



Universidade Federal do Rio Grande

Escola de Química e Alimentos

Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos

**Caracterização do Estoque de Anchoita  
(*Engraulis anchoita*) da Região Sul do Brasil e Utilização  
desta Matéria-prima na Elaboração de Produto de Alto  
Valor Agregado**

Msc. Eng<sup>a</sup>. de Alimentos Liziane Garcia-Torchelsen

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Isabel Queiroz  
Orientadora

Rio Grande, RS  
Agosto de 2011



Universidade Federal do Rio Grande

Escola de Química e Alimentos

Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos

**Caracterização do Estoque de Anchoita  
(*Engraulis anchoita*) da Região Sul do Brasil e Utilização  
desta Matéria-prima na Elaboração de Produto de Alto  
Valor Agregado**

Msc. Eng<sup>a</sup>. de Alimentos Liziane Garcia-Torchelsen

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

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Isabel Queiroz  
Orientadora

Rio Grande, RS  
Agosto de 2011

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo conhecimento, coragem e força, permitindo que fosse possível conquistar mais uma vitória.

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

Ao meu esposo e amigo, Jacson Torchelsen, por me apoiar na tomada de decisões e, principalmente, nos momentos mais difíceis.

Às novas amigas que conheci no final desta caminhada e que levarei para toda a vida, Daniele Colembergue, Juliana Guerra, Patrícia Zanotta, Sabrina Rosa e Viviani Kwecko, pois sem elas, certamente, tudo ficaria mais difícil. Agradeço não apenas pela amizade verdadeira, mas pela contribuição efetiva para a conclusão desta tese, na formatação, nos programas computacionais, no idioma e no trabalho estético das fotos.

À Prof<sup>a</sup>. Eliana Badiale-Furlong e às colegas Jaqueline Garda-Bufferon, Michele Souza e Vivian Feddern pelo auxílio indispensável durante o desenvolvimento desta tese.

À Prof<sup>a</sup>. Leila Queiroz Zepka pelas análises realizadas na Universidade Federal de Santa Maria.

Aos meus colegas professores pelo incentivo, em especial, a Daniele Colembergue e ao Maurício Bernini, por compartilharem a carga horária de algumas disciplinas.

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

Às minhas antigas colegas de laboratório Adriana Silva e Marina Mitterer, e aos novos integrantes da família anchoita, Juliana Latorre e Juliart Gonçalves.

Em se tratando da família anchoita, como não agradecer ao Prof. Lauro Madureira, pela contribuição na captura da matéria-prima, e ao Prof. Milton Espírito Santo, indispensável dentro da indústria pesqueira.

Em especial, à matriarca desta família, Prof<sup>a</sup>. Maria Isabel Queiroz, que conduziu o desenvolvimento deste processo com sabedoria e disciplina, características indispensáveis não só para a realização deste trabalho científico, mas para a vida.

A CAPES e ao CNPq, pelo financiamento deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	4
1 INTRODUÇÃO.....	5
<b>CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>7</b>
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 Disponibilidade de pescado.....	8
2.1.1 Abundância dos Estoques de Anchoita.....	9
2.1.1.1 Músculos Claro e Escuro.....	11
2.1.1.2 Avaliação Sensorial .....	11
2.1.1.3 Compostos Voláteis.....	13
2.1.1.4 Perfil de Ácidos Graxos .....	15
2.2 Desenvolvimento de Produtos à Base de Pescado .....	16
2.2.1 Base Protéica de Pescado.....	19
2.2.1.1 Elaboração de Empanados.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
<b>CAPÍTULO 3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....</b>	<b>34</b>
ARTIGO I: CARACTERIZAÇÃO DA ANCHOITA ( <i>Engraulis anchoita</i> ) CAPTURADA NA COSTA SUL DO BRASIL.....	35
ARTIGO II: AVALIAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS DE ANCHOITA ( <i>Engraulis anchoita</i> ) ARMAZENADA SOB CONGELAMENTO .....	71
ARTIGO III: SELEÇÃO E TREINAMENTO DE JULGADORES PARA AVALIAÇÃO DE ODOR EM PESCADO .....	92
ARTIGO IV: UTILIZAÇÃO DE BASE PROTÉICA DE ANCHOITA ( <i>Engraulis anchoita</i> ) NA ELABORAÇÃO DE EMPANADO .....	119
<b>CAPÍTULO 4 CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>142</b>
<b>CAPÍTULO 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>144</b>
APÊNDICES.....	168

## LISTA DE TABELAS

### **Artigo I - Caracterização da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Capturada na Costa Sul do Brasil**

Tabela 1 – Valores médios de avaliação biométrica dos exemplares de anchoita. ....	43
Tabela 2 – Máximos e mínimos para as variáveis peso-comprimento e variáveis definidas mediante o modelo exponencial aplicado para avaliar a relação peso-comprimento dos exemplares de anchoita amostrados.....	45
Tabela 3 – Rendimento das diferentes frações avaliadas. ....	47
Tabela 4 – Composição proximal da anchoita em diferentes épocas de captura. ....	50
Tabela 5 – Matriz de correlações entre a composição proximal e mês de captura.....	51
Tabela 6 – Autovalores e percentuais de variância explicada por componente.....	52
Tabela 7 – Composição dos fatores.....	52
Tabela 8 – Composição proximal das diferentes frações de anchoita.....	54
Tabela 9 – Distribuição de nitrogênio (mg/100g) em músculo de anchoita ( <i>Engraulis anchoita</i> ).....	56
Tabela 10 – Perfil de ácidos graxos. ....	57
Tabela 11 – Principais ácidos graxos que compõem as frações consideradas de anchoita. ....	59

### **Artigo II - Avaliação dos Ácidos Graxos de Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada sob Congelamento**

Tabela 1 – Caracterização da anchoita in natura.....	78
Tabela 2 – Perfil de ácidos graxos da anchoita armazenada sob congelamento. ....	80

### **Artigo III - Seleção e Treinamento de Julgadores para Avaliação de Odor em Pescado**

Tabela 1 – Compostos voláteis encontrados na anchoita ( <i>Engraulis anchoita</i> ) armazenada sob congelamento durante 60 dias.....	101
Tabela 2 – Terminologia para descrição do odor da anchoita. ....	104
Tabela 3 – Padrões de odor definidos para grupo de odor.....	106
Tabela 4 – Somatório total de notas expressas pelos candidatos para cada grupo de odor. ....	108
Tabela 5 – Parâmetros calculados para os candidatos a julgadores.....	110
Tabela 6 – Níveis de significância (p) para julgadores em função de discriminação das amostras (Famostra).....	111
Tabela 7 – Níveis de significância (p) para julgadores em função da repetibilidade (Frepetição). ....	112

**Artigo IV - Utilização de Base Protéica de Anchoita (*Engraulis anchoita*) na Elaboração de Empanado**

Tabela 1 – Composição proximal do músculo da anchoita e das bases protéicas. ....	128
Tabela 2 – Proteínas solúveis nos extratos resultantes da lavagem da BPP. ....	129
Tabela 3 – Intensidade de odor nos extratos resultantes da lavagem da BPP após cada ciclo de extração.....	130
Tabela 4 – Caracterização da secagem das bases protéicas de anchoita. ....	131
Tabela 5 – Parâmetros estimados e coeficiente de correlação para os dados experimentais. ....	132
Tabela 6 – Diferença entre o somatório das ordens para as diferentes formulações de farinha de cobertura para o empanado frito. ....	133
Tabela 7 – Diferença entre o somatório das ordens para as diferentes formulações de farinha de cobertura para o empanado frito. ....	133
Tabela 8 – Composição proximal da massa base e do empanado pré-frito de anchoita. ....	135
Tabela 9 – Valor calórico do empanado pré-frito de anchoita. ....	136

