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

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA ANCHOITA (*Engraulis anchoita*) E DAS MODIFICAÇÕES PRODUZIDAS DURANTE O ARMAZENAMENTO EM GELO E ÁGUA DO MAR E PROCESSAMENTO

Eng[a]. de Alimentos Liziane de Vargas Garcia

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos.

Prof[a]. Dr[a]. Maria Isabel Queiroz
Orientadora

Rio Grande, RS
Março de 2007.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que tendo Ele o nome e a forma que tiver para cada um de nós, permitiu que chegássemos até aqui.

À Professora Maria Isabel Queiroz, que será sempre lembrada, por ter contribuído intensamente pelo meu crescimento profissional e por ser responsável pela definição do caminho a seguir.

Aos meus pais, Maria Carolina e Dorvalino Garcia, pelo carinho e pelo incentivo dado em todos os momentos.

Ao meu namorado e, acima de tudo, cúmplice, Jacson Torchelsen, por me apoiar na tomada de decisões e, principalmente, nos momentos mais difíceis.

Aos Professores do Departamento de Química e de Oceanografia, na pessoa do Prof. Lauro Madureira, pelos bons momentos que passamos juntos durante a execução do projeto.

À Bárbara Porciúncula, por me auxiliar e pela alegria transmitida durante a execução deste trabalho.

Aos meus colegas de laboratório Adriana Silva, Marcio Hornes, Marina Mitterer, Marlice Bonacina e Ricardo por me ajudar e pelos momentos alegres e difíceis que passamos juntos.

Aos laboratoristas do Departamento de Química, em especial, a Maria da Graça de Oliveira e Maria da Graça Amaral, por me auxiliar sempre que possível.

A todos os colegas que fizeram parte da equipe de análise sensorial, pois sem eles muitas etapas deste trabalho não poderiam ser concluídas.

À Islanda Passos e a Gicelda, por não medirem esforços para me ajudar, e pela amizade que foi cultivada dia após dia.

À CAPES, pela bolsa de mestrado concedida.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS ..... **VII**
LISTA DE FIGURAS ..... **IX**
LISTA DE NOMENCLATURA ..... **X**
CAPÍTULO 1 ..... **1**
RESUMO **2**
ABSTRACT **3**
1 INTRODUÇÃO **4**
CAPÍTULO 2 ..... **6**
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **7**
2.1 Produção e Consumo de Pescado 7
2.1.1 Anchoita (*Engraulis anchoita*) 8
2.2 Métodos de Avaliação da Qualidade do Pescado 11
2.2.1 Nitrogênio de Bases Voláteis Totais (N-BVT) 11
2.2.2 Nitrogênio de trimetilamina (N-TMA) 13
2.2.3 Oxidação Lipídica 15
2.2.4 Microbiologia 16
2.2.5 Avaliação Sensorial 17
2.3 Conservação do Pescado 20
2.4 Congelamento 21
2.5 Base Protéica de Pescado (BPP) 22
2.6 Secagem 25
2.7 Propriedades Funcionais das Proteínas do Músculo do Pescado 30
2.7.1 Solubilidade 32
2.7.2 Capacidade de Retenção de Água 33
2.7.3 Emulsificação 34
2.7.4 Capacidade de Retenção de Gordura 35
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **37**
CAPÍTULO 3 ..... **49**
Caracterização do Odor da Anchoita (*Engraulis Anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar **50**
RESUMO **50**
ABSTRACT **50**
1 INTRODUÇÃO **51**

2 MATERIAL E MÉTODOS 52
2.1 Captura da Matéria-prima e Armazenamento a Bordo 52
2.2 Procedimento em Terra 52
2.3 Avaliação Sensorial do Atributo Odor 52
2.3.1 Preparo das Amostras 52
2.3.2 Levantamento da Terminologia 53
2.3.3 Avaliação Sensorial do Odor da Anchoita armazenada em Gelo e Água do Mar em Função do Tempo 54
2.4 Tratamento Estatístico 54
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 55
3.1 Levantamento de Terminologia para Descrição do Odor da Anchoita 55
3.2 Avaliação Sensorial do Odor da Anchoita armazenada em Gelo e Água do Mar em Função do Tempo 57
4 CONCLUSÕES 62
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63
Avaliação das Propriedades Funcionais da Anchoita (*Engraulis Anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar 66
RESUMO 66
ABSTRACT 66
1 INTRODUÇÃO 67
2 MATERIAL E MÉTODOS 69
2.1 Captura da Matéria-prima e Armazenamento a Bordo 69
2.2 Procedimento em Terra 69
2.3 Propriedades Funcionais 69
2.3.1 Capacidade de Retenção (CRA) de Água e Solubilidade (SP) 69
2.3.2 Capacidade de Retenção de Gordura (CRG) 70
2.3.3 Capacidade de Emulsificação (CE) 70
2.4 Avaliação Sensorial do Atributo Odor 70
2.4.1 Preparo das Amostras 70
2.4.2 Monitoramento Sensorial do Atributo Odor 71
2.5 Avaliação Físico-Química do Frescor 72
2.6 Tratamento Estatístico 72
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES 72
3.1 Avaliação das Propriedades Funcionais da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar 72

3.2 Avaliação do Frescor da Anchoita Armazenada em Gelo e Água do Mar 78
3.2.1 Avaliação Sensorial do Atributo Odor com o Tempo de Armazenamento.....78
3.2.2 Parâmetros Físico-Químicos de Avaliação do Frescor da Anchoita Armazenada em Gelo e Água do Mar 80
4 CONCLUSÃO 83
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 84
Avaliação da Polpa e da Base Protéica de Anchoita (*Engraulis Anchoita*) Armazenada sob Congelamento e Desidratada 88
RESUMO 88
ABSTRACT 89
1 INTRODUÇÃO 89
2 MATERIAL E MÉTODOS 91
2.1 Matéria-prima 91
2.2 Obtenção da Base Protéica de Pescado (BPP) 91
2.2.1 Extração de compostos solúveis 92
2.3 Caracterização da Matéria-prima 92
2.4 Armazenamento Congelado 92
2.4.1 Avaliação da Concentração de N-BVT, N-TMA e do pH.....92
2.4.2 Microbiologia 93
2.4.3 Estabilidade das Gorduras 93
2.5 Secagem 93
2.6 Propriedades Funcionais 93
2.6.1 Capacidade de Retenção (CRA) de Água e Solubilidade (SP) 94
2.6.2 Capacidade de Retenção de Gordura (CRG) 94
2.6.3 Capacidade de Emulsificação (CE) 94
2.7 Tratamento Estatístico 94
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 95
3.1 Obtenção da Base Protéica de Pescado (BPP) 95
3.1.1 Extração de Compostos Solúveis 95
3.2 Caracterizaçao da Matéria-prima 97
3.3 Armazenamento Congelado 98
3.3.1 Avaliação das Concentrações de N-BVT, N-TMA e do pH 98
3.3.2 Estabilidade das Gorduras 100
3.3.3 Microbiologia 101
3.4 Secagem 102

3.4.1 Propriedades Funcionais 107
4 CONCLUSÃO 110
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 110
CAPÍTULO 4 116
CONCLUSÃO GERAL 117
CAPÍTULO 5 118
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 119

LISTA DE TABELAS

Caracterização do Odor da Anchoita (Engraulis anchoita) Armazenada em Gelo e Água do Mar 49

Tabela 1 – Terminologia para descrição do odor da anchoita 55

Tabela 2 – Análise de variância entre os julgadores e entre as amostras durante o armazenamento 61

Tabela 3 – Teste de tukey entre a anchoita e os padrões utilizados para avaliar o odor durante o armazenamento 62

Avaliação das Propriedades Funcionais da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar 65

Tabela 1 – Solubilidade protéica, em função do tempo de armazenamento.....74

Tabela 2 – Capacidade de retenção de água em função do tempo de armazenamento 76

Tabela 3 - Capacidade de retenção de gordura (CRG) e capacidade de emulsificação (CE) em função do tempo de armazenamento.....77

Tabela 4 – Diferença entre médias segundo Tukey para intensidade de odor.....78

Avaliação da Polpa e da Base Protéica de Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada sob Congelamento e Desidratada.....87

Tabela 1 – Proteínas solúveis nos extratos resultantes da lavagem da BPP com H_2O e H_3PO_4.....95

Tabela 2 – Determinações de nitrogênio total (NT), nitrogênio não protéico (NNP) e nitrogênio protéico (NP) nas soluções de lavagem.....96

Tabela 3 – Composição proximal da anchoita eviscerada e das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4 97

Tabela 4 – Concentração de N-BVT, TMA e valores de pH da polpa e das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O durante o armazenamento congelado.....99

Tabela 5 – Avaliação do índice de peróxido e TBA da polpa e das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O durante o armazenamento congelado 100

Tabela 6 – Avaliação microbiológica da polpa de pescado e das BPPs no início e no fim do período de armazenamento.....102

Tabela 7 – Caracterização da secagem das BPPs obtidas com H_2O e H_3PO_4 104

Tabela 8 – Parâmetros estimados e coeficiente de correlação das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4 nas temperaturas de 40, 60 e 70°C 106

Tabela 9 – Resultados de solubilidade protéica das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O e secas com temperaturas de 40, 60 e 70°C 107
Tabela 10 – Capacidade de retenção de água (CRA) das BPPs obtidas com H_3PO_4 e H_2O e submetidas a secagem com temperaturas de 40, 60 e 70°C 108
Tabela 11 – Capacidade de retenção de gordura (CRG) e capacidade de emulsificação (CE) das BPPS obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O submetidas ao processo de secagem com temperaturas de 40, 60 e 70°C..... 109

LISTA DE FIGURAS

Caracterização do Odor da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar 49

Figura 1 – Ficha de avaliação da similaridade de termos que descrevem o odor da anchoita 53

Figura 2 - Escala não estruturada utilizada para monitorar o atributo odor.....54

Figura 3 – Freqüência de aparecimento dos termos descritos para caracterização do odor da anchoita 56

Figura 4 – Dendogramas obtidos para avaliação do odor da anchoita armazenada em gelo e água do mar do 1° ao 4° dia de armazenamento.....58

Figura 5 - Dendogramas do 5° até o 9° dia de armazenamento da anchoita em gelo e água do mar.....60

Avaliação das Propriedades Funcionais da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar 65

Figura 1 – Modelo da escala estruturada utilizada para avaliação do odor do pescado armazenado em gelo e água do mar.....71

Figura 2 – Modelo da escala não estruturada utilizada para avaliar o odor do pescado armazenado em gelo e água do mar.....71

Figura 3 – Solubilidades consideradas para a proteína da anchoita, armazenada em gelo e água do mar em função do tempo 73

Figura 4 – Capacidade de retenção de água considerada para a proteína da anchoita, armazenada em gelo e água do mar em função do tempo.....75

Avaliação da Polpa e da Base Protéica de Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada sob Congelamento e Desidratada.....87

Figura 1 – Adimensional de umidade em função do tempo em escala logarítmica das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4 secas a temperaturas de 40, 60 e 70°C.....103

Figura 2 – Adimensional de água livre em função do tempo para as BPPs obtidas com H_2O e H_3PO_4 e secas a temperatura de 40, 60 e 70°C.....105

LISTA DE NOMENCLATURA

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
BPP	Base Protéica de Pescado
CE	Capacidade de Emulsificação
CRA	Capacidade de Retenção de Água
CRG	Capacidade de Retenção de Gordura
DHA	Ácido Docosaexaenóico
DMA	Dimetilamina
EPA	Ácido Eicosapentaenóico
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GL	Graus de Liberdade da Regressão
GLRS	Graus de Liberdade do Resíduo
N-BVT	Nitrogênio de Bases Voláteis Totais
$NMP.g^{1}$	Número Mais Provável por grama
N-TMA	Nitrogênio de Trimetilamina
PI	Ponto Isoelétrico
PUFA	Ácidos Graxos Polinsaturados
SP	Solubilidade Protéica
SQMR	Soma dos Quadrados Médios da Regressão
SQR	Soma dos Quadrados da Regressão
SQMRS	Soma dos Quadrados Médios do Resíduo
SQRS	Soma dos Quadrados do Resíduo
TBA	Ácido Tiobarbitúrico
T_C	Tempo Crítico
TMAO	Oxido de Trimetilamina
$UFC.g^{-1}$	Unidade Formadora de Colônia por grama
X_C	Umidade Crítica
X_e	Umidade de Equilíbrio
X_{trans}	Umidade de Transição

Capítulo 1

Introdução Geral

RESUMO

O trabalho teve por objetivo estudar as propriedades funcionais da anchoita (*Engraulis anchoita*) e suas modificações quando armazenada em gelo e água do mar e processada como base protéica. A anchoita foi capturada em cruzeiros realizados a bordo do Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS, Brasil, próximo a divisa Brasil-Uruguai. Logo após a captura o pescado foi acondicionado a bordo em recipiente de polietileno contendo gelo e água do mar na razão 1:1, de maneira que o pescado ficasse imerso e não em contato direto com o gelo. Parte do lote foi mantido como pescado inteiro e a outra parcela foi eviscerada e despolpada em uma indústria pesqueira local. Polpa e peixe inteiro foram então transportados para o Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade da FURG. O trabalho está constituído por uma revisão bibliográfica, que enfatiza a importância do recurso pesqueiro em estudo como potencial a ser explorado, descorre sobre propriedades funcionais, métodos de avaliação da qualidade e formas de conservação. O desenvolvimento do trabalho é expresso por três artigos. O primeiro teve como objetivo caracterizar o odor da anchoita e verificar suas modificações durante o tempo de armazenamento nas mesmas condições de bordo. Os resultados definiram o frescor da anchoita pelos grupos de odor a maresia, grama e pescado assado, caracterizando-se a perda de frescor pela presença de odor a ácido, penetrante e pungente. O odor pungente passou a ser detectado pelos julgadores a partir do 8° dia de armazenamento. No segundo artigo foram discutidas as alterações sofridas pela matéria-prima em função do tempo de armazenamento em gelo e água do mar sob o ponto de vista da funcionalidade das proteínas, como solubilidade (SP), capacidade de retenção de água (CRA), de gordura (CRG) e capacidade de emulsificação (CE); as alterações do atributo odor (avaliadas sensorialmente) e o frescor (N-BVT, N-TMA e pH), analisados diariamente por um período de 9 dias. Os resultados indicaram redução nos valores médios das propriedades funcionais estudadas, com o tempo de armazenamento. Os parâmetros N-BVT e pH não demonstraram eficiência para serem utilizados como indicadores do limite de frescor da matéria-prima, nas condições experimentais. No entanto, o N-TMA demonstrou importante correlação com o atributo odor, o que o justifica como eficiente parâmetro de avaliação do frescor da anchoíta armazenada em gelo e água do mar. Foi possível indicar 7 dias como limite de aceitabilidade da anchoita, armazenada nas condições experimentais. No terceiro artigo a polpa e as bases protéicas de pescado, elaboradas a partir de diferentes solventes (H_2O e H_3PO_4 0,05%), foram monitoradas quanto aos parâmetros de frescor (N-BVT, N-TMA e pH) e estabilidade das gorduras (índice de peróxido e número de ácido tiobarbitúrico) quando estes produtos são armazenados sob congelamento por 120 dias, bem como, microbiologicamente, no início e no final do período de armazenamento. Ainda neste capítulo foi avaliada a funcionalidade das proteínas das bases protéicas, quando submetidas a secagem a temperatura de 40, 60 e 70°C. Os resultados indicaram que o melhor solvente utilizado para extração de proteínas solúveis foi o H_3PO_4 e que não foram registradas variações importantes nos parâmetros de frescor, na estabilidade das gorduras e microbiológicos durante o armazenamento das amostras analisadas. O menor tempo e secagem foi obtido para a base protéica elaborada a partir de H_3PO_4, independente da temperatura utilizada. As maiores SP e CRA foram registradas para a secagem a temperatura de 60°C e para a CRG e CE, os melhores valores foram obtidos para 40°C.

Palavras-chave: Pescado, odor, propriedades funcionais, congelamento, secagem.

ABSTRACT

This work aimed to study the functional properties of the anchovy (*Engraulis anchoita*) and its changing while stored in ice and sea water and processed as protein bases. The anchovy was captured in cruises on board of Navio Oceanográfico Atlântico Sul of Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS, Brazil, next to Brazil-Uruguay border. Soon after its capture the fish was conditioned on board into a polyethylene container containing ice and sea water in 1:1 ratio, so that the fish would be immerse avoiding direct contact with the ice. Part of the fish lot was kept entire while the other parcel was gutted and pulped at a local fishing industry. Pulp and entire fish were then carried to the FURG's Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade.The work is constituted by a bibliographical revision which emphasizes the importance of the studied fishing resource as a potential to be explored, talking about its functional properties, methods of quality evaluation and conservation forms. The work development is expressed by three articles. The first one had as an objective to characterize the anchovy's odor in order to verify its changing according to the time while stored in the same on-board conditions. The results defined the freshness of anchovy in groups according the following odors: sea, grass and baked fish, characterizing freshness loss through the presence of acid, penetrating and pungent odor. The pungent odor started being detected by the judges from the 8th day of storage. In the second article the alterations suffered by the raw material due the storage time in ice and sea water under the point of view of proteins functionality, such as Solubility (PS), Water Holding Capacity (WHC), Oil Holding Capacity (OHC) and Emulsifying Capacity (EC), the alterations of the odor feature (sensorially evaluated) as well as its freshness (N-BVT, N-TMA and pH), analyzed daily during a period of 9 days. With the storage time the results indicated an average values reduction of the functional properties that were studied. N-BVT and pH parameters had not proved themselves efficient to be used in order to indicate the raw material freshness limit under experimental conditions. However, N-TMA demonstrated an important correlation with the odor feature showing itself as an efficient parameter to evaluate anchovy freshness while stored in ice and sea water. It was possible to indicate 7 days as the limit of anchovy acceptability when stored under experimental conditions. In the third article the protein pulp and fish protein bases, elaborated from different solvents (H_2O and H_3PO_4 0,05%), had been monitored concerning the freshness parameters (N-BVT, N-TMA and pH) and fat stability (peroxide index and number of thiobarbiturical acid) when such products are stored under freezing conditions for 120 days, as well as, microbiologically, in the beginning and at the end of storage time. Also, in this third chapter the functionality of proteins from protein bases, when submitted to a drying process at the temperatures of 40, 60 and 70°C. The results indicated H_3PO_4 as the best solvent used for soluble protein extraction. They also registered no important variations in freshness parameters, in fat stability and microbiologicals during the storage of the analysed samples. The shortest drying time was obtained by the protein bases elaborated from H_3PO_4, disregarding the temperature used. The highest SP and CRA were registered for the drying process at the temperature of 60°C and for CRG and CE, the best values were obtained for 40°C.

Key words: Freezing, odor, fish, functional properties, drying.

1 INTRODUÇÃO

Segundo FERREIRA et al. (2002) a carne de pescado apresenta atualmente um grande potencial de mercado, pois esse produto industrializado ou *in natura* pode atender as necessidades do consumidor no que se refere a aspectos nutricionais, sensoriais e conveniência, devido ao fácil preparo. Apesar das excelentes características nutricionais, o Brasil, ainda apresenta um dos mais baixos índices de consumo de pescado, chegando a 8 Kg percapita no final de 2004 (PARMIDIANI & TORRES, 2005). A falta de diversificação da indústria processadora de pescado no Brasil, aliado a fatores culturais e econômicos, é um dos motivos do baixo consumo de pescado. O desenvolvimento de novos produtos, a partir de matérias-primas inexploradas, seria uma alternativa para aumentar o consumo de pescado no país.

Dentre os peixes ainda inexplorados que habitam o Sul do Brasil destaca-se a anchoita (*Engraulis anchoita*). A anchoita é um pelágico de pequeno porte, pertencente a família *Engraulidae,* e encontra-se amplamente distribuída em águas brasileiras (SHWINGEL & CASTELO, 2000). As espécies do gênero *Engraulis* sustentam uma importante indústria pesqueira em diferentes regiões do planeta. No entanto, em países como o Uruguai, a maior parte desta matéria-prima é destinada para a produção de farinha de pescado, utilizada como ração animal. Visando o consumo humano, em países como a Argentina, são, normalmente, comercializadas como pescado fresco, filés em salmoura, conservas em óleos, patês, entre outros (HERRERA & CORREO, 1997).

No Brasil, este recurso não é explorado. Dentre as razões para o não desenvolvimento da pescaria de anchoita no Brasil destacam-se a inexistência de mercado consumidor, devido a fatores que vão desde o baixo rendimento até a rápida perda de qualidade, a fragilidade da espécie ao manuseio, falta de tecnologia adequada à pescaria, inviabilização econômica do recurso e sistema de armazenamento para preservar a qualidade do produto até o consumo final ineficiente (HAIMOVICI, 1997; SHWINGEL & CASTELO, 2000; CASTELLO & CASTELLO, 2003).

O desenvolvimento de produtos tais como sopas, hambúrgueres, almôndegas, arroz tipo carreteiro ou embutidos, utilizando como matéria-prima a anchoita *in natura* ou processada como base protéica viria contribuir para solucionar os problemas de subexploração desta espécie, bem como, aumentar o consumo de pescado no Brasil. Em face disto o trabalho teve por objetivo estudar as propriedades funcionais da

anchoita (*Engraulis anchoita*) e suas modificações quando armazenada em gelo e água do mar e processada como base protéica.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção e Consumo de Pescado

Nas últimas décadas, o mercado mundial de pescado evoluiu, tanto quantitativa como qualitativamente de maneira contínua. Em 1961, os 3 bilhões de habitantes do planeta consumian anualmente, uma méida de 8,9 kg de pescado percapita. Em 1998, segundo as estatísticas da FAO, os 6 bilhões de habitantes consumian uma média anual de 15,7 kg de pescado per capita. Em termos gerais, a produção e o comércio de pescado nos últimos 40 anos foi multiplicada por 4, pela duplicação da população e pelo consumo per capita. O aumento do consumo de pescado pode ser explicado por três fatores básicos: o reconhecimento generalizado do pescado como alimento saudável, a diversificação dos produtos pesqueiros como conseqüência da industrialização e o desenvolvimento da logística de distribuição, principalmente dos meios de transporte e da cadeia do frio (WIEFELS, 2001).

Com relação ao Brasil, em 1961, os brasileiros consumian 4,7 kg de pescado percapita. Em 2001, este valor subiu para 6,9 kg de pescado ao ano (WIEFELS, 2001). Porém, apesar do consumo de pescado ter passado para 8,0 kg de pescado ao ano em 2004, ainda encontra-se abaixo do valor mínimo recomendado pela FAO de 12 kg ao ano (PARMIAGINI & TORRES, 2005). Uma das razões do baixo consumo de pescado no Brasil está relacionada com a subutilização do produto da pesca e a falta de diversificação da indústria processadora de pescado que acaba originando uma grande quantidade de resíduos e destinando as espécies marinhas de pequeno porte à produção de farinha de peixe, que possui baixo valor comercial.

Existem regiões ou estados do Brasil que se destacam devido à participação na produção pesqueira do país. Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o Pará é o estado que mais produz pescado, Santa Catarina ocupa o segundo lugar (IBAMA, 2003). A região Sul do Brasil é a terceira em potencial pesqueiro nacional e, dentre os estados desta região, destaca-se o estado do Rio Grande do Sul. Atualmente o estado é responsável por cerca de 25% do pescado industrializado no país e até o começo da década de 90 o parque industrial pesqueiro instalado em Rio Grande correspondia a aproximadamente 50% da capacidade da indústria pesqueira no Brasil. Estão concentrados em empresas instaladas em Rio Grande aproximadamente 80% dos resultados da indústria

pesqueira instalada no Estado (ALONSO et al., 1994) e cerca de 95% dos desembarques totais de pescado no Rio Grande do Sul (MARTINS et al., 2002). O estado do Rio Grande do Sul apresentou um desembarque de 40.189.390 kg de pescado em 2004 (BRASIL, 2005).

Segundo a FAO (2003), a pesca extrativa marinha mundial acusou decréscimo de 3,45% de 2001 a 2002. Ainda a FAO, no documento "The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA)", prognosticou para os próximos 30 anos, a estagnação da produção pesqueira mundial, enquanto que o consumo per capita de pescado está estimado para aumentar 84% na China, 60% no Sul da Ásia e 50% na América Latina e Caribe. Para suprir a demanda crescente desta proteína de alto valor biológico, torna-se necessário a captura de outras espécies de pescado que ainda permanecem inexploradas.

2.1.1 Anchoita (*Engraulis anchoita*)

A maior parte da captura mundial de pescado é proveniente de espécies marinhas, sendo metade correspondente à espécies demersais e a outra à espécies pelágicas (FAO,1997). Os peixes pelágicos por sua condição de habitat e por formar grandes cardumes são de grande importância industrial, podendo ser capturados mais facilmente. Entre os peixes pelágicos que se encontram no sul do Brasil tem-se, por exemplo, a savelha (*Brevoortina pectinata*), a anchoita (*Engraulis anchoita*) e a anchova (*Pomatomus saltatrix*) (GONÇALVES & SOUZA-SOARES, 1998).

Dentre os pelágicos de pequeno porte destaca-se a anchoita (*Engraulis anchoita*), pertencente a família *Engraulidae*, por apresentar-se amplamente disponível em águas brasileiras, porém sem exploração comercial (PONS-SÁNCHEZ-CASADO et al., 2006). A anchoita é uma das poucas espécies que ainda restam no mundo reconhecidamente sub-explotadas. Tendo um potencial de captura de cerca de 1 milhão de toneladas por ano nas águas do Norte da Argentina, Uruguai e Sul do Brasil, as atuais capturas se limitam a cerca de 30.000 toneladas na Argentina, o que significa que 97% do recurso não é aproveitado (HERRERA & CORREO, 1997).

Os problemas associados a explotação da anchoita têm sido identificados como sendo a falta de mercado para a espécie, de introdução de tecnologia adequada à pescaria, inviabilização econômica do recurso e sistema de armazenamento para

preservar a qualidade do produto até o consumo final ineficiente (SCHWINGEL & CASTELLO, 2000).

A anchoita, *Engraulis anchoita*, encontrada no sul do Brasil faz parte do estoque uruguaio-argentino que migrando desde o sul entra em águas brasileiras durante o inverno e primavera acompanhando o deslocamento das águas frias da rama costeira da Corrente das Malvinas. A anchoita domina o ecossistema pelágico do Rio Grande do Sul e se distribui no Atlântico Sul Ocidental desde o norte do Rio de Janeiro, Brasil, até o Golfo São Jorge, Argentina. Estimativas da biomassa de anchoita indicam grandes flutuações sazonais e interanuais para a costa do Rio Grande do Sul (SCHWINGEL, 1991; CASTELLO, 1997).

As formas de aproveitamento deste pequeno pelágico variam desde produtos com alto valor agregado, a exemplo das espécies européias (*Engraulis encrasilocus*), até a redução em farinha de pescado como é o caso da anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) (HERRERA & CORREO, 1997). Com relação aos produtos elaborados na Argentina e Uruguai, esta espécie é, normalmente, comercializada na forma marinada, pescado fresco, filés em salmoura, conserva em óleos, entre outros (SCHWINGEL & CASTELLO, 2000).

FUSELLI et al. (1994) avaliaram microbiológica e sensorialmente o processo de marinação da anchoita (*Engraulis anchoita*). Um estudo microbiológico foi conduzido em cada estágio do processo para determinar a flora especifica. O comportamento das 3 matérias-primas utilizadas (anchoita fresca, pré-salgada e congelada) foi avaliado. *Micrococus* sp. e *Lactobacillus* sp. foram identificados em cada estágio do processo para todas as amostras avaliadas. Os resultados microbiológicos e sensoriais indicaram que as matérias-primas usadas foram adequadas para o processo de marinação.

CABRER et al. (2002) estudaram as alterações físicas e químicas promovidas durante o processo de marinação nos filés de anchoita (*Engraulis anchoita*). Os autores verificaram que a maioria das alterações ocorreram nas primeiras 24 horas, chamada pelos autores de período variável, o final do processo de marinação foi chamado de período constante. O máximo escore sensorial foi atingido com 9 dias de marinação, quando as alterações estruturais foram concluídas.

YEANNES & CASALES (1995) estudaram as variáveis do processo de marinação da anchoita (*Engraulis anchoita*). Os autores avaliaram a possibilidade de se utilizar matéria-prima fresca, congelada a bordo e pré-salgada, armazenadas em diferentes temperaturas e tempo de permanência no banho, para a obtenção de marinados. Os resultados sensoriais inidicaram que o produto com melhor qualidade foi obtido a partir da matéria-prima fresca, sendo todas aptas para elaboração de marinados.

GAHN et al. (2004) elaboraram uma pasta de anchoita (*Engraulis anchoita*) a partir dos recortes da linha de processamento de filés de anchoita em azeite. O produto deveria possuir as seguintes características: untabilidade tipo patê, brilho e menor teor de sal que as marcas presentes no mercado. O produto final apresentou uma concentração de sal de 8,59%, 0,87 de atividade de água e uma vida útil de 6 meses a 8°C.

VALLE et al. (1984) estudaram a vida útil da anchoita (*Engraulis anchoita*) em salmoura armazenada sob refrigeração (0°C). Os autores verificaram que o tempo de vida útil da anchoita mantida nestas condições foi de 85 horas. Também observaram que as concentrações de salmoura utilizadas (4; 7 e10%) apresentaram pequeno efeito na perda de qualidade do produto.

Como características biológicas, a anchoita possui corpo alargado, fusiforme com escamas ciclóides e que se desprendem com facilidade, boca ampla e grande com dentes agudos e pequenos. Possui uma única aleta dorsal e aleta caudal bifucarda. Apresenta sexos separados, quando adulta, pode ter um comprimento variando de 14 a 21 cm. Normalmente, o dorso da cabeça e a zona dorsal são escuros, de coloração preto ou preto azulado, zona ventral branco-prateado, sendo o restante do corpo prateado (CHIESA & PIN, 2005). A textura da anchoita é relativamente frágil e o seu manuseio a bordo e no desembarque deve ser objeto de cuidados para evitar o rompimento do pescado (HERRERA & CORREO, 1997).

Após a morte, o músculo da anchoita sofre algumas modificações e alterações profundas nas suas características sensoriais. Estas podem ser facilmente verificadas pelo odor, visão e toque. Algumas dessas alterações são devido ao alto conteúdo de água e de aminoácidos livres, os quais permitem rápido crescimento bacteriano, mesmo sob refrigeração (PONS-SÁNCHEZ-CASCADO et al., 2006).

2.2 Métodos de Avaliação da Qualidade do Pescado

Espécies marinhas sofrem rápida deterioração após a morte devido a uma variedade de mecanismos de degradação bioquímica e microbiológica. No entanto, a perda da qualidade depende diretamente do estado da espécie “in natura” e das condições de mansueio e estocagem (RODRÍGUEZ et al., 2006). As alterações iniciam pela ação das enzimas que hidrolisam proteínas e gorduras. Em seguida, ocorre a ação microbiana, provocando alterações químicas e físicas profundas no pescado (ANDRADE et al., 2002).

A vida útil do pescado fresco depende de fatores como a flora bacteriana, temperatura de estocagem e de suas condições fisiológicas. A vida útil reflete a qualidade do produto final, fresco ou processado. A qualidade do pescado pode ser estimada através de testes sensoriais, métodos microbiológicos, medida dos compostos voláteis e oxidação lipídica, determinação de alterações nas proteínas do músculo, produtos do ATP e alterações físicas do pescado. No entanto existem alterações que dependem da idade, sexo, desenvolvimento, alimentação e sazonalidade (RAATIKAINEN et al., 2005).

Muitos métodos químicos têm sido sugeridos como índices de deterioração da qualidade do pescado durante a estocagem. Dentre os métodos químicos destacam-se os conteúdos de trimetilamina (TMA), bases voláteis totais (BVT) e nucleotídeos (K, Ki, H e valor-G) (ÖZOGUL et al., 2000; ÖZOGUL et al., 2004).

Outro fator importante para avaliar a deterioração do pescado é o valor do pH da carne. Alguns autores consideram que a determinação do pH não é um índice seguro do estado de frescor ou do início de deterioração. Seu uso é geralmente restrito por variar de amostra para amostra e por ocorrerem ciclos de flutuações durante o período de estocagem (MAIA & OGAWA, 1999). Para o pH da carne, os níveis externos aceitáveis são os inferiores a 6,8 e internos a 6,5 (BRASIL, 1980).

2.2.1 Nitrogênio de Bases Voláteis Totais (N-BVT)

Em pescado marinho, as bases voláteis totais (N-BVT) primariamente incluem trimetilamina (N-TMA), a amônia e a dimetilamina (DMA). Cada um destes compostos, tão bem quanto as N-BVT, se constitui em um índice útil para aferir a deterioração em

diferentes alimentos marinhos frescos ou em semiconservas (EU COMMISSION, 2005).

No início do processo degradativo, a base volátil mais representativa é a amônia originária dos produtos da desaminação dos derivados do ATP. Posteriormente, a amônia proveniente da degradação de outros compostos nitrogenados, a exemplo de aminoácidos, juntamente com a trimetilamina, formada a partir do óxido de trimetilamina, passa a se fazer presente (MAIA & OGAWA, 1999).

Os limites de aceitabilidade para os teores de N-BVT sofrem grandes variações, segundo MAIA & OGAWA, 1999, para peixes em excelente estado de frescor, o teor de N-BVT atinge de 5 a 10 mg/100g de carne; peixes com frescor razoável podem atingir de 15 a 25 mg/100g de carne. No início da putrefação, este teor pode ir de 30 a 40 mg/100g e, quando bastante deteriorado, tal conteúdo deve encontrar-se acima de 50 mg/100g.

FILSINGER et al. (1984) avaliaram a formação de bases voláteis totais durante o processo de maturação da anchoita (*Engraulis anchoita*). Os autores verificaram uma relação linear entre a concentração de N-BVT e o tempo de maturação, assim como uma relação exponencial entre o N-BVT e a pontuação sensorial. Os resultados indicaram que é possível utilizar a determinação de N-BVT como um método objetivo para acompanhar o processo de maturação da anchoita.

YEANNES et al. (1983) estudaram a formação de bases voláteis totais durante o processo de elaboração de conservas de pescado de anchoita (*Engraulis anchoita*). Os autores determinaram a concentração de N-BVT antes e depois do cozimento e após o processo de esterilização. Os resultados indicaram que em todas as amostras foi detectado um aumento de N-BVT devido aos processos térmicos.

OETTERER et al. (2003) analisando sardinha (*Sardinella brasiliensis*), verificaram que quando *in natura*, o pescado apresentou uma concentração de N-BVT de 19,32 mg/100g.

Segundo GOULAS & KONTOMINAS (2005), ao armazenar filés crus de “chub mackerel” (*Scomber japonicus*) a temperatura de 2 a 3° C, obtêm-se valores iniciais de N-BVT de 10,93 mg/100g, o que é um indicativo de frescor, chegando a 58,16 mg/100g após 30 dias de armazenamento. Ainda de acordo com GOULAS &

KONTOMINAS (2005) outros autores têm relatado diferentes níveis de aceitação para N-BVT como: 30 – 40 mg/100g (Connell, 1990); 25 – 30 mg/100g (Lopez-Caballero et al., 2000); 20 – 25 mg/100g (Kim et al., 2002).

BENJAKUL et al. (2003) armazenaram “lizardfish” (*Saurida tumbil*) em gelo e verificaram que o pescado descabeçado e eviscerado apresentou menor concentração de N-BVT e N-TMA que o pescado inteiro. Os valores de N-BVT e N-TMA do pescado inteiro, no início do experimento, foram em torno 10 e 2 mg/100g de amostra, respectivamente. Ao final do período de 25 dias de armazenamento os níveis de N-BVT e N-TMA do pescado foram de 28 e 9 mg/100g de amostra, respectivamente. Segundo os autores, as vísceras e as guelras são as maiores fontes de enzimas, bem como, microrganismos. Entretanto, a remoção desses órgãos presumidamente resulta em menor hidrólise de compostos nitrogenados. A formação de N-BVT e N-TMA é, geralmente, associada com o crescimento de microrganismos e pode ser usada como indicativo de deterioração.

2.2.2 Nitrogênio de trimetilamina (N-TMA)

A trimetilamina é uma substância peculiar aos peixes e crustáceos marinhos e está distribuída principalmente nos músculos e vísceras. Alterações no conteúdo de trimetilamina (N-TMA) na porção comestível do pescado durante o primeiro período de vida útil são insignificantes e o valor de bases voláteis totais (N-BVT) medido é limitado pelo fato de que quando quantidades significantes desses compostos são produzidas, o pescado já está em estado de degradação (LOUGOVOIS, et al., 2003).

RODRÍGUEZ-JÉREZ et al. (2005) reportam que a determinação das N-BVT não deve ser considerada um método seguro para todas as espécies de pescado, e os teores de N-BVT e N-TMA não são índices sensíveis de frescor devido a elevada variabilidade.

Segundo MAIA & OGAWA (1999) para carne de arenque e lagosta detecta-se odor desagradável em um nível de N-TMA a partir de 7,0 mg/100g; em “haddock” a partir de 4,0 – 6,0 mg/100g e atum, 1,5 – 2,0 mg/100g. Estes valores representam o limiar para a deterioração. Tais limites podem variar um pouco dependendo da espécie do pescado

RODRÍGUEZ et al. (2006) ao armazenar farmed turbot (*Psetta maxima*) com gelo em escamas e em flocos, verificaram que a concentração de N-TMA no pescado aumentou muito lentamente durante o período de 0 a 26 dias de armazenamento nestas condições. Valores em torno de 4 e 5 mg/100g foram obtidos para o pescado estocado com gelo em escamas nos dias 22 e 26, respectivamente. Em contraste, concentrações de N-TMA acima de 11 e 18mg/100g de amostra foram encontradas no músculo do pescado estocado por 22 e 26 dias com gelo em flocos, respectivamente. Após este período, um rápido aumento foi observado entre 26 e 29 dias para as duas condições de armazenamento.

