeitos foram significativos ( $p < 0,05$ ) apenas para a força de penetração e coesividade do embutido emulsionado. A coesividade teve valor mínimo e máximo de 0,561 e 0,652 respectivamente, e a força de penetração valor mínimo de 297,16 g e máximo de 684,45 g. A quantidade de isolado protéico adicionado teve efeito negativo sobre a coesividade e efeito positivo sobre a força de penetração do embutido emulsionado. A temperatura de cocção teve efeito positivo sobre a coesividade e efeito negativo sobre a força de penetração do embutido.

**Palavras-chave:** isolado protéico, embutido emulsionado, textura.

**EFFECT OF THE ADDITION OF ISOLATED HUMID PROTEIN OF CORVINE  
(*Micropogonias furnieri*) AND THE COOKING TEMPERATURE IN THE SAUSAGE  
TEXTURE**

Among the products that can be elaborated from isolated protein, the sausage are cited, that beyond improving its nutritional and functional properties it is one of the oldest forms of meat processing. In processed meats, the proteins are used as the main functional and structural components. The reology measurements are of great utility for the control of the process. In the development of new products the understanding of the functional effects of the ingredients in the texture of the final product is important. The objective of this work was to determine the effect in the texture of a sausage added with isolated humid protein of corvine (*Micropogonias furnieri*) in substitution of fat in different levels, being varying the temperature of cooking of the sausage. The sausage was processed substituting in its formulation the fat for the isolated protein and it's temperature of cooking varied from 75°C to 90°C, making a total of 11 assays. Through the Texture Profile Analysis (TPA), the effect in the hardness, cohesiveness, springiness had been evaluated and also how it can be cut in buds and by penetration test was evaluated the force of penetration of sausage. For the studied variables, no effect was significant ( $p>0,05$ ) when incorporated the isolated protein obtained by the process of acid solubilizing. For the obtained isolated alkaline solubilizing process the studied effects were not significant ( $p>0,05$ ) for the answers of hardness, springiness, gumminess and chewiness. The studied effects had not been significant ( $p<0,05$ ) for the answers of hardness, springiness, gumminess and chewiness. The effect had been significant ( $p<0,05$ ) only for the force of penetration and cohesiveness of the sausage. The cohesiveness respectively had minimum and maximum value of 0,561 and 0,652, and the penetration force 297,16g for minimum value and 684,45g for maximum value. The amount of isolated protein added has negative effect on the cohesiveness and positive effect on the force of penetration of the sausage. The temperature of cooking has positive effect on the cohesiveness and negative effect on the force of penetration of the sausage.

**Key-words:** isolated protein, sausage, texture.

## 1 INTRODUÇÃO

Durante as duas últimas décadas, o relacionamento da dieta alimentar das populações e a saúde foram estudadas extensamente e os consumidores foram incentivados a melhorar seus hábitos alimentares (BAGGIO e BRAGAGNOLO, 2006).

O relação entre a gordura e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e a hipertensão, alertou os consumidores a ser mais cientes sobre a quantidade de gordura em sua dieta (O'NEIL, 1993).

Recentemente houve um grande aumento na produção e no consumo de produtos de carne cozida, e isto se deve principalmente a mudança dos hábitos alimentares. Ao mesmo tempo, há um aumento na demanda do consumidor para uma dieta saudável e equilibrada. Estamos cientes da tendência atual de reduzir a entrada de energia e controlar o peso, por razões de saúde e em consequência das tendências culturais. Isto favoreceu a demanda e o desenvolvimento de produtos com baixas quantidades de gordura (ORDOÑEZ, ROVIRA e JAIME, 2001).

Em salsichas convencionais, a gordura animal é ingrediente essencial que representa de 20 a 25% da composição. Os lipídios desempenham um papel importante em produtos alimentícios, realçando propriedades sensoriais desejáveis como sabor, cor e textura, principalmente em produtos de carne cominutada (ORDOÑEZ, ROVIRA e JAIME, 2001). A gordura é vital na reologia de produtos cárneos e na formação de uma emulsão estável. Além disso, confere valor nutritivo ao produto, constituindo uma fonte da energia, de ácidos graxos essenciais e transporte de vitaminas (BAGGIO e BRAGAGNOLO, 2006). De um ponto de vista nutritivo é de interesse reduzir estes níveis elevados de lipídios, mas a eliminação ou a redução da gordura também reduzem a qualidade sensorial do produto final, principalmente no que se refere à textura (PARK *et al.*, 1989; KEETON, 1994).

A fim de conseguir características favoráveis do produto e reduzir o índice de gordura, diversos ingredientes funcionais capazes de melhorar a textura ligando e modificando a água são de interesse às indústrias processadoras de carne (CANDOGAN e KOLSARICI, 2003a; ANDRÉS, ZARITZKY e CALIFANO, 2006).

Alguns ingredientes tentam minimizar os problemas relacionados à redução de gordura. Estes incluem o uso de sistemas diferentes, como o aumento de outros materiais crus (carne magra/ou água) ou adição de substitutos de gordura. O primeiro método é ineficaz para a formação de uma emulsão estável, dando problemas de sinérese, textura e de sabor. O segundo método é usado e eficaz (GIESE, 1992). Muitas substâncias podem ser usadas para reduzir a gordura em salsichas, como proteínas, micropartículas,

substitutos de gordura, hidrocolóides, (LURUEÑA-MARTÍNEZ, VIVAR-QUINTANA e REVILLA, 2004).

Baseado nesta afirmação o propósito deste trabalho foi elaborar um embutido emulsionado a partir de polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*), determinando os efeitos na textura deste embutido quando adicionado de isolado protéico úmido de corvina obtido pelos processos de solubilização alcalina e solubilização ácida com precipitação isoelétrica, sendo estes isolados adicionados em substituição a gordura em diferentes níveis, variando-se a temperatura de cocção dos embutidos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Matéria-prima

A matéria-prima utilizada foi corvina (*Micropogonias furnieri*) fornecida pela indústria Pescal S. A.

### 2.2 Infra-estrutura

O processamento do embutido emulsionado foi executado no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Fundação Universidade Federal do Rio Grande – RS. A avaliação da textura do embutido foi realizada na empresa The Solae Company em Esteio - RS.

### 2.3 Preparação do isolado protéico úmido de corvina

Para adição no embutido emulsionado foram utilizados os isolados protéicos úmidos obtidos pelos processos de mudança de pH por solubilização alcalina e por solubilização ácida com precipitação da proteína ao atingir o ponto isoelétrico.

O isolado foi obtido a partir de corvina. O pescado foi filetado e a polpa lavada com água clorada (5ppm), a seguir esta foi micronizada e homogeneizada com água na proporção água:polpa de 5:1. Após, foi realizada a solubilização das proteínas com solução de NaOH (1M) ou HCl (1M) em pH 10,8 ou 2,6 respectivamente por 20 min a 30°C. A

primeira centrifugação deu-se a 10.376 g por 15 min, esta centrifugação separou a suspensão em três fases: na fase superior os lipídios, intermediária as proteínas solúveis e na fase inferior as proteínas insolúveis. A fase intermediária (proteínas solúveis) foi recolhida e as demais fases (lipídios e proteínas insolúveis) descartadas. A fase intermediária foi precipitada com adição de solução de HCl (1M) ou NaOH (1M) até o ponto isoelétrico (pH em torno de 5,0) e centrifugada a 10.376 g por 15 minutos, esta segunda centrifugação separou a suspensão em duas fases, a superior foi descartada (resíduo líquido) e a inferior recolhida. Este isolado protéico úmido obtido pelo processo de solubilização alcalina ou pelo processo de solubilização ácida foi acondicionado em embalagens plásticas e armazenado a temperatura próxima de -5°C até ser utilizado no processamento do embutido.