## LISTA DE FIGURAS

### **Artigo I - Caracterização da Anchoita (*Engraulis anchoita*) Capturada na Costa Sul do Brasil**

Figura 1 – Posicionamento dos perfis seguido durante os cruzeiros.....	39
Figura 2 – Exemplificação das medidas de comprimento total, porção comestível e cabeça dos exemplares de anchoita ( <i>Engraulis anchoita</i> ) .....	40
Figura 3 – Comprimento total (a), comprimento da fração comestível (b), comprimento da cabeça (c) e peso total (d) da anchoita ( <i>Engraulis anchoita</i> ) capturada entre os meses de julho a novembro.....	44
Figura 4 – Modelo de regressão linear entre peso da cabeça e peso da fração comestível.	47
Figura 5 – Frações que compõe o resíduo.....	48
Figura 6 – Disposição do resíduo (cabeça, cauda e espinhas) e vísceras da anchoita ( <i>Engraulis anchoita</i> ).....	48
Figura 7 – Corte transversal indicando as diferentes massas musculares da anchoita.....	49
Figura 8 – Disposição do músculo escuro na anchoita ( <i>Engraulis anchoita</i> ).....	50
Figura 9 – Distribuição da nuvem de variáveis no círculo de correlações.....	53
Figura 10 – Ácidos graxos majoritários da anchoita ( <i>Engraulis anchoita</i> ).....	58

### **Artigo II - Avaliação dos Ácidos Graxos de Anchoita (*Engraulis anchoita*) Armazenada sob Congelamento**

Figura 1 – Posicionamento dos perfis seguido durante os cruzeiros.....	75
--	----

### **Artigo III - Seleção e Treinamento de Julgadores para Avaliação de Odor em Pescado**

Figura 1 – Posicionamento dos perfis seguido durante os cruzeiros.....	96
Figura 2 – Ficha para descrição dos termos descritores do odor.....	98
Figura 3 – Escala não estruturada utilizada para o treinamento dos julgadores.....	100
Figura 4 – Dendograma obtido para os termos descritos como similares ao odor da anchoita ( <i>Engraulis anchoita</i> ).....	104
Figura 5 – Diferença entre as médias de cada julgador e da equipe sensorial, segundo o teste de Student ( $p \leq 0,05$ ), para 9 integrantes.....	113
Figura 6 – Diferença entre as médias de cada julgador e da equipe sensorial, segundo o teste de Student ( $p \leq 0,05$ ), para 8 integrantes.....	113

### **Artigo IV - Utilização de Base Protéica de Anchoita (*Engraulis anchoita*) na Elaboração de Empanado**

Figura 1 – Posicionamento dos perfis seguido durante os cruzeiros.....	123
--	-----

Figura 2 – Escala não estruturada utilizada para avaliar a intensidade de odor a pescado nos extratos resultantes da lavagem da BPP.....	125
Figura 3 – Ficha utilizada no teste de ordenação de preferência. ....	126
Figura 4 – Curvas do adimensional de água livre em função do tempo para os diferentes solventes. ....	131



**APÊNDICES**

APÊNDICE A – Rede de meia água utilizada para captura da anchoita ( <i>Engraulis anchoita</i> ).....	169
APÊNDICE B – Retirada do pescado da rede e armazenamento a bordo em gelo e água do mar (1:1).....	169
APÊNDICE C – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de julho..	170
APÊNDICE D – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de agosto.....	171
APÊNDICE E – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de setembro.....	172
APÊNDICE F – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de outubro. ....	173
APÊNDICE G – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de novembro.....	174
APÊNDICE H – Número de julgamentos para cada termo descrito. ....	175
APÊNDICE I – Resultados brutos individuais para cada padrão de referência .....	176

**LISTA DE NOMENCLATURA**

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AS	Amplitude da Soma
BPP	Base Protéica de Pescado
$D_{ef}$	Difusividade efetiva de umidade
DHA	Ácido Docosahexaenóico
EPA	Ácido Eicosapentaenóico
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
k	Constante de Secagem
MUFA	Ácidos Graxos Monoinsaturados
N-BVT	Nitrogênio de Bases Voláteis Totais
NNP	Nitrogênio Não Protéico
NP	Nitrogênio Protéico
NT	Nitrogênio Total
PC	Peso da Cabeça
PF	Peso do Filé
PMC	Peso do Músculo Claro
PME	Peso do Músculo Escuro
PT	Peso Total
PUFA	Ácidos Graxos Poliinsaturados
RA	Razão de Amplitude
S	Somatório
SA	Soma das Amplitudes
SD	Soma dos Desvios
SFA	Ácidos Graxos Saturados
TBA	Ácido Tiobarbitúrico
$t_c$	Tempo Crítico
$t_e$	Tempo de Equilíbrio
$X_c$	Umidade Crítica
$X_e$	Umidade de Equilíbrio

# **CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL**

## RESUMO

O trabalho teve por objetivo caracterizar o estoque de anchoita (*Engraulis anchoita*) capturado na região sul do Brasil, visando à utilização deste recurso de alto valor biológico no desenvolvimento de produtos semi-prontos e de fácil preparo, tipo empanado. Os experimentos foram conduzidos com anchoita resultante de cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS, Brasil. Os exemplares foram capturados entre a cidade de Rio Grande (32°S, RS-Brasil) e 51°W. Após captura, o pescado foi armazenado a bordo em mistura de gelo e água do mar, na razão 1:1. As amostras foram transportadas para o laboratório de Biotecnologia da FURG e mantidas sob congelamento a -18°C, até a realização das análises. O trabalho está constituído por uma revisão bibliográfica, que enfatiza a importância do recurso pesqueiro em estudo como potencial a ser explorado, discorre sobre ácidos graxos e perfil de voláteis, bem como, o desenvolvimento de produtos à base de pescado. O desenvolvimento do trabalho é expresso por quatro artigos. O primeiro teve como objetivo caracterizar o estoque de anchoita segundo a biometria, rendimento, composição proximal, compostos nitrogenados e ácidos graxos. O rendimento, a composição proximal e o perfil de ácidos graxos foram realizados nas três frações que compõe o peixe: músculo claro, escuro e vísceras. A análise dos resultados demonstrou a variabilidade dos componentes em função das frações avaliadas e da época de captura, o que pode contribuir para a escolha do processo tecnológico a ser aplicado no desenvolvimento de produtos de alto valor agregado a partir dessa matéria-prima. No segundo artigo foi determinado o perfil de ácidos graxos da anchoita e avaliado o comportamento destes compostos durante o armazenamento congelado, bem como, dos voláteis gerados. Os resultados demonstraram a influência do armazenamento na modificação dos ácidos graxos, em especial, EPA e DHA, e que os voláteis gerados podem ser um índice em potencial para avaliar a qualidade da anchoita congelada. No terceiro artigo objetivou-se selecionar e treinar julgadores para avaliação do odor a pescado utilizando os padrões referência obtidos a partir do perfil de voláteis. Neste sentido, foi levantada a terminologia que descreve o odor da anchoita, definido padrões referência, bem como, selecionado e treinado uma equipe de julgadores. Foram utilizados 20 candidatos, deste total, 9 foram selecionados pelo método das amplitudes. Os julgadores selecionados foram submetidos ao treinamento no uso de escala não estruturada e na avaliação da intensidade do odor a pescado. O desempenho dos julgadores foi definido utilizando como amostra solução de lavagem resultante do processo de obtenção de base protéica de anchoita. Os resultados foram avaliados com base no poder de discriminação, repetibilidade das respostas e concordância entre julgadores, segundo análise de variância, com duas fontes de variação (amostra e repetições). Foram obtidos os valores de  $F_{amostra}$  e  $F_{repetição}$ , para cada julgador. Os julgadores com o valor de  $F_{amostra}$  significativo ( $p \leq 0,30$ ) e  $F_{repetição}$  não significativo ( $p > 0,05$ ), bem como, concordância de médias com os demais julgadores foram considerados treinados. Segundo esse processo a equipe foi constituída por 8 julgadores selecionados e treinados na avaliação do odor a pescado. Finalmente, no quarto artigo foi avaliada a possibilidade de uso de base protéica (BPP) de anchoita na elaboração de massa base de empanados, bem como, em substituição a farinha de cobertura. Para obtenção das BPPs, foram testadas duas soluções extratoras (3 ciclos de extração com ácido fosfórico 0,05% e 1 ciclo de ácido fosfórico seguido de 2 ciclos com água). A BPP obtida na melhor condição utilizada foi seca a 70°C e submetida ao processo de moagem em moinho de facas para ser utilizada como farinha de cobertura. Formulações de empanado utilizando diferentes concentrações (25, 50, 75 e 100%) de anchoita desidratada na cobertura foram testadas no produto frito e forneado. Um teste de preferência com consumidores em potencial foi aplicado às diferentes formulações. Os resultados indicaram que a melhor condição de lavagem para obtenção das BPPs testadas foi quando são utilizados 3 ciclos de extração com ácido fosfórico. A avaliação da preferência junto ao consumidor em potencial demonstrou que a anchoita desidratada pode ser utilizada como farinha de cobertura em empanados na concentração de até 75%.