YAPAR & YETIM (1998) armazenaram anchoita (*Engraulis encrasicolus*) sob diferentes condições por 10 dias para avaliação do frescor, onde a concentração de N-TMA foi determinada durante este período. A concentração de N-TMA da anchoita foi de 0,66 mg/100g de pescado no início do experimento a temperatura ambiente, sendo este valor incrementado para 14,67 mg/100g no segundo dia, chegando a 98,12 mg/100g no quinto dia de armazenamento. Na maioria das pesquisas, o limite de aceitabilidade para concentração de N-TMA do pescado é usualmente menor do que 15 mg/100g, no entanto, para as amostras avaliadas não atingirem este limite, não devem ser armazenadas por mais que 2 dias a temperatura ambiente e, aproximadamente, uma semana sob refrigeração.

De acordo com os autores relatados, pode-se observar uma grande variação nos teores iniciais e finais de N-BVT e N-TMA. Isso se deve, provavelmente, as diferenças de espécies, estação do ano e região de captura, idade, sexo, tipo de músculo, dieta dos peixes, bem como, aos tratamentos específicos e as condições de processamento e armazenamento (REDDY et al., 1997; RODRIGUEZ et al., 1999).

DONDERO et al. (2004) reportam que a concentração final e a taxa de N-TMA desenvolvida dependem também da temperatura de armazenamento, pois o aumento da temperatura resulta em aumento da concentração de N-TMA. Como o N-TMA é produzido a partir de óxido de trimetilamina (TMAO) pela ação de enzimas intrínsecas e bactérias, uma menor temperatura de armazenamento promoveria uma redução na velocidade das reações enzimáticas, do crescimento bacteriano e, conseqüentemente, da concentração de N-TMA.

2.2.3 Oxidação Lipídica

Durante a vida útil do pescado os parâmetros de qualidade apresentam alterações físicas como consistência, conteúdo de água ou cor, ou bioquímicas como alterações nos lipídios, proteínas ou enzimas. A concentração dos lipídios e enzimas apresenta variação sazonal (RAATIKAINEN et al., 2005).

Os lipídios marinhos têm um alto conteúdo de ácidos graxos polinsaturados (PUFA), em particular, ácido eicosapentaenóico (EPA, 20:5ϖ-3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6ϖ-6). A degradação dos PUFAs por autoxidação durante a estocagem e processamento de óleos e gorduras de pescado, leva facilmente a formação de voláteis associados com a rancificação. A taxa e o grau da reação dependem mais da espécie de peixe do que da presença ou ausência de ativadores ou inibidores no processamento ou estocagem. O acesso a processos tecnológicos como a vitrificação, que é um banho com água a baixa temperatura, ou a lavagem para eliminação de pró-oxidantes, tem demonstrado o retardamento da taxa de oxidação das gorduras no pescado (PAZOS et al., 2005).

Os lipídios do pescado por serem altamente insaturados são oxidados com mais facilidade, resultando em alterações no odor, gosto, textura, cor e valor nutricional. A oxidação inicia imediatamente após a captura, mas se torna particularmente importante para a vida útil somente a temperaturas menores que 0°C, quando a taxa de oxidação se torna maior fator de deterioração do que a atividade microbiana. O início da oxidação lipídica surge a partir de varias alterações no tecido do pescado logo após a morte. Essas alterações, distúrbios naturais no balanço entre antioxidantes e pró-oxidantes, incluem o acúmulo do oxigênio, ativação de hemoproteínas, aumento de ferro livre e o consumo dos antioxidantes (ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997).

Um dos métodos utilizados para determinar a oxidação lipídica é o índice de peróxido, pois os hidroperóxidos são os primeiros compostos a se formar no processo de oxidação. Estes são inodoros e se decompõe em uma variedade de compostos secundários, voláteis e não voláteis (GRAY et al., 1996).

KOWALE et al. (1996) reporta que o número de TBA (ácido 2-tiobarbitúrico) tem sido utilizado como valor empírico para acompanhar a evolução da rancidez

durante o armazenamento de carnes e derivados. O número de TBA é expresso em miligramas de malonaldeído equivalente por quilograma de amostra.

2.2.4 Microbiologia

A qualidade inicial do material cru, considerando seu frescor, carga microbiana e dano físico, é um importante fator que influência a qualidade do produto final (GÖKOGLU et al., 2004).

O pescado é um dos produtos alimentícios mais perecíveis e sua vida útil é limitada pela presença do oxigênio atmosférico que irá promover alterações químicas e crescimento de microrganismos aeróbicos. O crescimento de microrganismos torna os alimentos sensorialmente inaceitáveis para consumo porque provoca alterações na cor, odor e textura. (ÖZOGUL et al., 2004).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Resolução RDC n° 12) de 2001 estabelece para pescados crus, refrigerados e congelados, os seguintes parâmetros: ausência de *Salmonella* sp. em 25g de amostra; índice máximo de 10^3 UFC.g^{-1} para *Staphylococcus* coagulase positivo e 10^2 NMP.g^{-1} de coliformes a 45°C (BRASIL, 2001).

A atividade microbiana é um dos principais fatores limitantes da vida útil do pescado fresco. A estimação do total de células viáveis é usada como índice de aceitabilidade. Recém capturado o pescado contém uma microflora diversa. Células viáveis entre 10^2 – 10^6 ufc/g são usuais em pescado inteiro e filés (ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997).

OZOGUL et al. (2000) armazenaram arenque (*Clupea harengus*) em atmosfera modificada, vácuo, gelo e sem gelo. A qualidade inicial do pescado usado no estudo foi boa, indicado pelo baixo número de bactérias iniciais (10^4 UFC/g). As análises microbiológicas indicaram que o armazenamento com CO_2 e vácuo prolongou a vida útil do arenque. O menor crescimento bacteriano foi obtido para a amostra estocada em atmosfera modificada.

OZOGUL et al. (2004) analisaram microbiologicamente o tempo de vida útil da sardinha (*Sardina pilchardus*) armazenada em atmosfera modificada, vácuo e ar, sendo todas as amostras mantidas sob refrigeração a 4°C. Os resultados indicaram um rápido crescimento bacteriano na amostra estocada com ar. A menor contagem de

células viáveis e bactérias formadoras de histamina foram obtidas para amostra armazenada em atmosfera modificada. O resultado indica que a presença de CO_2 na embalagem inibe o crescimento de microrganismos, o que resulta em uma menor deterioração e extensão da vida útil do pescado.

RODRÍGUEZ et al. (2006) avaliaram microbiologicamente as alterações sofridas pelo linguado cultivado (*Psetta máxima*) armazenado com gelo em escamas e em flocos. Os resultados mostraram que a contagem total de bactérias aeróbicas começou a variar significativamente após 19 dias de armazenamento com gelo em escamas, indicando um menor crescimento microbiológico quando comparado com a estocagem com gelo em flocos, onde contagens aeróbicas acima de 10^6 UFC/g foram determinadas depois de 14 dias de armazenamento. Com relação ao desenvolvimento de coliformes, no músculo armazenado com gelo em escamas, não houve variação durante os 40 dias de estocagem, apresentando contagens que de 12 UFC/g após 36 dias de armazenamento. Em contraste, o músculo estocado com gelo em flocos apresentou um incremento significativo na contagem de coliformes, apresentando em torno de 10^4 UFC/g após 29 dias de armazenamento.

2.2.5 Avaliação Sensorial

A avaliação sensorial é definida como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar as características dos alimentos percebidos por sensores como visão, olfato, gosto, tato e audição. Os testes sensoriais podem ser divididos em 3 grupos: testes discriminativos, descritivos e afetivos (ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997).

Os testes discriminativos dividem-se em testes de diferença e de sensibilidade. Os testes de diferença, por sua vez, envolvem uma classe de vários métodos específicos como teste triangular, de comparação pareada, ordenação, duo-trio e comparação múltipla, e indicam se existe diferença entre duas ou mais amostras. Os testes de sensibilidade, como o do estímulo constante, limiar e diluição, medem os limites de percepção do estimulo (LAWLESS & HEYMANN, 1999). Os testes descritivos comumente utilizam escalas estruturadas para medida de qualidade e perfis para descrever detalhadamente um ou mais atributos. Os testes afetivos são subjetivos e baseiam-se na medida de preferência ou aceitação dos consumidores. A escolha do teste depende da proposta de aplicação da avaliação sensorial e do tempo

usado para o desenvolvimento do produto, controle de qualidade, estudos ou pesquisas de mercado consumidor (ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997).

O mais importante para a obtenção de um produto final de alta qualidade são as características sensoriais, que irão produzir cor específica, sabor, gosto e textura. Essas características, intrínsecas de cada espécie, estão relacionadas ao músculo do pescado, vísceras, microrganismos e enzimas (OETTERER et al., 2003).

PERUJO et al. (2001) avaliaram as características de odor, cor, sabor e textura de um produto fermentado a partir de xixarro (*Trachurus lathami*), utilizando o método descritivo. O produto foi caracterizado sensorialmente por apresentar odor agradável (lembrando folha seca e queijo), textura macia (que forma massa facilmente), cor marrom avermelhada, sabor forte e picante.

CARDINAL et al. (2006) avaliaram os efeitos do processo de defumação nas características de odor do arenque (*Clupea harengus*) utilizando um teste de perfil descritivo. Cada membro da equipe de 12 julgadores descreveu as principais características do odor dos produtos elaborados utilizando 5 técnicas de defumação. Os resultados mostraram uma clara discriminação entre as características de odor dos produtos elaborados que estavam especialmente relacionados com o processo de defumação utilizado.

TRIQUI & ZOUINE (1999) avaliaram sensorialmente o processo de maturação, utilizando 4 técnicas diferentes, da anchoita (*Engraulis encrasicholus*). As características avaliadas foram: odor do pescado, cor e consistência da carne e aderência dos filés. Os resultados indicaram a grande contribuição dos aldeídos altamente voláteis para o aroma maturado desejado no produto final.

GÖKOGLU et al. (2004) armazenaram sardinha (*Sardina pilchardus*) marinada a 4°C e avaliaram o pescado sensorialmente segundo aparência, odor, gosto e textura, usando uma escala descritiva de 9 pontos. Notas de 7-9 indicavam qualidade muito boa, de 4,0-6,9, boa qualidade, de 1,0-3,9, produto inaceitável. O produto apresentou qualidade muito boa até 90 dias e apresentou-se inaceitável aos 120 dias.

Tradicionalmente, o frescor do pescado tem sido avaliado através de inspeção sensorial. Este procedimento tem várias vantagens como ser rápido, confiável e ser diretamente medido por atributos como aparência e odor. A União Européia tem usado

este método para avaliar o frescor do pescado desde 1970 (PONS-SÁNCHEZ-CASCADO et al., 2006).

O odor é um dos atributos de qualidade para pescado e frutos do mar que mais influenciam na aceitabilidade dos produtos pelos consumidores. Muitas pesquisas têm sido realizadas desde a década passada e mais de 300 voláteis foram identificados em pescado fresco e processado (TRIQUI & ZOUINE, 1999)

Medidas das características de compostos voláteis podem ser usadas para monitorar o estado de frescor ou deterioração do pescado. Os compostos voláteis contribuem para o odor do pescado e podem ser divididos em 3 grupos baseado em sua origem: pescado fresco (plantas, verde), deterioração microbiológica (frutal, doce, amoniacal) e oxidação (óleo, tinta) (ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997).

QUEIROZ et al. (1993) avaliaram sensorialmente o frescor do pescado armazenado em gelo utilizando uma escala estruturada de doze pontos, mediante intervalos de pontos (12-8 frescor; 8-5 aceitação; 5-0 rejeição). Os atributos analisados foram: aparência externa e interna, olhos e brânquias. Os resultados obtidos permitiram definir o frescor até o 6°dia, aceitação até o 8°dia e rejeição após o 9°dia.

SIMÕES et al. (2004) avaliaram a eficiência de extração dos compostos que conferiam odor característico a pescado, em uma base protéica (BPP) obtida utilizando diferentes condições de lavagem. Os 12 julgadores selecionados e treinados para a detecção deste atributo verificaram que são necessários apenas 2 ciclos de lavagem para eliminar o odor característico a pescado, sendo um com ácido fosfórico e outro com água.

RODRÍGUES et al. (2006) avaliaram sensorialmente as alterações sofridas pelo “farmed turbot” (*Psetta máxima*) armazenado com gelo em escamas e em flocos. Durante a análise, o pescado foi avaliado segundo 4 categorias: alta qualidade (E), boa qualidade (A), qualidade regular (B) e inaceitável para consumo (C). Os parâmetros avaliados foram: odor da pele, guelras, consistência e odor da carne. Os autores verificaram que o pescado armazenado com gelo em escamas apresentou boa qualidade (classificado com E ou A) por 22 dias, período de tempo superior ao pescado com gelo em flocos (14 dias).

PONS-SÁNCHES-CASCADO et al. (2006) desenvolveram um método de índice de qualidade (QIM) e uma escala estruturada para avaliar o frescor da anchoita do Mediterrâneo (*Engraulis encrasicholus*) armazenada em gelo e mantida sob refrigeração a 4°C. Os parâmetros avaliados foram: aparência da superfície, presença de muco, olhos (claridade, pupila e forma), guelras (cor e odor), abdômen e carne (aparência e cor). O resultados indicaram o limite de aceitabilidade do pescado armazenado nestas condições como sendo de 5 dias.

OZOGUL et al. (2004) analisaram o tempo de vida útil da sardinha (*Sardina pilchardus*) armazenada em atmosfera modificada, vácuo e ar, sendo todas as amostras mantidas sob refrigeração a 4°C. A equipe de 6 julgadores avaliou a aparência geral (pele, muco, escamas, olhos, guelras e barriga) e definiu a vida útil do pescado armazenado em atmosfera modificada por um período de 12 dias, em vácuo por 9 dias e 3 dias estocado em ar.

OZOGUL et al. (2000) armazenaram arenque (*Clupea harengus*) em atmosfera modificada, vácuo, gelo e sem gelo. As amostras foram avaliadas segundo aparência geral, olhos, guelras, muco e cavidade abdominal. Sensorialmente, a vida útil da amostra mantida em atmosfera modificada foi de 10 dias, em vácuo de 8 dias, em gelo de 8 dias e sem gelo menor do que 4 dias.

2.3 Conservação do Pescado

A rápida deterioração na qualidade do pescado fresco é causada por atividades microbianas e de enzimas endógenas no animal *post mortem*. A fração de nitrogênio não protéico de carne de pescado consiste de compostos nitrogenados de baixo peso molecular solúveis em água, tais como, aminoácidos e nucleotídeos, que formam um substrato útil para o crescimento microbiano (FURLAN, 2004). Devido a isso, a conservação desta matéria-prima torna-se um fator crucial para a elaboração de produtos de alta qualidade.

Nas operações de transformação e processamento do pescado é importante saber que o grau de frescor é um parâmetro fundamental, pois não se obtém um bom produto a partir de uma matéria-prima de qualidade intermediária ou insatisfatória (FERREIRA et al., 2002).

Outro aspecto a considerar no processamento é a composição química do peixe. Dos constituintes químicos do pescado, o mais importante é o teor de gordura. Segundo seu teor de gordura os peixes podem ser classificados em gordos (>8,0% de gordura), semi-gordos (3,0 – 8,0%) e magros (2,0 – 3,0%). O conhecimento da composição dos alimentos de origem animal, bem como, de seus derivados é importante, pois pode determinar a escolha dos processos de transformação, conservação, bem como, das medidas de proteção que possam aumentar a vida útil do produto final (BRESSAN, 2002).

Os resultados de conservação do pescado são bastante numerosos e existem muitas técnicas consideradas boas. No entanto, por mais perfeito que seja, o método não restitui ao consumidor o peixe no estado no qual se achava antes do beneficiamento. Dentre os processos de preservação do pescado, normalmente, utilizados pode-se citar o processo de congelamento, salga (úmida, seca e mista), elaboração de conservas (enlatamento) e defumação. Atualmente, entre os processos utilizados para conservar a qualidade do pescado, visando sua posterior utilização como matéria-prima na elaboração de produtos a base de peixe, pode-se destacar o congelamento, a transformação do pescado em base protéica de pescado (BPP) ou surimi e o processo de secagem.

2.4 Congelamento

O pescado é altamente perecível e, em geral, é mantido em gelo previamente ao processamento para minimizar a sua deterioração (MOHAN et al., 2006). O congelamento e a estocagem dos produtos congelados são usados extensamente para a preservação de pescado e produtos pesqueiros. Embora o crescimento microbiano e quase todas as reações químicas possam ser temporariamente retardados pela baixa temperatura, o congelamento e a estocagem congelada podem ser responsáveis por várias mudanças químicas e físicas no pescado, o que pode afetar as propriedades funcionais e sensoriais dos produtos (ANESE & GORMLEY, 1996; NEVES FILHO, 2003).

A degradação da proteína do músculo é o maior problema associado ao pescado durante a estocagem. As mudanças nas propriedades do pescado são causadas principalmente por alterações nas proteínas miofibrilares durante a estocagem congelada como resultado da formação de ligações cruzadas intermoleculares e conseqüente agregação e desnaturação da actomiosina. A

desnaturação protéica envolve a formação de agregados intermoleculares através do hidrogênio (hidrofobicidade), e ligações dissulfídricas, tornando a desnaturação um processo irreversível (MOHAN et al., 2006).

Durante o congelamento, a diminuição da quantidade de água disponível das proteínas, bem como o aumento da concentração eletrolítica e o dano mecânico na estrutura do músculo, causados pelo crescimento de cristais de gelo são considerados as principais causas da desnaturação das proteínas do pescado congelado (ANESE & GORMLEY, 1996).

Produtos elaborados a partir de pescado picado ("minced") são comumente estocados e comercializados na forma congelada. No entanto, pescado e produtos pesqueiros podem sofrer alterações indesejáveis durante a estocagem congelada e a deterioração pode limitar o tempo de armazenamento. Essas alterações resultam em desnaturação protéica e oxidação lipídica (TOKUR et al., 2006).

2.5 Base Protéica de Pescado (BPP)

A BPP é um concentrado de proteína miofibrilar obtido pelo despolpamento mecânico do pescado fresco. É elaborado a partir de polpa de pescado ou "minced fish" que é a pasta de pescado congelada, feita principalmente a partir do músculo branco do pescado. O músculo é picado (moído), lavado com água (com ou sem agente clarificante), adicionado protetores protéicos (crioprotetores) e congelado (PARK, 2000; GONÇALVES & PASSOS, 2003; BENJAKUL et al., 2005). A BPP é uma matéria-prima crua que pode ser utilizada na elaboração de uma variedade de produtos, o qual pode se tornar mais popular devido as suas propriedades de textura únicas, bem como, alto valor nutricional (BENJAKUL et al., 2005).

Frutos do mar oriundos da indústria pesqueira, especialmente os pescados com carne escura, tem seu uso limitado devido a cor, susceptibilidade a oxidação e sabor residual. Como conseqüência, esta matéria-prima é descartada ou processada como produtos de baixo valor comercial (THIANSILAKUL et al., 2006). Espécies pequenas, de baixo valor comercial e sazonalmente abundantes, como as da família Engraulidae (*Engraulis* ssp.), são tradicionalmente utilizadas no desenvolvimento de produtos fermentados (OETTERER et al., 2003).

Inúmeros esforços têm sido realizados para iniciar a exploração de algumas espécies de peixe que são abundantes e subutilizadas. Estes esforços têm levado a produção de proteínas de pescado congelada, principalmente porque o acesso a origem de Alaska pollock tem sido limitada. O Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) é o pescado mais comum para elaboração desse produto. Pesquisas têm mostrado que além desta espécie, outras também têm sido usadas, produzindo uma BPP de alta qualidade. No entanto, apesar dos esforços para tentar usar espécies como marckerel e sardinha, o controle dos fatores que influenciam a produção em larga escala permanecem difíceis. Esses fatores são o alto conteúdo de lipídios, proteínas solúveis em água, bem como pigmentos e óxido de trimetilamina (TMAO) na polpa escura de pescado picado. Por isso, uma lavagem adequada é requerida para preparar uma BPP de alta qualidade (BENTIS, 2005).

O frescor é geralmente considerado o fator determinante na qualidade final da BPP, sendo também afetado pelo tempo e temperatura do pescado entre a captura e o processamento (BENJAKUL et al., 2003; BENJAKUL et al., 2005; PHATCHARAT et al., 2006).

Pescados frescos ou estocados em gelo são comumente utilizados para produção de BPP em todo o mundo. Devido a sobreexploração dos rescursos, a frota pesqueira tem que viajar longas distâncias para a captura do pescado, o que leva a perda da qualidade do material cru. Sem o correto manuseio, o pescado sofre uma drástica deterioração, associado com a degradação e desnaturação das proteínas miofibrilares. Como conseqüência, uma BPP de qualidade inferior é obtida (BENJAKUL et al., 2005).

Para a elaboração de uma BPP, logo após a captura o pescado deve ser eviscerado e descabeçado. Após este processo, a carne do pescado é separada mecanicamente. Durante a separação mecânica, pressão é usada para separar a carne da pele e das espinhas. A separação da carne moída é usada para elaborar produtos com carne cominutada. O músculo roxo do pescado não deve estar incluído para obtenção de uma BPP de alta qualidade (SUZUKI, 1987; FONKWE & SINGH, 1996; PARK, 2000).

O passo mais importante no processamento da BPP, que irá assegurar a máxima gelatinização, bem como, coloração e odor típico, é uma eficiente lavagem. Muitos problemas como cor, gosto e odor desenvolvidos na polpa picada são

minimizados ou eliminados com a lavagem (PARK, 2000). A lavagem, além de clarear a polpa, tem o objetivo secundário de remover componentes naturais da carne do pescado, que podem acelerar a deterioração (oxidação lipídica e microrganismos) durante a estocagem a baixas temperaturas, como proteínas solúveis em água, sangue e outros componentes (GONÇALVEZ & PASSOS, 2003; LIN et al., 2005). A cor da BPP pode ser aperfeiçoada através do aumento do número de ciclos de lavagem, tempo e quantidade de solução utilizada. Longos períodos de lavagem podem resultar em alta hidratação da polpa de pescado picada, sendo necessário um processo subseqüente de desidratação, e promove também a diminuição da habilidade de formação de gel (BENTIS et al., 2005).

LIN et al. (2005) promoveram a injeção de ar durante a lavagem da polpa. Neste tipo de lavagem, o ar é introduzido na água fria e a polpa é floculada e agitada pelas bolhas. Os autores estudaram as alterações das propriedades físicas, químicas e a eficiência da remoção de proteínas solúveis e miofibrilares da polpa congelada e submetida a diferentes períodos (5, 10, 15 e 20 minutos) de lavagem nestas condições.

SIMÕES et al. (2004) estudaram o efeito da lavagem na desodorização da BPP. Os autores utilizaram duas soluções de lavagem diferentes (H_2O e H_3PO_4), variando a relação soluto:solvente, com um número de 3 ciclos de extração e um período total de 6 minutos.

BENTIS et al. (2005) produziram produtos protéicos de pescado a partir de pequenos pelágicos (*Sardinops pilchardusts*) subutilizados pela indústria pesqueira. Os autores avaliaram a influência da lavagem, com diferentes soluções, na concentração de umidade, proteína e lipídios, bem como, na avaliação sensorial dos produtos elaborados.

Após a etapa de lavagem é realizado a adição de crioprotetores. A adição destes componentes é fundamental no processo de conservação, pois as proteínas do músculo de pescado deterioram-se rapidamente durante o armazenamento sob estado de congelamento e a adição de crioprotetores tem o objetivo de minimizar o processo de deterioração. Uma das vantagens para a elaboração de produtos a partir de polpa de peixe é a sua versatilidade como matéria-prima para outros produtos à base de peixe, como hambúrgueres, almôndegas e embutidos. A partir de uma formulação

base, pode-se elaborar todos esses produtos que tem grande aceitação nos países ocidentais (GONÇALVES & PASSOS, 2003).

Segundo PARK (2000), Nishiya et al. (1960), descobriram uma técnica que previnia a desnaturação das proteínas do músculo de pollock Alaska (*Theragra chalcogramma*) durante o congelamento. Esta técnica requeria a adição de carboidratos de baixo peso molecular, como sacarose e sorbitol, antes do congelamento das proteínas miofibrilares. Os carboidratos têm a função de estabilizar a actomiosina, a qual é altamente instável durante a estocagem sob congelamento.

Para minimizar a deterioração causada por microrganismos, a BPP, normalmente, é congelada, que é a maior causa de degradação das proteínas. As proteínas miofibrilares têm sido relatadas por sofrer desnaturação durante o congelamento e estocagem congelada, o que leva a perda da funcionalidade da proteína, especialmente a habilidade de formação de gel. Além disso, a oxidação dos lipídios do músculo do pescado durante a estocagem congelada mostra o efeito sobre a estrutura e funcionalidade das proteínas (BENJAKUL et al., 2005).

Segundo FERREIRA et al. (2002), o abaixamento da temperatura é um dos fatores mais importantes para a conservação de produtos alimentícios. À medida que se provoca o abaixamento da temperatura, retardam-se consideravelmente os fenômenos promovidos pela ação de agentes deteriorantes como microrganismos, enzimas, reações físicas e químicas. Assim, um maior tempo de disponibilização para consumo do produto é obtido, atendendo aos requisitos sensoriais desejados.

O estado da matéria-prima, manuseio e o método de conservação adotado irão influir na qualidade do produto final. No entanto, é conhecido que, durante a estocagem frigorificada, ocorrem modificações físico-químicas, onde estudos visando à identificação dos fatores que provocam alterações indesejáveis indicaram a temperatura como um dos mais importantes (NEVES FILHO, 2003).

2.6 Secagem

A secagem é uma das operações mais importantes para a preservação e aumento da vida útil dos alimentos, sendo que sua ação se dá pela diminuição da atividade de água (GOMES & PINTO, 1997). A utilização do processo de secagem na elaboração de produtos alimentícios vem sendo cada vez mais difundida, buscando

sempre a produção de alimentos desidratados de boa qualidade. O interesse em alimentos desidratados tem crescido paralelamente com a demanda de consumo de alimentos prontos. A desidratação usada como técnica de secagem leva a umidade do produto final até a umidade de equilíbrio, ou próximo a esta (MARTINS, 2002).

A secagem pode ser considerada um processo de remoção de umidade de um sólido por evaporação (Mc.CORMICK, 1983). Nos processos de secagem, o material úmido entra em contato com o ar insaturado resultando numa diminuição do conteúdo de umidade do material e a umidificação do ar. De acordo com a quantidade de água, os produtos marinhos secos classificam-se em dois tipos: produtos em que a secagem alcança níveis impróprios para o crescimento microbiano, podendo ser conservados à temperatura ambiente por longo tempo e produtos em que a perda de umidade não atingiu os níveis finais da secagem, ficando apenas parcialmente secos; neste caso, esses produtos devem ser conservados à baixas temperaturas para que seja evitada a sua deterioração (STRUMILO & KUDRA, 1986).

Porém, nem toda a água presente em um alimento está disponível para o crescimento microbiano. Parte desta água está ligada firmemente ao produto e, conseqüentemente, não pode ser utilizada pelos microrganismos. Portanto ao invés do teor total, é o estado da água (livre ou ligada) que é importante para a proliferação microbiana (JAYAPRAKASHA et al., 1997).

O processo de secagem de um produto, sob condições constantes de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, pode ser dividido em um período de taxa constante e outro de taxa decrescente (CHIRIFE, 1983; VILLELA & SILVA, 1992).

Durante o período de taxa constante o material permanece a mesma temperatura de bulbo úmido, isto é, a taxa de evaporação de água na superfície do sólido é igual ao determinado pela taxa de difusão da água através do filme estacionário do ar presente ao redor do material. Durante este período, a superfície do material se encontra úmida e a secagem depende apenas das condições do ar que circunda a matéria prima, sua velocidade, temperatura e conteúdo de umidade. Possuindo o ar condições adequadas de secagem, a evaporação da água da superfície procede como se a matéria prima não estivesse presente, tendo o material que assumir uma temperatura correspondente à temperatura do bulbo úmido do ar

circundante. O período de taxa constante é muito curto, enquanto o de taxa decrescente é bastante prolongado (PERRY & GREEN, 1986; GEANKOPLIS, 1993).

Na secagem de alimentos, o período de taxa constante só tem relativa importância quando o teor de umidade inicial do sólido é muito alto ou quando o potencial de secagem do ar é muito baixo (CHIRIFE, 1983).

O término do período de taxa constante é alcançado quando a migração interna de água para a superfície não consegue mais suprir a taxa de evaporação da água livre da superfície. O valor da umidade deste estado é denominado de umidade crítica (GEANKOPLIS, 1993). Este valor é específico de cada material alimentício, além de ser função de outros fatores que controlam a migração de umidade (interna/externa), tais como: espessura do sólido e condições do ar (velocidade, temperatura de bulbo seco, umidade absoluta) (PERRY & GREEN, 1986).

No período de taxa constante, verifica-se que o material seca gradativamente, à medida que se desenvolve o processo de secagem, a umidade da superfície vai sendo removida e reduzida, até que a superfície do material torne-se seca. A partir dai, a água evaporada provém de partes localizadas abaixo da superfície, o que torna o processo de secagem mais lento; tem então início do período de taxa decrescente. Este período geralmente é dividido em duas etapas. Na primeira etapa, a superfície do material apresenta diversas áreas secas que se amplia à medida que a secagem prossegue. A evaporação continua a se processar na superfície do sólido e a resistência à difusão interna do líquido é pequena comparada com a resistência para remover o vapor da superfície. A temperatura do sólido sobe, pois recebe a mesma quantidade de ar de secagem, porém sua área de superfície de evaporação processa cada vez menos a evaporação de água (CHIRIFE, 1983; PERRY & GREEN, 1986).

O segundo movimento interno de umidade é a etapa que determina o processo de secagem, onde o fluxo interno controla a taxa de secagem. Os mecanismos que influenciam diretamente a retirada de água nesta fase são a difusão interna de água líquida e a capilaridade. Conforme estes mecanismos, é possível relacionar a difusão interna como o maior responsável pela secagem de materiais fibrosos, amorfos ou géis, e a capilaridade determinando a secagem em materiais granulares e cristalinos (pouco porosos). Como os materiais orgânicos e fibrosos apresentam poros finíssimos em seu interior e retém grande parte de sua água ligada aos componentes estruturais, dispersando-a na forma de camadas concêntricas junto a estrutura molecular do

material, a difusão líquida da umidade através do sólido é o mecanismo que governa este período. Tal fato contribui por proporcionar diversas alterações físicas do material em função do seu percentual de água constitutivo, tais como: encolhimento, fissuras, fraturas e outras (PERRY & GREEN, 1986; PINTO & TOBINAGA, 1992).

O período de taxa decrescente tem prosseguimento até que se estabeleça o equilíbrio entre a pressão de vapor da água na superfície e a pressão de vapor da água contida no ar circundante, que depende principalmente do conteúdo de umidade do ar. Neste ponto não ocorre mais remoção de água do material. O teor de umidade deste estágio é conhecido como umidade de equilíbrio (X_e) (CHIRIFE, 1983; SCHULTZ, 1999; ALMEIDA et al., 2002).

Várias pesquisas têm sido realizadas na secagem de alimentos. Produtos como cebola, milho, frutas, vegetais, folhas, cianobactérias, maçã, maracujá, quitina, quitosana e pescado, entre outros, tem utilizado esta técnica como meio de preservação (VILLELA & SILVA, 1992; RADÜNZ et al., 2001; BATISTA et al., 2002; PORTO & PINTO, 2002; SOUZA et al., 2002; KROKIDA et al., 2003; BATISTA et al., 2004; MARTINS et al., 2004; LAHSASNI et al., 2004; CARLESSO et al., 2005; JAIN & PATHARE, 2007; WANG et al., 2007; JACOB-LOPES et al., 2007; BELLAGHA et al., 2007).

A secagem artificial de produtos biológicos, tais como o pescado e seus derivados, é um dos métodos mais comuns de preservação, tendo como propósito auxiliar na melhoria da qualidade e diminuir seu potencial de deterioração durante a estocagem (PINTO, 1996).

O músculo do peixe de grande espessura tem um tempo de secagem mais longo do que os peixes de músculo delgado. Isto deve-se ao fato de que, durante a secagem de um músculo de grande espessura a água a ser evaporada terá que percorrer um longo caminho desde o centro até a superfície do músculo. A gordura do peixe retarda a difusão da água. Portanto a uma dada temperatura, a secagem do pescado gordo é mais extensa do que a de um pescado magro da mesma espessura (BURGESS, 1971).

CZERNER & YANNES (2005) estudaram a aplicabilidade do modelo de Peleg na descrição da cinética do processo de desidratação osmótica da anchoita (*Engraulis anchoita*) e efeito da temperatura sobre o mesmo. Os autores verificaram

que o modelo de Peleg descreve adequadamente a cinética de absorção de sal da anchoita, no entanto, não apresenta o mesmo ajuste para a absorção de água. Também observaram que as velocidades iniciais de perda de água e ganho de sal aumentam com a temperatura.

BELLAGHA et al. (2007) estudaram a cinética de salga e secagem da sardinha (*Sardinella aurita*). Durante o estudo duas amostras foram comparadas: sardinha salgada com salmoura e salgada com sal. O processo de secagem foi realizado em secador convectivo com temperatura controlada e fixada em 40°C, velocidade do ar de 1,5 m/s e umidade relativa variando de 13 a 17%. Os resultados indicaram que o pescado salgado com sal não apresentou período de taxa constante. Ambos os métodos de salga das sardinhas apresentaram uma vida útil aceitável desde que sua atividade de água fosse baixa. A qualidade microbiológica foi similar para todas as amostras, no entanto, a avaliação sensorial e aceitabilidade foram maiores para a sardinha em salmoura (21%).

A secagem do pescado é realizada, principalmente, pelo processo tradicional de secagem ao sol. Este processo é uma técnica de baixo custo para preservação de pescado. Porém, a secagem ao sol apresenta um controle limitado do processo e dos parâmetros de secagem devido a variações climáticas, alto custo de mão de obra, grande área requerida para a secagem, infestação de insetos, mistura com poeira e outros materiais estranhos, entre outros. Entretanto, a secagem ao sol é praticada principalmente em paises tropicais e subtropicais para preservar os produtos agrícolas, onde a radiação solar é conveniente (JAIN & PATHARE, 2007). Estes autores estudaram a cinética de secagem de peixe seco ao sol. Os autores verificaram que as curvas de secagem não apresentaram período de taxa constante e mostraram uma taxa decrescente linear durante o processo de secagem. O modelo de regressão logarítmico pôde adequadamente descrever o processo de secagem com base nos parâmetros estatísticos como coeficiente de determinação e desvio padrão.

De acordo com QUEIROZ et al. (1985), citado por CARLESSO et al. (2005), são dois os métodos comumente usados para analisar a secagem de produtos biológicos no período de taxa decrescente: o empírico e o teórico. O método empírico consiste em formar grupos físicos adimensionais que podem ser facilmente investigados por experimentos de laboratório e baseia-se nas condições externas

(temperatura, umidade e velocidade do ar de secagem). Entretanto, não fornece indicação sobre o transporte de energia e de água no interior dos produtos. Modelos empíricos de secagem em camada delgada seriam aqueles que concorreriam para que houvesse harmonia entre a teoria e a facilidade de uso. A secagem em camada delgada refere-se ao processo no qual o material a ser seco está inteiramente exposto ao ar que se move através dele.

Uma importante correlação na secagem de alimentos é a lei exponencial (BALA & WOODS, 1992), esta lei estabelece que a taxa de secagem é proporcional ao teor de água livre do gênero alimentício na forma apresentada na Equação 1.

$$\frac{dX}{dt} = -K(\overline{X} - Xe) \quad (1)$$

Onde o fator de proporcionalidade K é denominado de constante de secagem. A equação 1 é uma expressão análoga a lei de resfriamento de Newton. Esta equação representa o movimento de líquido ou vapor em uma camada fina do produto durante o período de taxa decrescente (CARLESSO et al., 2005). A equação 1 é normalmente utilizada na forma integrada e a partir dela calcula-se a constante de secagem (K), conforme a equação 2.

$$\left(\frac{\overline{X} - Xe}{X_o - Xe}\right) = a \exp(-Kt) \quad (2)$$

Dessa forma, a declividade da curva monolog do adimensional de água livre em função do tempo de secagem é denominada de constante de secagem (K), a qual representa o desempenho da migração de umidade durante a taxa decrescente. Esta equação considera que a resistência a migração de umidade ocorre principalmente numa camada delgada superficial do produto (PARRY, 1985).

2.7 Propriedades Funcionais das Proteínas do Músculo do Pescado

As proteínas são componentes funcionais dos alimentos processados e contribuem para textura e características sensoriais ao lado das propriedades nutricionais. As proteínas miofibrilares contribuem entre 55-65% do total de proteínas e são responsáveis pelas propriedades físico-químicas dos sistemas alimentares.

Alterações pós-captura no músculo do pescado afetam a qualidade da proteína e, portanto as propriedades funcionais (MOHAN et al., 2006).