#### **2.4 Processamento do embutido emulsionado elaborado com adição de isolado protéico úmido de corvina**

O isolado protéico úmido de corvina (*Micropogonias furnieri*) foi descongelado, levado ao cutter (MetVlsa-Cut 3-nº 1322) e misturado com a polpa de pescado, toucinho, 15% de gelo e os demais ingredientes previamente homogeneizados. A massa foi refinada até atingir um aspecto sedoso, sendo embutida com embutideira manual em tripas artificiais (Viskase Brasil) de 22 mm de diâmetro e 20 cm de comprimento tendo as extremidades amarradas. As tripas foram preparadas para embutimento mergulhando-as em solução salina 10% a 30°C por 30 min. O embutido foi levado à cocção por imersão em banho-maria (Q.215-2-Quimis) por 35 min, nas temperaturas de cada tratamento apresentado na Tabela 4.1 e após cocção foi resfriado em banho de gelo por 30 min. Os embutidos foram acondicionados e congelados até serem analisados. Para processamento do embutido utilizou-se formulação de salsicha tipo “hot dog” fornecida pela Duas Rodas Industrial (Figura 4.1), bem como os ingredientes que também foram fornecidos pela mesma. A quantidade de isolado protéico adicionado variou em 0%, 1,45%, 5%, 8,54% e 10%, conforme mostrado na Tabela 4.1, correspondente as adições de gordura de 10%, 8,54%, 5%, 1,45% e 0%, ou seja, sempre mantendo-se a somatório isolado protéico:gordura constante (10%).

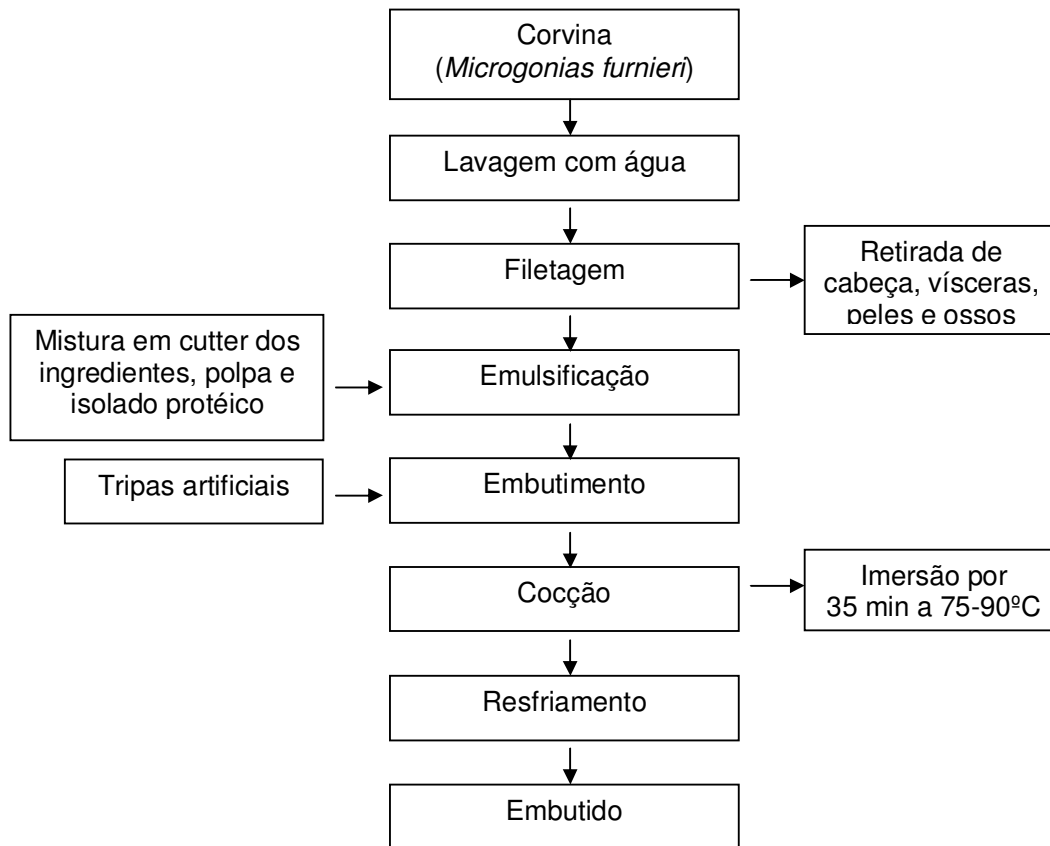
<b>Salsicha tipo hot dog</b>		
<b>Matérias primas</b>	<b>%</b>	<b>Quantidades (Kg)</b>
CMS de frango	59	5,900
Carne suína magra	10	1,000
Toucinho suíno	10	1,000
Gelo	15	1,500
Cura 101	0,25	0,025
Fixador de cor 302	0,25	0,025
Estabilizante 201/5	0,25	0,025
Realçador de sabor 404/5	0,2	0,020
Condimento salsicha 603/1	0,5	0,050
Açúcar refinado	0,2	0,020
Sal refinado	1,35	0,135
Fécula de mandioca	2	0,200
Proteína Isolada de soja SUPRO 500 E	1	0,100
Total	100	10

**Figura 4.1:** Formulação utilizada para o processamento do embutido adicionado de isolado protéico úmido de corvina (*Micropogonias furnieri*).

FONTE: Duas Rodas Industrial

Na formulação utilizada, a CMS de frango e a carne suína magra foram substituídas pela polpa de corvina nas mesmas quantidades em todas as formulações, o toucinho suíno foi substituído pelo isolado protéico úmido de corvina nas concentrações expressadas na Tabela 4.1. Os demais ingredientes foram fixos em todos os tratamentos conforme as quantidades mostradas na Figura 4.1.

O fluxograma apresentado na Figura 4.2 mostra o processamento utilizado na formulação dos embutidos emulsionados.



**Figura 4.2:** Fluxograma do processamento do embutido emulsionado adicionado de isolado protéico úmido de polpa de corvina (*Micropogonias furnieri*).

## 2.5 Planejamento Experimental

Na tabela 4.1 pode ser observada a matriz do planejamento experimental utilizada, com as variáveis reais e codificadas demonstradas, onde a temperatura de cocção variou de 75 a 90°C e a concentração de isolado protéico de 0 a 10%.

O planejamento utilizado foi o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), ou seja, um 2<sup>2</sup> incluindo 4 ensaios nas condições axiais e 3 repetições do ponto central, totalizando 11 ensaios.



**Tabela 4.1:** Variáveis utilizadas no planejamento experimental para o processamento do embutido emulsionado de corvina.

Variáveis codificadas	Variáveis reais	
	Isolado (%)	T (°C)
- 1,41	0	75
-1	1,45	77,2
0	5	82,5
+1	8,54	87,8
+1,41	10	90

Onde: Isolado (%) = quantidade de isolado protéico de corvina adicionado

T (°C) = temperatura de cocção

Na Tabela 4.2 está apresentada a matriz do planejamento utilizada para os 11 ensaios experimentais, com apresentação dos valores reais e codificados.

**Tabela 4.2:** Matriz do planejamento experimental utilizada para o processamento dos embutidos emulsionados.

Ensaio	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	Isolado (%)	T (°C)	Isolado (%)	T (°C)
1	-1	-1	1,45	77,2
2	+1	-1	8,54	77,2
3	-1	+1	1,45	87,8
4	+1	+1	8,54	87,8
5	-1,41	0	0	82,5
6	+1,41	0	10	82,5
7	0	-1,41	5	75
8	0	+1,41	5	90
9	0	0	5	82,5
10	0	0	5	82,5
11	0	0	5	82,5

Onde: Isolado (%) = quantidade de isolado protéico de corvina adicionado

T (°C) = temperatura de cocção

## 2.6 Análise de Textura

As características texturiais dos embutidos emulsionados foram analisadas de acordo com a Análise de Perfil de Textura (TPA-Texture Profile Analysis) segundo BOURNE (1978), usando-se um analisador de textura (modelo TA-XT2i, Stable Micro Systems, Inglaterra). Foram realizados testes de compressão e penetração, sendo medidas dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade e força de penetração.