Palavras-chave: Ácidos graxos; Anchoita; Armazenamento; Padrões de referência; Produtos semi-prontos; Sensorial; Voláteis.

## ABSTRACT

The objective of this work was to characterize anchovy (*Engraulis anchoita*) stock caught in the southern Brazil, aiming to use this high biological value resource in the development of ready-to-use products, such as breaded fish. The experiments were conducted with anchoita from cruises carried out by the South Atlantic Oceanographic Ship from the Federal University of Rio Grande (FURG), RS, Brazil. The specimens were caught between the city of Rio Grande (32° S, RS, Brazil) and 51° W. The fish was stored on board right after caught in a mixture of ice and sea water in a 1:1 rate. Samples were transported to the FURG's Biotechnology Laboratory and kept under freezing at -18°C, until the conduction of analysis. The study is constituted by a literary review which emphasizes the importance of the fish resource in the study as a potential to be explored, expatiates on fatty acids and volatile profile as well as the development of fish based products. The development of the work is reported in 4 articles. The first aimed to characterize the stock of anchovy according to biometrics, productivity, proximal composition, nitrogenated compounds and fatty acids. Productivity, proximal composition and fatty acid profiles were analyzed in the three fractions that make up the fish: light and dark muscles and viscera. The analysis of the results demonstrated the variability of the components in function of the evaluated fractions and the time of the capture, which may contribute to the choice of the technological process to be applied in the development of high added valued products from this raw material. In the second article, the profile of anchovy's fatty acids was determined, the behavior of these compounds were evaluated during the frozen storage as well as the evaluation of the volatile generated. The results demonstrated the influence of storage in the modification of fatty acids, particularly EPA and DHA, and that the volatile generated may be a potential index to evaluate the quality of the frozen anchovy. The third article had the objective of select and train judges to evaluate fish odor based on reference standards obtained from the volatile profile. Terminology was raised describing anchovy's odor, defining reference standards and a team of judges was selected and trained. From the total amount of 20 candidates, 9 were selected by the amplitude method. The selected judges underwent training in the use of non-structured scale and in the evaluation of intensity of fish odor. The performance of the judges was defined using the solution resulted from the washing process to obtain anchovy's protein base as a sample. Results were evaluated based on the ability of discrimination, repeatability of the answers and agreement among the judges, according to variance analysis, with 2 variation sources (sample and repetition). The values  $F_{\text{sample}}$  and  $F_{\text{repetition}}$  were obtained from each judge. The judges with significant  $F_{\text{sample}}$  ( $p \leq 0.30$ ) and non-significant  $F_{\text{repetição}}$  ( $p \leq 0.05$ ) as well as agreement of averages of the other judges were considered as trained. According to this process, the team was constituted by 8 judges selected and trained to evaluate fish odor. Finally, the fourth article evaluated the possibility of using anchovy's protein base (BPP) in the manufacturing of base dough for breaded fish besides the replacement of the flour for crumbing. Two extracting solutions were tested in to obtain BPPs (3 cycles of extraction with 0.05% phosphoric acid and 1 cycle of phosphoric acid followed by 2 cycles of water). The BPP obtained in the better condition was dried at 70°C and submitted to a grinding process in knife mill in order to be used as the flour in the crumbing process. The breaded fish were made with different concentrations of dehydrated anchovy's protein base (25, 50, 70 and 100%), and prepared in two different ways: fried and roasted. A preference test among potential consumers was used to test the different formulae. The results indicate that the better condition of washing to obtain the BPPs testes was when 3 cycles of phosphoric acid were used. The preference analysis among the potential consumers demonstrated that dehydrated anchoita may be used as crumbing flour in breaded fish in a concentration of up to 75%.

Keywords: Fatty acids; Anchovy; Storage; Reference Standards; Ready-to-use products; Sensorial; Volatiles.

## 1 INTRODUÇÃO

A carne de pescado apresenta grande potencial de mercado, pois esse produto quer industrializado ou *in natura* pode atender às necessidades do consumidor no que se referem a aspectos nutricionais, sensoriais e de conveniência.

Além das inúmeras vantagens da proteína da carne de pescado, classicamente evidenciada, o teor e a qualidade da sua gordura também merecem destaque. Os peixes, principalmente os de águas frias, são ricos em gorduras insaturadas, poliinsaturadas e contém pouco colesterol. A grande quantidade ácidos graxos Ômega 3 os tornam importantes aliados na prevenção de doenças cardiovasculares (hipertensão, colesterol e triglicérides). O ômega 3 diminui a agregação das plaquetas, evitando a formação de coágulos e também desacelerando a produção de VLDL. Além das vantagens com relação às gorduras e proteínas, os peixes têm grande quantidade de vitaminas, principalmente do complexo B, vitamina A e D. Os minerais também estão presentes como sódio, ferro, potássio, magnésio, cobre, enxofre, fósforo e iodo.

Tendo em vista as características da carne de pescado, o consumo per capita desta matéria-prima, segundo a FAO (2003), está estimado para aumentar em 84% na China, 60% no Sul da Ásia e 50% na América Latina e Caribe. Porém, ainda segundo a FAO, a pesca extrativa marinha mundial acusou decréscimo de 3,45% de 2001 a 2002. Uma das alternativas para enfrentar o decréscimo da pesca extrativa e suprir a crescente demanda desta proteína de alto valor biológico, é a captura de outras espécies de pescado que ainda permanecem inexploradas.

Dentre as poucas espécies que ainda restam no mundo reconhecidamente subexplorada destaca-se a anchoita (*Engraulis anchoita*), por se apresentar amplamente disponível em águas brasileiras, porém sem exploração comercial (Brasil, 2006; Madureira et al., 2007; Pastous Madureira et al., 2009). Dentre as razões para o não desenvolvimento da pesca 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, 1997; Shwingel & Castelo, 2000; Castello & Castello, 2003; Brasil, 2006; Garcia-Torchelsen et al., 2008).

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 San Jorge, Argentina (Castello et al., 2003; Madureira et al., 2007; Pastous Madureira et al., 2009). A abundância desta espécie em diferentes épocas do ano, é outro fator de destaque, 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. Estudos indicam a

existência de dois cardumes, um na Bacia Sudeste e outro na região Sul, e que estes estoques apresentam características biológicas diferentes, como tamanho e maturidade sexual.

Os diferentes cardumes devem ser estudados de forma isolada, principalmente, devido às alterações que podem ocorrer na sua composição química. Esta depende de fatores como idade, ambiente e estações do ano (Puwastien et al., 1999; Yeannes & Almandos, 2003; Drazen, 2007; Domínguez-Petit et al., 2010; Jabeen & Chaudhry, 2011). O conhecimento de outras características intrínsecas da matéria-prima como rendimento tecnológico, a real contribuição de diferentes partes do corpo, tais como músculo claro, escuro e vísceras, quanto ao perfil de ácidos graxos, bem como sua estabilidade, quando a matéria-prima é congelada, geram informações fundamentais para o aproveitamento tecnológico de uma espécie.

A anchoita é um pequeno pelágico, com comprimento variando entre 4,5 a 17,5 cm (Castello & Castello, 2003; Madureira et al., 2007; Pastous Madureira et al., 2009). Uma forma de aproveitamento da anchoita, considerando seu pequeno tamanho, seria sua aplicação como base protéica de pescado (BPP) a ser utilizada como matéria-prima na geração de novos produtos.

O termo BPP se refere ao músculo de pescado mecanicamente separado, lavado (temperatura entre 5 e 10°C), até que a maioria das proteínas solúveis sejam removidas (Maldonado, 1994, Balange & Benjakul, 2009). Com a lavagem, compostos responsáveis pelo odor são também removidos (Simões et al., 2004), o que permite ampliar a gama de produtos a serem elaborados, sem que obrigatoriamente precise ter sabor a pescado. Assim, o processo de lavagem tem por objetivo remover compostos naturais da carne de pescado, como a carga microbiológica, aminas de baixa massa molar, sangue, proteínas solúveis em água entre outros componentes, permitindo um clareamento da polpa original, redução e/ou eliminação de odor e redução na velocidade de degradação da matéria-prima (Maldonado, 1994; Gonçalves & Passos, 2003; Chaijan et al., 2004; Simões et al., 2004; Phatcharat et al., 2006; Furlan et al., 2009; Balange & Benjakul, 2009).