As propriedades funcionais dependem das características físico-químicas intrínsecas da proteína, como seqüência e composição de aminoácidos, peso molecular, conformação e carga distribuída sobre a molécula. A natureza e densidade de carga facilitam interações com outros componentes alimentares, tal como água, íons, lipídios, carboidratos, vitaminas, constituintes da cor e do sabor (ROSA, 2000).

As propriedades funcionais do músculo do pescado estão diretamente associadas com a integridade das proteínas. Desnaturação e degradação, principalmente, contribuem para a perda dessas propriedades (BENJAKUL et al., 2003).

Segundo FENNEMA (1993), as propriedades funcionais das proteínas podem ser classificadas em três grandes grupos: propriedades hidrofílicas (interações proteína-água), propriedades relacionadas com as interações proteína-proteína e propriedades de superfície. SGARBIERI & ROMAN (2005) ao estudarem o efeito da hidrolise enzimática sobre as propriedades funcionais da caseína bovina, dividiram as propriedades hidrofílicas em capacidade de retenção de água, capacidade de absorção espontânea de água e solubilidade. As propriedades de superfície compreenderam a formação de espuma e a capacidade emulsificante.

As propriedades funcionais aperfeiçoaram a utilização das proteínas nos sistemas alimentares. A propriedade de formação de gel das proteínas miofibrilares do pescado tem sido extensamente estudada e tem aplicação direta em produtos elaborados a partir de base protéica de pescado. Outras propriedades funcionais como emulsificação, formação de espuma, entre outras, encontraram aplicação no desenvolvimento de produtos cominutados de pescado como salsichas e produtos batidos (MOHAN et al., 2006).

Dentre os sistemas alimentares que tem sido estudados com relação as propriedades funcionais pode-se cita: arroz, amido, ervilha, feijão, aveia, extratos de arroz e soja, caseína bovina, gelatina de tubarão, base protéica de pescado, fração protéica de sangue bovino, isolado protéico de soja e cianobactéria (DONADEL & PRUDENCIO-FERREIRA, 1999; SGARBIERI & DUARTE, 2000; WANG et al., 2000; FUHRMEISTER & MEUSER, 2003; BENJAKUL et al., 2004; CHO et al., 2004;

TAKEITI et al., 2004; SGARBIERI & ROMAN, 2005; JACOB-LOPES et al., 2007; CHANDI & SOGI, 2007; GUAN et al., 2007; TORRUCO-UCO & BETANCUR-ANCONA, 2007).

2.7.1 Solubilidade

A solubilidade é uma das mais importantes características das proteínas, principalmente, porque influencia outras propriedades funcionais. Uma boa solubilidade protéica é requerida em varias aplicações funcionais, especialmente para emulsões, formação de espuma e géis, porque as proteínas solúveis promovem uma dispersão homogênea das moléculas nos sistemas coloidais e realça as propriedades interfaciais (GUAN et al., 2007).

A solubilidade de uma proteína é a manifestação termodinâmica do equilíbrio entre a interação proteína-proteína e proteína-solvente e está relacionada a seu balanço de hidrofilicidade/hidrofobicidade. Assim, sua composição de aminoácidos afeta sua solubilidade. Porém, as características de hidrofobicidade e hidrofilicidade de superfície da proteína são os fatores mais importantes que afetam suas características de solubilidade, pois é a superfície da proteína que entra em contanto com a água que está ao seu redor (DONADEL & PRUDENCIO-FERREIRA, 1999).

O pH afeta a densidade de cargas e o balanço eletrostático intra e intermolecular, modificando a habilidade da proteína em participar das interações hidro e lipofílicas. O aumento da densidade de cargas da proteína em pHs afastados da região do ponto isoelétrico favorece as interações proteína-água, resultando num aumento das propriedades de hidratação (TAKEITI et al., 2004). O aumento da solubilidade em pH fortemente alcalino ocorre devido a predominância de cargas negativas que geram forças de repulsão eletrostática capazes de promover a dissociação dos complexos e conseqüente solubilização da proteína (SGARBIERI, 1998).

Fatores como o peso molecular, conformação das moléculas, densidade e distância das cargas elétricas, que por sua vez é influenciada pelo pH, natureza e concentração de íons ou força iônica e temperatura, afetam diretamente a solubilidade das proteínas. Esta propriedade também é influenciada pela maior ou menor afinidade das moléculas de proteína pelo solvente (SGARBIERI, 1996).

O comportamento da solubilidade frente a diversas condições proporciona um bom índice das possíveis aplicações dos ingredientes protéicos (FENNEMA, 1993). A perda de solubilidade é indicativo de desnaturação/agregação, e proteínas miofibrilares, particularmente miosina, tendem a precipitar rapidamente depois da desnaturação (RAMIREZ et al., 2000 citado por URESTI et al., 2005).

URESTI et al. (2005) avaliaram o efeito estabilizante da sacarose, telarose, sorbitol, sacarose:sorbitol, telarose:sorbitol, na proporção de 1:1, na proteína miofibrilar de pescado submetida ao tratamento com alta pressão. Proteínas de pescado solubilizadas com 2,5% de sal e 4; 8 e 12% de estabilizante foram submetidas a 600MPa por 5 minutos. Os resultados indicaram que o tratamento com alta pressão promove o decréscimo da solubilidade das proteínas miofibrilares e este efeito não é revertido pelos estabilizantes, sendo o sobitol, nas concentrações de 8 e 12%, o agente mais eficiente.

BENJAKUL et al. (2004) estudaram o efeito da concentração de proteínas de plasma (PP) nas propriedades de geleificação e solubilidade de base protéica (BP) produzida com pescado capturado na Tailândia. Os autores observaram um decréscimo da solubilidade até um determinado nível de adição de PP (1,0%), sendo que uma maior concentração de PP (1,5%) promoveu um incremento da solubilidade. O decréscimo na solubilidade coincidiu com o aumento na habilidade de formação de gel da BP.

2.7.2 Capacidade de Retenção de Água

A capacidade de Retenção de Água pode ser definida como a capacidade de um produto reter sua própria água, quando submetido a forças externas, tais como: corte, aquecimento, trituração, centrifugação ou compressão do alimentos, o que é muito importante, pois irá interferir em sua transformação e conservação (OSÓRIO & OSÓRIO, 2000; SGARBIERI & ROMAN; 2005).

A capacidade de hidratação de uma proteína está relacionada, em parte, com a sua composição de aminoácidos, conformação, número de grupos polares expostos, presença de sais ou pH (KINSELLA, 1984 citado por SGARBIERI & ROMAN; 2005). Como a maioria dos resíduos de aminoácidos não polares e um significante número de grupos polares, como grupos de ligação peptídica estão no interior da proteína e não são hidratados, a capacidade de hidratação das proteínas é o resultado

predominante da ligação da água a resíduos de aminoácidos da superfície da proteína (DONADEL & PRUDENCIO-FERREIRA, 1999).

Segundo SGARBIERI (1996), a maior ou menor afinidade da proteína com a água está relacionada com outras propriedades funcionais como textura (suculência), viscosidade, geleificação e emulsificação. A suculência é dependente da quantidade de liquido liberado durante a mastigação e está, muitas vezes, associada à maciez do produto (MONTEIRO, 2000).

Um fator que afeta a Capacidade de Retenção de Água é a incorporação de cloreto de sódio. SGARBIERI & DUARTE (2000) avaliaram a influencia da concentração salina na CRA do concentrado protéico de plasma (CPP) e isolado protéico de globina (IPG). Os autores verificaram que a adição de NaCl até 0,1M aumentou a CRA das amostras de CPP e IPG. Porém, concentrações mais elevadas de NaCl influenciaram negativamente esta propriedade.

2.7.3 Emulsificação

Emulsão é uma mistura de dois líquidos imiscíveis, um dos quais é disperso na forma de glóbulos no outro líquido. Para esta ser estável é preciso ter um agente emulsificante, o qual diminui a tensão superficial existente entre as duas fases e permite a sua formação com um nível mais baixo de energia. A principal característica de um agente emulsificante é possuir na mesma molécula partes hidrofílicas e hidrofóbicas o que permite a formação de uma camada entre as duas fases separando-as e impedindo que os glóbulos da fase interna coalesçam, o que resultaria na quebra da emulsão. As proteínas são excelentes emulsificantes para os sistemas “lipídios em água” mais comumente encontrado em alimentos (SGARBIERI, 1996).

As proteínas se adsorvem na interfase entre as gotículas de óleo dispersas e a fase aquosa contínua, desempenhando propriedades de espessamento, viscosidade, elasticidade e rigidez que determinam a resistência das gotículas à coalescência, tendo portanto, duas funções: facilitar a formação de emulsão, diminuindo a tensão interfacial e contribuir para a estabilidade da emulsão, formando uma barreira física na interfase, porém não existe uma correlação estrita entre estas duas funções (CHEFTEL, 1989).

A Capacidade Emulsificante (CE) é um índice geralmente utilizado para medir a habilidade de emulsões formadas por proteínas ou peptídeos, sendo definida geralmente como volume de óleo (ml) que pode ser emulsionado pela proteína ou peptídeos antes que a inversão de fase ou colapso ocorra (KINSELLA, 1976). A hidrofobicidade superficial é a característica da proteína mais importante que define o seu comportamento na superfície e, conseqüentemente, determina as propriedades emulsificantes (TAKEITI et al., 2004).

A solubilidade se correlaciona positivamente com a capacidade emulsificante, uma vez que a solubilidade inicial permite uma rápida e total dispersão das proteínas, conduzindo a um sistema coloidal finamente disperso com estrutura macroscópica homogênea e textura suave (WANG et al., 2000).

A eficiência da emulsificação e estabilidade da emulsão depende da extração das proteínas em solução salina, em água e da fonte de proteínas (carnes vermelhas tem maior capacidade de emulsificação do que carnes brancas) (OLIVEIRA & TERRA, 1994). Em produtos emulsionados, a ligação da água com a gordura ocorre através das proteínas solúveis em água e em solução salina (ARIMA & LEMOS, 2002).

2.7.4 Capacidade de Retenção de Gordura

De acordo com DE KANTEREWICZ et al.(1989), citado por SGARBIERI & CHAUD (2006), a capacidade de retenção de óleo tem grande importância na formulação de alimentos, podendo influenciar na ordem de adição dos ingredientes secos na mistura, além de ser usado para determinar os tempos de mistura utilizando uma distribuição uniforme do óleo ou gordura na mistura seca.

A absorção de gordura varia em função do número de grupos hidrofóbicos expostos da proteína e, provavelmente, as cadeias laterais não polares das proteínas têm afinidade com as cadeias hidrofóbicas da molécula de gordura, contribuindo para sua absorção (DONADEL & PRUDENCIO-FERREIRA, 1999).

CHO et al. (2004) avaliaram as propriedades funcionais da gelatina de tubarão (*Isurus oxyrinchus*). As propriedades analisadas foram CRA e CRG, onde três tipos de gelatinas foram comparadas: gelatina de cartilagem, gelatina de categoria analítica e obtida em aditivos alimentares. Os autores verificaram que a CRA da gelatina obtida na cartilagem de tubarão foi menor do que as outras duas gelatinas, ao contrario, a

CRG foi maior na gelatina de cartilagem. Segundo CHO et al. (2004), a capacidade de retenção de água e de óleo são propriedades funcionais que estão relacionadas com a textura pela interação entre componentes como água, óleo e outros compostos. A CRG depende do grau de exposição dos resíduos hidrofóbicos dentro da molécula.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O.; CALÇADA, L. A.; MASSARANI, G. Análise de um sistema para levantamento de isotermas de secagem. **XXIV Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**, v.21, n.1, p.49-53, 2002.

ALONSO, J. A. F. **Crescimento Econômico da Região Sul do Rio Grande do Sul.** FEE: Porto Alegre, 1994.

ANDRADE, F. S. V.; CARNEIRO, M. J. M.; MARTINS, M. L. L.; CORDEIRO, C. A. M. Avaliação sensorial e microbiológica do Perua (*Balistes capriscus*) capturado na região norte fluminense e comercializado no mercado de Campos dos Goytacazes – RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v.16, n.99, p.70-80, 2002.

ANESE, M.; GORMLEY, R. Effects of Dairy Ingredients on some Chemical, Physico-chemical and Functional Properties of Minced Fish during Freezing and Frozen Storage. **Academic Press**, v.29, p.151-157, 1996.

ARIMA, H. K.; LEMOS, A. L. S. C. Importância da qualidade das matérias-primas cárneas no processamento de embutidos. **Instituto de Tecnologia de Alimentos** (ITAL), São Paulo, p. 137-149, 2002.

BALA, B. K.; WOODS, J. L. Thin layer drying models for malt. **Journal of Food Engineering**, v.16, p.239-249, 1992.

BATISTA, L. M.; ROSA, C. A.; PINTO, L. A. A. Thin layer drying of chitosan considering the material shrinkage. **Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004)**, São Paulo, Brasil, v.c, p.1930-1937, 2004.

BATISTA, L. M.; SOARES, N. M.; SANTOS, V.; PINTO, L. A. A. Secagem em camada delgada de quitina e quitosana obtidas a partir de resíduos de camarão: utilização do modelo difusivo. **30° ENEMP**, São Paulo, SP, 2002.

BELLAGHA, S.; SAHLI, A.; FARHAT, A.; KECHAOU, N.; GLENZA, A. Studies on salting and drying fo sardine (*Sardinella aurita*): experimental kinetics and modeling. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.947-952, 2007.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; TUEKSUBAN, J. Changes in physico-chemical properties and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*) during post-mortem storage in ice. **Food Chemistry**, v.80, p.535-544, 2003.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W; CHANTARASUWAN, C. Effect of porcine plasma protein and setting on gel properties of surimi produced from fish caught in Thailand. **Lwt,** v.37, p.177-185, 2004.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; THONGKAEW, C.; TANAKA, M. Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.197-207, 2005.

BENTIS, C. A.; ZOTOS, A.; PETRIDIS, D. Production of fish-protein products (surimi) from small pelagic fish (*Sardinops pilchardusts*), underutilized by the industry. **Journal of Food Engineering**, v.68, p.303-308, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Municipal do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Desembarque de Pescado no Rio Grande do Sul. Rio Grande**, IBAMA, 2005.

BRASIL. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC n° 12. Diário Oficial da União, anexo I, p.67, janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – **RIISPOA**. Brasília, 165p., 1980.

BRESSAN, M. C. Processamento de pescado de água doce. In: **Anais da II Feira da Pequena Agroindústria**. Serra Negra, p.59-85, 2002.

BURGESS, G. H. O. **El pescado y las industrias derivadas de la pesca**. Zaragoza, Ed. Acribia, 392p., 1971.

CABRER, A. I.; CASALES, M. R.; YEANNES, M. I Physical and chemical changes in anchovy (*Engraulis anchoita*) flesh during marination. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.11, n.1, p.19-30, 2002.

CARDINAL, M.; CORNET, J.; SÉROT, T.; BARON, R. Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content. **Food Chemistry**, v.96, p.137-146, 2006.

CARLESSO, V. O.; BERBERT, P. A.; SILVA, R. F.; VIANNA, A. P.; DETMANN, E.; DIONELLO, R. G. Secagem de sementes de maracujá em camada delgada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.3, p.444-448, 2005.

CASTELLO, L., CASTELLO, J. P. Anchovy Stocks (*Engraulis anchoita*) and Larval Growth in the SW Atlantic. **Fisheries Research**. v. 59, p. 409-421, 2003.

CASTELLO, J. P. Pelagic teleosts. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. (ed.). **Subtropical convergence environments: the coast and sea in the Southwestern Atlantic**. Berlin: Springer, ch. 6.13, p. 123-128, 1997.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran protein concentrates. **Journal of Food Engineering**, v.79, p.592-597, 2007.

CHEFTEL, J. C. CUQ, J. L. & LORIENT, D. **Proteínas Alimentarias: Bioquímica. Propriedades Funcionales. Valor Nutritivo. Modificações Químicas**. Zaragoza: Editora Acribia, 346p., 1989.

CHIESA, E & PIN, O. **Ficha de Espécies (Anchoita)**. http://www.dinara.gub.uy/Dinara1.htm (10 setembro 2005).

CHIRIFE, J. Fundamentals of the drying mechanism during air dehydration of foods. In: MUJUMDAR. Arum S (Ed.) **Advances in drying**. Washington Hemisphere Publishing Corporation, v.1, p.73-102, 1983.

CHO, S. M.; KWAK, K. S.; PARK, D. C.; GU, Y. S.; JI, C. I.; JANG, D. H.; LEE, Y. B.; KIM, S. B. Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. **Food Hydrocolloids**, v.18, p.573-579, 2004.

CZERNER, M. YEANNES, M. I. Estudio de la cinética de deshidratación osmótica de *Engraulis anchoita* mediante el modelo Peleg. **Preservación y calidad de alimentos**, Mar del Plata, Argentina, 2005.

DONADEL, M. E.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Propriedades funcionais de concentrado protéico de feijão envelhecido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, 1999.

DONDERO, M.; CISTERNAS, F.; CARVAJAL, L.; SIMPSON, R. Changes in quality of vacuum-packed cold-smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature. **Food Chemistry**, v.87, p.543-550, 2004.

EU COMMISSION. **Freshness, quality and safety in seafoods.** http.//www.seafood.ucdavis.edu/pubs/qualitysafety.doc (11 outubro 2005).

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Aquaculture Development. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries**, FAO, Roma, n.5, 40p., 1997.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2002**: (SOFIA). Parte 4. Outlook. http://www.fao.org/docrep/005/y7300e08.html, 2003.

FENNEMA, O. R. **Química de los Alimentos**. Editora Acribia, Zaragoza (Espanha), 1095p., 1993.

FERREIRA, M. W.; SILVA, V. K.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; ODA, S. H. I. Pescados processados: maior vida-de-prateleira e maior valor agregado. **Boletim de Extensão Rural**. Universidade Federal de Lavras, p.1-26, 2002.

NEVES FILHO, L. C. Temperatura e alimentos refrigerados. **Revista Nacional da Carne**. n.317, 2003.

FILSINGER, B. E.; BARASSI, C. A.; LUPÍN, H. M. Formación de nitrógeno básico volátil total durante la maduración de anchoíta (*Engraulis anchoita*). **Agroquímica Tecnologia de Alimentos,** v.24, n.4, p.524-528, 1984.

FONKWE, L. G. & SINGH, R. K. Protein Recovery from Mechanically Deboned Turkey Residue by Enzimic Hidrolysis. **Process Biochemistry**, v.31, n.6, p.605-616, 1996.

FUHRMEISTER, h.; MEUSER, F. Impact of processing on functional properties of protein products from wrinkled peas. **Journal of Food Engineering**, v.56, p.119-129, 2003.

FURLAN, E. F. **Vida útil dos mexilhões *Perna perna* cultivados no litoral Norte de São Paulo: aferição dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", São Paulo, SP, 2004.

FUSELLI, S. R.; CASALES, M. R.; FRITZ, R.; YEANNES, M. I. Microbiology of the marination process used in anchovy (*Engraulis anchoita*) production. **Academic Press**, v;27, p.214-218, 1994.

GAHN, D. G.; KOHAN, G.; PERELLO, G.; MARTINEZ, M. S.; YEANNES, M. I. Diseño de pasta de anchoita (*Engraulis anchoita*). **Trabajo final em Ingeniería de Alimentos**, Mar del Plata, Argentina, p.1040-1047, 2004.

GEANKOPLIS, C. **Transport and Unit Operations**. 2nd Ed. Prentice-Hall Inernational Inc. New Jersey, USA. 1983.

GÖKOGLU, N.; CENGIZ, E.; YERLIKAYA, P. Determination of the shelf life of marinated sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. **Food Control**, v.15, p.1-4, 2004.

GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G. Uso da enzima transglutaminase na elaboração de um produto reestruturado à base de peixe. **Revista Nacional da Carne**, n.317, julho, 2003.

GONÇALVES, A. A.; SOUZA-SOARES, L. A. Lipídeos em Peixes. **Revista Vetor**. FURG, Rio Grande, p. 35-53, 1998.

GOMES, F. D.; PINTO, L. A. A. A cinética da secagem de cebola em camada fina. **Vetor**, v.7, p.57-69, FURG, Rio Grande, RS, 1997.

GOULAS, A. E.; KONTOMINAS, M. G. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. **Food Chemistry**, v.93, p.511-520, 2005.

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

GUAN, X.; GUAN, H.; CHEN, Z.; SHAN, L.; ZHANG, M. Some functional properties of oat protein concentrate modified by trypsin. **Food Chemistry**, v.101, p.163-170, 2007.

HAIMOVICI, M.; MARTINS, A. S.; VIEIRA, P. C. Distribuição e Abundância de Peixes Teleósteos Demersais sobre a Plataforma Continental do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v.56, n.1, p.27-50, 1997.

HERRERA, J.; CORREO, C. Pré-estudo do desenvolvimento da industria da anchoita. **Infopesca**, p.1-6, 1997.

IBAMA/CEPERG/RS – **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis** – Centro de Pesquisa do Rio Grande, RS, 2003.

JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L. Q.; PINTO, L. A. A.; QUEIROZ, M. I. Characteristics of thin-layer drying of the cyanobacterium *Aphanothece microcopica* Nägeli. **Chemical Engineering and Processing**, v.46, p.63-69, 2007.

JAIN, D.; PATHARE, P. B. Study the drying kinetics of open sun drying of fish. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.1315-1349, 2007.

JAYAPRAKASHA, H. M.; RAO, K. J.; KUMAR, W. A. L. Studies on the influence of water activity (aw) on the stability of foods – a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v.34, n.4, p.273-285, 1997.

KINSELLA, J. E. Functional properties in novel proteins some methods for improvement. **Chemistry and Industry**, v.5, p.171-181, 1976.

KOWALE, B. N.; RAO, V. K.; BABU, N. P.; SHARMA, N.; BISHT, G. Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during cooking and storage. **Meat Science**, v.43, n.2, p.195-202, 1996

KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T.; MAROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. Drying kinetics of some vegetables. **Journal of Food Engineering**, v.59, p.391-403, 2003.

LAHSASNI, S. KOUHILA, M.; MAHROUZ, M.; JAOUHARI, J. T. Drying kinetics of prickly pear fruit (*Opuntia ficus indica*). **Journal of Food Engineering**, v.61, p.173-179, 2004.

LAWLESS, H. T.; HEYMAN, H. **Sensory Evaluation of Food – Principles and Practices**. New York: Aspen Publication, 1999.

LIN, S. B.; CHEN, L. C.; CHEN, H. H. The change of thermal gelation properties of horse mackerel mince led by protein denaturation occurring in frozen storage and consequential air floatation wash. **Food Research International**, v.38, p.19-27, 2005.

LOUGOVOIS, V. P.; KYRANAS, E. R.; KYRANA, V. R. Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (Sparus aurata). **Food Research International**, v.36, p.551-560, 2003.

MAIA, E; OGAWA, M. **Manual de Pesca**: C & T do Pescado. v.1. Ed. Varela, SP, 430p., 1999.

MARTINS, C. A. A. No Trabalho dos Pescadores Artesanais a Lagoa dos Patos Vive e dá Vida. **Revista Electrônica de Geografia y Ciencias Sociales**. Universidade de Barcelona, v.VI, n. 119, 2002.

MARTINS, P. C.; PORTO, P. S. S.; PINTO, L. A. A. Estudo das propriedades físicas e de transporte na secagem de cebola (*Allium cepa* L.) em camada delgada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p.319-326, 2004.

MARTINS, M. G.; OLIVEIRA, D. D.; CALÇADA, L. A.; MANCINI, M. C. Adaptação de um equipamento de secagem em camada delgada para a determinação de isotermas de equilíbrio. **XXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**, v.22, n.1, p.55-63, 2002.

Mc.CORMICK, P. Y. **Solids drying fundamentals**. PERRY, R. H. and CHILTON, C. H., Chemical Engineer's Handbook, Mc Graw-hill. Co. 5 ed., 1983.

MOHAN, M.; RAMACHANDRAN, D.; SANKAR, T. V. Functional properties of Rohu (*Labeo rohita*) proteins during iced storage. **Food Research International**, v.39, p.847-854, 2006.

MONTEIRO, E. M. Influência da gordura em parâmetros sensoriais da carne. In: Curso de Qualidade da Carne e dos Produtos Cárneos. **Embrapa**. n. 24, p. 9-13, 2000.

OETTERER, M.; PERUJO, S. D.; GALO, C. R.; ARRUDA, L. F.; BORGUESI, R.; CRUZ, A. M. P. Monitoring the sardine (Sardinella brasiliensis) fermentation process to obtain anchovies. **Scientia Agricola**, v.60, n., p,511-517, 2003.

ÓLAFSCDÓTTIR, G.; MARTINSDÓTTIR, E.; OEHLENSCHLÄGER, J.; DALGAARD, P.; JENSEN, B.; UNDELAND, I.; MACKIE, I. M.; HENEHAN, G.; NIELSEN, J.; NILSEN, H. Methods to evaluate fish freshness in research and industry. **Food Science & Technology**, v.8, 1997.

OLIVEIRA, E. M.; TERRA, N. N. Carne Mecanicamente separada de frango - propriedades relológicas. **Revista Nacional da Carne**, v.205, p.30-35,1994.

OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S. Condições de abate e qualidade de carne. In: Curso de Qualidade da Carne e dos Produtos Cárneos. **Embrapa**. n. 24, p. 79-127, 2000.

ÖZOGUL, F.; POLAT, A.; ÖZOGUL, Y. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). **Food Chemistry**, v.85, p.49-57, 2004.

ÖZOGUL, F.; TAYLOR, K. D. A.; QUANTICK, P.; ÖZOGUL, Y. Chemical, microbiological and sensory evaluation of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. **Food Chemistry**, v.71, p.267-273, 2000.

PARK, J. W. **Surimi and surimi seafood**. Marcel Dekker, Inc. New York, 500p., 2000.

PARMIAGIANI, P.; TORRES, R. A caminho da elite do agronegócio. **Aqüicultura e pesca**, edição 10, p.26-34, 2005.

PARRY, J. L. Mathematical modeling and computer simulation of heat and mass transfer in agricultural grain drying: Areview. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.32, p.1-29, 1985.

PAZOS, M.; GALHARDO, J. M.; TORRES, J. L.; MEDINA, I. Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and frozen fish muscle. **Food Chemistry**, v.92, p.547-557, 2005.

PERRY, J. D.; GREEN, D. **Perry´s Handbook**. Special Edition, 1986.

PERUJO, S. D.; QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. Utilização do xixarro (*Trachurus lathami*) na elaboração de produto fermentado. **Botetin do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.19, n.2, p.257-266, 2001.

PHATCHARAT, S.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. Effects of washing with oxidizing agents on the gel-forming ability and physicochemical properties of surimi produced from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). **Food Chemistry**, v.98, p.431-439, 2006.

PINTO, L. A. A. **Cinética de secagem de filés de peixe: uso de um modelo difusivo com variação de volume**. Tese de Doutorado. UFSCar, São Carlos, SP. 1996.

PINTO, L. A. A.; TOBINAGA, S. Encolhimento na secagem de músculos de peixes. **IX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Salvador, Bahia, v.1, p.191-198, 1992.

PONS-SÁNCHEZ-CASADO, S.; VIDAL-CAROU, M. C.; NUNES, M. L.; VECINA-NOGUÉS, M. T.; Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicholus*) stored in ice. **Food Control**, v.17, n.7, p564-569, 2006.

PORTO, P. S. S.; PINTO, L. A. A. Estudo das características da secagem de cebola (Allium cepa L.) descarte quanto a cor e a pungência. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.5, p.73-78, 2002.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O.; QUEIROZ, E. G. Escala sensorial para avaliação do frescor do pescado estocado em gelo. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.11, n.2, p.91-102, 1993.

RAATIKAINEN, O.; REINIKAINEN, V.; MINKKINEN, P.; RITVANEN, T.; MUJE, P.; PURSIAINEN, J.; HILTUNEN, T.; HYVÖNEN, P.; WRIGHT, A. V.; REINIKAINEN, S. Multivariate modeling of fish freshness index based on ion mobility spectrometry measurements. **Analytica Chimica ACTA**, v.544, p.128-134, 2005.

RADÜNZ, L. L.; MELO, E. C.; MACHADO, M. C.; SANTOS, R. R.; SANTOS, R. Secagem em camada delgadas de folhas de *Lippia sidoides* Cham. **XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA)**, 2001.

REDDY, N. R.; ROMAN, M. G.; VILLANUEVA, M.; SOLOMON, H. M.; KAUTTER, D. A.; RHODEHAMEL, E. J. Shelf life and clostridium botulinum toxin development during storage of modified atmosphere-packed fresh catfish fillets. **Journal of Food Science**, v.62, n.4, p.878-884, 1997.

RODRIGUEZ, C. J.; BESTEIRO, I.; PASCUAL, C. Biochemical changes in freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p.1473-1480, 1999.

RODRÍGUEZ-JÉREZ, J. J.; HERNÁNDEZ-HERRERO, M. M.; ROIG-SAGUÉS, A. X. **New methods to determine fish freshness in research and industry.** http:/www.ressources.cibeam.org/om/pdf/cs1/00600292.pdf (04 outubro 2005).

RODRÍGUEZ, O.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; PIÑEIRO, C.; GALLARDO, J. M. AND AUBOURG, S. P.; Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of "farmed turbot" (*Psetta maxima*) .**Food Chemistry**, v. 95, n.2, p. 270-278, 2006.

ROSA, C. S. **Estudo das propriedades funcionais do colágeno obtido da pele de frango**. Dissertação de Mestrado, UFSM, Santa Maria, RS, 83p., 2000.

SCHWINGEL, P. R. **Alimentação de Engraulis anchoita na Plataforma Continental do Rio Grande do Sul – Brasil**. Dissertação de Mestrado, FURG, Rio Grande, 1991.

SCHWINGEL, P. R.; CASTELLO, J. P. **Programa para desenvolvimento da pescaria da anchoita (*Engraulis anchoita*) no sul do Brasil.** Convênio MA-UNIVALI. Relatório Final, 2000.

SCHULTZ, E. L. **Influência das condições de secagem sobre o encolhimento e propriedades de transporte em fatias de maça**. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, SC. 1999.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em Alimentos: Protéicos – Propriedades – Degradações – Modificações**. São Paulo: Varela, 517p. 1996.

SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de proteínas em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.212-220, 1998.

SGARBIERI, V. C.; CHAUD, S. G. Propriedades funcionais (Tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e das frações glicana, manana e glicoproteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.369-379, 2006.

SGARBIERI, V. C; DUARTE, R. M. T. Propriedades funcionais tecnológicas das frações protéicas de sangue bovino: plasma e globina. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.3, p.23-30, 2000.

SGARBIERI, V. C.; ROMAN, J. A. Efeito da hidrólise enzimática sobre propriedades funcionais de caseína bovina coagulada pela ação da quimosina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.468-474, 2005.

SIMÕES, D. R. S.; QUEIROZ, M. I.; VOLPATO, G.; ZEPKA, L. Q. Desodorización de la base protéica de pescado (BPP) con ácido fosfórico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1, p.23-26, 2004.

SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; FILHO, A. F. L. Simulação do processo de secagem de sementes de milho em camada fixa. **Scientia Agrícola**, v.59, n.4, p.653-660, 2002.

STRUMILO, C. & KUDRA, T. **Drying: principles, applications and design**. In: Hughes, R. Topics in Chemical Engineering. v.3, Universidade de Salford, UK. 1986.

SUZUKI, T. **Tecnologia de las Proteínas de Pescado e Krill**. Editorial Acríbia, S. A. Zaragoza, 1987.

TAKEITI, C. Y.; SOUZA, A. S.; NETTO, F. M. Influência do Tratamento Térmico nas Propriedades de Solubilidade e de Emulsificação de Isolados Protéicos de Soja e de seus Hidrolisados Enzimáticos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, n.1, p.87-101, 2004.

THIANSILAKUL, Y.; BENJAKUL, S.; SHAHIDI, F. Compositions, functional properties and antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (*Decapterus maruadsi*). **Food Chemistry**, p.1-10, 2006.

TOKUR, B.; OZKÜTÜK, S.; ATICI, E.; OZYURT, G.; OZYURT, C. E. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L.; 1758), during frozen storage (-18°C). **Food Chemistry**, v.99, p.335-341, 2006.

TORRUCO-UCO, J.; BETANCUR-ANCONA, D. Physicochemical and functional properties of makal (*Xanthosana yucatanensis*) starch. **Food Chemistry**, v.101, p.1319-1326, 2007.

TRIQUI, R.; ZOUINE, K. Sensory and Instrumental Assessments of the Ripening Process of Anchovy (*Engraulis encrasicholus*). **Academic Press**, v.32, p. 203-207, 1999.

URESTI, R. M.; VELASQUEZ, G.; VÁSQUEZ, M.; RAMÍREZ, J. A.; TORRES, J. A. Effect of sugars and poluols on the functional and mechanical properties of pressure-treated arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*) proteins. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.964-973, 2005.

VALLE, C. E.; FILSINGER, B. E. YEANNES, M. I.; SOULE, C. L. Shelf life of brine refrigerated anchovies (*Engraulis anchoita*) for canning. **Journal of Food Science**, v.49, p.180-182, 1984.

VILLELA, F. A.; SILVA, W. R. Curvas de secagem de sementes de milho utilizando o método intermitente. **Scientia Agrícola**, v.49, n.1, p.145-153, 1992.

YAPAR, A.; YETIM, H. Determination of anchovy freshness by refractive index of eye fluid. **Food Research International**, v.31, n.10, p.693-695, 1998.

YEANNES, M. I.; VALLE, C. E.; LUPÍN, H. M. Generación de bases nitrogenadas volátiles durante el processo de elaboración de conservas de pescado. **Agroquímica Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.4, p.585-590, 1983.

YEANNES, M. I.; CASALES, M. R. Estúdio de las variables de processo de marinados de anchoita (*E. anchoita*). **Alimentaria**, maio, p.87-91, 1995.

WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; CABRALM, L. C.; ARAUJO, B. Absorção de gordura, solubilidade e propriedades espumantes dos extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v.20, n.2, 2000.

WANG, Z.; SUN, J.; LIAO, X.; CHEN, F.; ZHAO, G.; WU, J.; HU, X. Mathematical modeling on hot air drying of thin layer apple pomace. **Food Research International**, v.40, p.39-46, 2007.

WIEFELS, R. El cooperativismo pesquero y la comercialización del pescado – la evolución de los mercados del pescado. **Infopesca Internacional**, p.7-12, 2001.

Capítulo 3

Desenvolvimento do Trabalho

Caracterização do Odor da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar

Liziane de Vargas Garcia, Maria Isabel Queiroz

Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade, Departamento de Química, Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rua Eng. Alfredo Huch, 475, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil, Tel. +55 (53) 3233-8636

RESUMO

A anchoita (*Engraulis anchoita*) foi capturada em cruzeiros realizados a bordo do Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), próximo a divisa Brasil-Uruguai. O pescado foi armazenado em gelo e água do mar na razão 1:1 e nesta condição transportado ao Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade da FURG. O objetivo do trabalho foi caracterizar o odor da anchoita e avaliar as alterações deste atributo quando a espécie em estudo é armazenada nas mesmas condições de bordo. Foi utilizada uma equipe de 7 julgadores selecionados e treinados para avaliação do atributo odor. Para o levantamento da terminologia foi fornecido aos julgadores, padrões de odores definidos pela literatura para diferentes estágios de degradação do pescado. Um total de 54 termos foram descritos e agrupados por similaridade. Após a definição da terminologia, a matéria-prima foi armazenada por 9 dias nas mesmas condições de bordo, com drenagem e reposição diária de água do mar e gelo, e monitorada quanto ao atributo odor. Diariamente foi solicitado aos julgadores que descrevessem o odor percebido e avaliassem a sua intensidade em uma escala não estruturada de 9 cm. Os dados avaliados pela análise de clusters definem o frescor da anchoita pelos grupos de odor a maresia, grama e pescado assado, caracterizando-se a perda de frescor pela presença de odor a ácido, penetrante e pungente, mantendo-se integra quanto a forma até o 5° dia de armazenamento. O odor pungente passou a ser detectado pelos julgadores a partir do 8° dia de armazenamento.

Palavras-chave: Anchoita, armazenamento, odor, sensorial, terminologia.

Characterization of the Anchoita odor (*Engraulis anchoita*) stored in ice and sea water

ABSTRACT

The anchovy (E*ngraulis anchoita*) was catched in cruises on board of Navio Oceanográfico Atlântico Sul belonging to Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), near to Brazil-Uruguay border. The fishing was stored in ice and sea water 1:1 and, in this condition, it was transported to the University's Laboratóry de Análise Sensorial e Controle de Qualidade. The aim of this work was to characterize the odor of the anchovy and to evaluate the alterations of this feature when the studied specie is stored in these same conditions on board. A team of seven previously selected and trained judges was used to evaluate the odor feature. In order to best reach a verdict the judges have been provided with patterns of odors defined by literature for the different stages of fish degradation. A total amount of 54 terms were described and grouped by similarity. After the definition of a terminology the stock was

stored for 9 days in the same conditions on board with proper draining, daily exchange of sea water and ice and monitored as to the odor feature. The judges have been asked on a daily basis in individual cabins to describe and evaluate the odor and its intensity in a non-structured scale of 9 cm. The evaluated data for a clusters analysis define the freshness of the anchovy by groups of odor, smell of the sea, grass and baked fish characterizing the loss of freshness for the presence of odor to acid, penetrating and pungent, keeping itself faithful to its form until the fifth day of storage. The pungent odor started to be detected by the judges from the eight day of storage.