As amostras foram descongeladas e mantidas a temperatura de aproximadamente 5°C, para ambos os testes foram utilizadas amostras de 22 mm de diâmetro e 3 cm de altura. O teste de compressão foi realizado utilizando-se probe tipo "plate", as amostras foram comprimidas a 50% da altura original em dois ciclos de compressão, com velocidade de descida e subida do probe de 5 mm/s, e velocidade de 2 mm/s quando o probe passa pela amostra. Para o teste de penetração utilizou-se sonda esférica de 5 mm de diâmetro,

velocidade de teste 0,3 mm/s, velocidade de pós-teste de 3 mm/s e distância de 14,3 mm (GARCÍA, CÁCERES e SELGAS, 2006).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de Análise de Perfil de Textura (TPA), foram avaliados os efeitos na dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade e por teste de penetração foi avaliada a força de penetração dos embutidos emulsionados quando adicionados de isolado protéico úmido de corvina obtido pelo processo de solubilização alcalina ou pelo processo de solubilização ácida e submetidos a diferentes temperaturas de cocção.

Os dados foram submetidos a uma análise de variância para os modelos linear e quadrático, ao nível de 95% de confiança, verificou-se que quando os embutidos foram adicionados de isolado protéico obtido pelo processo de solubilização ácida, os resultados para coesividade, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade e força de penetração não foram significativos ( $p > 0,05$ ) nas condições de aplicação dos experimentos.

Para os embutidos adicionados de isolado protéico obtido pelo processo de solubilização alcalina verifica-se que estes apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) somente para a força de penetração e para a coesividade, porém os modelos não são preditivos para nenhum dos casos. As demais respostas: dureza, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade não apresentaram diferença significativa entre os ensaios, nas condições de aplicação dos experimentos, assim, a redução de gordura não afetou significativamente estes parâmetros. Segundo RODRIGUES e IEMMA (2005), como não houve grande variação nas respostas das repetições do ponto central, indica que independentemente das quantidades adicionadas de isolado protéico e das variações da temperatura de cocção, as respostas das variáveis foram muito próximas dentro de um valor médio e seu erro padrão.

Na Tabela 4.3 estão apresentados os valores médios obtidos para as respostas avaliadas quando os embutidos foram adicionados de isolado protéico alcalino em substituição a gordura.

**Tabela 4.3:** Valores texturiais dos embutidos emulsionados.

Ensaio	Isolado (%)	T (°C)	Força de penetração (g)	Coabilidade	Dureza (g)	Elasticidade (mm)	Gomosidade (g)	Mastigabilidade (g.mm)
1	1,45	77,2	420,65	0,622	2688,05	0,871	1766,66	1485,34
2	8,54	77,2	486,90	0,600	2366,60	0,910	1390,19	1217,77
3	1,45	87,8	358,30	0,652	2421,40	0,866	1691,06	1506,65
4	8,54	87,8	400,60	0,622	2502,90	0,921	1437,46	1322,66
5	0	82,5	369,80	0,561	2103,10	0,890	1249,02	1162,64
6	10	82,5	684,45	0,618	2596,55	0,876	1582,17	1394,04
7	5	75	514,10	0,581	2356,33	0,856	1355,93	1162,05
8	5	90	297,16	0,631	1857,80	0,897	1180,37	1049,41
9	5	82,5	385,30	0,613	2596,55	0,883	1647,80	1371,44
10	5	82,5	380,45	0,612	2139,56	0,883	1324,52	1114,57
11	5	82,5	385,05	0,614	2536,10	0,883	1344,25	1127,27

Onde: Isolado (%) = quantidade de isolado protéico de corvina adicionado

T (°C) = temperatura de cocção

As Tabelas 4.4 e 4.5 mostram a análise de variância para a força de penetração e para a coesividade do embutido emulsionado adicionado de isolado protéico alcalino.

**Tabela 4.4:** Análise de variância para força de penetração do embutido emulsionado adicionado de isolado protéico alcalino.

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>
Regressão	8613,38	3	2871,12	4,57
Resíduo	1883,19	3	627,73	
Falta de ajuste	1868,27	1		
Erro puro	14,92	2		
Total	10496,57	6		

Onde: SQ = soma dos quadrados; GL = graus de liberdade; MQ = quadrado médio; F de Fischer

$$F_{\text{tabelado}} = 9,28$$

$$R^2 = 0,8206$$

**Tabela 4.5:** Análise de variância para coesividade do embutido emulsionado adicionado de isolado protéico alcalino.

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F <sub>calculado</sub>
Regressão	0,001332	2	0,000666	12
Resíduo	0,000222	4	0,0000555	
Falta de ajuste	0,000219	2		
Erro puro	0,000003	2		
Total	0,001554	6		

Onde: SQ = soma dos quadrados; GL = graus de liberdade; MQ = quadrado médio; F de Fischer

$$F_{\text{tabelado}} = 6,94$$

$$R^2 = 0,8568$$

O valor do coeficiente de determinação tanto para a força de penetração como para a coesividade explica em mais de 80% a análise, em ambos os casos. Porém como podemos observar nas Tabelas 4.4 e 4.5, através do teste F verifica-se que os modelos não foram preditivos, ou seja, o  $F_{\text{calculado}}$  não foi no mínimo três vezes maior que o  $F_{\text{tabelado}}$ , para as variáveis significativas do processo (força de penetração e coesividade), assim não foi possível prever um modelo estatístico para estas variáveis.

Como não foi possível obter um modelo preditivo, foram analisados os efeitos da concentração adicionada de isolado protéico alcalino e da variação da temperatura de

cozção sobre as variáveis que diferiram significativamente, sendo estas força de penetração e coesividade.

Na Tabela 4.6 e na Figura 4.3 está apresentada a análise de efeitos para a força de penetração do embutido emulsionado.

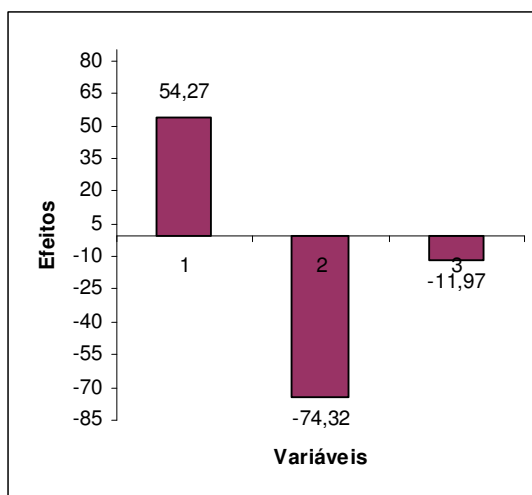
**Tabela 4.6:** Análise de efeitos para a força de penetração do embutido emulsionado.

Variáveis	Efeitos	Erro puro	t(2)	p*
(1) Isolado (%)	54,27	2,73	19,87	0,002522
(2) T (°C)	-74,32	2,73	-27,21	0,001347
(3) 1 x 2	-11,97	2,73	-4,38	0,048270

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

Onde: Isolado (%) = quantidade de isolado protéico de corvina adicionado

T (°C) = temperatura de cozção



**Figura 4.3:** Efeitos estimados para a força de penetração do embutido emulsionado.

Onde: 1 = efeito da quantidade de isolado protéico adicionado

2 = efeito da temperatura de cozção

3 = efeito da interação (1 x 2)

Conforme observado na Tabela 4.6 e na Figura 4.3, podemos verificar que existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os ensaios para a resposta força de penetração para a variável concentração de isolado, variação de temperatura de cozção e também para a interação entre as duas variáveis. Neste caso a concentração de isolado exerceu efeito

positivo sobre a força de penetração e a variação da temperatura, assim como a interação (concentração de isolado x variação de temperatura) exerceram efeito negativo sobre a força de penetração.

MATULIS *et al.* (1995), em estudo realizado verificou que a adição de certas quantidades de proteína de soja em salsichas aumenta a força de penetração, o que concorda com os resultados obtidos neste trabalho.

Observando os resultados obtidos, verifica-se que aumentando as quantidades de isolado protéico adicionado e conseqüentemente diminuindo a quantidade de gordura, aumenta-se também em alguns ensaios, a força de penetração do embutido emulsionado. Estes resultados concordam com JIMÉNEZ COLMENERO *et al.* (1996) e com GIMENO *et al.* (2000), que observaram um aumento na força de penetração quando a gordura era reduzida nas salsichas. Nos casos onde a força de penetração não aumentou e sim diminuiu com o aumento da quantidade de isolado protéico adicionado, as temperaturas de cocção do embutido eram mais elevadas, sugerindo que pode ter ocorrido desnaturação protéica e diminuição da capacidade geleificante nestes ensaios, pois esta capacidade é influenciada consideravelmente pelo tempo e temperatura de cocção (PARDI *et al.* 2001).