Em face disso, o trabalho tem por objetivo caracterizar a anchoita (*Engraulis anchoita*) capturada no sul do Brasil e propor a utilização deste recurso no desenvolvimento de produto semi-pronto e de fácil preparo, tipo empanado, tendo como matéria-prima a base protéica de pescado.



## **CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Disponibilidade de pescado

A utilização dos recursos pesqueiros exige o conhecimento de seus potenciais e o estabelecimento de limites para a sua exploração, de modo a não comprometer o equilíbrio dos sistemas complexos que garantem à sua viabilidade ecológica e econômica. A possibilidade de a atividade pesqueira afetar as populações de peixes é reconhecida desde os primórdios do século passado (Brasil, 2006).

Madureira & Rossi-Wongtschowski (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. Segundo a FAO (2003), a pesca extrativa marinha mundial acusou decréscimo de 3,45% de 2001 a 2002, sendo prognosticado para os próximos 30 anos, a estagnação da produção pesqueira mundial.

Na costa brasileira a tendência na disponibilidade de pescado, acompanha o restante do planeta. Apesar do limitado potencial pesqueiro, determinado pela prevalência de condições oceanográficas pouco propícias ao suporte de grandes biomassas, o país já coleciona um histórico de sobrepesca, atividade predatória, e insuficiência na gestão e fiscalização de seus principais estoques. Em relação aos principais recursos já explorados, constatou-se que, na maior parte dos casos, não há possibilidade de aumento da produção, a partir da intensificação do esforço da pesca (Brasil, 2006). A exploração de novas espécies seria uma alternativa para enfrentar o atual colapso ou subexploração da maioria das pescarias tradicionais.

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). De acordo com a posição trófica na coluna d'água, os peixes podem ser classificados em pelágicos (geralmente habitam na superfície), demersais (são as espécies de águas mais profundas) e bentônicos (permanecem junto ao fundo do mar). Os peixes pelágicos por sua condição de habitat e por formar grandes cardumes são de grande importância industrial. Na região da costa sudeste-sul brasileira ocorre mais da metade da captura de peixes demersais e pelágicos do Brasil (Gonçalves & Souza-Soares, 1998).

Dentre as espécies apontadas como promissoras, apenas a anchoita (*Engraulis anchoita*) apresenta um potencial significativo de aproveitamento comercial (Brasil, 2006). A utilização de métodos acústicos propiciou uma estimativa, para esses três países, variando entre 600.000 e 4,5 milhões de toneladas, com significativas variações regionais e anuais da biomassa. Para uma exploração sustentável, foram estimadas capturas anuais, na costa sul do Brasil, de 135.000 toneladas (Madureira et al., 2004, Madureira & Rossi-Wongtschowski, 2005; Garciarena & Hansen, 2006; Hansen et al., 2006a; Pastous Madureira et al., 2009).

Sua ampla distribuição e facilidade de captura tornam esta espécie um recurso importante, que apresenta potencial para fins de obtenção de concentrados protéicos, porém ainda não explorado no Brasil (Castello, 2005; Brasil, 2006). Os problemas associados à exploração 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 (Haimovici et al., 1997; Shwingel & Castelo, 2000; Castello & Castello, 2003; Brasil, 2006; Garcia-Torchelsen et al., 2008).

#### 2.1.1 Abundância dos Estoques de Anchoita

Populações de pequenos peixes pelágicos tendem a se distribuir em áreas extensas, onde barreiras geográficas e oceanográficas não são presentes de forma clara. Os estoques são distribuídos em condições ambientais contínuas, embora eles migrem e atinjam maturidade com diferentes tamanhos, coloquem ovos em mais de uma localização e período e os recrutas apresentem diferentes tamanhos, alimentação, crescimento e taxa de sobrevivência (Begg et al., 1999; Castello & Castello, 2003).

*Engraulis anchoita* é a mais importante espécie de peixe pelágico encontrada na área do Atlântico Sul. É distribuída entre 47°S Patagônia, Argentina, e 23°S Cabo Frio, Brasil. Até o momento há indicações que sugerem a ocorrência de até três populações de anchoita: 1) a patagônica entre os 47° e 41° S (Hansen et al., 1984); 2) a bonaerense, compreendida entre os 41° S e o sul do Brasil e 3) uma terceira população, de ocorrência entre os Cabos de Santa Marta Grande, SC (29°S) e São Tomé, RJ (22° S) (Madureira et al., 2007; Pastous Madureira et al., 2009).

Avaliações de abundância, através da contagem de ovos, propiciaram uma estimativa de 1,4 milhões de toneladas para o estoque de anchoita da costa sudeste do Brasil, entre o Cabo Santa Marta e Cabo Frio. Por outro lado, foi estimada para região sul, entre Chuí e Santa Marta, utilizando dados acústicos, uma abundância entre 1,6 milhões de toneladas para o inverno e até 43 mil toneladas para a primavera, verificando-se uma grande variabilidade da biomassa, não só sazonal, mas de ano para ano. As anchoitas adultas encontradas na bacia sudeste possuem uma estrutura populacional diferente daquela do sul do Brasil. Predominam os indivíduos menores, apresentando um tamanho de maturidade sexual inferior às outras populações, e parecem faltar do estoque as idades mais avançadas. Estas informações indicariam que na região sudeste o estoque de anchoita seria diferente daquele da região sul (Castello, 1997; Castello & Castello, 2003).

A maior abundância desta espécie, para a costa brasileira, foi observada no sul do Brasil, parte da população bonaerense, em associação com águas frias, ricas em nutrientes da descarga continental do Rio da Prata e Laguna dos Patos e águas continentais da

Argentina e Uruguai. A espécie é encontrada desde profundidades menores do que 10 m até aproximadamente os 200 m sendo que ocorre no Uruguai e na Argentina em especial, até o talude continental. Trata-se de uma espécie com afinidade por águas frias e de baixa salinidade, mas que também habita regiões com temperaturas e salinidades mais elevadas, em menor abundância, como acontece na bacia sudeste do Brasil (Madureira & Rossi-Wongtschowski, 2005).

Cruzeiros do Programa REVIZEE mostraram a ocorrência de anchoita em áreas com temperaturas limites em torno de 22° C (Madureira et al., 2004; Madureira & Rossi-Wongtschowski, 2005; Pastous Madureira et al., 2009). Nestes cruzeiros, ao norte do Cabo de Santa Marta Grande, foi mapeada uma biomassa de aproximadamente 467.870 t de anchoita, em processo de desova, em águas entre os 100 e 200 m de profundidade. Esta biomassa integra a terceira população, menos abundante do que a população ao sul, no entanto, disponível na costa brasileira durante todo o ano (Madureira et al., 2007).

Em 2005, dois cruzeiros estimaram a abundância dessa espécie usando métodos acústicos conduzidos entre a cidade de Rio Grande (32°S, RS-Brasil) e a divisa Brasil-Uruguai (34° - 40°S). Redes de arrasto de meia água capturaram exemplares de 4,5 a 17,5 cm de comprimento total, com idades entre 0 e 4 anos (Brasil, 2006). Os resultados mostraram densidades entre 110 e 118 toneladas/mn<sup>2</sup> para agosto e setembro, respectivamente. A biomassa estimada foi alta; aproximadamente 826 mil e 535 mil toneladas distribuídas através de áreas em torno de 4.738 e 4.276 mn<sup>2</sup>, respectivamente (Madureira et al., 2007).

Na Argentina Hansen et al. (2006a) realizaram uma análise sobre a anchoita bonaerense que levou em consideração a natureza sazonal das capturas comerciais entre os anos 1990 e 2005, calibrada com índices derivados de cruzeiros de pesquisa efetuados em maio-junho e outubro. A biomassa total anual no período variou entre 0,8 e 4,5 milhões de toneladas com uma média de 2 milhões. No que se refere à população patagônica Hansen et al. (2006 b) mostraram uma amplitude entre 0,6 e 2,2 milhões de toneladas e média de 1,18 milhões derivados de sete cruzeiros de avaliação acústica realizados entre 1993 e 2004. No Uruguai, considerando a Zona Comum de Pesca com a Argentina, as estimativas da abundância oscilaram no período 1975-88, entre um mínimo de 0,23 e um máximo de 1,72 milhão de toneladas (Nion & Rios, 1991).