Key words: Anchovy, odor, storage, terminology

1 INTRODUÇÃO

A maior parte da captura mundial de pescado é proveniente de espécies marinhas, a metade correspondente a espécies demersais e a outra a espécies pelágicas (FAO, 1997). Entre os pelágicos de pequeno porte destaca-se a anchoita (*Engraulis anchoita*), pertencente à família *Engraulidae*, do gênero *Engraulis*. São pequenos peixes pelágicos, forrageiros próximo da base da pirâmide trófica, abundante na maior parte do ano (CASTELLO, 1997). Formam grandes cardumes que suportam importantes pescarias (WHITEHEAD et al., 1988).

No Atlântico Sul-Ocidental, tem sido estimada a abundância da espécie *Engraulis anchoita* em diferentes épocas do ano e com diferentes metodologias, sendo sugerido um valor em torno de 4 milhões de toneladas para a área total entre as latitudes de 34° S e 47° S, demonstrando o grande potencial econômico do recurso. Para a costa sul brasileira, CASTELLO (1997) estimou em 1.900 mil toneladas o estoque de *Engraulis anchoita* nos meses de inverno. Para a costa sudeste, CASTELLO & CASTELLO (2003) estimaram 399 mil toneladas nos meses de outubro e novembro.

A anchoita possui hábitos costeiros, distribuindo-se principalmente desde o Golfo de São Jorge na Argentina até Rio de Janeiro, mais especificamente no Brasil entre Cabo Frio (RJ) até o Chuí (RS), encontrando-se nas profundidades menores de 10 m até aproximadamente 200 m (CASTELLO & CASTELLO, 2003). Embora uma grande biomassa esteja disponível em águas brasileiras, os estoques deste pelágico ainda permanecem inexplorados. No entanto, este recurso poderá tornar-se uma alternativa frente a subexploração da maioria das pescarias tradicionais da região.

Dentre as razões para o não desenvolvimento da pescaria desta espécie em águas brasileiras destacam-se entre outros fatores, a rápida perda de qualidade em função da fragilidade da espécie ao manuseio e o sistema de armazenamento para preservar a qualidade do produto final ineficiente (HAIMOVICI et al., 1997; SHWINGEL & CASTELO, 2000). Assim, as características peculiares do pescado de uma forma

geral, como seu modo de captura e sua biologia torna-o diferente de outros alimentos de origem animal, pelo seu elevado potencial de deterioração quando exposto a condições inadequadas (ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997; RODRÍGUEZ et al., 2006).

Neste contexto, vários autores têm enfatizado a importância do atributo odor no perfil de deterioração do pescado, tanto na intensidade como na caracterização do odor propriamente dito, variável esta dependente não só da espécie, mas da forma de armazenamento (QUEIROZ et al., 1993; ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997; ÖZOGUL et al., 2000; ÖZOGUL et al.; 2004; CARDINAL et al., 2006; PONS-SÁNCHEZ-CASCADO et al., 2006; RODRÍGUEZ et al., 2006). Em face disto, o trabalho teve como objetivo definir o odor característico da anchoita (*Engraulis anchoita*) e avaliar suas alterações quando armazenada em gelo e água do mar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Captura da Matéria-prima e Armazenamento a Bordo

Os experimentos foram realizados em duplicata, com matéria-prima resultante de dois cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS, Brasil. A matéria-prima utilizada foi a anchoita (*Engraulis anchoita*), com tamanho médio de 11,5 cm e 8g, capturada na costa do Rio Grande do Sul próximo a divisa Brasil-Uruguai. Logo após captura, o pescado foi armazenado a bordo imerso em gelo e água do mar (1:1) em caixas de polietileno.

2.2 Procedimento em Terra

Após o desembarque a matéria-prima foi transportada para uma indústria pesqueira do complexo industrial da Cidade de Rio Grande, onde foi lavada, com água clorada, em tambor rotativo, e então transportada para o Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade (LASQ) da FURG em espaço de tempo inferior a 24 horas de captura, onde foi armazenada nas mesmas condições de bordo.

2.3 Avaliação Sensorial do Atributo Odor

2.3.1 Preparo das Amostras

Amostras referenciais de anchoita, padrões de odor representando diferentes estágios de degradação e matéria-prima, armazenada nas condições experimentais

foram preparadas com base na metodologia indicada por QUEIROZ et al. (1998). Utilizaram-se tubos de ensaio livres de odor, cobertos com papel alumínio e codificados com três dígitos aleatórios. Foi colocado um chumaço de algodão a 3 cm do fundo do tubo, como suporte de absorção dos voláteis e outro distante 3 cm da extremidade oposta. Amostras pesando em média 2g foram homogeneizadas e acrescentadas de 10 ml de água destilada. Diluições adequadas regularmente perceptíveis foram obtidas para cada amostra, sendo então embebecido o chumaço de algodão colocado no tubo de ensaio como suporte de absorção. As amostras foram mantidas sob aquecimento a 40 ± 2°C, para que os voláteis fossem difundidos e então oferecidos aos julgadores.

2.3.2 Levantamento da Terminologia

Uma equipe de 7 julgadores selecionados e treinados para o atributo odor foi reunida em 5 sessões em prova aberta, onde cada um deles, descreveu as sensações percebidas para todas as amostras apresentadas. Os diferentes termos descriptores obtidos foram avaliados segundo o método de rede Kelly (MOSKOWITZ, 1983), agrupando-os em uma ficha de similaridade. As amostras foram oferecidas aos pares, constituída pela anchoita e padrões sugeridos por autores como ÓLAFSDÓTTIR (1997); TRIQUI & ZOUINE (1999); ALASALVAR et al. (2001); PONS-SÁNCHEZ-CASCADO et al. (2006) e RODRÍGUEZ et al. (2006), sendo então solicitado aos julgadores que descrevessem o odor percebido e a similaridade de acordo com a escala expressa na Figura 1.

Nome: _____Data: __/__/__

Por favor, aspire os pares de amostras, descreva o odor percebido e expresse a similaridade segundo a escala:

0 – Sem similaridade 1 – Levemente similar

2 – Regularmente similar 3 – Fortemente similar

N° da Amostra	Descrição	Similaridade
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Figura 1 – Ficha de avaliação da similaridade de termos que descrevem o odor da anchoita

Os termos que obtiveram valor 3 e/ou 2, de acordo com a escala, foram considerados similares. Posteriormente, em consenso e em prova aberta os julgadores agruparam a terminologia segundo a similaridade. Os padrões utilizados para o levantamento da terminologia foram: acetamida, ácido acético, ácido lático, água do mar, alga, alga em salmoura, anchoita em água, anchoita em ácido, anchoita em salmoura, baunilha, grama, lama, leite condensado cozido, mamão deteriorado, manteiga, menta, óleo de pescado, pescado deteriorado, salmoura, serragem e trimetilamina.

2.3.3 Avaliação Sensorial do Odor da Anchoita armazenada em Gelo e Água do Mar em Função do Tempo

A matéria-prima foi armazenada conforme descrito em 2.1, e os experimentos foram desenvolvidos com monitoramento diário do atributo odor por um período de 9 dias. Para tomada de dados foi utilizado uma escala não estruturada de 9 cm, ancorada com os termos fraco e forte (Figura 2). Foi solicitado aos julgadores que avaliassem a amostra de pescado comparativamente as referências dos termos descritivos definidos por similaridade, marcando na escala o ponto que melhor expressasse a sensação percebida.

Nome: _____Data: __/__/__

Por favor, marque na escala abaixo o ponto que melhor expressa a sensação percebida.

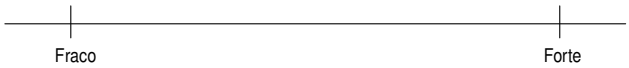

Figura 2 - Escala não estruturada utilizada para monitorar o atributo odor

2.4 Tratamento Estatístico

Os dados foram avaliados por análise de variância, teste de comparação de médias de Tukey e análise de Clusters obtidos por multivariada, utilizando o software Statistica for Windows 6.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Levantamento de Terminologia para Descrição do Odor da Anchoita

A Tabela 1 apresenta a terminologia descritiva, levantada em 5 sessões por 7 julgadores, a partir de padrões previamente definidos, resultando em um total de 54 termos, que definem o odor da anchoita e as divisões em grupos, obtidos por similaridade em consenso com a equipe.

Tabela 1 – Terminologia para descrição do odor da anchoita

Grupos	Descrição	N° de termos
Maresia	Odor associado a maresia, sal, mar, salmoura, alga, marisco, peixe fresco.	7
Grama	Odor associado a grama, ervas, refrescante, menta, hortelã, verdura, vegetal, natureza, verde, desinfetante de eucalipto, folha úmida, terra, mofo, folha seca, folha guardada, madeira, serragem, vegetal velho.	18
Acido	Odor associado a ácido acético, vinagre, acidez.	3
Pescado Assado	Odor associado a pescado assado, pescado cozido, pescado em conserva, óleo de pescado diluído.	4
Penetrante	Odor associado a couro, pescado fermentado, tempero, pescado temperado, alho, álcool, doce, molho, monoglutamato de sódio, água de lavagem de pescado, pescado salgado.	11
Pungente	Odor associado a pescado deteriorado, efluente de pescado, amônia, pescado rançoso, fábrica de pescado, farinha de pescado, rançoso, pescado oxidado, pescado pútrido, metálico, gordura.	11
	Total de termos descritivos	54

MORI (1988) e HOUGH & FISZMAN (2005), salientam a necessidade de uso de padrões para estudos de vida útil quando se utiliza a analise sensorial, uma vez que a qualidade dos resultados depende da memória sensorial do julgador. MORI (1988) reporta que a literatura indica a utilização, como referência, de pescado que tenha sido congelado com segurança, e que as alterações que ocorreram durante

armazenagem do produto fossem desprezíveis. Nestes casos o pescado congelado é, sensorialmente, indistinguível do pescado fresco.

Analisando a Tabela 1, pode-se verificar que é notória a predominância de termos que compõe o grupo grama, o que é melhor elucidado pela Figura 3, que expressa a freqüência de aparecimento dos termos descritivos.

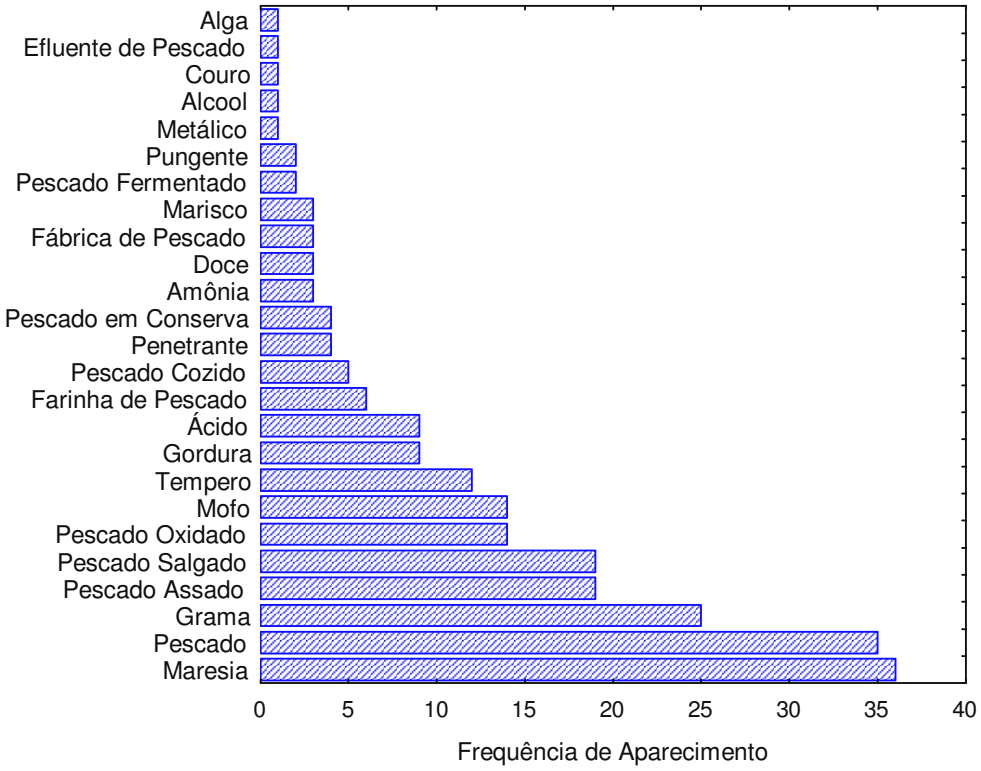

Figura 3 – Freqüência de aparecimento dos termos descritos para caracterização do odor da anchoita

Neste contexto, é importante salientar que no agrupamento por similaridade o grupo grama apresentou componentes associados aos termos referentes a grama propriamente dita e a mofo, o que torna os termos referentes ao grupo grama altamente freqüente, representando uma freqüência em torno de 40%, sendo a maior freqüência registrada, seguido dos termos maresia (36%) e pescado assado (30%), considerando que o pescado assado abrange os termos: pescado em conserva e pescado cozido. O termo pescado assado pode ser atribuído a natureza oleosa da matéria-prima, uma vez que a anchoita tem sido considerada como uma espécie rica em lipídios, dependendo da época de captura (YEANNES, 2004). ANGELISCUS

(1982), citado por BERTOLOTTI & MANCA (1986), reporta que gotas de gordura são liberadas facilmente do tecido muscular da anchoita. Isso foi constatado pelos julgadores mediante formação de gordura suspensa na água onde os exemplares foram imersos. Este fato pode justificar o odor a pescado assado, termo este descrito possivelmente por associação ao hábito do Riograndino em consumir anchova assada.

RUIVO (1988) reporta como terminologia de avaliação do odor a pescado termos como mofo, mato e capim (neste trabalho incluído no grupo grama), atribuindo termos como maresia ao pescado completamente fresco. Caracterizando termos como ácido, alho, ácido acético, mofo, capim, entre outros, o pescado mediamente fresco. Estas informações corroboram com a terminologia descrita para a anchoita, com predominância na geração de termos para pescado fresco e mediamente fresco, a julgar pelos termos descritos. Assim, a terminologia que define o odor característico da anchoita está associada ao grupo maresia, pescado assado e grama, previamente definidos pela equipe de julgadores.

3.2 Avaliação Sensorial do Odor da Anchoita armazenada em Gelo e Água do Mar em Função do Tempo

As figuras 4 e 5 apresentam a análise de Clusters obtida pela análise multivariada expressa pelos dendogramas ou matriz de similaridade para avaliação de odor da anchoita armazenada nas condições consideradas, para os 9 dias experimentais. A análise de Clusters sugere grupos de odores que indicam a evolução da perda de frescor com o tempo. A linha vermelha apresentada nos dendogramas indica a separação dos grupos descriptores de odor com base na maior distância de ligação, indicando que os componentes apresentam as médias mais próximas entre si.

Analisando o dendograma representado pela figura 4 a, que expressa o primeiro dia de armazenamento, verifica-se a separação dos grupos de termos que definem o odor da anchoita no inicio do experimento, com base no maior degrau, que expressa a maior distancia de ligação (4,2). Verifica-se que a anchoita formou um grupo com pescado assado, grama e maresia. Este resultado pode ser corroborado com os dados da Tabela 1 e Figura 3, que definem o odor característico da anchoita como maresia, grama e pescado assado. É importante salientar que embora termos como terra e mofo (aqui inclusos no grupo grama), muitas vezes descritos como termos que designam odor mediamente fresco, podem ser considerados como atributos de odor característico para algumas espécies, não designando

necessariamente alteração. Estes odores, provavelmente, são causados pelo “Geosmim”, nome genérico atribuído a compostos produzidos por algas, que servem de alimento a muitas espécies (RUIVO, 1988). Assim, termos descritos como mofo, terra, folha úmida, folha seca, madeira e serragem podem ser atribuídos como odor característico em função do hábito alimentar da espécie.

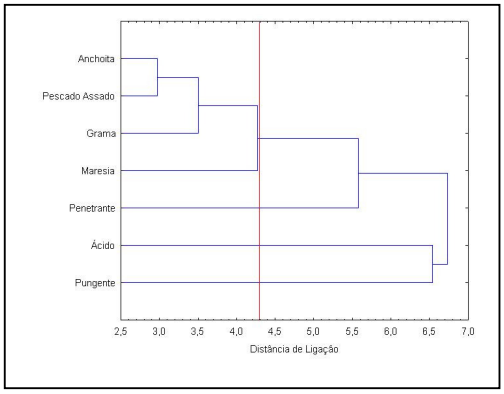

Figura 4a – Primeiro dia de armazenamento

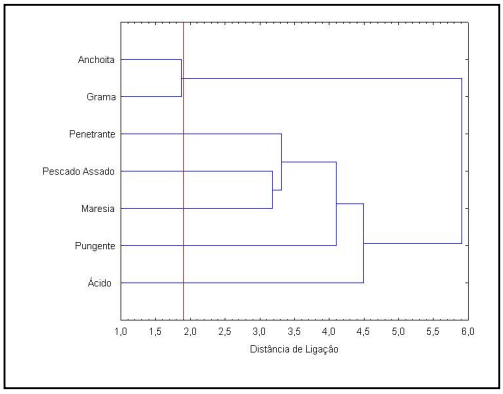

Figura 4b – Segundo dia de armazenamento

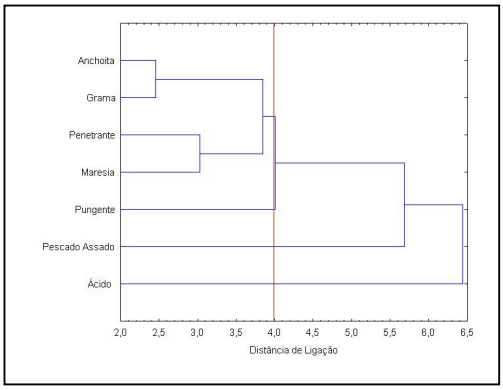

Figura 4c – Terceiro dia de armazenamento

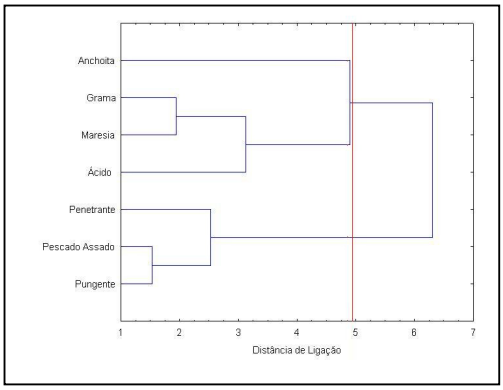

Figura 4d – Quarto dia de armazenamento

Figura 4 – Dendogramas obtidos para avaliação do odor da anchoita armazenada em gelo e água do mar do 1° ao 4° dia de armazenamento

Nesta mesma linha de raciocínio, os maiores degraus registrados, no dendograma para o segundo dia de amazenamento (Figura 4b), inicia-se a uma distância de ligação de 1,9 e 4,5. Tanto para distância 1,9 como 4,5, a matéria-prima forma grupo com o conjunto de odores representados pelo termo grama. TRIQUI & ZOUINE (1999), reportam como indicativo de boa qualidade para *Engraulis encrasicholus* os termos verde, capim e pepino. Esta constatação caracteriza a matéria-prima com 48 horas de captura em estado de frescor.

Para o terceiro e quarto dias de armazenamento (figuras 4c e 4d) são detectados fazendo grupo com a anchoita, grupos que caracterizam frescor como grama e maresia. Isso sugere que até o quarto dia de armazenamento, nas condições consideradas, a matéria-prima matem suas características de frescor. Esta questão se torna relevante no momento que os dados experimentais se refletem a partir de exemplares com tamanho médio de 11,5 cm. Tamanho este pequeno, considerando o tamanho da espécie, que atinge valores médios entre 13,5 e 15,5 cm (GARCIARENA et al., 2002; PONS-SANCHES-CASCADO et al., 2006). No entanto, no quarto dia de armazenamento, começa a fazer parte da gama de odores da anchoita, também o grupo ácido. Isso indica perda de frescor, uma vez que termos como ligeiramente ácido tem sido indicado como perda de qualidade de frescor do pescado (RUIVO, 1988; BARBOSA & VAZ-PIRES, 2004; PONS-SANCHES-CASCADO, 2006).

Avaliando paralelamente os dendogramas obtidos, conforme já discutido, a partir do quarto dia de armazenamento (Figura 4d), tem-se inicio o registro de grupos de odores (ácido) que indicam perda de frescor. No entanto, a anchoita ainda forma grupo com compostos que expressam frescor, notadamente até o 6° dia (figuras 5a e 5b), isso pode ser verificado tomando como base não só a avaliação de odor, mas a integridade física constatada pelos julgadores, quanto a textura e a forma, até o 5° dia de armazenamento.

A partir do 7° dia (figuras 5c, 5d e 5e), há predominância dos grupos penetrante e pungente, demonstrando a degradação da matéria-prima. O grupo penetrante foi definido pela equipe por termos como álcool, tempero, alho, molho, monoglutamato de sódio, couro e doce. Termos como álcool e doce são indicados pela literatura como perda de qualidade (MORI, 1988; LEITÃO, 1988, BARBOSA & VAZ-PIRES, 2004). Por outro lado, termos como tempero, alho e monoglutamato de sódio podem estar associados a “pescado assado”, grupo de termos este registrado como odor característico e que aparece formando grupo com a anchoita ainda no 8° dia de armazenamento. Com 8 dias de armazenamento, tem-se a indicação de pungência e penetrante, fazendo grupo com a anchoita. Tanto o termo penetrante como pungente foram definidos pelos julgadores, como sensação odorosa que agride a mucosa nasal, diferindo o pungente do penetrante pelo acréscimo de sensação desagradável. A presença de odor associado ao grupo pungente, como metálico, rançoso, gordura, pútrido é descrito como indicativo de qualidade inaceitável por BARBOSA & VAZ-PIRES (2004) e RODRÍGUEZ et al. (2006), e pode ser observado fazendo grupo isoladamente com a anchoita no 9° dia de armazenamento.

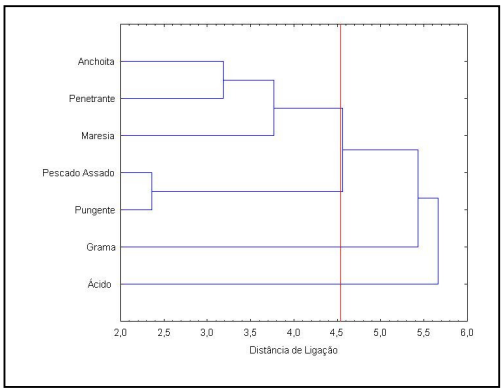

Figura 5a – Quinto dia de armazenamento

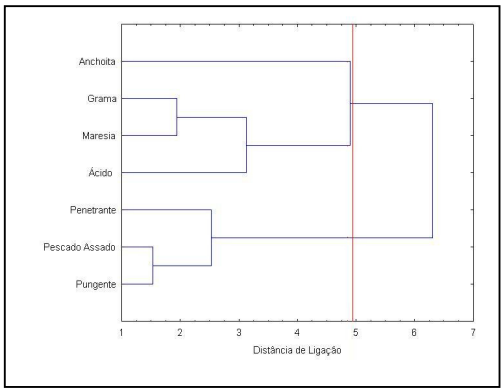

Figura 5b – Sexto dia de armazenamento

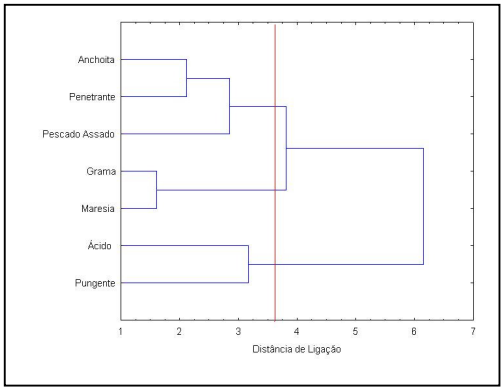

Figura 5 c – Sétimo dia de armazenamento

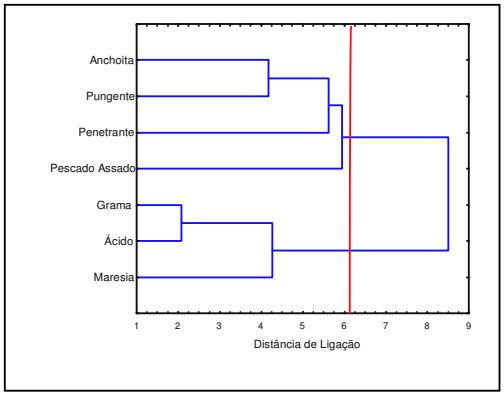

Figura 5 d – Oitavo dia de armazenamento

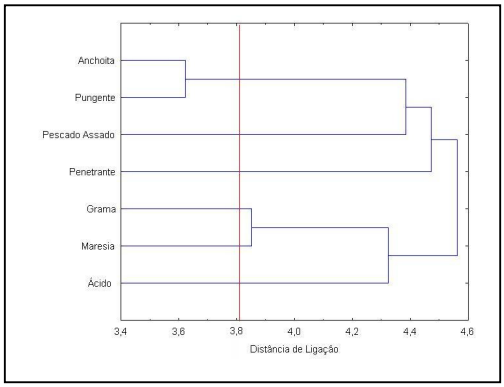

Figura 5 e – Nono dia de armazenamento

Figura 5 - Dendogramas do 5° até o 9° dia de armazenamento da anchoita em gelo e água do mar

Os resultados apresentados nos dendogramas (figuras 4 e 5) podem ser corroborados através da análise de variância entre as amostras e os julgadores apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise de variância entre os julgadores e entre as amostras durante o armazenamento

	SQR	GLR	QMR	$SQ_{Res.}$	$GL_{Res.}$	$QM_{Res.}$	$F_{cal.}$	p
Julgadores	18,63	6	3,11	200,60	63	3,18	0,98	0,45
Amostras (t=1)	183,90	6	30,65	35,70	35	1,02	30,12	<0,05
Amostras (t=2)	243,12	6	40,52	42,35	35	1,21	33,39	<0,05
Amostras (t=3)	181,44	6	30,24	64,40	35	1,84	16,48	<0,05
Amostras (t=4)	172,02	6	28,67	86,10	35	2,46	11,67	<0,05
Amostras (t=5)	60,30	6	10,05	82,25	35	2,35	4,27	<0,05
Amostras (t=6)	137,28	6	22,88	26,25	35	0,75	30,42	<0,05
Amostras (t=7)	267,48	6	44,58	39,90	35	1,14	39,24	<0,05
Amostras (t=8)	140,16	6	23,36	39,90	35	1,14	20,59	<0,05
Amostras (t=9)	210,48	6	35,08	52,50	35	1,50	23,46	<0,05

SQR = soma quadrados regressão; GL = graus liberdade regressão; SQMR = soma quadrado médio regressão; SQRS = soma quadrado resíduo; GLRS = graus liberdade resíduo; SQMRS = soma quadrado médio resíduo;

A análise estatística dos dados nos fornece duas informações a serem consideradas, a primeira é que o tempo de armazenamento exerce efeito na qualidade do odor característico a pescado, indicando diferenças significativas ($p<0,05$), a segunda é que não são registradas diferenças significativas entre os julgadores, o que reflete a homogeneidade da equipe (Tabela 2). Por outro lado, observa-se na Tabela 3, que apresenta as diferenças de médias segundo Tukey para avaliação do odor da anchoita durante o armazenamento, que não são indicadas diferenças significativas ($p<0,05$) entre o primeiro e o quinto dia de armazenamento em gelo e água do mar, indicando um valor médio de 3,05, 16% inferior ao ponto médio da escala utilizada, o que demonstra boa qualidade da anchoita com 5 dias de armazenamento.

Tabela 3 – Teste de tukey entre a anchoita e os padrões utilizados para avaliar o odor durante o armazenamento

Tempo (dias)	Anchoita	Ácido	Grama	Maresia	Penetrante	Pescado Assado	Pungente
1	2,47[a]	5,10	2,11[a]	1,77[a]	7,60	3,75[a]	6,34
2	2,69[ab]	5,30	2,14[a]	0,33	7,64	5,58	6,23
3	3,06[abc]	7,32	1,67[a]	4,12[a]	4,45[a]	6,57	7,55
4	3,25[abc]	4,02[a]	2,25[a]	5,03[a]	7,74	7,05	7,41
5	3,05[ab]	5,65	5,90	4,50[a]	3,88[a]	5,61	5,91
6	4,65[b]	3,63[b]	3,29[b]	3,28[b]	7,67	6,85	7,20
7	4,95[bc]	7,23	0,68	0,42	3,74[b]	4,13[b]	7,05
8	6,28[d]	1,96	1,77	2,94	5,68[d]	5,23[d]	6,01[d]
9	7,75[d]	2,56	1,92	2,76	4,80	5,26	7,76[d]

Letras iguais na horizontal indicam não haver diferença significativa entre as amostras ($p<0,05$)
Letras iguais na vertical para a anchoita indicam não haver diferença significativa ($p<0,05$)

O teste de comparação de médias segundo Tukey nos fornece ainda, que até o 7° dia de armazenamento a matéria-prima apresentou-se no limite de aceitação, com valores médios levemente superiores ao ponto médio da escala utilizada (4,5), correspondendo a 55% de perdas, demonstrando inaceitabilidade após este período. Para o 8° e 9° dias de armazenamento, pode-se observar perdas em torno de 69,78 e 86,11%, respectivamente. Estes resultados são corroborados por QUEIROZ et al. (1993) que reportam o percentual de perdas das características sensoriais de 60% como limite de aceitação.

4 CONCLUSÕES

A terminologia que define o odor característico da anchoita está associada basicamente a maresia e grama, com um terceiro componente de importância, o pescado assado;

Os termos representados pelo grupo grama foram descritos como: grama, ervas, refrescante, menta, hortelã, verdura, vegetal, natureza, verde, desinfetante de eucalipto, folha úmida, terra, mofo, folha seca, folha guardada, madeira, serragem, vegetal velho;

Nas condições experimentais a anchoita se manteve com boa qualidade até o 5° dia de armazenamento, podendo ser indicado como limite de aceitabilidade o 7° dia;

O atributo odor demonstrou ser um importante parâmetro de avaliação de frescor para a anchoita armazenada nas condições experimentais;

A técnica de armazenamento proposta demonstrou ser eficiente.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALASALVAR, C.; TAYLOR, K. D. A.; ÖKSÜZ, A.; GARTHWAITE,T.; ALEXIS, M. N.; GRIGORAKIS, K.; Freshness assessment of cultured se abram (*Spaurus aurata*) by chemical, physical and sensory methods**. Food Chemistry**, v.72, p.33-40, 2001.

BARBOSA, A.; VAZ-PIRES, P. Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). **Food Control**, v.15, p.161-168, 2004.

BERTOLOTTI, M. I.; MANCA, E. Processamiento y comercializacione de la anchoita (*Engraulis anchoita*) del mar Argentino. **Revista de Investigacion y Desarrolo Pesquero**, n.5, p.224-246, 1986.

CARDINAL, M.; CORNET, J.; SÉROT, T.; BARON, R. Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content. **Food Chemistry**, v.96, p.137-146, 2006.

CASTELLO, L., CASTELLO, J. P. Anchovy Stocks (*Engraulis anchoita*) and Larval Growth in the SW Atlantic. **Fisheries Research**. v. 59, p. 409-421, 2003.

CASTELLO, J. P. **A Anchoita (*Engraulis anchoita*, Engraulididae, Pisces) no sul do Brasil**. Tese de Doutorado, FURG, 1997.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Aquaculture Development. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries**, FAO, Roma, n.5, 40p., 1997.

GARCIARENA, A. D.; PERROTA, R. G.; LOPEZ, F. Informe sobre el muestro de desembarque de anchoita (Engraulis anchoita) y caballa (Scomber japonicus) em el puerto de Mar del Plata: período septiembre, 1999 – enero, 2000, com alguns comentários sobre el manejo de estos recursos. **INIDEP, INFTEC**, v.45, n.1, 2002.

HAIMOVICI, M.; MARTINS, A. S.; VIEIRA, P. C. Distribuição e Abundância de Peixes Teleósteos Demersais sobre a Plataforma Continental do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v.56, n.1, p.27-50, 1997.

HOUGH, G. & FISZMAN, S. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. **Cyted -Ciência y Tecnologia para el Desarrollo**. 1 ed. Valencia, Espana, 2005, 111p.

LEITÃO, M. F. F. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Microbiologia e deterioração do pescado fresco e refrigerado de origem fluvial ou marinha, p.40-58. Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

MORI, E. E. M. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Análise Sensorial de Productos de Pescado no Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.81-106. Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

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

ÓLAFSCDÓTTIR, G.; MARTINSDÓTTIR, E.; OEHLENSCHLÄGER, J.; DALGAARD, P.; JENSEN, B.; UNDELAND, I.; MACKIE, I. M.; HENEHAN, G.; NIELSEN, J.; NILSEN, H. Methods to evaluate fish freshness in research and industry. **Food Science & Technology**, v.8, 1997.

ÖZOGUL, F.; POLAT, A.; ÖZOGUL, Y. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). **Food Chemistry**, v.85, p.49-57, 2004.

ÖZOGUL, F.; TAYLOR, K. D. A.; QUANTICK, P.; ÖZOGUL, Y. Chemical, microbiological and sensory evaluation of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. **Food Chemistry**, v.71, p.267-273, 2000.

PONS-SÁNCHEZ-CASADO, S.; VIDAL-CAROU, M. C.; NUNES, M. L.; VECIANA-NOGUÉS, M. T. Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicholus*) stored in ice. **Food Control**, v.17, n.7, 564-569, 2006.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O.; QUEIROZ, E. G. Escala sensorial para avaliação do frescor do pescado estocado em gelo. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.11, n.2, p.91-102, 1993.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O; KOETZ, P. R. Caracterização sensorial do odor da *Aphanothece microscopic* Nägeli desidratada. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos,** v.16, n.1, p.55-70, 1998.

RODRÍGUEZ, O.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; PIÑEIRO, C.; GALLARDO, J. M. AND AUBOURG, S. P.; Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of “farmed turbot” (*Psetta maxima*). **Food Chemistry**, v. 95, n.2, p. 270-278, 2006.

RUIVO, V. E. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado, p.69-80. Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

SCHWINGEL, P. R.; CASTELLO, J. P. **Programa para desenvolvimento da pescaria da anchoita (*Engraulis anchoita*) no sul do Brasil.** Convênio MA-UNIVALI. Relatório Final, 2000.

TRIQUI, R.; ZOUINE, K. Sensory and Instrumental Assessments of the Ripening Process of Anchovy (*Engraulis encrasicholus*). **Academic Press**, v.32, p.203-207, 1999.

YEANNES, M. I. Aspectos Tecnologicos, Fisicoquimicos, Nutricionales y Sensoriales en Conservas y Preservas de Anchoita (*Engraulis anchoita*). **Curso – Workshop Cyted Internacional – sobre Alternativas Tecnológicas para o Aproveitamento de Anchoita e Cefalópodes,** Rio Grande, RS, Brasil, 2004.

WHITEHEAD, P.J.P., G.J. NELSON & WONGRATANA. **FAO species catalogue**. Vol. 7. Clupeoid fishes of the World (*Suborder Clupeoidei*). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. *Engraulididae*. FAO Fish. Synop. , (125) Vol.7, Pt. 2: 305-579, 1988.

Avaliação das Propriedades Funcionais da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar

Liziane de Vargas Garcia, Maria Isabel Queiroz

Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade, Departamento de Química, Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rua Eng. Alfredo Huch, 475, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil, Tel. +55 (53) 3233-8636

RESUMO

Avaliou-se o efeito do armazenamento em gelo e água do mar nas propriedades funcionais das proteínas da anchoita (*Engraulis anchoita*), bem como, as alterações de frescor expressas por N-BVT (nitrogênio de base volátil total), N-TMA (nitrogênio de trimetilamina), pH e odor. A matéria-prima foi capturada em cruzeiros realizados a bordo do Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS, Brasil, próximo a divisa Brasil-Uruguai. O pescado foi armazenado a bordo em gelo e água do mar na razão de 1:1 e, nesta condição, transportado ao Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade da FURG. A matéria-prima, armazenada nas mesmas condições de bordo, foi monitorada diariamente por um período de 9 dias quanto a solubilidade (SP), capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de emulsificação (CE) e de retenção de gordura (CRG), frescor e sensorialmente quanto ao atributo odor. Para avaliação do odor foi utilizada uma equipe de 7 julgadores selecionados e treinados para avaliar este atributo no pescado em diferentes graus de deterioração. Diariamente, foi solicitado aos julgadores que avaliassem a intensidade do odor percebido em uma escala não estruturada de 9 cm. Em sessão posterior, as amostras foram avaliadas utilizando uma escala estruturada descrita pelos termos: isento de odor estranho (1) – odor estranho muito intenso (7). Os dados foram tratados por ANOVA, teste de comparação de médias de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, e por regressão linear. Os resultados indicaram redução nos valores médios das propriedades funcionais estudadas, com o tempo de armazenamento. Os parâmetros N-BVT e pH não demonstraram eficiência para serem utilizados como indicadores do limite de frescor da matéria-prima, nas condições experimentais. No entanto, a N-TMA demonstrou importante correlação (r= 0,8852) com o atributo odor, o que a justifica como eficiente parâmetro de avaliação do frescor da anchoíta armazenada em gelo e água do mar. Foi possível indicar 7 dias como limite de aceitabilidade da anchoita, armazenada nas condições experimentais.

Palavras-Chave: Anchoita, armazenamento, frescor, propriedades funcionais.