A Tabela 4.7 e a Figura 4.4 apresentam a análise de efeitos para a coesividade do embutido emulsionado.

**Tabela 4.7:** Análise de efeitos para a coesividade do embutido emulsionado

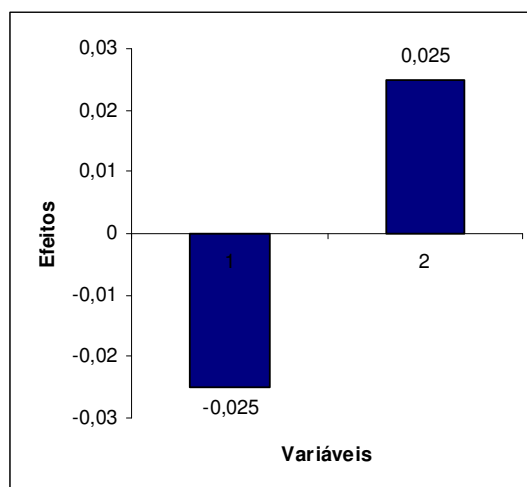
Variáveis	Efeitos	Erro puro	t(2)	p*
(1) Isolado (%)	-0,025	0,001	-19,96	0,002500
(2) T (°C)	0,025	0,001	19,73	0,002559
(3) 1 x 2	-0,004	0,001	-3,11	0,089428

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

Onde: Isolado (%) = quantidade de isolado protéico de corvina adicionado

T (°C) = temperatura de cocção





**Figura 4.4:** Efeitos estimados para a coesividade do embutido emulsionado.

Onde: 1 = efeito da quantidade de isolado protéico adicionado

2 = efeito da temperatura de cocção

Analisando a Tabela 4.7 e a Figura 4.4, pode-se verificar que existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os ensaios para a resposta coesividade tanto para a variável concentração de isolado protéico como para a variável temperatura de cocção. A quantidade de isolado adicionado tem efeito negativo sobre a coesividade, enquanto que a variação de temperatura de cocção tem efeito positivo.

A coesividade é um parâmetro de textura em que os autores encontram resultados bastante controversos. Enquanto alguns autores encontram aumento na coesividade com a substituição da gordura por outro ingrediente, outros autores encontram diminuição.

Os valores para a coesividade concordam com os encontrados por CREHAN *et al.* (2000), que em trabalho realizado com salsichas com teores de gordura de 5, 12 e 30%, encontraram valores de coesividade na faixa de 0,6, o que demonstra que alterações nas quantidades de gordura não afetam sensivelmente a coesividade.

GREGG *et al.* (1993) e COFRADES, CABALLO e JIMÉNEZ-COLMENERO (1997), encontraram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, onde a diminuição nas quantidades de gordura dentro de uma formulação diminuem ou quase não alteram a coesividade do produto. Resultados semelhante foram encontrados também por HAYES *et al.* (2005) e GARCÍA, CÁCERES e SELGAS (2006).

A elasticidade não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as formulações dos embutidos, ficando os valores próximos a 0,9 mm. Estes resultados concordam com ANDRÈS, ZARITZKY e CALIFANO (2006), que em estudo realizado sobre o efeito da

adição de concentrados protéicos e hidrocolóides na textura de salsichas de frango, também não encontraram diferença significativa para esta característica, encontrando valores em torno de 0,946 mm. Estes mesmos autores encontraram uma diminuição na dureza e na mastigabilidade e um aumento na coesividade, quando aumentaram as quantidades de concentrado protéico e gordura adicionados as salsichas.

Em alguns estudos, mesmo não apresentando nenhum efeito significativo para a elasticidade, houve um aumento desta propriedade nas amostras onde a gordura foi reduzida (GREGG *et al.*, 1993; CARBALLO, *et al.*, 1995; COFRADES, CABALLO, JIMÉNEZ-COLMENERO, 1997). Esta constatação também foi observada nos ensaios 2 e 4 deste trabalho.

A diminuição da gordura e a variação da temperatura de cocção não afetaram significativamente a dureza dos embutidos emulsionados. BARBUT e MITTAL (1996), encontraram maior dureza nos produtos cominutados com baixas quantidades de gordura do que naqueles com maiores quantidades de gordura. Entretanto, segundo PIETRASIK e DUDA (2000), a redução de gordura não resulta necessariamente em produtos cominutados mais duros. Relatou-se em muitos trabalhos que quando a quantidade de gordura é reduzida e a quantidade de proteína é constante, os produtos obtidos apresentam menores valores de dureza (CARBALLO, BARETTO, e COLMENERO, 1995; CARBALLO *et al.*, 1996; COFRADES, CABALLO, JIMÉNEZ-COLMENERO, 1997). MURPHYA *et al.* (2004), em estudo realizado com substituição da gordura pelo surimi em salsichas, encontraram que aumentando-se 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. Portanto, não somente a quantidade de gordura reduzida afetada a textura do produto, mas também a temperatura de cocção a qual os embutidos foram submetidos.

PIETRASIK e DUDA (2000), encontraram valores de gomosidade e mastigabilidade mais baixos em salsichas com menores quantidades de gordura do que em salsichas com maiores teores de gordura, o que não ocorreu no presente trabalho, onde está relação nem sempre foi mantida. Porém, no estudo realizado pelos autores, estes não estudaram o efeito da temperatura de cocção na textura das salsichas. A gomosidade e a mastigabilidade são parâmetros secundários e mostram um comportamento similar aos parâmetros preliminares que lhes deram origem.

CAVESTANY *et al.* (1994) citado por ESTÉVEZ, MORCUENDE e CAVA (2006), relataram que as diferenças nas propriedades texturiais entre os produtos cárneos são

influenciadas por vários fatores tais como, a diferença nas formulações, a funcionalidade das proteínas e a quantidade e características da gordura.

## **4 CONCLUSÃO**

Foi possível elaborar um embutido emulsionado a partir de polpa de corvina e adicionado de isolado protéico de pescado.

Para as análises de textura realizadas não foi possível obter um modelo preditivo para as variáveis estudadas.

Os embutidos adicionados de isolado protéico ácido não apresentam diferença significativa entre os ensaios nas condições de aplicação dos experimentos. Os embutidos adicionados de isolado protéico alcalino apresentaram diferença significativa para as variáveis estudadas somente para coesividade e força de penetração.

Através dos resultados obtidos verifica-se que a substituição da gordura pelo isolado protéico não altera sensivelmente a textura dos embutidos, portanto sendo possível a substituição de toda a gordura adicionada pelo isolado protéico, sem prejuízo da qualidade física do produto final.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

BAGGIO, S. R.; BRAGAGNOLO, N. The effect of heat treatment on the cholesterol oxides, cholesterol, total lipid and fatty acid contents of processed meat products. **Food Chemistry**, v. 95, p. 611-619, 2006.

BARBUT, S.; MITTAL, G. S. Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurters. **Journal of Food Science and Technology**, v. 31, p. 241-247, 1996.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v. 32(7), p. 62-66, 1978.

CANDOGAN, K.; KOLSARICI, N. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. **Meat Science**, v. 64(2), p. 207-214, 2003<sup>a</sup>.

CARBALLO, J.; BARETTO, G.; COLMENERO, F. J. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 673-677, 1995.

CARBALLO, J.; MOTA, N.; BARETTO, G.; COLMENERO, F. J. Binding properties and colour of bologna sausage made with varying fat levels, protein levels and cooking temperatures. **Meat Science**, v. 41, p. 301-313, 1995.

CARBALLO, J.; FERNANDEZ, P.; BARETTO, G.; SOLAS, M. T.; COLMENERO, F. J. Morphology and texture of bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. **Journal of Food Science**, v. 61, p. 652-655, 1996.