Tendo em vista a grande variabilidade desta espécie, dependendo do local e época de captura, a caracterização do estoque da região sul, encontrado com maior abundância em águas brasileiras, torna-se um fator primordial quando se deseja submeter esta importante biomassa à diferentes processos tecnológicos visando o desenvolvimento de produtos diferenciados.

### 2.1.1.1 Músculos Claro e Escuro

O tecido muscular é a parte principal dos peixes, responsável por seu valor nutricional. O músculo axial é segmentado e organizado em miótomos com dois tipos principais de fibras musculares agrupadas em duas camadas: a superficial (músculo escuro) e a profunda (músculo branco) (Scapolo et al, 1988;. Veggetti et al, 1990; Ogawa & Maia, 1999; Periago et al., 2005). Entre ambas as camadas existe um músculo com características intermediárias (López-Albors et al., 1998; Sãnger & Stoiber, 2001).

Nos peixes a cor do músculo é diretamente relacionada ao sistema locomotor, sendo indicativo do grau de vascularização de cada tipo de fibra. O músculo vermelho aparece escuro devido ao alto teor de mioglobina, elevada densidade mitocondrial e alto grau de capilarização, em contraste com os baixos valores desses parâmetros no músculo branco. O músculo escuro recebe cerca de 10 vezes mais sangue que o músculo branco (Ogawa & Maia, 1999; Sãnger & Stoiber, 2001; Santos, 2007).

As fibras brancas representam mais de 70% da massa do músculo miotomal e são as fibras de maiores diâmetros (Zhang et al., 1996; López-Albors et al., 2008). A proporção da área deste músculo varia ao longo do comprimento do peixe, sendo maior na parte anterior e diminuindo em direção à cauda (Sãnger & Stoiber, 2001; Almeida et al., 2008).

Por outro lado, as fibras musculares escuras, de pequeno diâmetro, usualmente constituem menos de 10% e nunca mais de 30% da musculatura miotomal, estando presentes em maior proporção na região caudal (Luther et al., 1995; Zhang et al., 1996; Johnston, 1999). As fibras musculares escuras apresentam metabolismo aeróbio e de contração lenta, pois estão associadas com características que necessitam de deslocamento lento, como a migração e alimentação. As fibras musculares lentas, ou escuras (vermelhas), estão comumente restritas a uma faixa estreita superficial ao longo da linha lateral, com uma inserção na região do septo horizontal e geralmente apresentam um alinhamento paralelo ao eixo do corpo, apropriado para velocidade lenta de movimento do corpo (Boné, 1978; Johnston, 1999).

### 2.1.1.2 Avaliação Sensorial

A análise sensorial é um dos métodos mais utilizados para avaliação de pescados e frutos do mar. Os testes sensoriais utilizam os órgãos dos sentidos humanos como "instrumentos" de medida. Estes testes devem ser incluídos como garantia de qualidade de alimentos por possuírem importantes vantagens como, por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores. Existem métodos analítico-instrumentais efetivos em detectar o surgimento de problemas durante o processamento e armazenamento de alimentos, entretanto, muitas vezes estes são incapazes de medir

alterações perceptíveis que afetam a aceitação do produto (Cardello & Cardello, 1998; Torre & Rodas, 2003).

As características sensoriais compreendem aparência, odor, sabor e textura, parâmetros que estão diretamente relacionados com a qualidade dos produtos desenvolvidos (Elortondo et al., 2007). Inicialmente, a aparência externa é provavelmente o atributo de qualidade que determina o valor comercial do produto (Dantas et al., 2005; Vasques et al., 2006).

Entre os atributos sensoriais, a percepção do odor é um dos critérios mais utilizados pelos consumidores para avaliar a qualidade dos alimentos. O odor possibilita avaliar não só a aceitação, mas também a preferência dos alimentos (Hallier et al., 2004). Neste contexto, inúmeros trabalhos têm sido realizados para identificar os compostos voláteis responsáveis pelo odor em pescado (Triqui & Zouine, 1999; Grimm et al., 2000; Grigorakis et al., 2003; Hallier et al., 2004; Prost et al., 2004; Olafsdottir et al., 2005; Caprino et al., 2008; Jónsdóttir et al., 2008; Iglesias et al., 2009; Selli & Cayhan, 2009; Selli et al., 2009). O peixe tem um aroma característico e delicado, o qual é influenciado pela espécie e por condições de manipulação e armazenamento após a captura. Importantes compostos de aroma, característicos do peixe fresco, são gerados principalmente por reações de oxidação enzimática e autooxidação de lipídeos (Selli & Cayhan, 2009).

A caracterização sensorial dos voláteis responsáveis pelo odor do pescado fresco tem sido realizada tanto no peixe inteiro, quanto nos extratos resultantes da matéria-prima, utilizando, em sua maioria, métodos sensoriais descritivos (Hallier et al., 2004; Chung et al., 2007; Selli & Cayhan, 2009; Selli et al., 2009). A análise descritiva é uma ferramenta primária que envolve a avaliação das características quali e quantitativas dos alimentos a partir de uma equipe, composta por um número limitado de julgadores (8 a 15). A análise descritiva envolve a familiarização dos julgadores com o produto, a partir da geração de atributos que o descrevem de acordo com consenso entre os julgadores, treinamento dos julgadores, monitoramento do desempenho da equipe (poder de discriminação, reprodutibilidade e homogeneidade) e avaliação individual do produto (Campo et al., 2010).

Um número limitado de métodos padrões de análise sensorial são aceitos internacionalmente, para procedimentos de seleção e treinamento de julgadores (ISO 8586, 1993) e testes sensoriais (ISO 5495, 1983; ISO 4120, 1983; ISO 6564, 1985; ISO 10399, 1991; ISO 1036, 1994). Esses padrões permitem a seleção, o treinamento básico dos julgadores e aplicação geral de métodos discriminativos e descritivos (Elortondo et al., 2007).

### 2.1.1.3 Compostos Voláteis

A literatura apresenta uma série de trabalhos que demonstram a geração de compostos voláteis durante o processo e armazenamento de pescado, demonstrando a importância da avaliação destes compostos (Frankel, 1993; Chaijan et al., 2006; Iglesias & Medina, 2008; Jónsdóttir et al., 2008; Saldanha et al., 2008; Iglesias et al., 2009; Palmeri et al., 2009; Selli & Cayhan, 2009; Czerner et al., 2010).

A formação de voláteis pode estar associada a oxidação lipídica, deterioração microbológica ou reação enzimática, podendo promover alterações nas características sensoriais do produto final. Dentre os principais compostos encontrados em peixe e frutos do mar pode-se citar o grupo dos aldeídos, alcoóis, hidrocarbonetos, cetonas e aminas (Josephson & Lindsay, 1987; Grigorakis et al., 2003; Olafsdottir et al., 2005; Varlet et al., 2007; Jónsdóttir et al., 2008; Palmeri et al., 2008; Selli et al., 2009; Selli & Cayhan, 2009; Iglesias et al., 2009).

A interação entre aldeídos e alcoóis é caracterizada por promover um aroma doce e delicado (Selli et al., 2009), sendo os mesmos derivados da deterioração oxidativa de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) das famílias  $\omega 3$  e  $\omega 6$  (Durnford & Shahidi, 1998; Turchini et al., 2007). O limiar de odor dos aldeídos é, geralmente, menor do que outros compostos voláteis, assim estes compostos têm importante efeito potencial no sabor total de diferentes espécies de peixes (Spurvey et al., 1998).

Descrito por possuir odor adocicado como amêndoa ou caramelo, o 3-metil-butanal tem sido encontrado tanto para o arenque cru como o cozido no vapor (Selli & Cayhan, 2009). Este composto pode ser formado através da degradação da leucina no curso da reação de Maillard (Collin et al., 1993) ou via degradação microbiana dos aminoácidos (Selli & Cayhan, 2009). Não menos importante é o heptanal que tem sido definido como o principal contribuinte do odor característico de salmão (Jónsdóttir et al., 2008).

Compostos com 6, 8 e 9 átomos de carbono têm sido relatados por contribuir para o sabor do peixe fresco (Josephson & Lindsay, 1987). Os aldeídos oxidativamente saturados, hexanal, nonanal e decanal, originários dos PUFAs da família  $\omega 9$ , apresentam limiar de odor maior que os aldeídos derivados de lipídeos insaturados. As características doce, verde e gordurosa desses compostos podem contribuir para o odor do salmão defumado, permitindo a utilização desses aldeídos específicos como indicadores de qualidade (Jónsdóttir et al., 2008). Aldeídos como hexanal e decanal, também têm sido reportados por seguir o mesmo comportamento em filés de bacalhau e contribuem para o odor doce do filé, característico do peixe durante o armazenamento refrigerado (Olafsdottir et al., 2005).