Evaluation of the Functional Properties of the Anchovy (*Engraulis anchoita*) Stored in Ice and Sea Water

ABSTRACT

The effect of storage in ice and sea water in functional properties of the anchovy proteins (*Engraulis anchoita*) have been evaluated as well as the freshness alteration expressed by pH, N-BVT (total volatile base nitrogen), N-TMA (trimethylamine) and odor.The stock was captured in cruises on board of Navio

Oceanográfico Atlântico Sul belonging to Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), next to the Brazil-Uruguay border. The fishing was stored in ice and sea water 1:1 and, in this condition, it was transported to the University's Laboratory de Análise Sensorial e Controle de Qualidade.The stock, stored in the same conditions on board, was monitored on a daily basis for a period of 9 days as to its Water Holding Capacity (WHC), Solubility (PS), Emulsifying Capacity (EC), Oil Holding Capacity (OHC), freshness, and odor feature. A team of seven previously selected and trained judges was used to evaluate the odor feature from the fish in different deterioration stages.The judges have been asked on a daily basis in individual cabins to describe and evaluate the odor and its intensity in a non-structured scale of 9 cm. In a following session, the samples were evaluated using a structured scale described by the terms: exempt from strange odor (1) – very intense strange odor (7). These data have been treated by ANOVA, a comparison test from Tukey averages to a 5% probability level and by linear regression. The results indicated a reduction in the average values in the studied functional properties with the storage time. The NBV-T and pH parameters have not proved themselves efficient to be used as an indicator to the freshness limit of the stock in experimental conditions. Nevertheless, the N-TMA demonstrated an important correlation (r= 0,8852) with the odor feature justifying it as an efficient evaluation parameter of the anchoita stored in ice and sea water. It was possible to indicate seven days for a limit to the anchoita acceptability stored in experimental conditions.

Key words: Anchovy, storage, freshness, functional properties

1 INTRODUÇÃO

O pescado logo após a captura sofre rápida deterioração em função de uma variedade de mecanismos bioquímicos e microbiológicos aos quais está sujeito. No entanto, a perda de qualidade é dependência direta da natureza da espécie e das condições de manuseio e armazenamento (ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997; RODRÍGUEZ et al., 2006). A qualidade do pescado pode ser estimada através de testes sensoriais, métodos microbiológicos, medida dos compostos voláteis, oxidação lipídica, produtos do ATP, alterações físicas do pescado e alterações nas proteínas do músculo (RAATIKAINEN et al., 2005).

A deterioração do pescado ocorre como resultados da atividade bacteriana, ocasionando perda de qualidade e valor nutricional. A taxa de degradação está associada com vários fatores, como espécie, tamanho, conteúdo de lipídios e técnicas de captura (ÓLAFSDÓTTIR et al., 1997; RODRÍGUEZ et al., 2006; RIEBROY et al., 2007). A forma como o pescado é armazenado a bordo pode assegurar a manutenção do frescor, que é um dos parâmetros de maior importância para avaliar a qualidade desta matéria-prima. Apesar dos inúmeros métodos existentes para avaliar as alterações da qualidade, tradicionalmente, o frescor do pescado tem sido avaliado através de avaliação sensorial. PONS-SÁNCHEZ-CASCADO et al. (2006) reportam que este procedimento tem várias vantagens como ser rápido, confiável e poder ser

medido diretamente através do odor. O odor é um dos atributos de qualidade para pescado e frutos do mar que mais influenciam na aceitabilidade dos produtos pelos consumidores. Muitas pesquisas têm sido realizadas desde a década passada e mais de 300 voláteis foram identificados em pescado fresco e processado (TRIQUI & ZOUINE, 1999).

As alterações pós-captura no músculo do pescado também podem afetar a qualidade das proteínas e, portanto as propriedades funcionais (MOHAN et al., 2006). As propriedades funcionais do músculo do pescado estão diretamente associadas com a integridade das proteínas (BENJAKUL et al., 2003). Segundo SGARBIERI (1996), a funcionalidade das proteínas está intrinsecamente ligada as propriedades de hidratação, de absorção e retenção de água, a interação entre macromoléculas e as propriedades de superfície, dependentes da formação de películas bipolares na interface entre duas fases imiscíveis, como formação de espumas e emulsões, bem como, aquelas propriedades que dependem do tamanho da partícula.

As propriedades funcionais de interesse tecnológico mais importantes na carne de pescado têm sido apontadas como a capacidade de retenção de água, a capacidade de emulsificar gorduras e a capacidade de geleificação. Estas propriedades estão intimamente ligadas às proteínas miofibrilares, e requerem que estas conservem a estrutura tridimensional característica da carne como matéria-prima (VICETTI, 1991). Outro parâmetro de importância no estudo da funcionalidade das proteínas é a solubilidade, já que esta propriedade é tecnologicamente requerida para a aplicação das proteínas em sistemas alimentares que envolvam a formação e estabilidade de espumas e emulsões, ou formação de géis (KRÜGER et al., 2002; SGARBIERI & PACHECO, 2002). Assim, o conhecimento das propriedades funcionais em função do frescor, passa a ser um fator de importância, quando a matéria-prima é utilizada *in natura* na elaboração de produtos.

Por outro lado, apesar de todas as espécies de pescado necessitarem de um sistema de armazenamento eficiente, que possa minimizar as inúmeras alterações as quais estão sujeitas após a captura, as de pequeno porte merecem atenção especial. Estas espécies, devido ao tamanho, estão sujeitas a uma série de injúrias como, por exemplo, o esmagamento durante o transporte, bem como, a maior velocidade de reações enzimáticas, devido a isso, o pescado, em geral, é mantido em gelo previamente ao processamento para minimizar a sua deterioração (MOHAN et al., 2006).

No entanto, informações a respeito do efeito do armazenamento na funcionalidade das proteínas, quando se utiliza pescado como matéria-prima, são raras, principalmente no que se refere a espécie *Engraulis anchoita*, inexistentes até para recursos capturados em águas brasileiras. Em face disto, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do tempo de armazenamento em gelo e água do mar nas propriedades funcionais das proteínas da anchoita (*Engraulis anchoita*), capturada no Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Captura da Matéria-prima e Armazenamento a Bordo

Os experimentos foram realizados em duplicata, com matéria-prima resultante de dois cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS-Brasil. A matéria-prima utilizada foi a anchoita (*Engraulis anchoita*), com tamanho médio de 11,5 cm e 8g, capturada na costa do Rio Grande do Sul próximo a divisa Brasil-Uruguai. Logo após captura, o pescado foi armazenado a bordo imerso em gelo e água do mar (1:1) em caixas de polietileno.

2.2 Procedimento em Terra

Após o desembarque a matéria-prima foi transportada para uma indústria pesqueira do complexo industrial da Cidade de Rio Grande, onde foi lavada, com água clorada, em tambor rotativo, e então transportada para o Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade (LASQ) da FURG em espaço de tempo inferior a 24 horas, onde foi armazenada nas mesmas condições de bordo.

2.3 Propriedades Funcionais

As propriedades funcionais avaliadas diariamente foram solubilidade (SP), capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de retenção de gordura (CRG) e de emulsificação (CE), segundo método citado por FONKWE & SINGH (1996), com modificações, conforme descrito a seguir:

2.3.1 Capacidade de Retenção (CRA) de Água e Solubilidade (SP)

Foram elaboradas dispersões protéicas a partir de 2g de amostra e 20 ml de NaCl 3,5% p/v, com ajuste de pH de 2, 4, 6, 8 e 10. As suspensões foram colocadas

sob agitação por 30 minutos e centrifugadas também por 30 minutos. No sobrenadante foi determinado o teor de proteína por microKjeldahl. A solubilidade foi obtida comparando-se a proteína do sobrenadante com a proteína da amostra original, também determinada por microKjeldahl, tendo como fator de conversão 6,25, e expressas em gramas por 100 gramas. A amostra decantada foi colocada em banho-maria por 15 minutos, a 80°C, sendo novamente centrifugada. O excesso de água foi desprezado e a amostra foi submetida a pesagem. Os resultados de CRA foram expressos em gramas de água absorvida por grama de proteína.

2.3.2 Capacidade de Retenção de Gordura (CRG)

Suspensões obtidas a partir de 2g de amostra em 10 ml de óleo foram agitadas por 10 minutos e centrifugadas por 30 minutos, sendo o sobrenadante desprezado. A CRG foi obtida pela diferença de peso da amostra antes e após o processo. Os resultados foram expressos em gramas de óleo absorvido por grama de proteína.

2.3.3 Capacidade de Emulsificação (CE)

Foram preparadas dispersões contendo 0,5g de proteína em NaCl 3,5%p/v, ajustando-se o pH a 7. Estas dispersões foram agitadas, com adição de óleo de soja até a quebra da emulsão. Os resultados foram expressos em ml de óleo emulsificado por grama de proteína.

2.4 Avaliação Sensorial do Atributo Odor

2.4.1 Preparo das Amostras

Amostras de exemplares da matéria-prima, armazenada nas condições experimentais, retiradas diariamente, e os padrões de odores foram preparados com base na metodologia indicada por QUEIROZ et al. (1998). Utilizaram-se tubos de ensaio livres de odor, cobertos com papel alumínio e codificados com três dígitos aleatórios. Foi colocado um chumaço de algodão a 3 cm do fundo do tubo, como suporte de absorção dos voláteis e outro distante 3 cm da extremidade oposta. Amostras pesando em média 2g foram homogeneizadas e acrescentadas de 10 ml de água destilada. Diluições adequadas regularmente perceptíveis foram obtidas para cada amostra, sendo então embebecido o chumaço de algodão colocado no tubo de ensaio como suporte de absorção. As amostras foram mantidas sob aquecimento a 40 ± 2°C, para que os voláteis fossem difundidos e então oferecidos aos julgadores.

2.4.2 Monitoramento Sensorial do Atributo Odor

Os dados de monitoramento do odor da anchoita (*Engraulis anchoita*) em função do tempo de armazenamento foram obtidos em duplicata, a partir de 4 sessões, em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, RS, Brasil. Uma equipe de 7 julgadores selecionados e treinados para o atributo odor foi utilizada. Em uma das sessões foi usada uma escala estruturada de 7 pontos, descrita pelos termos: isento de odor estranho (1) – odor estranho muito intenso (7), conforme a Figura 1.

Nome: _____ Data: ____/____/____

Por favor, marque na escala abaixo a descrição que melhor expressa o estímulo percebido.

	Código da Amostra	Nota
1 – Isento de odor estranho	_____	_____
2 – Odor estranho muito ligeiro	_____	_____
3 – Odor estranho ligeiro	_____	_____
4 – Odor estranho moderado	_____	_____
5 – Odor estranho moderadamente intenso	_____	_____
6 – Odor estranho intenso	_____	_____
7 – Odor estranho muito intenso	_____	_____

Observações:_____

Figura 1 – Modelo da escala estruturada utilizada para avaliação do odor do pescado armazenado em gelo e água do mar

Em sessão posterior, uma escala não estruturada de 9 cm foi aplicada, ancorada nas extremidades por isento de odor estranho e odor estranho muito intenso (Figura 2).

Nome: _____Data: __/__/__

Por favor, marque na escala abaixo a intensidade que melhor expressa o estímulo percebido.

Isento de odor estranho — Odor estranho muito intenso

Observações:_____

Figura 2 – Modelo da escala não estruturada utilizada para avaliar o odor do pescado armazenado em gelo e água do mar

Em cada sessão foi fornecido aos julgadores padrões que definem o odor característico da anchoita armazenada em gelo e água do mar, conforme indicado por GARCIA & QUEIROZ (2007).

2.5 Avaliação Físico-Química do Frescor

As alterações físico-químicas da anchoita com o tempo de armazenamento em gelo e água do mar, foram avaliadas mediante medida de N-BVT, N-TMA e pH. A avaliação de N-BVT e pH foi realizada segundo BRASIL (1981).

A concentração de N-TMA foi determinada por espectrofotometria de acordo A.O.A.C. (2000). Uma alíquota da amostra, obtida por precipitação das proteínas com ácido tricloroacético, foi adicionada de formaldeído, tolueno e solução de hidróxido de potássio, sendo agitada vigorosamente. Da camada de tolueno formada pipetou-se 5ml de solução para um tubo contendo sulfato de sódio anidro, onde este tubo foi submetido a agitação. A esta mistura foi adicionada solução de ácido pícrico, que foi novamente agitada. Transcorrido o tempo para a reação colorimétrica, a solução foi lida em espectrofotômetro a 410 nm. O resultado foi expresso em mg de N-TMA por 100g de amostra a partir de uma curva padrão de TMA.

2.6 Tratamento Estatístico

Os dados foram avaliados por análise de variância (ANOVA), teste comparação de médias de Tuckey e por regressão linear, utilizando o software Statistica for Windows versão 6.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Avaliação das Propriedades Funcionais da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar

A Figura 3 apresenta o comportamento dos valores médios da propriedade funcional de solubilidade para a anchoita, armazenada em gelo e água do mar.

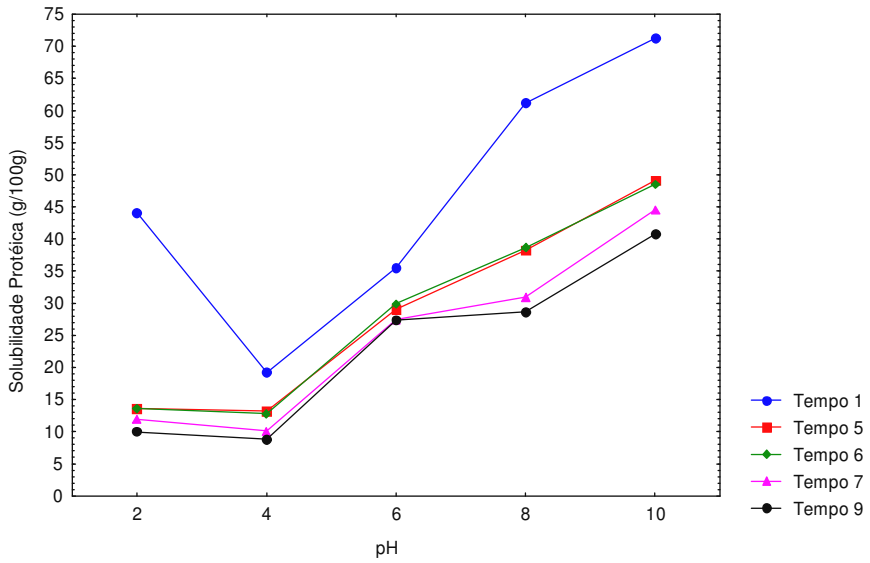

Figura 3 – Solubilidades consideradas para a proteína da anchoita, armazenada em gelo e água do mar em função do tempo

Analisando a Figura 3, observa-se que as maiores solubilidades foram obtidas na faixa de pH alcalino, independente do dia de armazenamento. A máxima solubilidade obtida foi de 71,24% (Tabela 1), em 24 horas e pH 10, valor similar ao encontrado por MOHAN et al. (2006), para proteína de pescado fresco. O aumento de solubilidade em pH alcalino, de acordo com SGARBIERI et al. (1998), é atribuído a predominância de cargas negativas que geram forças de repulsão eletrostática, capazes de promover a dissociação dos complexos e consequentemente solubilização das proteínas.

Os perfis de solubilidade em análise expressam que as menores solubilidades são registradas para o pH 4, o que se justifica por estar na faixa do ponto isoelétrico (PI) da maioria das proteínas que, de acordo com SGARBIERI (1996), varia entre 4 e 6. O pH afeta a densidade das cargas e o balanço intra e intermolecular, modificando a habilidade da proteína em participar de interações hidrofílicas. O aumento da densidade de cargas da proteína em pH afastado da região do ponto isoelétrico favorece as interações proteína-água, resultando num aumento das propriedades de hidratação. A baixa solubilidade próxima a região do PI, deve-se a falta de repulsão eletrostática que promove agregação e precipitação via interações hidrofóbicas (SGARBIERI et al., 1998).

A Tabela 1 apresenta as diferenças de médias, segundo teste de Tukey, dos resultados obtidos para solubilidade das proteínas, para os 9 dias de armazenamento.

Tabela 1 – Solubilidade protéica, em função do tempo de armazenamento

Tempo (dias)	Solubilidade (g/100g)				
	pH				
	2	4	6	8	10
1	44,10[a]	19,19[a]	35,49[a]	61,16[a]	71,24[a]
2	37,44[ac]	17,12[a]	35,07[a]	57,89[a]	63,54[ab]
3	33,99[ac]	14,55[b]	34,46[a]	49,86[ac]	57,80[ab]
4	26,98[c]	14,43[b]	28,92[a]	49,58[ac]	58,24[ab]
5	13,60[bc]	13,17[b]	29,11[a]	38,28[bc]	49,06[b]
6	13,59[b]	12,79[b]	29,96[a]	38,62[bc]	48,51[b]
7	11,93[b]	10,14[c]	27,46[a]	30,92[b]	44,50[b]
8	10,77[b]	9,63[c]	29,38[a]	29,54[b]	42,71[b]
9	9,96[b]	8,88[c]	27,38[a]	28,71[b]	40,77[b]

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa com o tempo ($p \leq 0,05$)
2 repetições

Observa-se de uma forma geral, que são indicadas diferenças estatisticamente definidas a partir de 96 horas, em relação ao primeiro dia de armazenamento, bem como, um decréscimo na solubilidade com o tempo, independente do pH considerado. A redução da solubilidade pode estar relacionada com o enfraquecimento das ligações das proteínas fibrosas e remoção de elementos estruturais que ocorrem no *post mortem* (BUTTIKUS, 1974; ZAYAS, 1997; MOHAN, 2006).

Comparando-se as figuras 3 e 4, que expressam os valores médios de solubilidade (Figura 3) e capacidade de retenção de água (Figura 4), observa-se o mesmo comportamento, com o menor valor registrado em pH 4.

A carne de pescado contém uma estrutura complexa de proteínas, as quais são as responsáveis pela retenção de água que se encontra nela. As trocas na capacidade de reter água são atribuídas principalmente a actina e miosina, ou ao complexo actina-miosina. Tem sido demonstrado que o pH em que a CRA atinge os menores valores é próximo ao PI. Variando o pH para a faixa ácida ou alcalina, em relação ao PI, a CRA aumenta, provavelmente devido a repulsão em função de igualdade de cargas e, desta forma, o espaço entre as cadeias pepitídicas aumenta, e mais água pode penetrar nos espaços e ser retida (VICETTI, 1991; SGARBIERI et al., 1998).

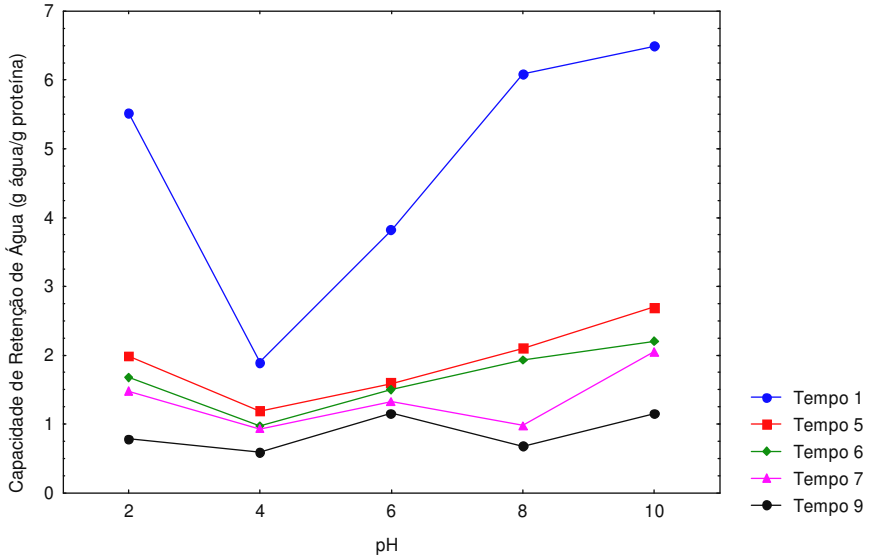

Figura 4 – Capacidade de retenção de água considerada para a proteína da anchoita, armazenada em gelo e água do mar em função do tempo

CONTRERAS (1994), reporta que para frações isoladas contendo miosina e actina, o PI, consequentemente, desloca-se para o lado ácido, a pH aproximadamente 4, provavelmente, por efeito do maior teor de ácido glutâmico e aspartico da miosina em relação as proteínas. Isso pode justificar que as menores solubilidades e CRA registradas para a anchoita tenha sido no pH 4.

A análise de comparação de médias pelo teste de Tukey (Tabela 2), indica haver um decréscimo gradativo dos valores médios da capacidade de retenção de água com o tempo de armazenamento. Este decréscimo pode ser evidenciado pela equação 1 que apresenta o ajuste dos dados segundo uma regressão linear, com um coeficiente de correlação de -0,9674.

$$Y_{CRA} = 7{,}2722 - 0{,}7293.X_{tempo} \quad \text{(equação 1)}$$

Tabela 2 – Capacidade de retenção de água em função do tempo de armazenamento

Tempo (dias)	Capacidade de Retenção de Água (g água/g proteína)				
	pH				
	2	4	6	8	10
1	5,52[a]	1,90[bc]	3,82[a]	6,09[d]	6,49[a]
2	5,06[ac]	1,62[cb]	1,86[ab]	4,01[a]	6,37[a]
3	4,40[ab]	1,34[abc]	1,69[ab]	4,02[a]	5,44[ab]
4	3,53[ad]	1,22[abc]	1,66[b]	2,72[ac]	4,35[abc]
5	1,99[bcd]	1,19[abc]	1,59[b]	2,10[bc]	2,70[abc]
6	1,68[bd]	0,97[ac]	1,50[b]	1,93[bc]	2,20[bc]
7	1,48[bd]	0,93[ac]	1,33[b]	0,98[b]	2,05[bc]
8	1,01[d]	0,60[a]	1,21[b]	0,79[b]	1,88[bc]
9	0,79[d]	0,59[a]	1,15[b]	0,68[b]	1,16[c]

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa com o tempo ($p \leq 0,05$)
2 repetições

Proteínas de diferentes origens são utilizadas para melhorar a eficiência de processos e, consequentemente, a adição de uma ou mais proteinas disponíveis em produtos cárneos pode trazer benifícios ao consumidor, tanto na qualidade como na redução de custo (HENRICKSON et al. 1984; SGARBIERI & CHAUD, 2006). A capacidade de retenção de gordura é uma das propriedades funcionais mais importantes na elaboração de produtos, podendo influenciar na ordem de adição dos ingredientes secos na mistura, contribuindo para uma distribuição uniforme. Valores médios da quantidade máxima de óleo que pode ser emulsionado pela dispersão de proteína da amostra de anchoita e a capacidae de retenção de gordura, bem como, diferenças de médias, segundo Tukey, em função do tempo de armazenamento, para estes parâmetros, estão expressos na Tabela 3.

A análise dos dados expressos na Tabela 3 não indica variações importantes na CRG até o 5° dia de armazenamento. Os resultados obtidos, nas condições experimentais para a espécie em estudo, indicam um alto índice de CRG. O valor médio registrado de 0,97g de óleo/g de proteína, para o primeiro dia de armazenamento, é superior aos dados obtidos por MOHARRAM et al. (1989) e COSTA (2003), que encontraram para concentrado proteico de resíduo de camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) e concentrado proteico de pescado, valores médios entre 0,85 e 0,95g óleo/g proteína, e de 0,90 g óleo/g proteina, respectivamente.

Tabela 3 - Capacidade de retenção de gordura (CRG) e capacidade de emulsificação (CE) em função do tempo de armazenamento

Tempo (dias)	CRG (g óleo/g proteína)	CE (ml óleo/g proteína)
1	0,97[a]	188,99[a]
2	0,92[ab]	188,28[a]
3	0,85[abc]	186,59[a]
4	0,82[abc]	185,35[a]
5	0,79[abcd]	145,42[b]
6	0,77[bcd]	141,36[b]
7	0,74[bcd]	128,11[b]
8	0,68[cd]	118,17[bc]
9	0,62[d]	99,98[c]

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa com o tempo ($p \leq 0,05$)
2 repetições

A capacidade emulsificante é um índice utilizado para medir a habilidade de emulsões formadas por proteínas ou peptideos, sendo definida como o volume de óleo que pode ser emulsionado pela proteína ou pepitideos, antes que a inversão de fase da emulsão ocorra (KINZELLA, 1977).

Existe uma tendência de associar propriedades funcionais entre si na busca de entender os parâmetros que regem o comportamento funcional. Em relação, a solubilidade e a CE, verifica-se que a emulsificação esta mais correlacionada a hidrofobicidade e a fenômenos de superfície das moléculas, onde as proteínas mais hidrofóbicas ocasionam maior decréscimo na tensão interfacial e, consequentemente, melhoram as propriedades emulsificantes (SGARBIERI & PACHECO, 2002). Verifica-se também que para a CE diferenças estatisticamente definidas são evidenciadas após 96 horas de armazenamento, reduzindo gradativamente com o tempo, o que pode ser evidenciado na equação 2 que apresenta o ajuste dos dados segundo uma regressão linear, com um coeficiente de correlação de -0,9609.

$$Y_{CE} = 214{,}1974 - 12{,}1225.X_{tempo} \quad \text{(equação 2)}$$

Um outro fator de relação entre a solubilidade e a CE a ser considerado é que os percentuais de perda destas propriedades se equivalem, sendo registrado, por exemplo, para o 7° dia de armazenamento, 37,54% e 32,21% (Tabela 5), de redução de solubilidade em pH alcalino e CE, respectivamente.

A redução da CE sugere a existência de moléculas insolúveis, o que se justifica pela concomitante redução da solubilidade. TAKEITI et al. (2004) reportam que a hidrofobicidade superficial é a característica protéica mais importante que define seu comportamento na superfície e consequentemente determina as propriedades emulsificantes. Com a redução da solubilidade as proteínas não migram para a interface para exercer suas propriedades de superfície (CHEFTEL et al., 1989). Notadamente os valores de CE reduzem a partir do 7° dia, sugerindo este parâmetro como importante fator de decisão para delimitar o limite de aceitabilidade da anchoita armazenada em gelo e água do mar.

3.2 Avaliação do Frescor da Anchoita Armazenada em Gelo e Água do Mar

3.2.1 Avaliação Sensorial do Atributo Odor com o Tempo de Armazenamento

Na Tabela 4 estão expressos os valores médios da intensidade de odor estranho, bem como, as diferenças significativas ($p \leq 0,05$), segundo o teste de Tukey, obtidas mediante uma escala não estruturada de 9 cm e uma escala estruturada ancorada pelos termos; isento de odor estranho (1) e odor estranho muito intenso (7).

Tabela 4 – Diferença entre médias segundo Tukey para intensidade de odor

Tempo (dias)	Intensidade de Odor		Descrição da Escala estruturada
	Escala não estruturada	Escala estruturada	
1	$2,06^{a}$	$1,71^{a}$	Odor estranho muito ligeiro
2	$2,44^{ae}$	$2,14^{a}$	Odor estranho muito ligeiro
3	$2,93^{ae}$	$2,14^{a}$	Odor estranho muito ligeiro
4	$3,14^{ae}$	$2,43^{ac}$	Odor estranho muito ligeiro
5	$3,38^{ab}$	$2,71^{ac}$	Odor estranho ligeiro
6	$4,60^{bde}$	$3,57^{bc}$	Odor estranho moderado
7	$4,73^{de}$	$3,71^{bc}$	Odor estranho moderado
8	$6,04^{cd}$	$5,43^{b}$	Odor estranho moderadamente intenso
9	$7,55^{c}$	$5,57^{b}$	Odor estranho intenso

Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa com o tempo ($p \leq 0,05$)
4 repetições

Verifica-se que as amostras não diferem entre si até o 5° dia de armazenamento, quando a intensidade de odor registrada é de 3,38 (escala não estruturada), corresponde na escala estruturada a 2,71.

A equação 3 expressa o ajuste dos dados, com uma correlação de r= 0,9762, obtida por regressão linear, em função das respostas sensoriais geradas pelas duas escalas, tomando como variável independente a escala estruturada.

$$Y = 0{,}01463 + 1{,}2534.X \quad \text{(equação 3)}$$

O modelo ajusta o valor registrado pela escala estruturada para 2,68. Este valor corresponde ao termo descritivo “odor estranho ligeiro”, que indica alto grau de frescor da matéria-prima em estudo. No entanto, GARCIA & QUEIROZ (2007), caracterizaram a alteração do odor da anchoíta armazenada em gelo e água do mar, e verificaram que a partir do quarto dia de armazenamento começa a fazer parte da gama de odores da anchoita, também o grupo ácido, o que indica perda de frescor. Porém, a anchoita ainda forma grupo com compostos que expressam frescor, como maresia, descrito para o quinto dia de armazenamento, bem como, compostos que indicam o início de degradação, como o odor penetrante, definido pela equipe por termos como álcool, molho, monoglutamato de sódio, couro e doce, sendo os termos álcool e doce indicados pela literatura como perda de qualidade. Isso justifica o valor 2,71 expresso na escala estruturada como odor estranho ligeiro.

O limite de aceitação da anchoíta nas condições estudadas pode ser indicado como 7 dias de armazenamento, o que corresponde a 52,56% de perdas (Tabela 5) do odor característico da anchoíta. QUEIROZ et al. (1993), reportam que vários autores, indicam o percentual de perdas das características sensoriais de 60% como limite de aceitação do odor característico da anchoíta e, aproximadamente, ao ponto médio da escala estruturada (3,71) e não estruturada (4,73) utilizada.

A Tabela 5 expressa os percentuais de perdas de dor e propriedades funcionais com o tempo de armazenamento.

Tabela 5 – Valores médios de perdas de solubilidade, capacidade de retenção de água (CRA), de gordura (CRG), de emulsificação (CE) e odor durante o período de armazenamento

Tempo	Perdas (g/100g)				
(dias)	Solubilidade	CRA	CE	CRG	Odor
1					22,89
2	10,08	1,85	0,38	5,15	27,11
3	18,87	16,17	1,27	12,37	32,56
4	18,25	32,97	1,93	15,46	34,89
5	31,13	58,40	23,05	18,56	37,56
6	31,91	66,10	25,19	20,62	51,11
7	37,54	68,42	32,21	23,71	52,56
8	40,02	71,03	37,47	29,90	67,11
9	42,77	82,29	47,10	36,08	83,89

3.2.2 Parâmetros Físico-Químicos de Avaliação do Frescor da Anchoita Armazenada em Gelo e Água do Mar

Na Tabela 6 encontram-se os resultados do somatório de N-BVT e N-TMA para o pescado e a água do mar, bem como, os valores de pH obtidos durante o período de armazenamento.

Tabela 6 – Somatório de N-BVT e N-TMA para o pescado e água do mar de imersão, e valores de pH, durante o período de armazenamento

Tempo	Somatório (Pescado +Água)		pH	pH
(dias)	N-BVT (mg/100g)	N-TMA (mg/100g)	Pescado	Água
1	$8,22^{a}$	$0,92^{a}$	$6,35^{ad}$	$6,44^{abd}$
2	$10,69^{ab}$	$1,36^{b}$	$6,37^{acd}$	$6,54^{ac}$
3	$13,91^{b}$	$2,02^{c}$	$6,38^{acd}$	$6,40^{ab}$
4	$14,57^{bc}$	$2,37^{d}$	$6,15^{b}$	$6,28^{b}$
5	$16,14^{bc}$	$2,82^{e}$	$6,30^{bd}$	$6,62^{cd}$
6	$19,66^{c}$	$4,68^{f}$	$6,49^{ae}$	$6,68^{ce}$
7	$19,81^{c}$	$4,72^{f}$	$6,55^{cef}$	$6,68^{ce}$
8	$19,92^{c}$	$4,77^{g}$	$6,63^{ef}$	$6,69^{ce}$
9	$19,98^{c}$	$4,77^{g}$	$6,70^{f}$	$6,81^{e}$

Letras diferentes na vertical apresentam diferença significativa com o tempo ($p \leq 0,05$)
4 repetições

YEANNES et al. (1983), reportam que as anchoitas provenientes de distintas capturas apresentam grande dispersão em seu conteúdo de N-BVT, o que é atribuído a diferenças de condições biológicas, alimentação, temperatura da água entre outras razões. Para o pescado de uma maneira geral, a literatura indica para excelente estado de frescor valores entre 5 e 11 mg/100g de músculo (CONTRERAS, 1988; CONTRERAS, 1994; MAIA & OGAWA, 1999; GOULAS & KONTOMINAS, 2005). Esta baixa concentração de N-BVT, que caracteriza completo estado de frescor, é atribuída a degradação do ATP (Adenosina Trifosfato), remanescente no pescado recém morto. Na suposição que todo ATP seja degradado, seria obtido 7 -12 mg N-BVT/100g de músculo (CONTRERAS, 1988). Valores neste intervalo foram registrados para matéria-prima em análise. Isso sugere alta eficiência para a técnica de conservação a bordo utilizada. GARCIA & QUEIROZ (2007), verificaram completa integridade física dos exemplares avaliados em iguais condições experimentais até o 5° dia de armazenamento, período este em que não foram registradas diferenças estatisticamente definidas ($p \leq 0,05$) nas concentrações de odor. A equação 4 demonstra uma forte correlação dos valores de N-BVT com o tempo de armazenamento (r=0,9527).

$$Y_{N-BVT} = 8,2428 + 1,5270.X_{tempo} \quad \text{(equação 4)}$$

No entanto, a concentração de N-BVT não ultrapasa o limite regulamentado pela legislação brasileira que é de 30mg/100g de músculo (BRASIL, 1974; CONTRERAS, 1988; QUEIROZ et al., 1993). Estes resultados não recomendam a medida de N-BVT como um parâmetro a ser utilizado para avaliação do frescor da anchoita.

Denominam-se bases voláteis, o conjunto das bases nitrogenadas, como a TMA, DMA (dimetilamina), amônia, MMA (monometilamina), putrescina, cadaverina e espermidina, normalmente, presentes em pescados que se deterioram, constituindo predominantemente uma mistura de amônia, TMA e DMA. Destas, a que em geral tem variações mais significativas é a TMA, portanto é a principal responsável pela mudança dos valores de N-BVT durante o armazemento em gelo (TAHA, 1988). Isso é notamente demonstrado pelos dados expressos na Tabela 6 onde o N-TMA aumenta gradativamente com o N-BVT, resultando em uma importante correlação positiva definida por r = 0,9792 e pela equação 5.

$$Y_{N-TMA} = 7,3384 + 2,7033.X_{N-BVT} \quad \text{(equação 5)}$$

Assim como o N-BVT, os pontos gerados se ajustam linearmente em função do tempo, com r = 0,9571, conforme podemos verificar na equação 6.

$$Y_{N-TMA} = 0{,}3806 + 0{,}5557.X_{tempo} \text{ (equação 6)}$$

Tem sido constatada uma grande variedade nos dados de N-TMA como referência de aceitabilidade em função das espécies. De acordo com CONNEL (1990), citado por GOULAS & KONTOMINAS (2005), valores de N-TMA de 1,5 g/100g de músculo, tem sido indicado para bacalhau de ótima qualidade. Para o atum, estas concentrações variam de 1,5 a 2,0 mg/100g e para carne de arenque e lagosta o odor desagradável passa a ser percebido a partir de 7 mg/100g (MAIA & OGAWA, 1999). Estas diferenças mostram que os níveis de TMA são dependentes das variações próprias das espécies, idade, estação do ano e dieta dos peixes (REDDY et al., 1997; RODRIGUEZ et al., 1999). De acordo com SIKORSKI et al. (1989), valores de 5 a 10 mg/100 g tem sido indicados para limite de aceitabilidade de uma maneira geral.

Observa-se nos dados da Tabela 6 que até o 5° dia de armazenamento, são obtidos valores que expressam alto índice de frescor segundo a literatura. Esta concentração corresponde a descrição de odor estranho ligeiro (Tabela 4), o que justifica a importante correlação r = 0,8852 e a equação 7, resultante entre os valores N-TMA e odor.

$$Y_{N-TMA} = -0{,}0373 + 0{,}7802.X_{odor} \text{ (equação 7)}$$

Por outro lado, para o limite de aceitação delimitado como 7 dias de armazenamento são indicados valores de N-TMA próximos ao limite mínimo dado pela literatura (5 mg/100g de músculo) como limite de aceitabilidade. Correlações de N-TMA de r = -0,7300 e r = -0,9178 são descritas, para CRA e CE como podem ser avaliadas pelas equações 8 e 9, respectivamente. Isso recomenda o parâmetro N-TMA como importante indicador de frescor e integridade das propriedades funcionais consideradas para a anchoíta nas condições experimentais.

$$Y_{N-TMA} = 5{,}6866 - 1{,}4380.X_{CRA} \text{ (equação 8)}$$

$$Y_{N-TMA} = 9{,}6465 - 0{,}0422.X_{CE} \text{ (equação 9)}$$

A medida de pH não tem sido indicada individualmente como indice de frescor, no entanto tem sido amplamente utilizada em paralelo com análises químicas, sensoriais e microbiológicas. A variável pH permite obter informações restritas a respeito da matéria-prima, como o pH de frescor, aproximadamente 6,5 ou inferior quando em estagio de rigor mortis, aumentando com o armazenamento em gelo, podendo encontrar-se no limite de aceitação para consumo, abaixo ou acima (LUDORFF & MEYER, 1973).