CAVESTANY, M.; COLMENERO, F. J.; SOLAS, M. T.; CARBALLO, J. Incorporation of sardine surimi in bologna sausage containing different fat levels. **Meat Science**, v. 38, p. 27-37, 1994.

CREHAN, C. M.; HUGHES, E.; TROY, D. J.; BUCKLEY, D.J. Effect of fat and maltodextrin on the functional properties of frankfurter formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat Science**, v. 55, p. 463-469, 2000.

COFRADES, S.; CABALLO, J.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Heating rate effects on high and low-fat frankfurters with a high content of added water. **Meat Science**, v. 47, p. 105-114, 1997.

ESTÉVEZ, M.; MORCUENDE, D.; CAVA, R. Extensively reared Iberian pigs versus intensively reared white pigs for the manufacture of frankfurters. **Meat Science**, v.72, p.356-364, 2006.

GARCÍA, M. L.; CÁCERES, E.; SELGAS, M. D. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. **Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 1207-1215, 2006.

GIESE, J. Developing low-fat meat products. **Food Technology**, v. 46(4), p. 100-108, 1992.

GIMENO, O.; ANSORENA, D.; IASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of colour and texture. *Food Chemistry*, v. 69, p. 195-200, 2000.

GREGG, L. L.; CLAUS, J. R.; HACKNEY, C. R.; MARRIOT, N. G. Low-fat, high added water bologna form massaged minced batter. **Journal of Food Science**, v. 58, p. 259-264, 1993.

HAYES, J. E.; DESMOND, E. M.; TROY, D. J.; BUCKLEY, D. J.; MEHRA, R. The effect of whey protein-enriched fractions on the physical and sensory properties of frankfurters. **Meat science**, v. 71, p. 238-243, 2005.

JIMÉNEZ COLMENERO, F.; CARRASCOSA, A. V.; BARRETO, G.; FERNÁNDEZ, P.; CARBALLO, J. Chopping temperature effects on the characteristics and chilled storage of low-and high-fat pork bologna sausages. **Meat Science**, v. 44, p. 1-9, 1996.

KEETON, J. T. Low-fat meat products-technological problems with processing. **Meat Science**, v. 36, p. 261-276, 1994.

LURUEÑA-MARTÍNEZ, M. A.; VIVAR-QUINTANA, A. M.; REVILLA, I. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. **Meat Science**, v. 68, p. 383-389, 2004.

MATULIS, R. J.; McKEITH, F. K.; SUTHERLAND, J. W.; BREWER, M. S. Sensory characteristics of frankfurters as affected by salt, fat, soy protein, and carrageenan. **Journal of Food Science**, v. 60(1), p. 48-54, 1995.

MURPHYA, S. C.; GILROYB, D; KERRYA, J. F.; BUCKLEYA, D. J.; KERRYA, 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.

O'NEIL, E. Low-fat products. **Meat Focus International**, v. 2, p. 70-81, 1993.

PARK, J.; RHEE, K. S.; KEETON, J. T.; RHEE, K. C. Properties of low-fat frankfurters containing monoun-saturated and omega-3 polyunsaturated oils. **Journal of Food Science**, v. 54, p. 500-504, 1989.

PIETRASIK, Z.; DUDA, Z. Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. **Meat Science**, v. 56, p. 181-188, 2000.

RODRIGUES, M. A.; IEMMA, A. F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos – uma estratégia seqüencial de planejamentos. 1 ed. Campinas-São Paulo, Ed. Casa do Pão, 2005.

**CAPÍTULO V:**  
**CONCLUSÕES GERAIS**



## 5 CONCLUSÕES GERAIS

É viável a obtenção de isolados protéicos a partir de corvina, com alto conteúdo protéico e rendimento satisfatório.

Existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os isolados obtidos pelos processos de solubilização alcalina e solubilização ácida para as análises de proteína, umidade e rendimento e para a solubilidade em pH 7 e 9. Os isolados mostraram-se bastante solúveis principalmente em pHs alcalinos. Para as análises de capacidade de retenção de água, capacidade de retenção de óleo, cinzas e gordura não houve diferença significativa entre os processos. Porém, o isolado alcalino apresentou valores maiores de capacidade de retenção de água.

Foi possível elaborar um embutido emulsionado a partir de polpa de corvina e adicionado de isolado protéico úmido de pescado. A textura do embutido foi avaliada através de medidas de força de penetração, dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade.

Para as análises de textura realizadas não foi possível obter um modelo preditivo quando as variáveis estudadas foram quantidade de isolado protéico adicionado e temperatura de cocção do embutido.

Os efeitos estudados para a dureza, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade não foram significativos ( $p > 0,05$ ) para os embutidos adicionados de isolado alcalino e para os embutidos adicionados de isolado ácido, quando foram variadas a quantidade de isolado protéico adicionado e a temperatura de cocção dos embutidos emulsionados. Os efeitos foram significativos ( $p < 0,05$ ) somente para a força de penetração e para a coesividade do embutido adicionado de isolado alcalino.

Portanto, através dos resultados obtidos verifica-se que a substituição da gordura pelo isolado protéico não altera sensivelmente a textura dos embutidos, sendo possível substituir a gordura adicionada pelo isolado protéico de pescado.

**CAPÍTULO VI:**  
**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALDEA, M. J. A. Calidad de Carne en Canales Ovinas Ligeras Españolas y de Importación. **Tese de Doutorado em Zootecnia**. Universidad de Zaragoza, Espanha, 1995.

AMANO, K. Fish sausage manufacturing. In: BORGSTROM, G. **Fish as food**. New York: Academic Press, p. 265-279, 1965.

AYALA, M. E. G. Estrutura y composicion química del pescado. In: CURSO DE CAPACITACIÓN. **Surimi**. Callao: Instituto Tecnológico Pesquero del Peru. 2001.

ASGHAR, A.; HENRICKSON, R. L. **Chemical, biochemical, functional and nutritional characteristics of collagen in food systems**. *Adv. Food Res.* p. 231-372, 1982.

BAARDSETH, P.; NAES, T. MIELNIK, J. SKREDE, G. HOLAND, S. EIDE, O. Dairy ingredients affects on sausage sensory properties studied by principle component analysis. **Journal of Food Science**, v. 57, p. 822-228, 1992.

BAGHAW, C. **Muscle contraction**. London: Chapman & Hall, 1993.

BATISTUTI, J. P. **Purificação e caracterização da miosina (EC 3.6.1.3) de pulmão bovino**. São Paulo: USP, p.147. [Tese de Doutorado] Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidades de São Paulo, 1993.

BENJAKUL, Gelation characteristics of natural actomiosin from bigeye snapper. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 04, p. 1313-1318, 2001.

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

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

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

CHANG, C.C.; 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, n. 02, p. 305-309, 1997.

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

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescado e derivados**. Jaboticabal: Funep, p. 47, 1994.

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

CORETTI, K. **Embutidos, Elaboración y Defectos**. Ed. Acríbia. Zaragoza, 1971.

COPPE, Z.; PAVLISKO, A.; VECCHI, S. Texture measurements in fish and fish products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**. v. 11, n. 01, p. 89-105, 2002.

COSTA, P. G. FONTANA, A. PRENTICE, C. Obtención y Caracterización de un Aislado Protéico Proveniente de la Matriz de Exoesqueletos de Camarón Rosado (*Farfantepenaeus paulensis*). **Alimentaria**, p. 82-89, 2005.

CRUZ, R.; CIACCO, C. F. **Fabricação de amido e sua utilização**. São Paulo: PROMOCET, 1982.

EMATER, **Manual práctico de piscicultura**, Porto Alegre, 1999.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations Aquaculture Development. **FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries**. FAO, n. 05, p. 40, 1997.

FAO, Small-scale sausage production Rome: **Food and Agriculture**. Organization of the United Nations, 1985.

FENEMMA, O.W. **Química de los alimentos**. 2 ed. Zaragoza-Espanha, Ed. Acribia, 1993.

FISCHER, A. Tecnologia de la produccion y elaboracion de productos carnicos. In: PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H.J. **Tecnologia e Higiene de la carne**. Zaragoza-Espanha, Ed. Acribia, p. 511-539, 1994.