O hexanal, derivado principalmente da oxidação do ácido linoléico, fornece odor verde e de gordura característico de peixes e outros frutos do mar (Caprino et al., 2008; Selli & Cayhan, 2009). Em matrizes complexas como a carne de peixe, este pode interagir físico-

químicamente com outros compostos, promovendo alterações na intensidade do sabor ou geração de novos sabores (Keast et al., 2004; Palmeri et al., 2008).

Os alcoóis 1-octeno-3-ol, 1,5-octadieno-3-ol e hexanol-2-etil têm sido encontrados na caracterização de extratos aromáticos de bagre (Grimm et al., 2000), sardinha (Prost et al., 2004) e truta (Selli et al., 2009). Alcoóis insaturados, como o 1-octeno-3-ol, geralmente, têm valores de limiar muito menores do que os saturados e, portanto, apresentam um grande impacto sobre o sabor global. A lipoxigenase e a hidroperoxidolise são as principais enzimas envolvidas na biossíntese deste álcool (Wurzenberger & Grosh, 1984), oriundo da oxidação de PUFA's em peixes (Josephson et al., 1984). O odor característico a cogumelo, identificado para este composto, é conhecido por contribuir para as características de aroma leve e de planta do salmão fresco (Josephson et al., 1984).

Chambers et al. (1998) definiram que, sensorialmente, os cogumelos têm odor levemente mofado e terroso, apresentando o álcool 1-octeno-3-ol como o volátil responsável por essas características. Esse composto foi encontrado por Selli et al. (2009) em truta sendo descrito por possuir odor a cogumelo.

Serfert et al. (2010) identificaram o composto 1-penteno-3-ol como um dos voláteis responsáveis pelo odor de óleo de peixe caracterizado sensorialmente por termos como pescado, metálico, pungente e verde. Este álcool tem sido encontrado em diferentes espécies de pescado cozido (Josephson, 1991) e defumado (Cardinal et al., 1997; Varlet et al., 2007).

Apesar da origem dos compostos aromáticos não estar completamente clara (Iglesias et al., 2009), esse compostos têm sido reportados em diferentes espécies de peixes (Grigorakis et al., 2003; Selli et al., 2009; Selli & Cayhan, 2009).

Entre os compostos relacionados com processo deteriorativo pode-se destacar como indicadores os alcoóis de cadeia curta, alguns aldeídos e cetonas. Os alcoóis têm tipicamente menor limiar de odor que aldeídos e cetonas e não contribuem muito para os odores de deterioração. Altas concentrações de cetonas têm sido encontradas em amostras com maiores índices de deterioração e correlacionadas com odores doce/azedo e atributos de "off odores" e sabor (Jónsdóttir et al., 2008).

Degradação térmica, oxidação de gorduras, degradação de aminoácidos e reação de Maillard são os possíveis mecanismos de formação das cetonas (Chung et al., 2002). A 2,3-pentanediona, caracterizada por possuir odor a fruta, pode ser formada a partir da fragmentação de açúcares durante oxidação lipídica (Yaylayan, 1997).

Senger-Emonnot et al. (2006) avaliaram sensorialmente uma espécie de marisco definindo duas características de impacto: odor "fresco e marinho" e a "peixe e crustáceos". Esta última terminologia foi atribuída ao volátil trimetilamina definido como composto chave



na caracterização do aroma desta espécie. Composto este encontrado para peixes marinhos e que não necessariamente indica deterioração.

Compostos como ácidos, ésteres e sulfetos, geralmente, são produzidos por bactérias específicas (Joffraud et al., 2001). Esses compostos contribuem para os odores azedo, doce e pútrido que são característicos de estágios mais avançados de deterioração (Jónsdóttir et al., 2008).

#### 2.1.1.4 Perfil de Ácidos Graxos

A carne de pescado tem sido reconhecida como uma valiosa fonte de proteínas de alta qualidade na dieta humana. Nos últimos anos, os lipídios também têm assumido grande significância nutricional, devido ao seu alto nível de ácidos graxos poliinsaturados (Puwastien et al., 1999; Pazos et al., 2005; Chaijan et al., 2006; Nakamura et al., 2007; Zlatanos & Laskaridis, 2007; Saldanha et al., 2008; Saldanha & Bragagnolo, 2008; Weber et al., 2008; Huynh & Kitts, 2009; Guil-Guerrero et al., 2010).

Os lipídios marinhos têm um alto conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA), em particular, ácido eicosapentaenóico (EPA, 20:5 $\omega$ -3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6 $\omega$ -3) (Pazos et al., 2005). Os ácidos graxos poliinsaturados possuem uma série de propriedades que trazem benefícios para a saúde (Mozaffarian et al., 2005; Lombardo & Chicco, 2006; Weber et al., 2008).

A composição dos ácidos graxos em pescado varia entre as espécies e dentro da mesma espécie em função de fatores como sexo, tamanho, estação do ano, ciclo reprodutor e alimentação (Leger et al., 1977; Bandarrra et al., 1997; Yeannes & Almandos, 2003; Massa et al., 2007). Peixes que ingerem alta quantidade de fitoplâncton e zooplâncton são ricos em ácido graxo do tipo ômega-3 e ômega-6 (Hultin et al., 1992).

Os lipídios do pescado por serem altamente insaturados são oxidados com mais facilidade, resultando em alterações no odor, gosto, textura, cor e valor nutricional. O início da oxidação lipídica surge a partir de várias 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).

A degradação dos PUFAs por autooxidação 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 à 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).

A autooxidação dos PUFA's é catalisada por calor, luz, traços de metais ou enzimas; e envolve a geração de radicais livres. Estes propagam a autooxidação por reagirem com o oxigênio dos hidroperóxidos, os quais são degradados para geração de novos radicais livres. Os hidroperóxidos formados podem ser medidos e sua concentração usada para avaliar a extensão da oxidação. Outras medidas podem ser usadas para complementar os estudos de oxidação, como o nível de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA), dienos conjugados e ácidos graxos livres (Zuta et al., 2007; Weber et al., 2008). 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 (Kowale et al., 1996).

## **2.2 Desenvolvimento de Produtos à Base de Pescado**

A industrialização tem levado a um aumento no consumo de alimentos pré-processados e isto diz respeito aos componentes dos alimentos, cuja qualidade tem crescido (Ritter, 2005; Khodabux et al., 2007).

A industrialização do pescado no Brasil baseia-se, principalmente, na elaboração de produtos congelados, salgados e enlatados, sendo quase nula a produção de defumados, marinados ou fermentados (Perujo et al., 2001; Álvares et al., 2002). As espécies de peixes de pequeno porte, capturadas pela pesca industrial, muitas vezes, têm seu valor reduzido, pois são geralmente processadas como produtos menos nobres, como a farinha (Del Valle et al., 1984).

O desenvolvimento de novos produtos significa disposição em atender as preferências superando as expectativas do mercado regional, nacional e internacional. Esta possibilidade está relacionada aos hábitos alimentares prevalentes (Tenuta-Filho & Jesus, 2003). Novos produtos ocasionam o aumento do consumo de pescado, por serem em geral de fácil preparo (Fizman & Salvador, 2003). É importante salientar que o desenvolvimento eficiente de novos produtos é função de um estudo rigoroso da viabilidade tecnológica, da vida útil, do sistema de comercialização e do poder de compra do consumidor (McIivee, 1994).

Outro fator relevante para o desenvolvimento de novos produtos é o mercado consumidor ao qual o produto será destinado, pois este irá determinar quais os componentes devem estar presente no alimento. No caso de dietas hospitalares, sabe-se que os requerimentos nutricionais durante a infância são diferentes da fase adulta, por exemplo, a necessidade de aminoácidos em uma criança de 10kg ou menos é de 2,5g e de uma com 21kg ou mais é de 1,5g. Os aminoácidos são essenciais para síntese de proteínas, enzimas, hormônios, imunoglobulinas e neurotransmissores. Uma proporção apropriada de aminoácidos essenciais e não essenciais deve estar presente na dieta, bem

como, um balanço de proteínas e calorias. Com relação aos lipídios, uma deficiência crítica de ácidos graxos essenciais tem sido encontrada em pacientes internados por períodos prolongados (mais de 2 ou 3 semanas). Esta deficiência pode produzir entre outros distúrbios, alterações no desenvolvimento neurológico e retinal. Normalmente, de 20 a 60% das calorias da dieta são providas por lipídios, e o requerimento dos ácidos graxos essenciais deve ser em torno de 2% do total das calorias dos lipídios (Falcão & Tannuri, 2002).