Na Tabela 6 avaliou-se ainda, o monitoramento do pH no músculo do pescado e na água do mar utilizada para sua imersão, acrescida da água de degelo. São registrados valores superiores na água quando comparado com o pH do músculo, o que pode ser atribuído a migração de compostos como N-BVT para a água de degelo, o que sugere que o pH do músculo é um pouco superior que o registrado. No entanto, não são observadas diferenças estatisticamente definidas até o 3° ($p \leq 0,05$) dia de armazenamento. O aumento do pH coincide com o fim do rigor mortis. O período que o pH se mantem baixo praticamente define a vida útil do pescado (CONTRERAS, 1994). Aos 7 dias de armazenamento, no limite de aceitação definido pelo parâmetro odor (Tabela 4), o valor do pH registrado é 6,55, que não difere significativamente do valor encontrado no 8° dia, para no final do tempo experimental atingir o valor de 6,70, valor este inferior ao indicado pela legislação brasileira que é 6,8 (BRASIL, 1974; QUEIROZ et al., 1993; CONTRERAS,1994).

4 CONCLUSÃO

As propriedades funcionais da carne de anchoíta (*Engraulis anchoita*) sofreram redução com o tempo de armazenamento;

A máxima solubilidade protéica registrada, foi de 71,24 % em pH 10;

A capacidade de retenção de água apresentou comportamento similar a solubilidade, com valor máximo de 6,49 g de água/g de proteína registrados para o pH 10;

Os valores máximos obtidos para capacidade de emulsificação e retenção de gordura foram 188,99 ml de óleo/g de proteína e 0,97 g de óleo /g de proteína, respectivamente;

O odor demonstrou ser um importante parâmetro de definição do frescor nas condições experimentais, indicando como limite de aceitação o 7° dia. Não foram indicadas diferenças estatisticamente definidas, em relação ao primeiro dia, até o 5° dia de armazenamento;

As reduções nas propriedades funcionais consideradas foram acompanhadas por reduções do odor característico;

Os parâmetros N-BVT e pH não demonstraram eficiência para serem utilizados como indicadores do limite de frescor da matéria-prima, nas condições experimentais;

O N-TMA demonstrou importante correlação (r= 0,8852) com o parâmetro odor, o que o justifica como eficiente parâmetro de avaliação de frescor da anchoíta armazenada em gelo e água do mar;

A técnica utilizada de armazenamento a bordo demonstrou-se eficiente;

Os resultados obtidos para as propriedades funcionais consideradas fazem da matéria-prima em estudo importante potencial a ser utilizado na elaboração de novos produtos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 13ª ed., Arlington: A.O.A.C. 1141p., 2000.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; TUEKSUBAN, J. Changes in physico-chemical properties and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*) during post-mortem storage in ice. **Food Chemistry**, v.80, p.535-544, 2003.

BRASIL. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. **Métodos Físico-químicos**, Brasília. 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília: DIPOA, 1974.

BUTTIKUS, H. On the nature of the chemical and physical bonds which contribute to some structural properties of protein foods: a hypothesis. **Journal of Food Science**, v.39, n.484, 1974.

CHEFTEL, J. C. CUQ, J. L. & LORIENT, D. **Proteínas Alimentarias: Bioquímica. Propriedades Funcionales. Valor Nutritivo. Modificações Químicas**. Zaragoza: Editora Acribia, 346p., 1989.

COSTA, P. G. **Processo de Extração Química e Potencial Apresentado pela Proteína Recuperada da Matriz dos Exoesqueletos de Camarão-Rosa (*Farfantepenaeus paulensis*).** Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, 126 p., 2003.

CONTRERAS, E. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Métodos Químicos para Análise de Pescado, p.196-209.

Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

CONTRERAS, E. Bioquímica de Pescados e Derivados. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 409p.

FONKWE, L. G.; SINGH, R. K. Protein Recovery from Mechanically Deboned Turkey Residue by Enzymic Hydrolysis. **Process Biochemistry**, v.31, n.6, p.605-616, 1996.

GARCIA, L. V.; QUEIROZ, M. I. **Caracterização do Odor da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar**, p.40-53. Em: Avaliação das Propriedades Funcionais da Anchoita (*Engraulis anchoita*) e das Modificações Produzidas Durante o Armazenamento em Gelo e Água do Mar e Processamento. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2007, 124p.

GOULAS, A. E.; KONTOMINAS, M. G. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. **Food Chemistry**, v.93, p.511-520, 2005.

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

KINZELA, J. E. Functional properties of protein: possible relationships between structure and function in foams. **Journal Food Chemistry**, v.7, p.273-288, 1977.

KRÜGER, C.; CENI, G.; SGARBIERI, V.; CÂNDIDO, L. Propriedade hidrofílica de concentrados protéicos de leite bovino. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.36, v.2, p.122-127, 2002.

LUDORFF, W.; MEYER, V. **El pescado y los productos de la pesca**. Editorial Acribia, Zaragoza, Espana, 1973, 342p.

MAIA, E; OGAWA, M. **Manual de Pesca**: C & T do Pescado. v.1. Ed. Varela, SP, 430p., 1999.

MOHAN, M.; RAMACHANDRAN, D.; SANKAR, T. V. Functional properties of Rohu (*Labeo rohita*) proteins during iced storage. **Food Research International**, v.39, p.847-854, 2006.

MOHARRAM, Y. G.; YOUSSEF, A. M. M.; ATTIA, R. S. Protein isolate from small pelagic Moza (*Box boops*) fish. **Die Nahrüng**, Berlin, v.33, n.8, p.767-772, 1989.

ÓLAFSCDÓTTIR, G.; MARTINSDÓTTIR, E.; OEHLENSCHLÄGER, J.; DALGAARD, P.; JENSEN, B.; UNDELAND, I.; MACKIE, I. M.; HENEHAN, G.; NIELSEN, J.; NILSEN, H. Methods to evaluate fish freshness in research and industry. **Food Science & Technology**, v.8, 1997.

PONS-SÁNCHEZ-CASADO, S.; VIDAL-CAROU, M. C.; NUNES, M. L.; VECINA-NOGUÉS, M. T.; Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicholus*) stored in ice. **Food Control**, v.17, n.7, p564-569, 2006.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O.; QUEIROZ, E. G. Escala Sensorial para Avaliação do Frescor do Pescado Estocado em Gelo. **Boletin CEPPA**, v.11, n.2, 1993.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O; KOETZ, P. R. Caracterização sensorial do odor da *Aphanothece microscopic* Nägeli desidratada. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos,** v.16, n.1, p.55-70, 1998.

RAATIKAINEN, O.; REINIKAINEN, V.; MINKKINEN, P.; RITVANEN, T.; MUJE, P.; PURSIAINEN, J.; HILTUNEN, T.; HYVÖNEN, P.; WRIGHT, A. V.; REINIKAINEN, S. Multivariate modeling of fish freshness index based on ion mobility spectrometry measurements. **Analytica Chimica ACTA**, v.544, p.128-134, 2005.

REDDY, N. R.; ROMAN, M. G.; VILLANUEVA, M.; SOLOMON, H. M.; KAUTTER, D. A.; RHODEHAMEL, E. J. Shelf life and clostridium botulinum toxin development during storage of modified atmosphere-packed fresh catfish fillets. **Journal of Food Science**, v.62, n.4, p.878-884, 1997.

RIEBROY, S. BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. TANAKA, M. Effect of iced storage of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) on the chemical composition, properties and acceptability of Som–fug, a fermented Thai fish mince. **Food Chemistry**, v.102, p.270-280, 2007

RODRÍGUEZ, O.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; PIÑEIRO, C.; GALLARDO, J. M. AND AUBOURG, S. P.; Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of “farmed turbot” (*Psetta maxima*). **Food Chemistry**, v. 95, n.2, p. 270-278, 2006.

RODRIGUEZ, C. J.; BESTEIRO, I.; PASCUAL, C. Biochemical changes in freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p.1473-1480, 1999.

SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de proteínas em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.212-220, 1998.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em Alimentos Protéicos – Propriedades, Degradações, Modificações**. Livraria Varela, São Paulo, 1996, 517p.

SGARBIERI, V. C.; & CHAUD, S. G. Propriedades funcionais (tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e das frações glicana, manana e glicoproteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.369-379, 2006.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Diferentes métodos de concentração de proteína de levedura e suas implicações nas propriedades funcionais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.36, v.2, p.83-94, 2002.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A.; BURT, J. R. Postharvest biochemical and microbial changes. In: SIKORSKI, Z. E. **Seafood**: resources, nutritional, composition and preservation. Boca Raton: CRC Press, p.55-73, 1989.

TAHA, P. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Controle de Qualidade do Pescado pela Weg Penha Pescados S.A, p.210-215. Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

TAKEITI, C. Y.; SOUZA, A. S.; NETTO, F. M. Influência do Tratamento Térmico nas Propriedades de Solubilidade e de Emulsificação de Isolados Protéicos de Soja e de seus Hidrolisados Enzimáticos. **Brazilian Journal of Foood Technology**, v.7, n.1, p.87-101, 2004.

TRIQUI, R.; ZOUINE, K. Sensory and Instrumental Assessments of the Ripening Process of Anchovy (*Engraulis encrasicholus*). **Academic Press**, v.32, p. 203-207, 1999.

VICETTI, R. V. Propriedades funcionales de la carne de pescado y câmbios producidos por el armacenamiento y processamiento. **Boletim de Investigacion – Instituto de Tecnologia Pesquera del Peru**, p.5-22, 1991.

ZAYAS, J. F. Ch. 1 Solubility of proteins. Functionality of proteins in food. New York: Springer, 1997, p.10

YEANNES, M. I.; VALLE, C. E.; LUPÍN, H. M. Generación de bases nitrogenadas volátiles durante el processo de elaboración de conservas de pescado. **Agroquímica Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.4, p.585-590, 1983.

Avaliação da Polpa e da Base Protéica de Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada sob Congelamento e Desidratada

Liziane de Vargas Garcia, Maria Isabel Queiroz

Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade, Departamento de Química, Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rua Eng. Alfredo Huch, 475, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil, Tel. +55 (53) 3233-8636

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi monitorar a polpa e as bases protéicas obtidas apartir da anchoíta (*Engraulis anchoíta*), armazenada a -18°C, quanto a estabilidade das gorduras e avaliar a fração protéica quando as bases protéicas, são submetidas a diferentes condições de secagem. Paralelamente, realizou-se o monitoramento das propriedades de frescor através dos parâmetros de N-BVT (nitrogênio de bases voláteis totais), N-TMA (nitrogênio de trimetilamina) e pH. Os Parâmetros de frescor e a estabilidade das gorduras (índice de peróxido e ácido tiobarbitúrico) foram avaliados por um periodo de 120 dias. Sob o ponto de vista microbiológico as amostras foram avaliadas, no início e no final do experimento, mediante análises de *Salmonella* sp., *Sthaphylococcus* coagulase positiva e número mais provável de coliformes (NMP). As bases proteicas obtidas, foram submetidas a secagem em secador de bandeja, com escoamento de ar paralelo, velocidade do ar de 1,5 m/segundo, nas temperaturas de 40, 60 e 70°C, para posterior avaliação das propriedades funcionais de solubilidade protéica (SP), capaciade de retenção de água (CRA), capacidade de retenção de gordura (CRG) e capacidade de emulsificação (CE). A matéria–prima foi capturada em cruzeiros realizados a bordo do Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS, Brasil, próximo a divisa Brasil-Uruguai. O pescado foi armazenado a bordo em gelo e água do mar na razão 1:1 e nestas condições, com um tempo de captura inferior a 24 h, foi transportado para uma indústria pesqueira local, onde foi lavado em tambor rotativo, eviscerado e a polpa obtida por separação mecânica, e acrescida de 2,5% de sacarose como crioprotetor. Posteriormente, foi transferida para o Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade da FURG, onde foi lavada, com H_2O e H_3PO_4 0,05%, caracterizada e congelada a -18°C em um freezer vertical. Os resultados indicaram que o melhor solvente utilizado para extração de proteínas solúveis foi o H_3PO_4 e que não foram registradas variações importantes nos parâmetros de frescor e microbiológicos durante o armazenamento das amostras analisadas. A polpa e as bases protéicas mantiveram-se estáveis, quanto a estabilidade das gorduras, durante o periodo de armazenamento, sendo os maiores valores encontrados para a BPP obtida utilizando como solvente o H_3PO_4 . Com relação ao processo de secagem, o menor tempo foi obtido para a base protéica elaborada a partir de H_3PO_4, independente da temperatura utilizada. As maiores SP e CRA foram registradas para a secagem a temperatura de 60°C e para a CRG e CE, os melhores valores foram obtidos para 40°C.

Palavras-Chave: Armazenamento, processo de lavagem, propriedades funcionais.

Evaluation of the Pulp and the Protein Base of Anchovy (*Engraulis anchoita*) when Stored under Freezing Conditions and Dehydrated

ABSTRACT

This work aimed to monitor the pulp and protein bases obtained from anchovy (*Engraulis anchoita*) when stored at -18C, concerning the fat stability and the evaluation of the protein fraction when the protein bases are submitted to different drying conditions. At the same time, the monitoring of freshness properties was accomplished through N-BVT (nitrogênio de base volátil total), N-TMA (nitrogênio de trimetilamina) and pH parameters. The freshness parameters and the fat stability (peroxide index and thiobarbiturical acid) were evaluated during 120 days. Under the microbiological point of view the samples were evaluated, in the beginning and at the end of the experiment by the analysis of *salmonella* sp., positive *sthaphylococcus* coagulase and the most likely number of coliforms (NNP). The protein bases obtained were submitted to drying in thin-layer, with parallel flow, using air velocity of 1,5 m/s, in the temperatures of 40, 60 and 70°C, for further evaluation of the functional properties of Protein Solubility (PS), Water Holding Capacity (WHC), Oil Holding Capacity (OHC) and Emulsifying Capacity (EC). The raw material was captured in cruises on board of Navio Oceanográfico Atlântico Sul of Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG) RS, Brazil, next to Brazil-Uruguay border .The fishing was stored on board in ice and sea water in 1:1 ratio and in these same conditions, being captured in less than 24 hours. It was transported to a local fishing industry where it was washed, gutted and had its pulp obtained by mechanical separation, adding 2,5% of saccharose as crioprotector. Later, it was transferred to FURG's Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade where it was washed with H_2O and H_3PO_4 0,05%, characterized and frozen at -18°C in a vertical freezer. The results indicated that the best solvent used for the extration of soluble protein was the H_3PO_4 and that important variations in the freshness and microbiological parameters during the storage of the analysed samples were not registered. Both, the pulp and the protein bases remained stable as to their fat stability during the storage period, and the highest values were found for the obtained protein bases using H_3PO_4 as a solvent. Concerning the drying process, the shortest time was obtained for the protein basis elaborated from H_3PO_4 regardless the temperature used. The highets SP and CRA were registered for the drying at the temperature of 60°C and to CRG and CE, the best values were obtained at 40°C.

Key words: Storage, washing process, functional properties

1 INTRODUÇÃO

Os recursos pesqueiros têm representado importante potencial como fonte de proteína de excelente valor biológico passíveis de responder a diferentes demandas do mercado consumidor. No entanto, MADUREIRA (2005), reporta que de acordo com JACKSON et al. (2001) e KOCHIN et al. (2003), estudos apontam para um colapso na exploração de espécies costeiras a nível internacional.

Na costa brasileira a tendência na disponibilidade de pescado, acompanha o restante do planeta. Os dados de avaliação pesqueira nas águas brasileiras não são promissores no sentido de apontar alternativas para a frota pesqueira nacional e muito menos para a frota ociosa internacional. Entre poucas excessões enquadra-se a

espécie *Engraulis anchoíta*. Embora existam estudos que mostrem a abundancia da anchoíta na costa sul do Brasil, esse potencial pesqueiro ainda permanece sem qualquer exploração industrial. Contribui para isso, o fato de que a indústria pesqueira da região concentra-se tradicionalmente na captura de espécies de fundo e atums, destinados a produtos frescos e ou congelados. Isso sugere a necessidade da diversificação das linhas de produção industriais. A polpa de pescado apresenta grande disponibilidade para a diversificação da indústria pesqueira. Uma vantagem importante seria a oportunidade de se oferecer ao consumidor uma gama maior de novos produtos ou de produtos familiares feitos a base de pescado. Isso poderia significar não somente um produto de alto teor protéico como também estimularia o aumento do consumo de pescado (MORAIS & MARTINS, 1981). Assim, uma forma de introduzir a especie anchoíta no mercado seria a utilizaçao da polpa em forma de um produto habitual de consumo pela população, por exemplo, no Rio Grande do Sul, na forma de arroz de carreteiro.

O pescado por ser altamente perecível, necessita logo após a captura de um processo de conservação que possa garantir a sua qualidade. Entre os processos utilizados para conservar a qualidade do pescado, visando sua posterior utilização como matéria-prima na elaboração de produtos a base de peixe, pode-se destacar a transformação do pescado em base protéica (BPP) e, conseqüente, armazenamento congelamento ou submete-lo ao processo de secagem.

A BBP é um concentrado de proteína miofibrilar obtido pelo despolpamento mecânico do pescado fresco. O músculo do pescado é picado (moído), lavado com água (com ou sem agente clarificante), adicionado de protetores protéicos (crioprotetores) e congelado (PARK, 2000; GONÇALVES & PASSOS, 2003; BENJAKUL et al., 2005).

Produtos elaborados a partir de polpa de pescado são comumente estocados e comercializados na forma congelada. No entanto, pescado e produtos pesqueiros podem sofrer alterações indesejáveis durante a estocagem congelada e a deterioração pode limitar o tempo de armazenamento (TOKUR et al., 2006). Embora o crescimento microbiano e quase todas as reações químicas possam ser temporariamente retardados pela baixa temperatura, o congelamento e a estocagem congelada podem ser responsáveis por várias mudanças químicas e físicas no pescado, o que pode afetar as propriedades sensoriais e promover alteração lipídica dos produtos (ANESE & GORMLEY, 1996; NEVES FILHO, 2003; TOKUR et al., 2006).

A secagem é uma das operações mais importantes para a preservação e aumento da vida útil dos alimentos e sua ação se dá pela diminuição da atividade de água (GOMES & PINTO, 1997). A secagem artificial de produtos biológicos, tais como o pescado e seus derivados têm como propósito auxiliar na melhoria da qualidade e diminuir seu potencial de deterioração durante a estocagem (PINTO, 1996). A utilização deste processo na elaboração de produtos alimentícios vem sendo cada vez mais difundida, buscando sempre a produção de alimentos desidratados de boa qualidade. O interesse em alimentos desidratados tem crescido paralelamente com a demanda de consumo de alimentos prontos (MARTINS et al., 2002).

Apesar das inúmeras vantagens da secagem da base protéica de pescado, este processo também pode promover alterações nas características funcionais do produto seco. Em face disto, o trabalho teve por objetivo avaliar a estabilidade dos parâmetros de frescor, como N-BVT, N-TMA e pH, e estabilidade das gorduras, na polpa de pescado e BPP durante o armazenamento congelado, bem como, avaliar as modificações na funcionalidade das proteínas das BPPs submetidas ao processo de secagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

A matéria–prima utilizada (*Engraulis anchoíta*) foi resultante de dois cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil. Exemplares com tamanho e peso médio de 11,5 cm e 8g, respectivamente, foram capturados na costa do Rio Grande do Sul, próximo a divisa Brasil-Uruguai e logo após a captura, armazenados a bordo em caixas de polietileno em gelo e água do mar na razão 1:1. Após o desembarque o pescado foi transportado para uma indústria pesqueira local onde foi lavado em tambor rotativo e eviscerado. A polpa foi obtida por separação mecanica e acrescida de 2,5 % de sacarose como crioprotetor. Posteriormente, foi transportada para o Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade da FURG.

2.2 Obtenção da Base Protéica de Pescado (BPP)

As bases protéicas de pescado foram obtidas, utilizando-se como solventes água e ácido fosfórico a 0,05%. Para o processo de lavagem foram utilizados 3 ciclos de extração com duração de 6 minutos, agitação constante e temperatura entre 5 e

7°C . Ao final de cada ciclo de lavagem, foi realizado a separação dos sólidos por peneiramento, conforme indicado por SIMÕES et al. (2004).

2.2.1 Extração de compostos solúveis

Nas soluções de lavagem, resultantes da separação por peneiramento, foram determinados nitrogênio total (NT), nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio proteico (NP) e proteínas solúveis (PS). O NT foi determinado pelo método de Kjeldahl, o NNP após precipitação das proteínas com TCA 20%, o NP por diferença entre o NP e o NNP e as PS foram avaliadas pelo método de Biureto, utilizando-se uma curva de referência com albumina de soro bovino (BSA) com 95% de pureza (MARTELLI & PANEK, 1968).

2.3 Caracterização da Matéria-prima

As matérias-primas avaliadas foram caracterizadas segundo as composições proximais do músculo do pescado, da polpa e das bases protéicas, conforme metodologia oficial indicada por A.O.A.C. (2000), bem como, pela relação entre NNP e NT, para o músculo.

2.4 Armazenamento Congelado

A polpa e as BPPs, obtidas a partir H_3PO_4 e H_2O, foram armazenadas sob congelamento em freezer vertical, com temperatura de -18°C, no Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade (LASQ) da FURG, por um período de 120 dias, sendo realizadas durante este período, as análises descritas nos itens de 2.4.1 até 2.4.3.

2.4.1 Avaliação da Concentração de N-BVT, N-TMA e do pH

O monitoramento dos parâmetros de frescor foi realizado mediante medida N-BVT, N-TMA e pH. A avaliação de pH e N-BVT foi realizada segundo BRASIL (1981).

A concentração de N-TMA foi determinada por espectrofotometria de acordo A.O.A.C. (2000). Uma alíquota da amostra, obtida por precipitação das proteínas com ácido tricloroacético, foi adicionada de formaldeído, tolueno e solução de hidróxido de potássio, sendo agitada vigorosamente. Da camada de tolueno formada pipetou-se 5ml de solução para um tubo contendo sulfato de sódio anidro, onde este tubo foi submetido a agitação. A esta mistura foi adicionada solução de ácido pícrico, que foi novamente agitada. Transcorrido o tempo para a reação colorimétrica, a solução foi

lida em espectrofotômetro a 410 nm. O resultado foi expresso em mg de N-TMA por 100g de amostra a partir de uma curva padrão de TMA.

2.4.2 Microbiologia

Os microrganismos *Salmonella* sp em 25 gramas de amostra, *Staphylococcus* coagulase positivo e Número Mais Provável de coliformes (NMP) foram avaliados em triplicata, no início (tempo 0) e no fim (tempo 120) do processo de armazenamento congelado, de acordo com a metodologia indicada em BRASIL (1992).

2.4.3 Estabilidade das Gorduras

Para avaliar a estabilidade das gorduras foram realizadas análises de índice de peróxido, de acordo com A.O.A.C (2000), e de ácido tiobarbitúrico (TBA). A quantidade de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) foi determinada segundo o método descrito por YU & SINNHUBER (1957) adaptado por MAIA (1980).

2.5 Secagem

As BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 0,05% e H_2O, segundo o método descrito no item 2.2 (SIMÕES et al., 2004), foram submetidas ao processo de secagem com temperaturas de 40, 60 e 70°C, em secador de bandeja com escoamento de ar paralelo e com uma espessura da bandeja constante.

O valor da constante de secagem K foi calculado a partir do coeficiente angular determinado pela regressão não linear dos dados de adimensional de água livre ($\frac{X - X_e}{X_0 - X_e}$) em função do tempo, usando a solução da lei exponencial conforme a Equação 1. Fez-se a regressão usando o método Quasi-Newton do software Statística for Windows 6.0.

$$\frac{X - X_e}{X_O - X_e} = A * \exp^{-K*t} \quad (1)$$

Após a secagem as BPPs foram avaliadas segundo as propriedades funcionais.

2.6 Propriedades Funcionais

As propriedades funcionais avaliadas foram capacidade de retenção de água (CRA), solubilidade das proteínas (SP), capacidade de retenção de gordura (CRG) e

capacidade de emulsificação (CE), segundo método citado por FONKWE & SINGH (1996), com modificações, conforme descrito a seguir:

2.6.1 Capacidade de Retenção (CRA) de Água e Solubilidade (SP)

Dispersões protéicas foram elaboradas a partir de 2g de amostra e 20 ml de NaCl 3,5% p/v, com ajuste de pH de 2, 4, 6, 8 e 10. As suspensões foram colocadas sob agitação por 30 minutos e centrifugadas também por 30 minutos. No sobrenadante foi determinado o teor de proteína por microKjeldahl. A solubilidade foi obtida comparando-se a proteína do sobrenadante com a proteína da amostra original, também determinada por microKjeldahl, tendo como fator de conversão 6,25, e expressas em gramas por 100 gramas. A amostra decantada foi colocada em banho-maria por 15 minutos, a 80°C, sendo novamente centrifugada. O excesso de água foi desprezado e a amostra foi submetida a pesagem. Os resultados de CRA foram expressos em gramas de água absorvida por grama de proteína.

2.6.2 Capacidade de Retenção de Gordura (CRG)

Suspensões obtidas a partir de 2g de amostra em 10 ml de óleo foram agitadas por 10 minutos e centrifugadas por 30 minutos, sendo o sobrenadante desprezado. A CRG foi obtida pela diferença de peso da amostra antes e após o processo. Os resultados foram expressos em gramas de óleo absorvido por grama de proteína.

2.6.3 Capacidade de Emulsificação (CE)

Foram preparadas dispersões contendo 0,5g de proteína em NaCl 3,5%p/v, ajustando-se o pH a 7. Estas dispersões foram agitadas, com adição de óleo de soja até a quebra da emulsão. Os resultados foram expressos em ml de óleo emulsificado por grama de proteína.

2.7 Tratamento Estatístico

Os dados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Tukey, utilizando o software Statistica for Windows versão 6.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Obtenção da Base Protéica de Pescado (BPP)

3.1.1 Extração de Compostos Solúveis

O termo base protéica de pescado (BPP) se refere ao músculo de pescado lavado com água e misturado a substâncias crioprotetoras para evitar a desnaturação das proteínas musculares durante o congelamento (MACHADO, 1994). Na elaboração da BPP um dos processos mais importantes é a etapa de lavagem. A lavagem além de clarear a polpa, tem o objetivo de remover componentes naturais da carne do pescado, que podem acelerar a deterioração (oxidação lipídica e microrganismos) durante a estocagem a baixa temperatura, como proteínas solúveis em água, sangue e outros componentes (GONÇALVES & PASSOS, 2003). A Tabela 1 apresenta os resultados de proteínas solúveis a partir de 3 ciclos de extração, para a relação soluto solvente 1:3, utilizando como solvente água destilada e ácido fosfórico, bem como, as diferenças de médias, segundo Tukey.

Tabela 1 – Proteínas solúveis nos extratos resultantes da lavagem da BPP com H_2O e H_3PO_4

Ciclos de Extração	Concentração de Proteínas Solúveis (g/100g)	
	H_3PO_4	H_2O
1	$2,65^{aB} \pm 0,37$	$2,32^{aB} \pm 0,22$
2	$1,80^{bC} \pm 0,23$	$0,64^{bD} \pm 0,24$
3	$1,26^{cE} \pm 0,16$	$0,30^{bF} \pm 0,20$
Somatório	$5,71^{G} \pm 0,33$	$3,27^{H} \pm 0,24$
Porcentagem de Extração (%)	34,60	19,87

Letras minúsculas diferentes na vertical indicam haver diferença ($p \leq 0,05$) entre os ciclos de extração
Letras maiúsculas diferentes na horizontal indicam haver diferença ($p \leq 0,05$) entre os solventes
Média de 4 repetições

Analisando a Tabela 1 observa-se uma maior eficiência de extração quando se utiliza ácido fosfórico como solvente, no entanto não havendo diferença significativamente definida, entre os solventes, para o primeiro ciclo de lavagem, quando a maior concentração de proteínas é extraída. Sem duvida é notória a superioridade do efeito extrativo do ácido fosfórico, em relação a água, das proteínas solúveis para a espécie considerada. Isso é melhor elucidado pela avaliação da porcentagem de extração de proteínas solúveis (34,60%), uma vez que, de acordo

com NIKI et al. (1985), citado por MALDONADO (1994), durante a lavagem se elimina de 30 a 45% das proteínas totais da carne de pescado. Esses dados estão de acordo com SIMÕES et al. (2004), que trabalhando com pescada (*Macrodom ancilodom*) encontraram porcentagem de extração de 30,54% e 19,52% utilizando ácido fosforico e água, respectivamente. Esses resultados são corroborados ainda pelos dados obtidos por MALDONADO (1994) que obteve uma porcentagem de proteína extraída de 18%, utilizando como solvente a água, para obtenção de BPP de *Sardinops sagar sagar*.

Observa-se ainda pela análise da Tabela 1, que a maior quantidade de componentes solúveis foram extraídos no primeiro ciclo, sofrendo uma redução com os ciclos de lavagem. Esses resultados estão de acordo com os dados obtidos por LEE (1986) e SIMÕES et al. (2004).

Na Tabela 2 são apresentadas determinações de NT, NNP e NP nas soluções de lavagem, bem como, as diferenças de médias segundo Tukey.

Tabela 2 – Determinações de nitrogênio total (NT), nitrogênio não protéico (NNP) e nitrogênio protéico (NP) nas soluções de lavagem

Soluções	NT (g/100g)	NNP (g/100g)	NP (g/100g)
H_3PO_4	$0,81^a \pm 0,15$	$0,32^a \pm 0,19$	$0,49^b \pm 0,26$
H_2O	$0,92^a \pm 0,23$	$0,26^a \pm 0,09$	$0,66^c \pm 0,16$

Média de 4 repetições
Letras diferentes na vertical indicam haver diferença ($p \leq 0,05$) entre os solventes

Os resultados obtidos demonstram a mesma tendência observada para a extração de proteínas solúveis. Observa-se que não existem diferenças estatisticamente defindas entre os solventes utilizados, para extração de NT e NNP. Com relação ao NNP verifica-se que, de acordo com CONTRERAS (1994), a distribuiçao de NT entre NP e NNP de várias espécies brasileiras pode ser divididos em 4 grupos. No grupo 1 estão as espécies com menos de 300 mg/100g, no grupo 2 de 300 a 500 mg/100g, no terceiro de 500 a 1000 mg/100g e no quarto com mais de 1000mg/100g. A matéria-prima em estudo de acordo com este autor estaria classificada no grupo 2, que é constituído em maior número por espécies de hábitos pelágicos ou pseudo-pelagicos. Nestas espécies o NNP representa em média, 12,8% do NT. Para a espécie avaliada foi registrado um valor de 12,15% (Tabela 3).

Tomando como base o valor registrado de 320mg/100g, é possível constatar a alta eficiência do ácido fosfórico na extração destes componentes.

3.2 Caracterizaçao da Matéria-prima

O conhecimento da composição da matéria-prima, é de fundamental importância na aplicação de diferentes processos tecnológicos, além de influenciar no aspecto de qualidade geral, bem como, nos atributos sensoriais e na estabilidade do armazenamento do produto final (YEANNES & ALMANDOS, 2003). A Tabela 3 registra os dados de caracterização da matéria-prima e das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4

Tabela 3 – Composição proximal da anchoita eviscerada e das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4

Parâmetros*	Anchoita	H_2O	H_3PO_4
Umidade (%)	77,99 ± 0,19	85,85 ± 0,08	76,79 ± 0,23
Proteína (%)	16,46 ± 0,35	10,27 ± 0,22	15,90 ± 0,17
Cinza (%)	2,06 ± 0,29	2,55 ± 0,09	3,99 ± 0,25
Lipídios (%)	3,60 ± 0,12	1,33 ± 0,11	3,32 ± 0,14
NT	2,63		
(NNP/NT).100	12,15		

*Valores médios de 4 repetições; NT: nitrogênio total; NNP: nitrogênio não proteico

Os valores relacionados com a composição química da anchoíta mostram uma significativa divergência causada por uma nítida variação estacional. BERTOLOTTI & MANCA (1986), reportam que os valores médios de proteínas encontram-se entre 16,1 e 17,9%, intervalo esse que contempla o resultado obtido neste trabalho.

FUSELLI et al. (1994) estudaram a composição da anchoita (*Engraulis anchoita*) capturada no Rio da Prata (latitude 35° – 36°), e verificaram que esta espécie apresenta variações no teor de lipídios e umidade conforme a época de captura. Os teores de lipídios e umidade encontrados foram de 6,79 e 71,0%, para o mês de junho, e 3,93 e 75,7% para o mês de setembro, respectivamente. Os valores de lipídio e umidade apresentados na Tabela 1 estão de acordo com FUSELLI et al. (1994), pois a anchoita utilizada neste estudo foi capturada entre os meses de agosto e setembro. Segundo BRESSAN (2002), de acordo com o teor de gordura os peixes podem ser classificados em gordos (>8,0% de gordura), semi-gordos (3,0 – 8,0%) e

magros (2,0 – 3,0%). Com isso, a espécie em estudo pode ser classificada como um pescado semi-gordo.

Os teores elevados de cinzas são típicos para a espécie em análise (BERTULLO, 1975; MATTOS et al., 1977).

Com relação as BPPs, a analise comparativa dos resultados da composição proximal, com o pescado *in natura*, revelam uma redução nos conteúdos de proteínas e lipidios para as BPPs, independente do solvente utilizado. Este comportamento era esperado, uma vez que a técnica de obtenção de bases protéicas tem como base a eliminação de proteínas solúveis, sais inorgânicos gordura, pigmentos e compostos responsáveis pelo odor, mediante uma série de lavagem da polpa (RAIMUNDO, 1994; MALDONADO, 1994; LIN et al., 1995; ALVAREZ-PARRILHA, et al., 1997).

O aumento no conteúdo de cinzas quando comparado com o músculo da anchoíta, pode ser atribuido ao fato das BPPs serem elaboradas a partir do despolpamento mecânico do músculo. Durante este processo, uma pequena parcela de espinhas do pescado, devido ao seu tamanho reduzido, pode ter sido triturada e ter permanecido junto com a polpa. MORAIS & MARTINS (1981) reportam que o processo mecânico de separação da carne não é perfeito e que pequenos pedaços de espinhas e peles serão encontrados no produto, em tamanho e quantidade, dependentes do diâmetro dos orifícios das máquinas separadoras de carne e espinhas e da natureza da matéria-prima.

3.3 Armazenamento Congelado

3.3.1 Avaliação das Concentrações de N-BVT, N-TMA e do pH

Na Tabela 4 observa-se as concentrações de N-BVT, N-TMA e os valores de pH da polpa de pescado, bem como, das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4, durante o período de armazenamento de 120 dias, sob congelamento a -18°C.

Tabela 4 – Concentração de N-BVT, TMA e valores de pH da polpa e das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O durante o armazenamento congelado

t (dias)	N-BVT (mg N-BVT/100g amostra)			N-TMA (mg N-TMA/100g mostra)			pH		
	H_2O	H_3PO_4	Polpa	H_2O	H_3PO_4	Polpa	H_2O	H_3PO_4	Polpa
0	$17,7^{aA}$	$17,2^{acB}$	$23,2^{adC}$	$1,2^{aA}$	$0,9^{acB}$	$2,6^{aC}$	$7,4^{abA}$	$6,2^{abcB}$	$6,6^{acC}$
15	$17,7^{aA}$	$17,7^{aA}$	$23,8^{abdB}$	$1,3^{aA}$	$1,0^{acB}$	$1,9^{beC}$	$7,3^{aA}$	$6,3^{acB}$	$6,5^{abcC}$
30	$17,4^{abA}$	$16,4^{acB}$	$20,9^{cC}$	$1,1^{aA}$	$1,0^{aA}$	$1,3^{cB}$	$7,2^{aA}$	$6,1^{abB}$	$6,5^{acC}$
45	$17,9^{aA}$	$15,5^{abcB}$	$22,6^{aC}$	$1,5^{bdA}$	$0,9^{cB}$	$1,4^{cdC}$	$7,4^{adA}$	$6,2^{abcB}$	$6,6^{cC}$
60	$17,3^{abA}$	$16,7^{acB}$	$24,3^{defC}$	$1,3^{acA}$	$0,9^{acB}$	$1,5^{cdC}$	$7,5^{acA}$	$6,3^{abcB}$	$6,3^{bdB}$
75	$16,7^{abA}$	$16,1^{acA}$	$24,8^{befB}$	$1,5^{bA}$	$0,9^{acB}$	$1,8^{bdC}$	$7,5^{bcdA}$	$6,2^{abB}$	$6,4^{bdC}$
90	$15,7^{bcA}$	$14,7^{cbB}$	$25,4^{eB}$	$1,7^{dA}$	$0,9^{acB}$	$2,1^{eC}$	$7,6^{bcdA}$	$6,1^{bB}$	$6,4^{adC}$
105	$16,5^{acA}$	$13,3^{bB}$	$21,1^{cC}$	$1,5^{bcA}$	$1,4^{bB}$	$1,9^{beC}$	$7,6^{bcdA}$	$6,2^{abcB}$	$6,4^{adC}$
120	$16,3^{acA}$	$16,6^{acA}$	$23,7^{afB}$	$1,2^{aA}$	$1,0^{aB}$	$1,6^{dC}$	$7,4^{adA}$	$6,4^{cB}$	$6,4^{adB}$

Letras minúsculas diferentes na vertical indicam haver diferença ($p \leq 0,05$) com relação ao tempo.
Letras maiúsculas diferentes na horizontal indicam haver diferença ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos; t: tempo de armazenamento; média de 3 repetições

O dano causado na estrutura celular do músculo de pescado pela separação da carne no processo de obtenção da polpa, facilita sua deterioração no armazenamento. A conservação durante sua estocagem é um problema similar ao do pescado fresco, com risco de decomposição microbiana (MORAIS & MARTINS, 1981; RUIZ-ALOR, 1994). Este fato gera a necessidade do monitoramento das propriedades de frescor quando a matéria-prima é armazenada.