FOEGEDING, E. A. Gelation in meat batters. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 41 Laramie. Proceedings. National Live Stock and meat Board; American **Meat Science Association**, p. 44-47, 1989.

GONÇALVES, J. R. Um breve histórico dos embutidos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, n. 315, p. 90, 2003.

GRAHAM, H.D. **Food colloids**. Westport: The Avi Publishing Inc, 1977.

HAIMOVICI, M.; UMPIERRE, R.G. Variaciones estacionales en la estructura poblacional del efectivo pesquero da corvina blanca (*Micropogonias furnieri*) en el extremo sul de Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, v. 18, n. único, p. 179-203, 1996.

HAMM, A. W. **Histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.

HENRICKSON, R. L.; TURGUT, H.; RAO, B. R. **Hide protein as a food additive**. *Jalca*, 79: p. 132-145, 1984.

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

HERMANSSON, A.M. Functional properties of added proteins correlated with properties of meats systems. Effect of concentration an temperature on water binding properties of model meat systems. **Journal Food Science**. v. 40, p. 595-602, 1975.

IBAMA, MMA, CEPERG/RS. **Desembarque de pescados no Rio Grande do Sul**. Rio Grande-RS, IBAMA, 2003.

ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Textura de Alimentos, São Paulo, 1997.

KINSELLA, J. E. **Relationships between struture and functional proprieties of food proteins**. In: FOX, P. F., CONDON, J. J., eds. Food Proteins. London: Apllied Science, p. 51-103, 1982.

KRISTINSSON, H. G.; THEODORE, A. E.; DEMIR, N.; INGADOTTIR, B. A Comparative Study between Acid and Alkali-aided Processing and Surimi Processing for the Recovery of Proteins from Channel Catfish Muscle. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 04, p. 298-306, 2005.

KRISTINSSON, H. G. **Developments with functional fish proteins**. Research Aquatic Food Products Program. Laboratory of Aquatic Food Biomolecular, Department of Food Science and Human, 2003.

KRISTINSSON, H. G.; RASCO, B. A. Fish protein hydrolysates: production, biochemical and functional properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 40, p. 43-81, 2000a.

LAN, Y.H.; NOVAKOFSKI, R.H.; McCUSKER, R.H.; BREWER, M.S.; CARR, T.R.; McKEITH, F.K. Thermal gelation of pork, beef, fish, chicken and turkey muscles as affected by heating rate and pH. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 05, p. 936-945, 1995.

LEVY, J. A.; MAGGIONI, R.; CONCEIÇÃO, M. B. Close genetic similarity among populations of the white croaker (*Micropogonias furnieri*) in the south and south-eastern Brazilian coast. I. Allozyme studies. **Fisheries Research**. v. 39, p. 87-94, 1998.

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

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

MACCHI, G. J. Reproduccion de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) del sector rioplatense. Su relación con los gradientes horizontales de salinidad. **Ver. Invest. Des. Pesq.** n. 11, p. 73-81, 1997.

MATHIAS, J. **A indústria de pescado**. São Paulo: Gazeta Mercantil, 2003.

MARQUEZ, U. M. L.; MIRA, N. V. M.; NEVES R. A. M. Caracterização de hidrolisados enzimáticos de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 24 (1), p. 101, 2004.

MARTIN, A. M. **Fisheries Processing: Biotchnological Applications**. Londres, Chapman & Hall, p. 174-220, 1994.

MORRISSEY, M.T.; WU, J. W.; LIN, D.; AN, H. Protease inhibitor effects on torsion measurements and autolysis of pacific whiting surimi. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 05, p. 1050-1054, 1993.

NAKAMURA, V.Y.; 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: Mareei Dekker, INC., 2000.

OETTERER, M. **Proteínas do pescado**. Escola Superior de Agricultura “Luíz de Queiroz”, USP, 1996.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca**. São Paulo: Livraria Varela, 1999.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: Editora UFG, 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, J. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S.; **Ciência, Higiene e Tecnologia de Carne**. Volume II, UFG, Goiânia, 1994.

PENNA, E. W.; LILIENFELD, C.; VINAGRE, J.; FUETES, A. **Algumas propriedades funcionales de extensores cárneos**. Fleischwirtschaft. E. Espanhol, v. 02, p. 14-16, 1991.

REGULY, J.C. **Biotecnologia dos processos fermentativos**. Pelotas: Ed. Universitária, 1983.

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

SALAS, A.B. Gelificación de las proteínas do pescado. In: CURSO DE CAPACITACIÓN, **Surimi**. Callao: Instituto Tecnológico Pesquero del Peru, 2001.

SATHIVEL, S. **Functional and nutritional-enhancing protein isolates from Arrowtooth Flounder**. Annual Meeting – Chicago. University of Alaska, 2003.

SHAHIDI, F.; HAN, X-Q.; SYNOWIECKI, J. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). **Food Chemistry**. v. 53, p. 285, 1995.

SGARBIERI, V.C.; **Proteínas em Alimentos Protéicos: Propriedades, Degradações, Modificações**. São Paulo: Ed.Varela, 1996.

SGARBIERI, V.C.; **Alimentação e nutrição: Fator de saúde e desenvolvimento**. São Paulo: Ed.Varela, 1987.

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

STANSBY, M. E.; **Tecnología de la industria pesquera**, Zaragoza: Ed. Acribia, p. 30-35, 1968.

TAKEITI, C. Y. **influência do tratamento térmico nas propriedades funcionais de isolados protéicos de soja e de seus hidrolisados enzimáticos**. Dissertação de Mestrado em alimentos e Nutrição. Unicamp, Campinas, 2002.

TAVARES, M. Métodos físicos e químicos na avaliação da qualidade da carne de pescado separada mecanicamente e produtos derivados. **ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 1994.

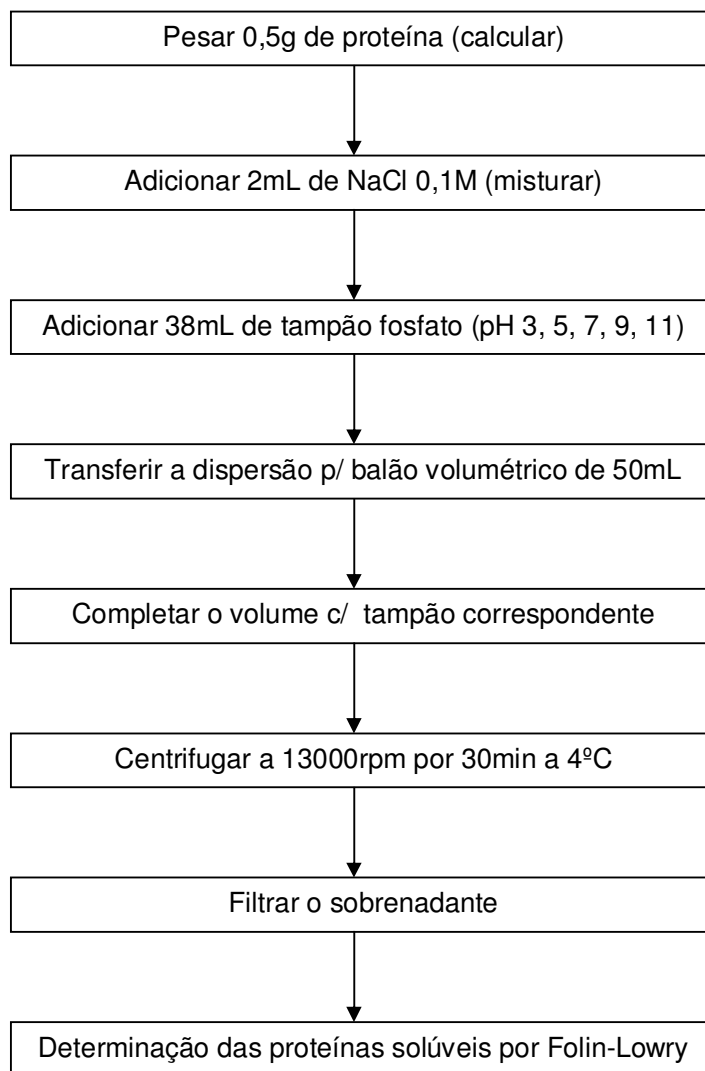
TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2000.