No caso de alimentos destinados à merenda escolar, sabe-se que atualmente a obesidade infantil é um dos maiores problemas mundiais de saúde. Devido a isso, o desenvolvimento de produtos que possam suprir as necessidades diárias de uma criança com relação ao conteúdo de proteínas, lipídios e carboidratos é de extrema importância. Porém, para as crianças o fator de decisão mais importante são as propriedades sensoriais, onde o atributo avaliado mais detalhadamente é a textura (Moura, 2007).

Com o objetivo de atender a crescente demanda de um mercado consumidor cada vez mais exigente, tem-se desenvolvido uma variedade de produtos como elaboração de hambúrguer a partir de base protéica de pescada (*Cynoscion striatus*) (Simões et al., 1998), produto fermentado a partir de xixarro (*Trachurus lathami*) (Perujo et al., 2001), produção de base protéica a partir de *Sardinops pilchardus* (Bentis et al., 2005), avaliação do processo de defumação de arenque (*Clupea harengus*) (Cardinal et al., 2006), salame a partir de *S. salar* e *Pollachius virens* (Nordvi et al., 2007), imersão da espécie *Trachurus trachurus* em extratos de origem vegetal com o objetivo de prolongar sua vida útil e manter as características sensoriais (Lugasi et al., 2007), entre outros.

Particularmente, quando se trata da anchoita (*Engraulis anchoita*), 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, esta espécie é, normalmente, comercializada como pescado salgado maturado (Czerner et al., 2010), produtos elaborados a partir de base protéica (Furlan et al., 2009; Pastous Madureira et al., 2009), marinados (Yeannes & Casales, 1995; Cabrer et al., 2002; Fuselli et al., 2003; Yeannes & Casales, 2008; Casales et al., 2009), entre outros.

A Argentina é pioneira na exploração e processamento desta espécie, principalmente, para consumo humano. A comercialização teve início com a matéria-prima salgada antes da Primeira Guerra Mundial, abrindo novas perspectivas para exploração de pescado (Madureira et al., 2007).

No Brasil, a anchoita vem sendo processada, experimentalmente, pelos laboratórios do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), para

a produção de surimi e produtos derivados, como risoto, filés fermentados e sopa desidratada. A tendência é o desenvolvimento de produtos alternativos, tendo como base a anchoita, que abririam novos mercados e poderiam ser diretamente incluídos em programas sociais do governo que buscam erradicar a pobreza, similar ao Programa Fome Zero. Alimentação escolar, dietas hospitalares, e programas nutricionais aconselhados para trabalhadores poderiam incorporar os produtos desenvolvidos (Brasil, 2006; Madureira et al., 2007; Pastous Madureira et al., 2009).

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 h. Também observaram que as concentrações de salmoura utilizadas (4; 7 e 10%) apresentaram pequeno efeito na perda de qualidade do produto.

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 específica. O comportamento das 3 matérias-primas utilizadas (anchoita fresca, pré-salgada e congelada) foi avaliado. *Micrococcus* 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.

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 indicaram que o produto com melhor qualidade foi obtido a partir da matéria-prima fresca, sendo todas aptas para elaboração de marinados.

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 h, 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.

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.

Uma pasta de anchoita foi desenvolvida pela Universidade Nacional de Mar del Plata, na Argentina, em parceria com a Empresa Pesqueira Centauro S.A. O produto foi caracterizado por ter espalhabilidade similar ao patê com reduzido conteúdo de sal (Baima et al., 2005).

Casales et al. (2009) estudaram o tempo de equilíbrio e o coeficiente de difusão de ácido e sal do processo de marinado de filés de *Engraulis anchoita*. Yeannes & Casales (2008) avaliaram as alterações que ocorreram, durante este processo, nos compostos químicos e nos atributos sensoriais. Os autores verificaram que o decréscimo no conteúdo de proteínas e de nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT), bem como, o incremento da acidez e do conteúdo de aminoácidos livres, contribuiu para as características de textura e aroma do produto marinado.

A oferta de produtos derivados de pescado e a diversificação na linha de produtos de origem marinha poderão incrementar o consumo deste produto, em particular na região sul do Brasil, onde tradicionalmente o consumo de carnes das chamadas espécies de açougue apresenta o maior índice per capita. Considerando que a demanda de produtos alimentícios será cada vez maior, principalmente para aqueles com proteína de alto valor nutricional e valor tecnológico agregado, a recuperação das proteínas de pescado, de espécies de baixo valor comercial ou dos subprodutos de sua industrialização, constitui-se numa alternativa promissora e economicamente viável (Simões et al., 1998). Tem-se como alternativa de aproveitamento de espécies de pequeno porte a elaboração de base protéica de pescado.

### 2.2.1 Base Protéica de Pescado

A BPP é um concentrado de proteína miofibrilar obtido pelo despulpamento mecânico do pescado fresco. É elaborado a partir de polpa de pescado ou “minced fish” que é a pasta de pescado congelada, feita 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 & Morrissey, 2000; Park, 2000; Benjakul et al., 2005; Balange & Benjakul, 2009). 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 às 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 à cor, susceptibilidade a oxidação e sabor residual. Como consequência, 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* spp.), são tradicionalmente utilizadas no desenvolvimento de produtos fermentados (Oetterer et al., 2003).

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 à sobreexploração dos recursos, 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 consequência, 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 à baixas temperaturas, como proteínas solúveis em água, sangue e outros componentes (Gonçalves & Passos, 2003; Chaijan et al., 2004; Lin et al., 2005; Phatcharat et al., 2006; Balangue & Benjakul, 2009). 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 subsequente de desidratação, e promove também a diminuição da habilidade de formação de gel (Chaijan et al., 2004; Bentis et al., 2005; Balangue & Benjakul, 2009).

Após a etapa de lavagem é realizada 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 (Pastous Madureira et al., 2009). 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 previniria a desnaturação das proteínas do músculo de pollock Alaska (*Theragra chalcogramma*) durante o congelamento. Esta técnica requeria a adição de carboidratos de baixa massa molar, 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).

#### 2.2.1.1 Elaboração de Empanados

Empanados, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Portaria nº 574 de 08/12/1998), são produto cárneo industrializado, obtido a partir de carnes de diferentes espécies de animais, acrescido de ingredientes, moldado ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize. O produto pode ser cru, semi-cozido, cozido, semi-frito, ou frito, sendo que na sua composição poderá conter recheios.

Na elaboração de empanados, geralmente se realiza o processo de trituração do músculo para que ocorra a redução das partículas e aumente a área de contato para a extração protéica. Essa fase é fundamental no processamento, pois a extração de proteína faz com que estas liguem-se a água, favorecendo a emulsão e melhorando a textura do produto final (Hongsprabhas e Barbut, 1999). Gonçalves & Passos (2003) com o objetivo de melhorar as características da polpa, para utilizá-la na elaboração de um produto

reestruturado, verificaram que a lavagem proporcionou o clareamento da polpa, além de remover componentes naturais da carne de pescado como proteínas solúveis em água e sangue, retardando o processo de oxidação.

Após o processo de trituração do músculo, para elaboração de empanados, adiciona-se sal e tripolifosfato de sódio juntamente com a água para que ocorra a máxima extração protéica. A água pode ser adicionada na forma de gelo com o objetivo de abaixar a temperatura (Hongsprabhas e Barbut, 1999).

No momento de formatar os empanados é necessário que a temperatura da massa esteja baixa, pois caso contrário a massa se torna mole e não adquire a forma desejada (Barbut, 2002). Outro fator importante é a umidade da superfície do produto, pois se esta for excessiva, pode trazer um problema na adesão do líquido de empanamento (Fizman & Salvador, 2003).