Analisando a Tabela 4 verifica-se que são registrados maiores valores médios para N-BVT e N-TMA para a polpa em relação as bases protéicas. GARCIA & QUEIROZ (2007) encontraram para a anchoíta recentemente capturada valores de N-BVT e N-TMA de 8,22 e 0,92 mg/100g de músculo, respectivamente. Comparando estes valores com os registrados para a polpa e BPPs em análise, verifica-se importantes diferenças. De acordo com MORAIS & MARTINS (1981) e KÖSE et al. (2006), a deterioração da polpa ocorre de forma mais rápida do que o pescado *in natura*, principalmente, devido a destruição da estrutura do músculo pelo processo de separação e pela inclusão na polpa de vários componentes indesejáveis, como sangue, fragmentos de espinhas e pela dispersão da flora microbina presente na superfície da matéria-prima. Valores inferiores a polpa, registrados para as BPPs, são

explicados pelo processo de obtenção que utiliza diferentes ciclos de lavagem (PHATCHARAT et al., 2006).

No geral, não são indicadas variações nas concentrações de N-BVT e N-TMA com o tempo de armazenamento. Isso deve-se ao fato do crescimento microbiano e quase todas as reações químicas serem temporariamente retardados pela baixa temperatura utilizada no armazenamento destes produtos (ANESE & GORMLEY, 1996; NEVES FILHO, 2003).

No que se refere aos valores de pH, são observadas diferenças significativas com maior valor registrado para a BPP obtida com H_2O (7,4) e menor para BPP obtida com H_3PO_4 (6,2). PHATCHARAT et al. (2006), reportam que o valor do pH da BPP depende do agente usado na lavagem. O pH constado para a polpa é similar ao encontrado para o pescado fresco (LUDORFF & MEYER, 1973).

3.3.2 Estabilidade das Gorduras

O conteúdo lipídico do pescado pode alterar-se com o armazamento a baixas temperaturas, alterando propriedades sensoriais como odor, cor e sabor, o que compromete a aceitação pelo consumidor e, consequentemente, o limite da vida útil (VERMA et al.; 1995). Este fenômeno é denominado de rancidez, que constiui um dos maiores problemas na indústria pesqueira (MUGUERZA et al., 2003). Um dos métodos utilizados para avaliar o processo de rancidez é o indice de peróxido, uma vez que os hidroperoxidos são os primeiros compostos a se formarem no processo de oxidação (GRAY et al., 1996).

Na Tabela 5 encontra-se o índice de peróxido e TBA da polpa e das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O durante o armazenamento de 120 dias.

Tabela 5 – Avaliação do índice de peróxido e TBA da polpa e das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O durante o armazenamento congelado

Tempo (dias)	Índice de Peróxido (mEq.O^2 / kg de gordura)			TBA (mg malonaldeído/kg)		
	H_2O	H_3PO_4	Polpa	H_2O	H_3PO_4	Polpa
0	$19,23^{aA}$	$36,11^{aB}$	$17,55^{aC}$	$0,57^{aA}$	$0,77^{abB}$	$0,61^{aA}$
30	$23,62^{bA}$	$31,48^{bB}$	$13,38^{bC}$	$0,40^{aA}$	$0,73^{aB}$	$0,78^{abB}$
60	$21,38^{cA}$	$17,88^{cB}$	$14,21^{cC}$	$0,60^{abA}$	$1,03^{bcB}$	$0,90^{bC}$
120	$12,86^{dA}$	$14,81^{dB}$	$9,84^{dC}$	$0,86^{bA}$	$1,09^{cB}$	$0,93^{bA}$

Letras minúsculas diferentes na vertical indicam haver diferença ($p \leq 0,05$) com relação ao tempo.
Letras maiúsculas diferentes na horizontal indicam haver diferença ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos; média de 2 repetições

A análise da Tabela 5 indica um comportamento inverso entre as concentrações de peróxido e TBA. Observa-se um aumento gradativo nas concentrações do número de TBA no decorrer dos 120 dias de armazenamento e redução do índice de peróxido. Os resultados de TBA podem ser corroborados por BENJAKUL et al. (2005) que avaliando o efeito do armazenamento congelado, a -18°C, no conteúdo de TBA de 4 espécies de pescado, verificaram o aumento deste parâmetro com o tempo de armazenamento.

De acordo com GRAY et al. (1996), os hidroperoxidos são essencialmente inodoros, contudo eles se decompõem em uma grande quantidade de compostos secundários, dentre estes os aldeídos, que são os que mais contribuem para a perda de qualidade do pescado congelado. A medida destes compostos é expressa pelo índice de TBA que avalia produtos de degradação de lipídios não saturados, principalmente o aldeído malônico (KOWALE et al., 1996).

Os resultados em valores absolutos para qualquer tratamento, foram inferiores ao intervalo de 3-4 mg malonaldeído/kg, citado por SCOTT et al., (1992), como indicador de boa qualidade para o pescado embalado e congelado.

São registradas diferenças significativas quanto aos índices de peróxido e TBA, com maior valor registrado para a BPP elaborada utilizando ácido fosfórico, a qual apresenta o menor conteúdo de água entre as amostras analisadas, o que irá promover uma maior atuação de enzimas lipolíticas (LABUZA et al., 1985).

3.3.3 Microbiologia

O pescado é um dos alimentos mais propícios ao desenvolvimento de microrganismos, pois possui alto valor biológico e elevada atividade de água (SÁ, 2004). Microrganismos patogênicos como *Vibrio* sp., *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes*, *Bacillus* cereus, *Staphilococcus aureus* e *Clostridium perfringens*, podem ser encontrados em pescado e produtos da pesca (HUSS et al., 2000).

Na Tabela 6 observa-se a avaliação microbiológica com base na determinação de *Staphylococcus* coagulase positivo, número mais provável de coliformes e *Salmonella* da polpa de pescado, bem como, das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4, no início (t=0) e no fim (t=120) do período de armazenamento congelado.

Tabela 6 – Avaliação microbiológica da polpa de pescado e das BPPs no início e no fim do período de armazenamento

Amostras	*Staphylococcus* coagulase + ($UFC.g^{-1}$)	Coliformes ($NMP.g^{-1}$)	*Salmonella* (em 25g de amostra)
H_3PO_4 (t=0)	Ausência	ausência	ausência
H_2O (t=0)	Ausência	ausência	ausência
Polpa (t=0)	Ausência	ausência	ausência
H_3PO_4 (t=120)	Ausência	3	ausência
H_2O (t=120)	Ausência	11	ausência
Polpa (t=120)	Ausência	ausência	ausência

$NMP.g^{-1}$: Número mais provável por grama de amostra $UFC.g^{-1}$: Unidade formadora de colônia por grama de amostra

A avaliação microbiológica indica a ausência de *Staphylococcus* coagulase positivo e *Salmonella*, bem como, o número mais provável de coliformes, inferior ao estabelecido pelos padrões de referência do Ministério da Saúde. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Resolução RDC n° 12) de 2001, é estabelecido para pescados crus, refrigerados e congelados os seguintes parâmetros: ausência de *Salmonella* sp em 25g de amostra, máximo de 10^3 UFC/g para *Staphylococcus* coagulase positivo e 10^2 NMP/g de coliformes (BRASIL, 2001).

3.4 Secagem

Na Figura 1, estão apresentadas as curvas que descrevem o comportamento da secagem das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4, secas a temperaturas de 40, 60 e 70°C.

Analisando a Figura 1, foi possível definir os valores de umidade crítica (X_C) e determinar a partir desses resultados o final do período de taxa constante. As curvas de adimensional de umidade em função do tempo também permitiram obter a umidade de equilíbrio (X_e), que determina o final do período de taxa decrescente e, conseqüentemente, do processo de secagem. Através destes resultados foi possível caracterizar o processo de secagem (Tabela 7).

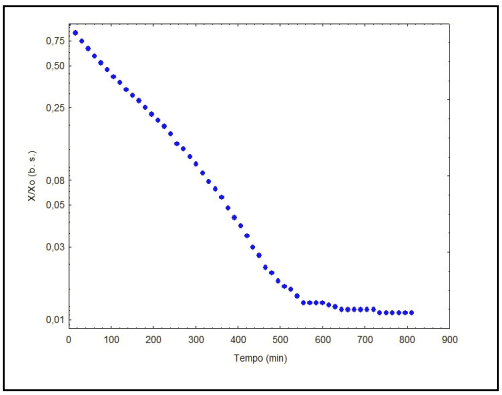

Figura 1a – BPP obtida com H_2O (40℃)

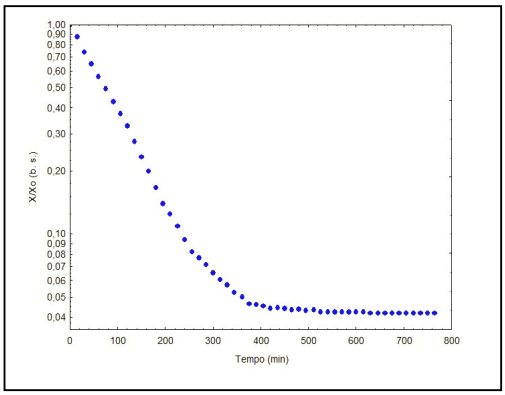

Figura 1b – BPP obtida com H_3PO_4 (40℃)

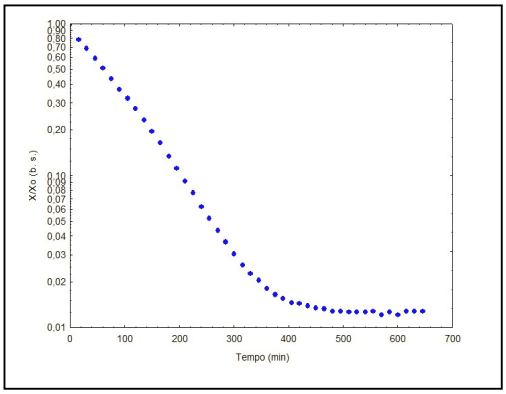

Figura 1c – BPP obtida com H_2O (60℃)

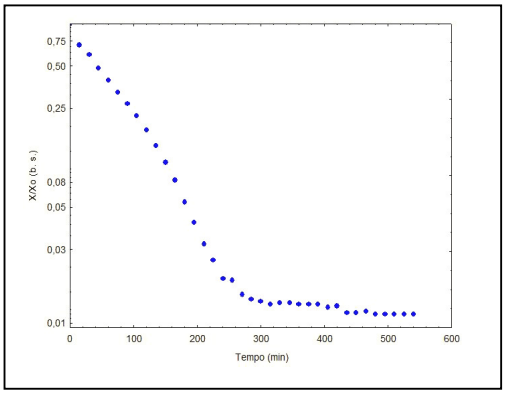

Figura 1d – BPP obtida com H_3PO_4 (60℃)

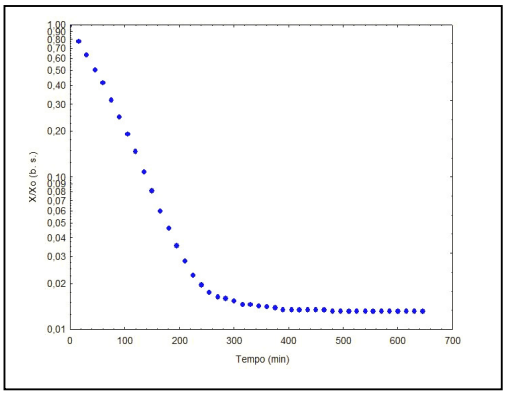

Figura 1e – BPP obtida com H_2O (70℃)

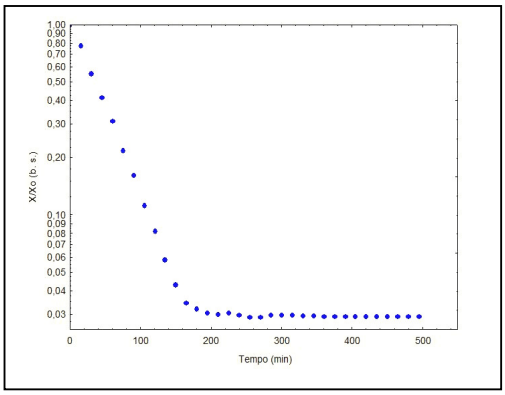

Figura 1f – BPP obtida com H_3PO_4 (70℃)

Figura 1 – Adimensional de umidade em função do tempo em escala logarítmica das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4 secas a temperaturas de 40, 60 e 70℃.

Tabela 7 – Caracterização da secagem das BPPs obtidas com H_2O e H_3PO_4

Temperatura (°C)	Solução	t_C (min)	X_C (g/g) (base seca)	T_{total} (min)	X_e (g/g) (base seca)	te (min)
40	H_3PO_4	120	1,1069	765	0,1409	600
	H_2O	300	0,6730	810	0,0578	720
60	H_3PO_4	120	0,5951	540	0,0292	525
	H_2O	120	1,8919	645	0,0884	615
70	H_3PO_4			495	0,0920	345
	H_2O	60	1,3389	630	0,0914	465

t_C: tempo crítico; X_C: umidade crítica; T_{total}: tempo total de secagem; X_e: umidade de equilíbrio; te: tempo de equilibrio

Considerando que a temperatura, umidade relativa, velocidade e distribuição do ar sejam uniformes, o processo de secagem pode ser dividido em duas etapas diferentes: o período de taxa constante e o período de taxa decrescente (VILLELA & SILVA, 1992). Na secagem de alimentos, o período de taxa constante só tem relativa importância quando o teor de umidade inicial do sólido é muito alto ou quando o potencial de secagem do ar é muito baixo (CHIRIFE, 1983). Este fato se adequa perfeitamente ao material que foi submetido a secagem, pois a BPP obtida a partir de H_2O e H_3PO_4 apresentaram umidade inicial em torno de 87% e 77%, respectivamente.

O término do período de taxa constante é alcançado quando a migração interna de água para a superfície não consegue mais suprir a taxa de evaporação da água livre da superfície. O valor da umidade deste estado é denominado de umidade crítica (BRUIN & LUYBEN, 1980; GEANKOPLIS, 1983). Os valores da umidade critica (X_C) situaram-se entre 0,5951 e 1,8919 g/g.

Após o término do período de taxa constante, inicia-se o de taxa decrescente, que é dividido em primeiro e segundo período, onde o valor de umidade que divide estes dois estágios é denominado de umidade de transição (Xt_{rans}). A BPP obtida a partir de H_3PO_4 e seca a temperatura de 70°C, não apresentou umidade crítica porque todo o processo de secagem ocorreu durante o primeiro período de taxa decrescente. Apenas a BPP obtida a partir H_3PO_4 e seca a 40°C apresentou os dois períodos de taxa decrescente, sendo o valor de Xt_{rans} igual a 0,2758 g/g.

O período de taxa decrescente inicia-se, quando a taxa de transporte de líquido para a superfície é menor do que a taxa de evaporação na superfície, tornando-a cada vez mais deficiente em água líquida. O período de taxa decrescente tem prosseguimento até que se estabeleça o equilíbrio entre a pressão de vapor da água na superfície e a pressão de vapor da água contida no ar circundante, que

depende principalmente do conteúdo de umidade do ar. Neste ponto não ocorre mais remoção de água do material. O teor de umidade deste estágio é conhecido como umidade de equilíbrio (X_e) (CHIRIFE, 1983; SCHULTZ, 1999; ALMEIDA et al., 2002). As umidades de equilíbrio, apresentadas na Tabela 7, variaram entre 0,0292 e 0,1409 g/g. Para estimativa da constante de secagem, plotou-se a Figura 2.

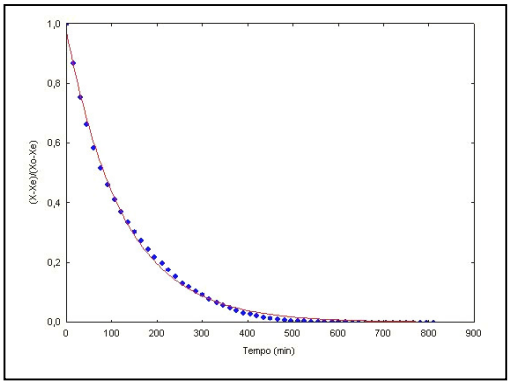

Figura 2a – BPP obtida com H_2O (40°C)

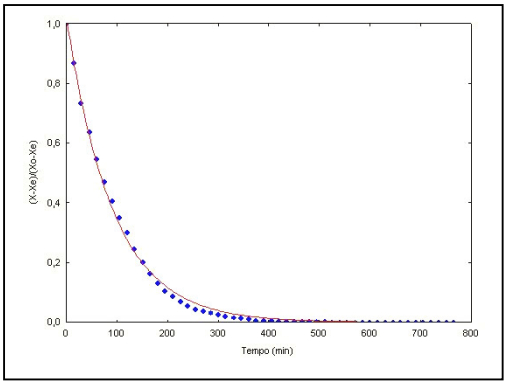

Figura 2b – BPP obtida com H_3PO_4 (40°C)

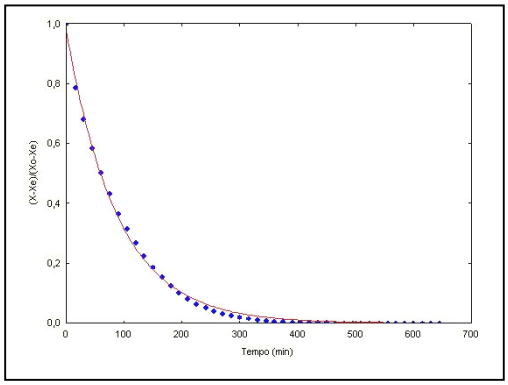

Figura 2c – BPP obtida com H_2O (60°C)

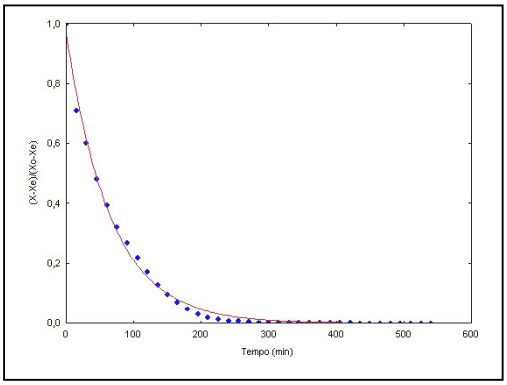

Figura 2d – BPP obtida com H_3PO_4 (60°C)

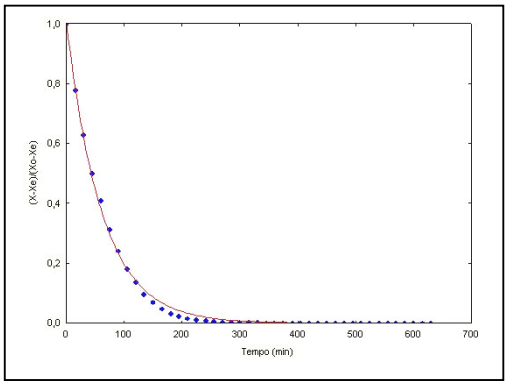

Figura 2e – BPP obtida com H_2O (70°C)

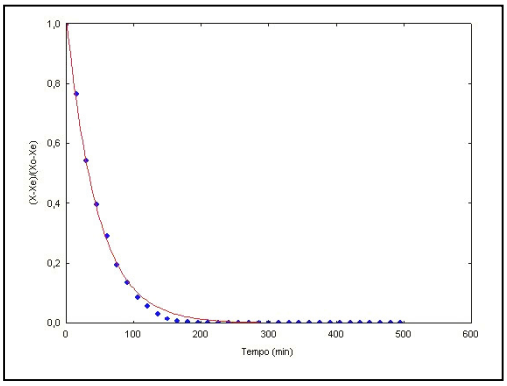

Figura 2f – BPP obtida com H_3PO_4 (70°C)

Figura 2 – Adimensional de água livre em função do tempo para as BPPs obtidas com H_2O e H_3PO_4 e secas a temperatura de 40, 60 e 70°C

Analisando a Figura 2, que representa o adimensional de água livre em função do tempo para as BPPs obtidas com H_2O e H_3PO_4, secas a temperatura de 40, 60 e 70°C, foi possível verificar se o modelo empírico (Equação 1) testado se ajusta aos tratamentos utilizados (através dos valores de correlação), bem como, determinar o menor tempo de secagem a partir da constante de secagem.

A Tabela 8 apresenta o resultado da regressão não linear para os coeficientes do modelo predito empiricamente a partir das características das curvas do adimensional de água livre em função do tempo de secagem.

Tabela 8 – Parâmetros estimados e coeficiente de correlação das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4 nas temperaturas de 40, 60 e 70°C

Temperatura (°C)	Solução	A	K (min^{-1})	R
40	H_3PO_4	1,0240	0,0109	0,9983
	H_2O	0,9737	0,0080	0,9991
60	H_3PO_4	0,9644	0,0153	0,9979
	H_2O	0,9771	0,0113	0,9989
70	H_3PO_4	1,0260	0,0219	0,9988
	H_2O	1,0118	0,0164	0,9990

Analisando a Tabela 8 verifica-se que a correlação exponencial apresenta um bom ajuste para o cálculo da constante de secagem, evidenciado pelos coeficientes de correlação obtidos através da análise de regressão não linear, estabelecidos a partir das curvas do adimensional de água livre em função do tempo. A partir dos resultados obtidos para a constante de secagem (K), pode-se verificar que o menor tempo de secagem foi encontrado para BPP obtida com H_3PO_4, independente da temperatura utilizada, sendo o menor tempo registrado para a temperatura de 70°C, apresentando K=0,0219 min^{-1}.

Obter o menor tempo de secagem é de fundamental importância para processos industriais, pois dessa forma é possível minimizar os gastos com energia. Porém, não basta apenas reduzir custos, torna-se necessário definir qual a melhor temperatura de secagem de acordo com as características de cada matéria-prima. Para isso, foram estudas as propriedades funcionais das BPPs obtidas a partir de H_2O e H_3PO_4 submetidas as diferentes condições de secagem.

3.4.1 Propriedades Funcionais

Tratamentos térmicos comumente afetam a estrutura e a solubilidade das proteínas, a insolubilização devido a indução do calor é um dos maiores obstáculos na inclusão de proteínas nos sistemas alimentares. JACOB-LOPES et al. (2005) reportam que, de acordo com KRUGER et al. (2002), solubilidades elevadas em alimentos protéicos podem ser considerados um indicador de sua funcionalidade já que esta propriedade é requerida para aplicação das proteínas em sistemas alimentares que envolvam a formação e estabilidade de espumas e emulsões ou formação de géis. Em geral, para a maioria das proteínas alimentares, o tratamento térmico pode causar sua parcial ou completa desnaturação, e subseqüente perda de solubilidade. No entanto, irá depender da temperatura necessária para desnaturar a proteína presente em cada alimento (GUAN et al., 2007).

Na Tabela 9 pode-se observar a solubilidade protéica (SP) das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O submetidas ao processo de secagem com temperaturas de 40, 60 e 70°C.

Tabela 9 – Resultados de solubilidade protéica das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O e secas com temperaturas de 40, 60 e 70°C

Solubilidade Protéica (g/100g)						
pH	H_3PO_4			H_2O		
	40°C	60°C	70°C	40°C	60°C	70°C
2	10,06[a]	27,93[b]	21,95[c]	20,65[a]	36,52[b]	31,65[c]
4	15,20[a]	34,89[b]	23,80[c]	30,46[a]	45,11[b]	36,33[c]
6	28,31[a]	35,84[b]	31,61[c]	37,98[a]	47,60[b]	43,48[c]
8	36,46[a]	61,01[b]	38,72[c]	38,75[a]	49,08[b]	46,64[b]
10	41,29[a]	63,30[b]	43,54[c]	54,04[a]	50,26[b]	46,75[c]

Letras diferentes na horizontal indicam haver diferença significativa entre as temperaturas do mesmo solvente ($p \leq 0,05$); média de 3 repetições

As maiores solubilidades protéicas foram obtidas na faixa de pH alcalino, independente da condição de secagem. O aumento da solubilidade em pH fortemente alcalino ocorre devido a predominância de cargas negativas que geram forças de repulsão eletrostáticas capazes de promover a dissociação dos complexos e conseqüente solubilização da proteína (SGARBIERI, 1996).

Com relação a influência das condições de secagem no percentual de proteína solúvel, observou-se que as maiores solubilidades protéicas foram obtidas para as BPPs secas a temperatura de 60°C, independente do solvente utilizado. No entanto, a maior solublidade é registrada quando utiliza-se o ácido fosfórico (63,30 g/100g). Esse dado demonstra um importante resultado se comparado com a solubilidade da espécie em estudo (71,24 g/100g) registrada por GARCIA & QUEIROZ (2007), resultando um percentual de perda de solubilidade de apenas 11,15%. Isso pode ser justificado pelo menor tempo de secagem obtido para esta temperatura quando comparado com a temperatura de 40°C. Estes dados podem ser corroborados por SIMÕES (1999), que indicou a temperatura de 60°C para a secagem da BPP elaborada utilizando a espécie *Macrodom ancylodom*.

Na Tabela 10 apresenta-se a os resultados de capacidade de retenção de água (CRA) das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O submetidas ao processo de secagem com temperaturas de 40, 60 e 70°C.

Tabela 10 – Capacidade de retenção de água (CRA) das BPPs obtidas com H_3PO_4 e H_2O e submetidas a secagem com temperaturas de 40, 60 e 70°C

	CRA (g água/g proteína)					
pH	H_3PO_4			H_2O		
	40°C	60°C	70°C	40°C	60°C	70°C
2	4,79[a]	5,10[a]	5,46[b]	6,28[a]	4,49[b]	4,47[b]
4	6,61[a]	5,99[b]	6,08[b]	9,71[a]	6,54[b]	5,76[c]
6	8,29[a]	7,31[b]	6,89[c]	10,91[a]	6,52[b]	6,59[b]
8	9,76[a]	11,26[b]	8,60[c]	10,72[a]	7,34[b]	7,58[b]
10	9,85[a]	12,76[b]	9,34[a]	10,45[a]	8,05[b]	8,55[c]

Letras diferentes na horizontal indicam haver diferença significativa entre as temperaturas do mesmo solvente ($p \leq 0,05$); média de 3 repetições

Avaliando o comportamento da CRA, verifica-se um aumento dos valores médios para os dois tratamentos avaliados, quando comparados aos resultados obtidos para a espécie *Engraulis anchoíta* por GARCIA & QUEIROZ (2007), de 6,49 g água/g proteína em pH 10, com maior valor absoluto registrado (12,76 g água/g proteína) para a BPP obtida com H_3PO_4 e seca a 60°C. DONADEL & PRUDENCIO-FERREIRA (1999), reportam que durante a exposição da amostra a diferentes temperaturas, pode ocorrer o enfraquecimento e a ruptura de algumas interações responsáveis pela manutenção da estrutura terciária provocando um afrouxamento na

estrutura da proteína e expondo sítios para a ligação das moléculas de água aumentando assim, e a capacidade de absorção da água.

Vários pesquisadores têm encontrado uma alta correlação entre a CE e a solubilidde das proteínas. DUARTE & SGARBIERI (2000) relatam que a CE está mais relacionada com a hidrofobicidade da superficie das moléculas do que com a solubilidade, sendo que proteinas mais hidrofóbicas causam maior decréscimo na tensão interfacial, melhorando as propriedades emulsificantes. A capacidade emulsificante (CE) e a capacidade de retenção de gordura (CRG) das BPPs obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O submetidas ao processo de secagem com temperaturas de 40, 60 e 70°C encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 – Capacidade de retenção de gordura (CRG) e capacidade de emulsificação (CE) das BPPS obtidas a partir de H_3PO_4 e H_2O submetidas ao processo de secagem com temperaturas de 40, 60 e 70°C

Temperatura (°C)	CRG (g óleo/g proteína)		CE (ml óleo/g amostra)	
	H_3PO_4	H_2O	H_3PO_4	H_2O
40	$3,63^{aA}$	$2,86^{aB}$	$60,70^{aA}$	$50,47^{aB}$
60	$2,19^{bA}$	$1,80^{bB}$	$46,67^{bA}$	$45,64^{bB}$
70	$2,55^{cA}$	$2,31^{cB}$	$55,21^{cA}$	$46,60^{bB}$

Letras minúsculas diferentes na vertical indicam haver diferença significativa entre as temperaturas do mesmo solvente ($p \leq 0,05$)
Letras maiúsculas diferentes na horizontal indicam haver diferença significativa entre os solventes na mesma temperatura ($p \leq 0,05$); média de 3 repetições

Analisando a Tabela 11 verifica-se que os maiores valores da CE e CRG foram obtidos quando a BPP foi seca a temperatura de 40°C, independente do solvente utilizado. A intensidade do tratamento térmico afeta as propriedades da emulsão, já que em condições inadequadas de secagem pode ocorrer a exposição dos grupos reativos originalmente localizados em seu interior (CHEFTEL et al., 1989).

Verifica-se um decréscimo dos valores médios da CE das BPPs, independente da temperatura de secagem e do solvente utilizado, quando comparados com os resultados obtidos para a *Engraulis anchoíta* por GARCIA & QUEIROZ (2007). Segundo GUO et al. (1996), citado por JACOB-LOPES et al. (2006), as alterações físico-químicas causadas pelo processamento térmico podem ocasionar a redução da CE devido à degradação na estrutura da proteína, resultando em um decréscimo na concentração de proteína disponível para a emulsificação.

4 CONCLUSÃO

O ácido fosfórico demonstrou melhor eficiência na extração de proteínas solúveis;

Os parâmetros de frescor, bem como, a estabilidade das gorduras, da polpa de anchoíta e das bases protéicas de pescado, elaboradas a partir de água e ácido fosfórico, mantiveram-se estáveis durante o periodo de armazenamento;

As bases protéicas de pescado e a polpa apresentaram ausência de *Salmonella*, *Staphylococcus* coagulase positiva e número de coliformes abaixo dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde;

É possível armazenar a polpa e a base protéica de pescado por um periodo de 120 dias, sem o comprometimento da estabilidade das gorduras e de frescor;

O menor tempo de secagem foi registrado para a base protéica de pescado obtida a partir de ácido fosfórico, independe da temperatura utilizada;

A temperatura de secagem exerce influência nas propriedades funcionais, sendo registrado um aumento dos valores médios para a capacidade de retenção de água e de gordura, e redução para solubilidade e capacidade de emulsificação;

É possível secar a base protéica de pescado até a temperatura de 60°C;

As maiores solubilidades e capacidade de retenção de água foram registradas para a temperatura de 60°C, para a capacidade de retenção de gordura e de emulsificação, os melhores valores foram obtidos para a temperatura de 40°C, ambos os resultados indicam como melhor solvente o ácido fosfórico, segundo a avaliação das propriedades funcionais.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O.; CALÇADA, L. A.; MASSARANI, G. Análise de um sistema para levantamento de isotermas de secagem. **XXIV Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**, v.21, n.1, p.49-53, 2002.

ÁLVAREZ-PARRILLA, E.; PUIG, A.; LLUCH, M. A. Preparación y Caracterización Química y Microestructural de surimi de Merluza (*Merluccius merluccius*) y de Jurel (*Trachurus trachrus*). Ciência y Tecnologia de Alimentos Internacional. **Revista Española de Ciência y Tecnologia de Alimentos**, v.3, n.1, p.49-60, 1997.

ANESE, M.; GORMLEY, R. Effects of Dairy Ingredients on some Chemical, Physico-chemical and Functional Properties of Minced Fish during Freezing and Frozen Storage. **Academic Press**, v.29, p.151-157, 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS. **Official Methods of Analysis**. 13 edição. Arlington: A.O.A.C., 2000.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; THONGKAEW, C.; TANAKA, M. Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.197-207, 2005.

BERTOLOTTI, M. I., MANCA, E. Processamiento y comercializacion de la anchoita (*Engraulis anchoita*) del Mar Argentino. **Rev.Invest.Pesq**, v.5, p.224-246,1986.

BERTULLO, V. H. **Tecnologia de los Productos y Subproductos de Pescados, Moluscos y Crustáceos**. Editorial Hemisferio Sur, Argentina, 1975, 538 p.

BRASIL. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC n° 12. Diário Oficial da União, anexo I, p.67, janeiro de 2001.

BRASIL. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. **Métodos Físico-químicos**, Brasília. 1981.

BRASIL. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. **Métodos Microbiológicos**, Brasília. 1992.

BRESSAN, M. C. Processamento de pescado de água doce. In: **Anais da II Feira da Pequena Agroindústria**. Serra Negra, p.59-85, 2002.

BRUIN, S.; LUYBEN, K. C. A. M. Drying of Food Materials: a Review of Recents Developments. MUJUNDAR, A. **Advances in Drying**. Washington/New York/ London, Ed. Hemisphere Publishing Corporation, v.3, 1980.

CHEFTEL, J. C. CUQ, J. L. & LORIENT, D. **Proteínas Alimentarias: Bioquímica. Propriedades Funcionales. Valor Nutritivo. Modificações Químicas**. Zaragoza: Editora Acribia, 346p., 1989.

CHIRIFE, J. Fundamentals of the drying mechanism during air dehydration of foods. In: MUJUMDAR. Arum S (Ed.) **Advances in drying**. Washington Hemisphere Publishing Corporation, v.1, p.73-102, 1983.

CONTRERAS, E. Bioquímica de Pescados e Derivados. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 409p.

DONADEL, M. E.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Propriedades funcionais de concentrado protéico de feijão envelhecido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, 1999.

DUARTE, R. M. T.; SGARBIERI, V. C. Propriedades Funcionais Tecnológicas das Frações Protéicas de Sangue Bovino: Plasma e Globina. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.3, p.23-30, 2000.

NEVES FILHO, L. C. Temperatura e alimentos refrigerados. **Revista Nacional da Carne**. n.317, 2003.

FONKWE, L. G.; SINGH, R. K. Protein Recovery from Mechanically Deboned Turkey Residue by Enzymic Hydrolysis. **Process Biochemistry**, v.31, n.6, p.605-616, 1996.

FUSELLI, S. R.; CASALES, M. R.; YEANNES, M. I. Microbiology of the Marination Process used in Anchovy (*Engraulis anchoita*) Production. **Academic Press**, v.27, p.214-218, 1994.

GARCIA, L. V.; QUEIROZ, M. I. **Caracterização do Odor da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar**, p.40-53. Em: Avaliação das Propriedades Funcionais da Anchoita (*Engraulis anchoita*) e das Modificações Produzidas Durante o Armazenamento em Gelo e Água do Mar e Processamento. Dissertação de Mestrado, FURG, Rio Grande, 2007, 124p.

GEANKOPLIS, C. **Transport and Unit Operations**. 2nd Ed. Prentice-Hall Inernational Inc. New Jersey, USA. 1983.

GOMES, F. D.; PINTO, L. A. A. A cinética da secagem de cebola em camada fina. **Vetor**, v.7, p.57-69, FURG, Rio Grande, RS, 1997.

GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G. Uso da enzima transglutaminase na elaboração de um produto reestruturado à base de peixe. **Revista Nacional da Carne**, n.317, julho, 2003.

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

GUAN, X.; YAO, H.; CHEN, Z.; SHAN, L.; ZHANG, M. Some functional properties of oat protein concentrate modified by trypsin. **Food Chemistry**, v.101, p.163-170, 2007.

HUSS, H. H.; REILLY, A.; EMBAREK, P. K. B. Prevention and Control of Hazards in Seafood. Food Control, v.11, n.2, p.149-156, 2000.

JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L. Q.; QUEIROZ, M. I.; NETTO, F. M. Caracterização da fração protéica da cianobactéria Aphanothece Microscópica Nägeli cultivada no efluente da parboilização do arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.482-488, 2006.

KÖSE, S.; BORAN, M.; BORAN, G. Storage properties of refrigerated whiting mince after mincing by three different methods. **Food Chemistry**, v.99, p.129-135, 2006.

KOWALE et al., 1996 – raquel francescini

LABUZA, T. P.; KAANANE, A.; CHEN, J. Y. Effect of Temperature on the Moisture Sorption Isotherms and Water Activity shift of Two Dehydrated Foods. **Journal of Food Science**, n.50, p.385-391, 1985.

LEE, C. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. **Food Tecnology**, v.40, n.3, p.115-124, 1986.

LIN, T. M.; PARK, J. W; MORRISSEY, M. T. Recovered Protein and Recondition Water from Surimi Processing Waste. **Journal of Food Science**, v.60, n.1, 1995.

LUDORFF, W.; MEYER, V. **El pescado y los productos de la pesca**. Editorial Acribia, Zaragoza, Espana, 1973, 342p.

MACHADO, I. Surimi e produtos derivados. **ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 1994.

MADUREIRA, L. S. P. Pesca de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) com rede de meia água, na plataforma continental da região sudeste/sul do Brasil, processamento do pescado em terra e análise econômica da viabilidade da atividade. **Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Aqüicultura no Agronegócio**, 2005, 22p.

MAIA, E. L. **Composição, conservação e utilização do curimbatá (Prochilodus scrofa) Steindachner**. Dissertação de mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campinas. FEA-UNICAMP, 129p. 1980.

MALDONADO, A. S. Efeito de la fuerza iônica en la extracción de proteínas sarcoplasmaticas en procesamiento de surimi. **Boletin de Investigacion de lo Instituto Tecnológico Pesquero del Peru**, v.4, n.1, p.9-14, 1994.