VLIET, T.V. Clasificación reológica de los alimentos y técnicas instrumentais de medida. In: SILVA, J.N. Perfil pesqueiro da frota artesanal do RS 1945-1989. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis - IBAMA. Centro de Pesquisa do Rio Grande do Sul. Rio Grande, p. 11-24, 1989.

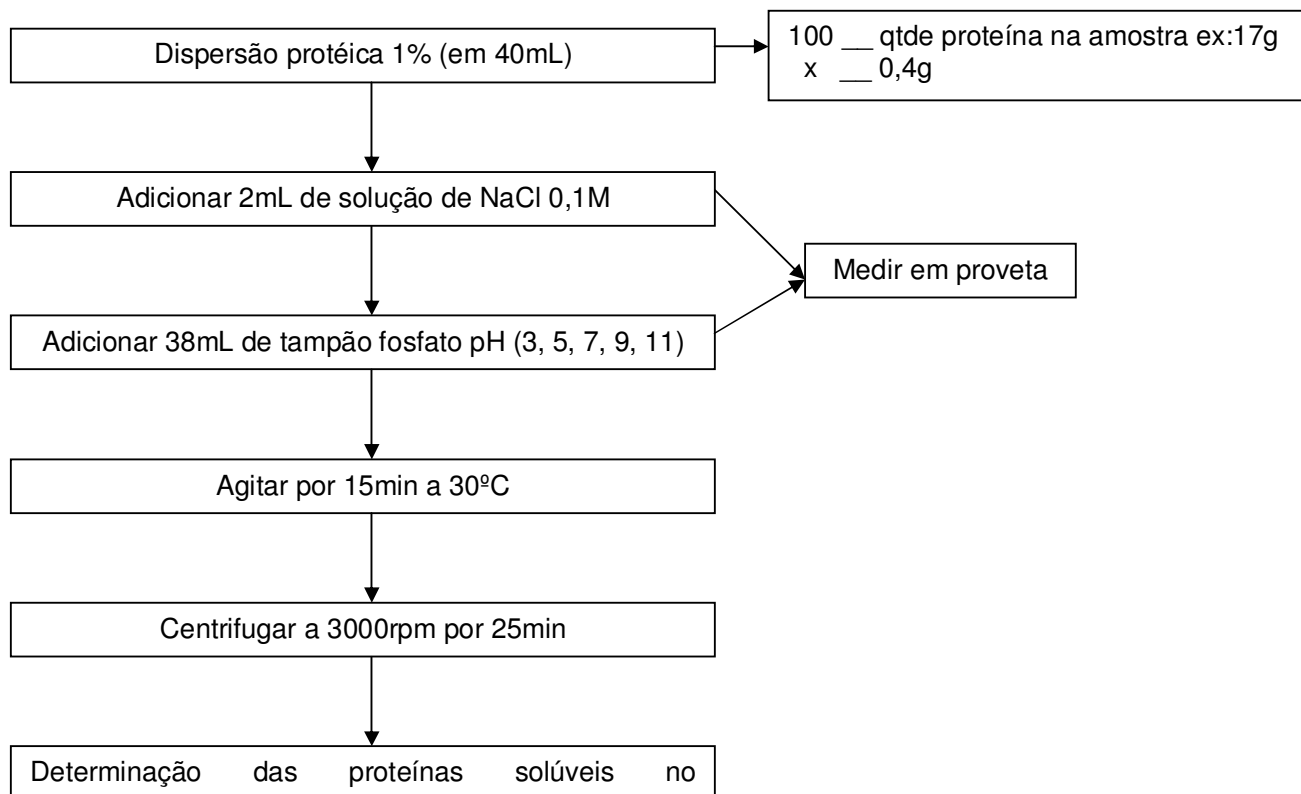


# **ANEXOS**

## ANEXO I

**DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE (MORR *et al.*, 1985)**

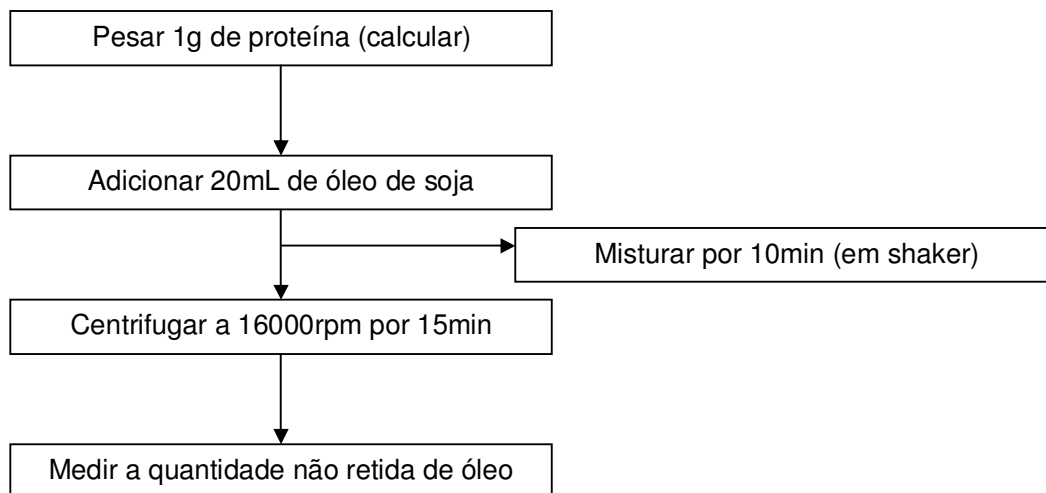
## ANEXO II

**DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA – CRA (REGENSTEIN, GORIMAR e SHERBON, 1979 - c/ modificações)**

$$\text{CRA} = \frac{\text{quantidade de água retida (mL)}}{\text{massa de proteína (g)}} \times 100$$

**OBS:** se as proteínas solúveis forem determinadas no sobrenadante este valor deve ser descontado do cálculo final.

## ANEXO III

**DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÓLEO – CRO (Fonkwe e Singl, 1996)**

$$\text{CRO} = \frac{\text{mL de óleo retido}}{\text{massa de proteína (g)}} \times 100$$

## ANEXO IV

Análise de variância e teste de Tukey para umidade, proteína, cinzas, gordura, rendimento, solubilidade, capacidade de retenção de água e capacidade de retenção de óleo.

## Umidade

Univariate Tests of Significance for Umidade (Spreads Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>121004,1</b>	1	121004,1	407978,4	0,000000
Amostra	72,9	2	36,4	122,9	0,000000
Error	4,4	15	0,3		

Tukey HSD test; variable Umidade (Spread Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,29659, df = 15,000)				
Cell No.	Amostras	{1}	{2}	{3}
		81,058	84,785	80,128
1	alcalino		0,000178	0,025079
2	ácido	0,000178		0,000178
3	polpa	0,025079	0,000178	

## Proteína

Univariate Tests of Significance for Proteína (Spreads Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>6258,771</b>	1	6258,771	10902,89	0,000000
Amostra	32,564	2	16,282	28,36	0,000001
Error	12,055	21	0,574		

Tukey HSD test; variable Proteína (Spreads Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,57405, df = 21,000)				
Cell No.	Amostras	{1}	{2}	{3}
		17,760	15,046	15,640
1	alcalino		0,000141	0,000173
2	ácido	0,000141		0,281484
3	polpa	0,000173	0,281484	

## Cinzas

Univariate Tests of Significance for Cinzas (Spreadsheet)  
Sigma-restricted parameterization  
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>3,220167</b>	<b>1</b>	<b>3,220167</b>	<b>1086,670</b>	<b>0,000000</b>
Amostra	1,192373	2	0,596187	201,188	0,000000
Error	0,035560	12	0,002963		

Tukey HSD test; variable Cinzas (Spreadsheets)  
Probabilities for Post Hoc Tests  
Error: Between MS = ,00296, df = 12,000

Cell No.	Amostra	{1}	{2}	{3}
<b>1</b>	c	,27000	0,935671	<b>0,000190</b>
2	ácido	0,935671		<b>0,000190</b>
3	polpa	<b>0,000190</b>	<b>0,000190</b>	

## Lipídios

Univariate Tests of Significance for Lipídios (Spreadsheet)  
Sigma-restricted parameterization  
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>cc</b>	<b>1</b>	<b>1,858678</b>	<b>209,3630</b>	<b>0,000007</b>
Amostra	1,614156	2	0,807078	90,9099	0,000033
Error	0,053267	6	0,008878		

Tukey HSD test; variable Lipídios (Spreadsheets)  
Probabilities for Post Hoc Tests  
Error: Between MS = ,00888, df = 6,0000

Cell No.	Amostras	{1}	{2}	{3}
<b>1</b>	alcalino	,16000	0,990815	<b>0,000258</b>
2	ácido	0,990815		<b>0,000255</b>
3	polpa	<b>0,000258</b>	<b>0,000255</b>	

## Rendimento

Univariate Tests of Significance for Rendimento (Spr Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>15590,70</b>	<b>1</b>	<b>15590,70</b>	<b>5291,711</b>	<b>0,000000</b>
Amostra	114,84	1	114,84	38,980	0,003354
Error	11,79	4	2,95		

Tukey HSD test; variable Rendimento (Spr Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 2,9463, df = 4,0000			
Cell No.	Amostra	{1}	{2}
<b>1</b>	alcalino		<b>0,003545</b>
2	ácido	<b>0,003545</b>	

## Solubilidade

Univariate Tests of Significance for Solubilidade (plani Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>209525,3</b>	<b>1</b>	<b>209525,3</b>	<b>115074,1</b>	<b>0,000000</b>
Amostras	7,1	2	3,6	2,0	0,158767
pH	25750,3	4	6437,6	3535,6	0,000000
Amostras*pH	1541,9	8	192,7	105,9	0,000000
Error	54,6	30	1,8		

Tukey HSD test; variable Solubilidade (planilha 1 art) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1,8208, df = 30,000																	
Cell No.	Amostras	pH	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
1	alcalino	3	70,681	32,533	68,512	70,406	97,560	70,265	30,174	63,620	86,270	93,660	71,048	11,425	70,864	89,768	96,550
2	alcalino	5	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148
3	alcalino	7	0,694246	0,000148	0,910872	0,000148	0,947838	0,000148	0,007874	0,000148	0,000148	0,597030	0,000148	0,704114	0,000148	0,000148	0,000148
4	alcalino	9	1,000000	0,000148	0,910872	0,000148	1,000000	0,000148	0,000206	0,000148	0,000148	0,999999	0,000148	1,000000	0,000148	0,000148	0,000148
5	alcalino	11	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,069576	0,000148	0,000148	0,000148	0,000151	0,999720
6	ácido	3	0,999999	0,000148	0,947838	1,000000	0,000148	0,000148	0,000242	0,000148	0,000148	0,999986	0,000148	1,000000	0,000148	0,000148	0,000148
7	ácido	5	0,000148	0,700061	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148
8	ácido	7	0,000163	0,000148	0,007874	0,000206	0,000148	0,000242	0,000148	0,000148	0,000148	0,000157	0,000148	0,000163	0,000148	0,000148	0,000148
9	ácido	9	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000158	0,000148	0,000148	0,000148	0,150562	0,000148
10	ácido	11	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,069576	0,000148	0,000148	0,000148	0,000158	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,070713	0,394472
11	polpa	3	1,000000	0,000148	0,597030	0,999999	0,000148	0,999986	0,000148	0,000157	0,000148	0,000148	0,000148	1,000000	0,000148	0,000148	0,000148
12	polpa	5	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148
13	polpa	7	1,000000	0,000148	0,704114	1,000000	0,000148	1,000000	0,000148	0,000163	0,000148	0,000148	1,000000	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148
14	polpa	9	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,000151	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,150562	0,070713	0,000148	0,000148	0,000148	0,000206
15	polpa	11	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,999720	0,000148	0,000148	0,000148	0,000148	0,394472	0,000148	0,000148	0,000148	0,000206	

CRA

Univariate Tests of Significance for CRA (planilha 1 ar Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>6830,208</b>	<b>1</b>	<b>6830,208</b>	<b>2051,735</b>	<b>0,000000</b>
Amostras	72,889	2	36,444	10,948	0,000269
pH	1520,039	4	380,010	114,152	0,000000
Amostras*pH	198,299	8	24,787	7,446	0,000020
Error	99,870	30	3,329		

Tukey HSD test; variable CRA (planilha 1 art)  
Probabilities for Post Hoc Tests  
Error: Between MS = 3,3290, df = 30,000

Cell No.	Amostras	pH	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
1	alcalino	3	16,370	0,000154	0,000153	0,866509	0,043958	0,849382	0,000148	0,000148	1,000000	0,008449	0,999999	0,000148	0,001665	0,083925	0,994681
2	alcalino	5	0,000154		1,000000	0,000148	0,000148	0,001895	0,792840	0,999971	0,000155	0,000148	0,000186	0,971914	0,872282	0,092505	0,000423
3	alcalino	7	0,000153	1,000000		0,000148	0,000148	0,001771	0,807197	0,999981	0,000154	0,000148	0,000183	0,975817	0,860591	0,087300	0,000403
4	alcalino	9	0,866509	0,000148	0,000148		0,831153	0,048015	0,000148	0,000148	0,845189	0,420101	0,526583	0,000148	0,000154	0,000921	0,192688
5	alcalino	11	0,043958	0,000148	0,000148	0,831153		0,000455	0,000148	0,000148	0,039380	0,999993	0,010726	0,000148	0,000148	0,000150	0,002087
6	ácido	3	0,849382	0,001895	0,001771	0,048015	0,000455		0,000152	0,000356	0,870371	0,000187	0,990486	0,000170	0,150447	0,949480	0,999995
7	ácido	5	0,000148	0,792840	0,807197	0,000148	0,000148	0,000152		0,994098	0,000148	0,000148	0,000148	1,000000	0,038155	0,000720	0,000148
8	ácido	7	0,000148	0,999971	0,999981	0,000148	0,000148	0,000356	0,994098		0,000148	0,000148	0,000151	0,999985	0,424128	0,015817	0,000175
9	ácido	9	1,000000	0,000155	0,000154	0,845189	0,039380	0,870371	0,000148	0,000148		0,007491	1,000000	0,000148	0,001874	0,092950	0,996373
10	ácido	11	0,008449	0,000148	0,000148	0,420101	0,999993	0,000187	0,000148	0,000148	0,007491		0,001917	0,000148	0,000148	0,000148	0,000441
11	polpa	3	0,999999	0,000186	0,000183	0,526583	0,010726	0,990486	0,000148	0,000151	1,000000	0,001917		0,000148	0,007321	0,262126	0,999996
12	polpa	5	0,000148	0,971914	0,975817	0,000148	0,000148	0,000170	1,000000	0,999985	0,000148	0,000148	0,000148		0,119909	0,002555	0,000150
13	polpa	7	0,001665	0,872282	0,860591	0,000154	0,000148	0,150447	0,038155	0,424128	0,001874	0,000148	0,007321	0,119909		0,947890	0,035619
14	polpa	9	0,083925	0,092505	0,087300	0,000921	0,000150	0,949480	0,000720	0,015817	0,092950	0,000148	0,262126	0,002555	0,947890		0,637138
15	polpa	11	0,994681	0,000423	0,000403	0,192688	0,002087	0,999995	0,000148	0,000175	0,996373	0,000441	0,999996	0,000150	0,035619	0,637138	

CRO

Univariate Tests of Significance for CRO (Spreadsheet Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>162,4775</b>	<b>1</b>	<b>162,4775</b>	<b>496,1314</b>	<b>0,000001</b>
Amostra	3,2334	2	1,6167	4,9366	0,054009
Error	1,9649	6	0,3275		

Tukey HSD test; variable CRO (Spreadsheet)  
Probabilities for Post Hoc Tests  
Error: Between MS = ,32749, df = 6,0000

Cell No.	Amostras	{1}	{2}	{3}
1	alcalino	4,7233	4,6200	3,4033
2	ácido	0,973613		0,089563
3	polpa	0,067773	0,089563	