MARTELLI, H. L.; PANEK, A. D. **Bioquímica Experimental**. Rio de Janeiro. 111p. 1968.

MARTINS, M. G.; OLIVEIRA, D. D.; CALÇADA, L. A.; MANCINI, M. C. Adaptação de um equipamento de secagem em camada delgada para a determinação de isotermas de equilíbrio. **XXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**, v.22, n.1, p.55-63, 2002.

MATTOS, A.S; TORREJON, S.; GUS, P.L.; RODRIGUEZ, S.J. Study on the utilization of *Engraulis anchoita* for the preparation of anchovies. International Conference on the Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish. **Procedings of the Conference Tropical Products Institute**, London, 1977.

MORAIS, C.; MARTINS, J. F. P. Considerações sobre e o aproveitamento de sobras da industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL**, v.18, n.3, p.253-281, 1981.

MUGUERZA, E.; ANSORENA, I.; ASTIASARÁN, I. Improvement of Nutritioal Properties of Chorizo de Pamplona by Replacement of Pork backfat with Soy Oil. **Meat Science**, v.65, n.3, p.1361-1367, 2003.

PARK, J. W. **Surimi and surimi seafood**. Marcel Dekker, Inc. New York, 500p., 2000.

PHATCHARAT, S.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. Effects of washing with oxidizing agents on the gel-forming ability and physicochemical properties of surimi produced from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). **Food Chemistry**, v.98, p.431-439, 2006.

PINTO, L. A. A. **Cinética de secagem de filés de peixe: uso de um modelo difusivo com variação de volume**. Tese de Doutorado. UFSCar, São Carlos, SP. 1996.

RAIMUNDO, M. G. M. Formulações e Valor Nutricional de Produtos Elaborados a Base de Carne de Pescado Separada Mecanicamente (CPSM). **ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 1994.

RUIZ-ALOR, F. A. Qualidade Microbiológica da Carne de Pescado Separada Mecanicamente e Controle Sanitário no Processo. ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, 1994.

SCHULTZ, E. L. **Influência das condições de secagem sobre o encolhimento e propriedades de transporte em fatias de maça**. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, SC. 1999.

SCOTT, D. N.; FLETCHER, G. C.; CHARLES, J. C.; WONG, R. J. Spoilage changes in deep water fish, smooth oreo dory during storage in ice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.27, n.5, p.577-588, 1992.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em Alimentos Protéicos – Propriedades, Degradações, Modificações**. Livraria Varela, São Paulo, 1996, 517p.

SIMÕES, D. R. S.; QUEIROZ, M. I.; VOLPATO, G.; ZEPKA, L. Q. Desodorización de la base protéica de pescado (BPP) con ácido fosfórico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1, p.23-26, 2004.

SIMÕES, D. R. S. Desenvolvimento de um produto similar ao risoto elaborado com proteina de pescado e arroz parboilizado. Dissertação de Mestrado, FURG, Rio Grande, 1999, 125p.

TOKUR, B.; OZKÜTÜK, S.; ATICI, E.; OZYURT, G.; OZYURT, C. E. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L.; 1758), during frozen storage (-18℃). **Food Chemistry**, v.99, p.335-341, 2006.

VERMA, J. K.; SRIKAR, L. N.; SUDHAKARA, N. S.; SARMA, J. Effects of frozen storage on lipid freshness parameters and some functional porperties of oil sardine (*Sardinella longiceps*) mince. **Food Research International**, v.28, n.1, p.87-90, 1995.

VILLELA, F. A.; SILVA, W. R. Curvas de secagem de sementes de milho utilizando o método intermitente. **Scientia Agrícola**, v.49, n.1, p.145-153, 1992.

YEANNES, M. I.; ALMANDOS, M. E. Estimation of fish proximate composition starting from water conten. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.16, p.81-92, 2003.

Capítulo 4

Conclusão Geral

CONCLUSÃO GERAL

A terminologia que define o odor característico da anchoita está associada basicamente a maresia e grama, com um terceiro componente de importância, o pescado assado. O atributo odor foi o principal responsável pela determinação do tempo de vida útil da anchoita armazenada em gelo e água do mar, sendo o limite de aceitabilidade desta espécie de 7 dias. Durante este período, a perda das propriedades funcionais foi acompanhada pela redução do odor característico de frescor da matéria-prima.

A polpa de anchoíta e as bases protéicas de pescado podem ser armazenadas a -18°C por um período de 120 dias sem o comprometimento dos parâmetros de frescor, de estabilidade das gorduras e microbiolócios.

Com relação ao processo de secagem, pode-se verificar que o menor tempo de secagem foi encontrado para a base protéica obtida a partir de ácido fosfórico, independe da temperatura utilizada. Os resultados indicaram que a temperatura de secagem exerce influência nas propriedades funcionais e que é possível secar a base protéica de pescado até a temperatura de 60°C.

Os resultados obtidos para as propriedades consideradas fazem da matéria-prima em estudo um importante potencial a ser utilizado na elaboração de novos produtos.

Capítulo 5

Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALASALVAR, C.; TAYLOR, K. D. A.; ÖKSÜZ, A.; GARTHWAITE,T.; ALEXIS, M. N.; GRIGORAKIS, K.; Freshness assessment of cultured se abram (*Spaurus aurata*) by chemical, physical and sensory methods**. Food Chemistry**, v.72, p.33-40, 2001.

ALCÂNTARA, M. R. S. **Embalagens para pescados – Enfoque em saúde pública.** In: SIMPÓSIO E WORKSHOP: Tecnologia de salga e defumação de pescado. Guarujá, ITAL, 1994.

ALMEIDA, O.; CALÇADA, L. A.; MASSARANI, G. Análise de um sistema para levantamento de isotermas de secagem. **XXIV Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**, v.21, n.1, p.49-53, 2002.

ALONSO, J. A. F. **Crescimento Econômico da Região Sul do Rio Grande do Sul.** FEE: Porto Alegre, 1994.

ANDRADE, F. S. V.; CARNEIRO, M. J. M.; MARTINS, M. L. L.; CORDEIRO, C. A. M. Avaliação sensorial e microbiológica do Perua (*Balistes capriscus*) capturado na região norte fluminense e comercializado no mercado de Campos dos Goytacazes – RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v.16, n.99, p.70-80, 2002.

ANESE, M.; GORMLEY, R. Effects of Dairy Ingredients on some Chemical, Physico-chemical and Functional Properties of Minced Fish during Freezing and Frozen Storage. **Academic Press**, v.29, p.151-157, 1996.

ARIMA, H. K.; LEMOS, A. L. S. C. Importância da qualidade das matérias-primas cárneas no processamento de embutidos. **Instituto de Tecnologia de Alimentos** (ITAL), São Paulo, p. 137-149, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 13ª ed., Arlington: A.O.A.C. 1141p., 2000.

BALA, B. K.; WOODS, J. L. Thin layer drying models for malt. **Journal of Food Engineering**, v.16, p.239-249, 1992.

BARBOSA, A.; VAZ-PIRES, P. Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). **Food Control**, v.15, p.161-168, 2004.

BATISTA, L. M.; ROSA, C. A.; PINTO, L. A. A. Thin layer drying of chitosan considering the material shrinkage. **Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004)**, São Paulo, Brasil, v.c, p.1930-1937, 2004.

BATISTA, L. M.; SOARES, N. M.; SANTOS, V.; PINTO, L. A. A. Secagem em camada delgada de quitina e quitosana obtidas a partir de resíduos de camarão: utilização do modelo difusivo. **30° ENEMP**, São Paulo, SP, 2002.

BELLAGHA, S.; SAHLI, A.; FARHAT, A.; KECHAOU, N.; GLENZA, A. Studies on salting and drying fo sardine (*Sardinella aurita*): experimental kinetics and modeling. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.947-952, 2007.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; TUEKSUBAN, J. Changes in physico-chemical properties and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*) during post-mortem storage in ice. **Food Chemistry**, v.80, p.535-544, 2003.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W; CHANTARASUWAN, C. Effect of porcine plasma protein and setting on gel properties of surimi produced from fish caught in Thailand. **Lwt,** v.37, p.177-185, 2004.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; THONGKAEW, C.; TANAKA, M. Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.197-207, 2005.

BENTIS, C. A.; ZOTOS, A.; PETRIDIS, D. Production of fish-protein products (surimi) from small pelagic fish (*Sardinops pilchardusts*), underutilized by the industry. **Journal of Food Engineering**, v.68, p.303-308, 2005.

BERTOLOTTI, M. I.; MANCA, E. Processamiento y comercializacione de la anchoita (Engraulis anchoita) del mar Argentino. **Revista de Investigacion y Desarrolo Pesquero**, n.5, p.224-246, 1986.

BERTULLO, V. H. **Tecnologia de los Productos y Subproductos de Pescados, Moluscos y Crustáceos**. Editorial Hemisferio Sur, Argentina, 1975, 538 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Municipal do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Desembarque de Pescado no Rio Grande do Sul. Rio Grande**, IBAMA, 2005.

BRASIL. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC n° 12. Diário Oficial da União, anexo I, p.67, janeiro de 2001.

BRASIL. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. **Métodos Microbiológicos**, Brasília. 1992.

BRASIL. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. **Métodos Físico-químicos**, Brasília. 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – **RIISPOA**. Brasília, 165p., 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília: DIPOA, 1974.

BRESSAN, M. C. Processamento de pescado de água doce. In: **Anais da II Feira da Pequena Agroindústria**. Serra Negra, p.59-85, 2002.

BRUIN, S.; LUYBEN, K. C. A. M. Drying of Food Materials: a Review of Recents Developments. MUJUNDAR, A. **Advances in Drying**. Washington/New York/ London, Ed. Hemisphere Publishing Corporation, v.3, 1980.

BURGESS, G. H. O. **El pescado y las industrias derivadas de la pesca**. Zaragoza, Ed. Acribia, 392p., 1971.

BUTTKUS, H. On the nature of the chemical and physical bonds which contribute to some structural properties of protein foods: a hypothesis. **Journal of Food Science**, v.39, n.484, 1974.

CABRER, A. I.; CASALES, M. R.; YEANNES, M. I Physical and chemical changes in anchovy (*Engraulis anchoita*) flesh during marination. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.11, n.1, p.19-30, 2002.

CÂNDIDO, L. M.; NOGUEIRA, A. K.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de concentrados protéicos de pescado preparados por vários métodos. **Food technology**. v.1, p.77-89, 1998.

CARDINAL, M.; CORNET, J.; SÉROT, T.; BARON, R. Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content. **Food Chemistry**, v.96, p.137-146, 2006.

CARLESSO, V. O.; BERBERT, P. A.; SILVA, R. F.; VIANNA, A. P.; DETMANN, E.; DIONELLO, R. G. Secagem de sementes de maracujá em camada delgada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.3, p.444-448, 2005.

CASTELLO, J. P. Pelagic teleosts. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. (ed.). **Subtropical convergence environments: the coast and sea in the Southwestern Atlantic**. Berlin: Springer, ch. 6.13, p. 123-128, 1997.

CASTELLO, J. P. **A Anchoita (*Engraulis anchoita*, Engraulididae, Pisces) no sul do Brasil**. Tese de Doutorado, FURG, 1997.

CASTELLO, L., CASTELLO, J. P. Anchovy Stocks (*Engraulis anchoita*) and Larval Growth in the SW Atlantic. **Fisheries Research**. v. 59, p. 409-421, 2003.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran protein concentrates. **Journal of Food Engineering**, v.79, p.592-597, 2007.

CHEFTEL, J. C. CUQ, J. L. & LORIENT, D. **Proteínas Alimentarias: Bioquímica. Propriedades Funcionales. Valor Nutritivo. Modificações Químicas**. Zaragoza: Editora Acribia, 346p., 1989.

CHIESA, E & PIN, O. **Ficha de Espécies (Anchoita)**. http://www.dinara.gub.uy/Dinara1.htm (10 setembro 2005).

CHIRIFE, J. Fundamentals of the drying mechanism during air dehydration of foods. In: MUJUMDAR. Arum S (Ed.) **Advances in drying**. Washington Hemisphere Publishing Corporation, v.1, p.73-102, 1983.

CHO, S. M.; KWAK, K. S.; PARK, D. C.; GU, Y. S.; JI, C. I.; JANG, D. H.; LEE, Y. B.; KIM, S. B. Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. **Food Hydrocolloids**, v.18, p.573-579, 2004.

CONTRERAS, E. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Métodos Químicos para Análise de Pescado, p.196-209.

Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

CONTRERAS, E. Bioquímica de Pescados e Derivados. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 409p.

COSTA, P. G. **Processo de Extração Química e Potencial Apresentado pela Proteína Recuperada da Matriz dos Exoesqueletos de Camarão-Rosa (*Farfantepenaeus paulensis*).** Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, 126 p., 2003.

CZERNER, M. YEANNES, M. I. Estudio de la cinética de deshidratación osmótica de *Engraulis anchoita* mediante el modelo Peleg. **Preservación y calidad de alimentos**, Mar del Plata, Argentina, 2005.

DENCH, J. E.; RIVAS, R. N.; CAYGIL, J. C. Selected functional properties of sesame (*Sesame indicum* L) flour and two protein isolates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.32, p.550-557, 1981.

DONADEL, M. E.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Propriedades funcionais de concentrado protéico de feijão envelhecido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, 1999.

DONDERO, M.; CISTERNAS, F.; CARVAJAL, L.; SIMPSON, R. Changes in quality of vacuum-packed cold-smoked salmon (*Salmo salar*) as a function of storage temperature. **Food Chemistry**, v.87, p.543-550, 2004.

DUARTE, R. M. T.; SGARBIERI, V. C. Propriedades Funcionais Tecnológicas das Frações Protéicas de Sangue Bovino: Plasma e Globina. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.3, p.23-30, 2000.

EU COMMISSION. **Freshness, quality and safety in seafoods.** http.//www.seafood.ucdavis.edu/pubs/qualitysafety.doc (11 outubro 2005).

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Aquaculture Development. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries**, FAO, Roma, n.5, 40p., 1997.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2002**: (SOFIA). Parte 4. Outlook. http://www.fao.org/docrep/005/y7300e08.html, 2003.

FENNEMA, O. R. **Química de los Alimentos**. Editora Acribia, Zaragoza (Espanha), 1095p., 1993.

FERREIRA, M. W.; SILVA, V. K.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; ODA, S. H. I. Pescados processados: maior vida-de-prateleira e maior valor agregado. **Boletim de Extensão Rural**. Universidade Federal de Lavras, p.1-26, 2002.

NEVES FILHO, L. C. Temperatura e alimentos refrigerados. **Revista Nacional da Carne**. n.317, 2003.

FILSINGER, B. E.; BARASSI, C. A.; LUPÍN, H. M. Formación de nitrógeno básico volátil total durante la maduración de anchoíta (*Engraulis anchoita*). **Agroquímica Tecnologia de Alimentos,** v.24, n.4, p.524-528, 1984.

FONKWE, L. G. & SINGH, R. K. Protein Recovery from Mechanically Deboned Turkey Residue by Enzimic Hidrolysis. **Process Biochemistry**, v.31, n.6, p.605-616, 1996.

FUHRMEISTER, h.; MEUSER, F. Impact of processing on functional properties of protein products from wrinkled peas. **Journal of Food Engineering**, v.56, p.119-129, 2003.

FURLAN, E. F. **Vida útil dos mexilhões *Perna perna* cultivados no litoral Norte de São Paulo: aferição dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, SP, 2004.

FUSELLI, S. R.; CASALES, M. R.; FRITZ, R.; YEANNES, M. I. Isolation and characterization of microorganisms associated with marinated anchovy (*Engraulis anchoita*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.73, p.29-38, 1998.

FUSELLI, S. R.; CASALES, M. R.; FRITZ, R.; YEANNES, M. I. Microbiology of the marination process used in anchovy (*Engraulis anchoita*) production. **Academic Press**, v;27, p.214-218, 1994.

GAHN, D. G.; KOHAN, G.; PERELLO, G.; MARTINEZ, M. S.; YEANNES, M. I. Diseño de pasta de anchoita (*Engraulis anchoita*). **Trabajo final em Ingeniería de Alimentos**, Mar del Plata, Argentina, p.1040-1047, 2004.

GARCIA, L. V.; QUEIROZ, M. I. **Caracterização do Odor da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada em Gelo e Água do Mar**, p.40-53. Em: Avaliação das Propriedades Funcionais da Anchoita (*Engraulis anchoita*) e das Modificações Produzidas Durante o Armazenamento em Gelo e Água do Mar e Processamento. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2007, 124p.

GARCIARENA, A. D.; PERROTA, R. G.; LOPEZ, F. Informe sobre el muestro de desembarque de anchoita (*Engraulis anchoita*) y caballa (*Scomber japonicus*) em el puerto de Mar del Plata: período septiembre, 1999 – enero, 2000, com alguns comentários sobre el manejo de estos recursos. **INIDEP, INFTEC**, v.45, n.1, 2002.

GEANKOPLIS, C. **Transport and Unit Operations**. 2nd Ed. Prentice-Hall Inernational Inc. New Jersey, USA. 1983.

GÖKOGLU, N.; CENGIZ, E.; YERLIKAYA, P. Determination of the shelf life of marinated sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. **Food Control**, v.15, p.1-4, 2004.

GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G. Uso da enzima transglutaminase na elaboração de um produto reestruturado à base de peixe. **Revista Nacional da Carne**, n.317, julho, 2003.

GONÇALVES, A. A.; SOUZA-SOARES, L. A. Lipídeos em Peixes. **Revista Vetor**. FURG, Rio Grande, p. 35-53, 1998.

GOMES, F. D.; PINTO, L. A. A. A cinética da secagem de cebola em camada fina. **Vetor**, v.7, p.57-69, FURG, Rio Grande, RS, 1997.

GOULAS, A. E.; KONTOMINAS, M. G. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. **Food Chemistry**, v.93, p.511-520, 2005.

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

GUAN, X.; GUAN, H.; CHEN, Z.; SHAN, L.; ZHANG, M. Some functional properties of oat protein concentrate modified by trypsin. **Food Chemistry**, v.101, p.163-170, 2007.

HAIMOVICI, M.; MARTINS, A. S.; VIEIRA, P. C. Distribuição e Abundância de Peixes Teleósteos Demersais sobre a Plataforma Continental do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v.56, n.1, p.27-50, 1997.

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

HERRERA, J.; CORREO, C. Pré-estudo do desenvolvimento da industria da anchoita. **Infopesca**, p.1-6, 1997.

HOUGH, G. & FISZMAN, S. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. **Cyted -Ciência y Tecnologia para el Desarrollo**. 1 ed. Valencia, Espana, 2005, 111p.

IBAMA/CEPERG/RS – **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis** – Centro de Pesquisa do Rio Grande, RS, 2003.

JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L. Q.; QUEIROZ, M. I.; NETTO, F. M. Caracterização da fração protéica da cianobactéria *Aphanothece Microscópica* Nägeli cultivada no efluente da parboilização do arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.482-488, 2006.

JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L. Q.; PINTO, L. A. A.; QUEIROZ, M. I. Characteristics of thin-layer drying of the cyanobacterium *Aphanothece microcopica* Nägeli. **Chemical Engineering and Processing**, v.46, p.63-69, 2007.

JAIN, D.; PATHARE, P. B. Study the drying kinetics of open sun drying of fish. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.1315-1349, 2007.

JAYAPRAKASHA, H. M.; RAO, K. J.; KUMAR, W. A. L. Studies on the influence of water activity (aw) on the stability of foods – a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v.34, n.4, p.273-285, 1997.

KINSELLA, J. E. Functional properties in novel proteins some methods for improvement. **Chemistry and Industry**, v.5, p.171-181, 1976.

KINSELLA, J. E. Functional properties of protein: possible relationships between structure and function in foams. **Journal Food Chemistry**, v.7, p.273-288, 1977.

KÖSE, S.; BORAN, M.; BORAN, G. Storage properties of refrigerated whiting mince after mincing by three different methods. **Food Chemistry**, v.99, p.129-135, 2006.

KOWALE, B. N.; RAO, V. K.; BABU, N. P.; SHARMA, N.; BISHT, G. Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during cooking and storage. **Meat Science**, v.43, n.2, p.195-202, 1996

KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T.; MAROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. Drying kinetics of some vegetables. **Journal of Food Engineering**, v.59, p.391-403, 2003.

KRÜGER, C.; CENI, G.; SGARBIERI, V.; CÂNDIDO, L. Propriedade hidrofílica de concentrados protéicos de leite bovino. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.36, v.2, p.122-127, 2002.

KYRANA, V. R.; LOUGOVOIS, V. P.; VALSAMIS, D. S. Assessment of shelf-life of maricultered gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.32, p.339-347, 1997.

LAHSASNI, S. KOUHILA, M.; MAHROUZ, M.; JAOUHARI, J. T. Drying kinetics of prickly pear fruit (*Opuntia ficus indica*). **Journal of Food Engineering**, v.61, p.173-179, 2004.

LAWLESS, H. T.; HEYMAN, H. **Sensory Evaluation of Food – Principles and Practices**. New York: Aspen Publication, 1999.

LEITÃO, M. F. F. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Microbiologia e deterioração do pescado fresco e refrigerado de origem fluvial ou marinha, p.40-58. Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

LIN, S. B.; CHEN, L. C.; CHEN, H. H. The change of thermal gelation properties of horse mackerel mince led by protein denaturation occurring in frozen storage and consequential air floatation wash. **Food Research International**, v.38, p.19-27, 2005.

LIN, T. M. & PARK, J. W. Study of myofibrillar protein solubility during surimi processing: Effects of washing cycles and ionic strength. **Presented at the PFT annual meeting**, Mazatlan, Mexico, 1995.

LOUGOVOIS, V. P.; KYRANAS, E. R.; KYRANA, V. R. Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Food Research International**, v.36, p.551-560, 2003.

LUDORFF, W.; MEYER, V. **El pescado y los productos de la pesca**. Editorial Acribia, Zaragoza, Espana, 1973, 342p.

MAIA, E; OGAWA, M. **Manual de Pesca**: C & T do Pescado. v.1. Ed. Varela, SP, 430p., 1999.

MAIA, E. L. **Composição, conservação e utilização do curimbatá Prochilodus scrofa Steindachner**. Dissertação de mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campinas. FEA-UNICAMP, 129p. 1980.

MARTELLI, H. L.; PANEK, A. D. **Bioquímica Experimental**. Rio de Janeiro. 111p. 1968.

MARTINS, C. A. A. No Trabalho dos Pescadores Artesanais a Lagoa dos Patos Vive e dá Vida. **Revista Electrônica de Geografia y Ciencias Sociales**. Universidade de Barcelona, v.VI, n. 119, 2002.

MARTINS, M. G.; OLIVEIRA, D. D.; CALÇADA, L. A.; MANCINI, M. C. Adaptação de um equipamento de secagem em camada delgada para a determinação de isotermas de equilíbrio. **XXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**, v.22, n.1, p.55-63, 2002.

MARTINS, P. C.; PORTO, P. S. S.; PINTO, L. A. A. Estudo das propriedades físicas e de transporte na secagem de cebola (*Allium cepa* L.) em camada delgada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p.319-326, 2004.

MARTINS, M. G.; OLIVEIRA, D. D.; CALÇADA, L. A.; MANCINI, M. C. Adaptação de um equipamento de secagem em camada delgada para a determinação de isotermas de equilíbrio. **XXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**, v.22, n.1, p.55-63, 2002.

MATTOS, A.S; TORREJON, S.; GUS, P.L.; RODRIGUEZ, S.J. Study on the utilization of *Engraulis anchoíta* for the preparation of anchovies. International Conference on the Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish. **Procedings of the Conference Tropical Products Institute**, London, 1977.

Mc.CORMICK, P. Y. **Solids drying fundamentals**. PERRY, R. H. and CHILTON, C. H., Chemical Engineer's Handbook, Mc Graw-hill. Co. 5 ed., 1983.

MOHAN, M.; RAMACHANDRAN, D.; SANKAR, T. V. Functional properties of Rohu (*Labeo rohita*) proteins during iced storage. **Food Research International**, v.39, p.847-854, 2006.

MOHARRAM, Y. G.; YOUSSEF, A. M. M.; ATTIA, R. S. Protein isolate from small pelagic Moza (*Box boops*) fish. **Die Nahrüng**, Berlin, v.33, n.8, p.767-772, 1989.

MONTEIRO, E. M. Influência da gordura em parâmetros sensoriais da carne. In: Curso de Qualidade da Carne e dos Produtos Cárneos. **Embrapa**. n. 24, p. 9-13, 2000.

MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; BORDERÍAS, A. J. Functional characterisation of muscle and skin collagenous material from hake (*Merluccius merluccius L.*). **Food Chemistry**, v.65, p.55-59, 1999.

MORI, E. E. M. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Análise Sensorial de Productos de Pescado no Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.81-106. Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

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

OETTERER, M.; PERUJO, S. D.; GALO, C. R.; ARRUDA, L. F.; BORGUESI, R.; CRUZ, A. M. P. Monitoring the sardine (*Sardinella brasiliensis*) fermentation process to obtain anchovies. **Scientia Agricola**, v.60, n., p,511-517, 2003.

ÓLAFSCDÓTTIR, G.; MARTINSDÓTTIR, E.; OEHLENSCHLÄGER, J.; DALGAARD, P.; JENSEN, B.; UNDELAND, I.; MACKIE, I. M.; HENEHAN, G.; NIELSEN, J.; NILSEN, H. Methods to evaluate fish freshness in research and industry. **Food Science & Technology**, v.8, 1997.

OLIVEIRA, E. M.; TERRA, N. N. Carne Mecanicamente separada de frango - propriedades relológicas. **Revista Nacional da Carne**, v.205, p.30-35,1994.

OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S. Condições de abate e qualidade de carne. In: Curso de Qualidade da Carne e dos Produtos Cárneos. **Embrapa**. n. 24, p. 79-127, 2000.

ÖZOGUL, F.; POLAT, A.; ÖZOGUL, Y. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). **Food Chemistry**, v.85, p.49-57, 2004.

ÖZOGUL, F.; TAYLOR, K. D. A.; QUANTICK, P.; ÖZOGUL, Y. Chemical, microbiological and sensory evaluation of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. **Food Chemistry**, v.71, p.267-273, 2000.

PARK, J. W. **Surimi and surimi seafood**. Marcel Dekker, Inc. New York, 500p., 2000.

PARMIAGIANI, P.; TORRES, R. A caminho da elite do agronegócio. **Aqüicultura e pesca**, edição 10, p.26-34, 2005.

PARRY, J. L. Mathematical modeling and computer simulation of heat and mass transfer in agricultural grain drying: Areview. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.32, p.1-29, 1985.

PAZOS, M.; GALHARDO, J. M.; TORRES, J. L.; MEDINA, I. Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and frozen fish muscle. **Food Chemistry**, v.92, p.547-557, 2005.

PERRY, J. D.; GREEN, D. **Perry´s Handbook**. Special Edition, 1986.

PERUJO, S. D.; QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. Utilização do xixarro (*Trachurus lathami*) na elaboração de produto fermentado. **Botetin do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.19, n.2, p.257-266, 2001.

PHATCHARAT, S.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. Effects of washing with oxidizing agents on the gel-forming ability and physicochemical properties of surimi produced from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). **Food Chemistry**, v.98, p.431-439, 2006.

PINTO, L. A. A. **Cinética de secagem de filés de peixe: uso de um modelo difusivo com variação de volume**. Tese de Doutorado. UFSCar, São Carlos, SP. 1996.

PINTO, L. A. A.; TOBINAGA, S. Encolhimento na secagem de músculos de peixes. **IX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Salvador, Bahia, v.1, p.191-198, 1992.

PONS-SÁNCHEZ-CASADO, S.; VIDAL-CAROU, M. C.; NUNES, M. L.; VECINA-NOGUÉS, M. T.; Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicholus*) stored in ice. **Food Control**, v.17, n.7, p564-569, 2006.

PORTO, P. S. S.; PINTO, L. A. A. Estudo das características da secagem de cebola (*Allium cepa* L.) descarte quanto a cor e a pungência. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.5, p.73-78, 2002.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O.; QUEIROZ, E. G. Escala sensorial para avaliação do frescor do pescado estocado em gelo. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.11, n.2, p.91-102, 1993.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O; KOETZ, P. R. Caracterização sensorial do odor da *Aphanothece microscopic* Nägeli desidratada. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos,** v.16, n.1, p.55-70, 1998.

RAATIKAINEN, O.; REINIKAINEN, V.; MINKKINEN, P.; RITVANEN, T.; MUJE, P.; PURSIAINEN, J.; HILTUNEN, T.; HYVÖNEN, P.; WRIGHT, A. V.; REINIKAINEN, S. Multivariate modeling of fish freshness index based on ion mobility spectrometry measurements. **Analytica Chimica ACTA**, v.544, p.128-134, 2005.

RADÜNZ, L. L.; MELO, E. C.; MACHADO, M. C.; SANTOS, R. R.; SANTOS, R. Secagem em camada delgadas de folhas de *Lippia sidoides* Cham. **XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA)**, 2001.

REDDY, N. R.; ROMAN, M. G.; VILLANUEVA, M.; SOLOMON, H. M.; KAUTTER, D. A.; RHODEHAMEL, E. J. Shelf life and clostridium botulinum toxin development during storage of modified atmosphere-packed fresh catfish fillets. **Journal of Food Science**, v.62, n.4, p.878-884, 1997.

RIEBROY, S.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; TANAKA, M. Effect of iced storage of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) on the chemical composition, properties and acceptability of Som-fug, a fermented Thai fish mince. **Food Chemistry**, v. 102, p.270-280, 2007.

RODRIGUEZ, C. J.; BESTEIRO, I.; PASCUAL, C. Biochemical changes in freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p.1473-1480, 1999.

RODRÍGUEZ-JÉREZ, J. J.; HERNÁNDEZ-HERRERO, M. M.; ROIG-SAGUÉS, A. X. **New methods to determine fish freshness in research and industry.** http:/www.ressources.cibeam.org/om/pdf/cs1/00600292.pdf (04 outubro 2005).

RODRÍGUEZ, O.; BARROS-VELÁZQUEZ, J.; PIÑEIRO, C.; GALLARDO, J. M. AND AUBOURG, S. P.; Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of “farmed turbot” (*Psetta maxima*). **Food Chemistry**, v. 95, n.2, p. 270-278, 2006.

ROSA, C. S. **Estudo das propriedades funcionais do colágeno obtido da pele de frango**. Dissertação de Mestrado, UFSM, Santa Maria, RS, 83p., 2000.

RUIVO, V. E. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado, p.69-80. Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

SCHWINGEL, P. R. **Alimentação de Engraulis anchoita na Plataforma Continental do Rio Grande do Sul – Brasil**. Dissertação de Mestrado, FURG, Rio Grande, 1991.

SCHWINGEL, P. R.; CASTELLO, J. P. **Programa para desenvolvimento da pescaria da anchoita (*Engraulis anchoita*) no sul do Brasil.** Convênio MA-UNIVALI. Relatório Final, 2000.

SCHULTZ, E. L. **Influência das condições de secagem sobre o encolhimento e propriedades de transporte em fatias de maça**. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, SC. 1999.

SCOTT, D. N.; FLETCHER, G. C.; CHARLES, J. C.; WONG, R. J. Spoilage changes in deep water fish, smooth oreo dory during storage in ice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.27, n.5, p.577-588, 1992.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em Alimentos: Protéicos – Propriedades – Degradações – Modificações**. São Paulo: Varela, 517p. 1996.

SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de proteínas em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.212-220, 1998.

SGARBIERI, V. C.; CHAUD, S. G. Propriedades funcionais (Tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e das frações glicana, manana e glicoproteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.369-379, 2006.

SGARBIERI, V. C; DUARTE, R. M. T. Propriedades funcionais tecnológicas das frações protéicas de sangue bovino: plasma e globina. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.3, p.23-30, 2000.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Diferentes métodos de concentração de proteína de levedura e suas implicações nas propriedades funcionais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.36, v.2, p.83-94, 2002.

SGARBIERI, V. C.; ROMAN, J. A. Efeito da hidrólise enzimática sobre propriedades funcionais de caseína bovina coagulada pela ação da quimosina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.468-474, 2005.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A.; BURT, J. R. Postharvest biochemical and microbial changes. In: SIKORSKI, Z. E. **Seafood**: resources, nutritional, composition and preservation. Boca Raton: CRC Press, p.55-73, 1989.

SIMÕES, D. R. S.; QUEIROZ, M. I.; VOLPATO, G.; ZEPKA, L. Q. Desodorización de la base protéica de pescado (BPP) con ácido fosfórico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1, p.23-26, 2004.

SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; FILHO, A. F. L. Simulação do processo de secagem de sementes de milho em camada fixa. **Scientia Agrícola**, v.59, n.4, p.653-660, 2002.

STRUMILO, C. & KUDRA, T. **Drying: principles, applications and design**. In: Hughes, R. Topics in Chemical Engineering. v.3, Universidade de Salford, UK. 1986.

SUZUKI, T. **Tecnologia de las Proteínas de Pescado e Krill**. Editorial Acríbia, S. A. Zaragoza, 1987.

TAHA, P. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Controle de Qualidade do Pescado pela Weg Penha Pescados S.A, p.210-215. Em: **Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. UNISANTOS, São Paulo, 1988, 303p.

TAKEITI, C. Y.; SOUZA, A. S.; NETTO, F. M. Influência do Tratamento Térmico nas Propriedades de Solubilidade e de Emulsificação de Isolados Protéicos de Soja e de seus Hidrolisados Enzimáticos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, n.1, p.87-101, 2004.

THIANSILAKUL, Y.; BENJAKUL, S.; SHAHIDI, F. Compositions, functional properties and antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (*Decapterus maruads*i). **Food Chemistry**, p.1-10, 2006.

TOKUR, B.; OZKÜTÜK, S.; ATICI, E.; OZYURT, G.; OZYURT, C. E. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L.; 1758), during frozen storage (-18℃). **Food Chemistry**, v.99, p.335-341, 2006.

TORRUCO-UCO, J.; BETANCUR-ANCONA, D. Physicochemical and functional properties of makal (*Xanthosana yucatanensis*) starch. **Food Chemistry**, v.101, p.1319-1326, 2007.

TRIQUI, R.; ZOUINE, K. Sensory and Instrumental Assessments of the Ripening Process of Anchovy (*Engraulis encrasicholus*). **Academic Press**, v.32, p. 203-207, 1999.

URESTI, R. M.; VELASQUEZ, G.; VÁSQUEZ, M.; RAMÍREZ, J. A.; TORRES, J. A. Effect of sugars and poluols on the functional and mechanical properties of pressure-treated arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*) proteins. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.964-973, 2005.

VALLE, C. E.; FILSINGER, B. E. YEANNES, M. I.; SOULE, C. L. Shelf life of brine refrigerated anchovies (*Engraulis anchoita*) for canning. **Journal of Food Science**, v.49, p.180-182, 1984.

VAN ARSDEL, W. B. Drying Phenomena. **Food Dehydration**. The AVI Publishing Company Inc.v.1, 1973.

VERMA, J. K.; SRIKAR, L. N.; SUDHAKARA, N. S.; SARMA, J. Effects of frozen storage on lipid freshness parameters and some functional porperties of oil sardine (*Sardinella longiceps*) mince. **Food Research International**, v.28, n.1, p.87-90, 1995.

VICETTI, R. V. Propriedades funcionales de la carne de pescado y câmbios producidos por el armacenamiento y processamiento. **Boletim de Investigacion – Instituto de Tecnologia Pesquera del Peru**, p.5-22, 1991.

VILLELA, F. A.; SILVA, W. R. Curvas de secagem de sementes de milho utilizando o método intermitente. **Scientia Agrícola**, v.49, n.1, p.145-153, 1992.

ZAYAS, J. F. Ch. 1 Solubility of proteins. Functionality of proteins in food. New York: Springer, 1997, p.10

YAPAR, A.; YETIM, H. Determination of anchovy freshness by refractive index of eye fluid. **Food Research International**, v.31, n.10, p.693-695, 1998.

YEANNES, M. I.; VALLE, C. E.; LUPÍN, H. M. Generación de bases nitrogenadas volátiles durante el processo de elaboración de conservas de pescado. **Revista Agroquímica de Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.4, p.585-590, 1983.

YEANNES, M. I.; CASALES, M. R. Estúdio de las variables de processo de marinados de anchoita (*E. anchoita*). **Alimentaria**, maio, p.87-91, 1995.

YEANNES, M. I. Aspectos Tecnologicos, Fisicoquimicos, Nutricionales y Sensoriales en Conservas y Preservas de Anchoita (*Engraulis anchoita*). **Curso – Workshop Cyted Internacional – sobre Alternativas Tecnológicas para o Aproveitamento de Anchoita e Cefalópodes,** Rio Grande, RS, Brasil, 2004.

WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; CABRALM, L. C.; ARAUJO, B. Absorção de gordura, solubilidade e propriedades espumantes dos extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v.20, n.2, 2000.

WANG, Z.; SUN, J.; LIAO, X.; CHEN, F.; ZHAO, G.; WU, J.; HU, X. Mathematical modeling on hot air drying of thin layer apple pomace. **Food Research International**, v.40, p.39-46, 2007.

WHITEHEAD, P.J.P., G.J. NELSON & WONGRATANA. **FAO species catalogue**. Vol. 7. Clupeoid fishes of the World (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pichards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulididae. FAO Fish. Synop. , (125) Vol.7, Pt. 2: 305-579, 1988.

WIEFELS, R. El cooperativismo pesquero y la comercialización del pescado – la evolución de los mercados del pescado. **Infopesca Internacional**, p.7-12, 2001.