A etapa seguinte na elaboração dos empanados é a fase do empanamento que pressupõe de três operações básicas o pré enfarinhamento (“predust”), a aplicação do “batter” (líquido de empanamento) e do “breading” (enfarinhamento). O pré enfarinhamento tem como função promover a ligação entre o substrato e o “batter”, além de absorver a umidade na superfície do substrato (Uemura & Luz, 2003), pois se o “batter” for aplicado a superfícies muito úmidas, pode deslizar, deixando algumas áreas descobertas. O “predust” pode também ser utilizado como veículo de adição de sabor, além de melhorar as características de textura do produto (Fizman & Salvador, 2003).

O líquido de empanamento é uma mistura composta de água e ingredientes secos, tem função extremamente importante no processo, pois pode formar tanto a camada de cobertura externa completa para o produto alimentício, como também, agir como uma camada ligante entre o substrato e a camada mais externa (breading) (Uemura & Luz, 2003).

Existem basicamente três tipos de “batter”, de adesão, de coesão e de “tempura”. Os dois primeiros são utilizados para unir o substrato ao “breading”, porém o “batter” de coesão proporciona a utilização de “breading” com maior granulometria para a camada externa do produto. O “batter” tipo “tempura” são geralmente “batter” de coesão fermentados, utilizados como cobertura externa. Os produtos empanados com este tipo de cobertura são mais sensíveis ao manuseio e exigem equipamentos específicos para sua aplicação, por isso são pouco utilizados. As farinhas de cobertura externa (breading) que apresentam partículas de granulometria mais grosseiras promovem um impacto visual maior, porém podem desprender-se durante o transporte ou manipulação; por outro lado, farinhas com granulometria muito fina apesar de promover cobertura uniforme, absorvem água muito rapidamente, ocasionando rápido aumento da viscosidade de cobertura, resultando em cobertura seca e rígida, depreciando sua aparência geral (Uemura & Luz, 2003).



O processo de pré-fritura tem como objetivo realizar o cozimento parcial ou completo do produto pela sua imersão em óleo, além de preservar a forma do produto, assegurar a aderência da farinha de cobertura e proporciona a textura típica crocante do produto (Llorca et al., 2004). Após a fritura são verificadas transformações nas propriedades físico-químicas e sensoriais do alimento. Os produtos se tornam crocantes e mais agradáveis em sua textura ao serem mordidos. O processo de fritura também confere ao alimento cor dourada, brilhante e uniforme, melhorando sua apresentação e aumentando sabores e aromas, devido ao próprio óleo ou ao desenvolvimento de novos compostos. A conservação do produto é prolongada pela destruição de microrganismos e enzimas presentes nos alimentos (Blumenthal, 1996).

Após o processo de pré-fritura, os produtos são congelados e embalados. Como esses produtos são pré-fritos, e congelados antes da distribuição, o crescimento bacteriano não é um fator limitante na vida útil, ao contrario da desidratação e da oxidação lipídica, que podem ter seus efeitos minimizados através da utilização de embalagem e antioxidantes adequados (Hongsprabhas & Barbut, 1999).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F. L. A.; Carvalho, R. F.; Pinhal, D.; Padovani, C. R.; Martins, C.; Pai-Silva, M. D. Differential expression of myogenic regulatory factor MyoD in pacu skeletal muscle (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887: Serrasalminae, Characidae, Teleostei) during juvenile and adult growth phases. **Micron**, V.39, p.1306–1311, 2008.

Álvares, J. A. P.; Lopes, J. F.; Barberá, E. S. **Industrialización de productos de origen animal**. 2ª edição, Escuela Politécnica Superior de Orihuela – Universidad Miguel Hernández, 2002.

Baima, G. D.; Kohan, G.; Perello, G.; Martinez Souto, M. L.; Yeannes, M. I. Diseño de pasta de anchoita (*Engraulis anchoita*). **Anales del Primer Simposio Internacional de Nuevas Tecnologías**, Mar del Plata, Argentina, p.1040-1047, 2005.

Balange, A. K.; Benjakul, S. Effect of oxidised tannic acid on the gel properties of mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) mince and surimi prepared by different washing processes. **Food Hydrocolloids**, v.23, p.1693–1701, 2009.

Bandarra, N. M.; Batista, I.; Nunes, M. L.; Empis, J. M.; Christie, W. W. Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). **Journal of Food Science**, v.62, p.40–42, 1997.

Barbut, S. **Poultry products: formulation and gelation**. In: Poultry products processing: an industry guide. Boca Raton: cap. 9, p.249-289, CRC Press, 2002.

Begg, G. A.; Friedland, K. D.; Pearce, J. B. Stock identification and its role in stock assessment and fisheries management: an overview. **Fisheries Research**, v.43, p.1-8, 1999.

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.

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.

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.

Blumenthal, M. M. **Frying technology**. In: Bailey, A. E. Bailey's industrial & fat products. New York: John Wiley, v.3, p.429-481, 1996.

Bone, Q. **Locomotor muscle**. In: Randall, D.J.; Conte, F. P. Fish physiology. V. VIII. New York: Academic Press. p.361-424, 1978.

Brasil. **Ministério do Meio Ambiente**. Programa REVIZEE: avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva: relatório executivo / MMA, Secretaria de Qualidade Ambiental. Brasília, 280p., 2006.

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.

Campo, E.; Ballester, J.; Langlois, J.; Dacremont, C.; Valentin, D. Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: An application to Burgundy Pinot noir wines. **Food Quality and Preference**, v.21, P.44–55, 2010.

Caprino, F.; Moretti, V. M.; Bellagamba, F.; Turchini, G. M.; Busetto, M. L.; Giani, I.; Paleari, M.; Pazzaglia, M. Fatty acid composition and volatile compounds of caviar from farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). **Anal. Chim. Acta**, v.617, p.139-147, 2008.

Cardello, H. M. A. B.; Cardello, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangífera indica* L.) var. haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.211-217, 1998.

Cardinal, M.; Berdagué, J. L.; Dinel, V.; Knockaert, C.; Vallet, J. L. Effect of various smoking techniques on the nature of the volatile compounds and on the sensory characteristics of salmon meat. **Sciences des Aliments**, 17(6), 679–696, 1997.

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.

Casales, M. R.; Capaccioni, M. E.; Yeannes, M.I. Obtainment of equilibrium times and diffusion coefficients of acid and salt to design the marinating process of *Engraulis anchoita* fillets. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.4; p.933-937, 2009.

Castello, J. P. *Engraulis Anchoita* (Hubbs & Marini, 1935). P.52-56. In: Cergole, M. C.; Ávila-Da-Silva, A. O.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (eds.). Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: **Dinâmica Populacional das Espécies em**

**Exploração, Série Documentos REVIZEE-Score-Sul.** São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. 176p. 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, L., Castello, J. P. Anchovy Stocks (*Engraulis anchoita*) and Larval Growth in the SW Atlantic. **Fisheries Research.** v. 59, p. 409-421, 2003.

Collin, S.; Osman, K.; Delcambre, S.; El-Zayat, A. I.; Doufour, J. P. Investigation of volatile flavor compounds in fresh and ripened domiati cheeses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, p.1659-1663, 1993.

Czerner, M.; Tomás, M. C.; Yeannes, M. I. Ripening of salted anchovy (*Engraulis anchoita*): development of lipid oxidation, colour and other sensorial characteristics. **J. Sci. Food Agric.**, 2010.

Chaijan, M.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Faustman, C. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. **Food Chemistry**, v. 99, p.83–91, 2006.

Chaijan, M.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Faustman, C. Characteristics and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. **Food Research International**, v.37, p.1021-1030, 2004.

Chambers, E.; Smith, E. G.; Seitz, L. M.; Sauer, D. B. Sensory properties of musty compounds in food. **Food Flavors: Formation, Analysis and Packaging Influences**, p.173-180, 1998.

Chung, H. Y.; Yeung, C. W.; Kim, J.; Chen, F. Static headspace analysis-olfactometry (SHA-O) of odor impact components in salted-dried white herring (*Ilisha elongata*). **Food Chemistry**, v.104, p.842-851, 2007.

Chung, H. Y.; Yung, I. K. S.; Ma, W. C. J.; Kim, J. S. Analysis of volatile components in frozen and dried scallops (*Patinopecten yessoensis*) by gas chromatography/mass spectrometry. **Food Research International**, v.35, p.43–53, 2002.

Dantas, M. I. S.; Deliza, R.; Minim, V. P. R.; Hedderley, D. Avaliação da intenção de compra de couve minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.762-767, 2005.

Del Valle, C. E.; Filsinger, B. E.; Yeannes, M. I.; Soule, C. L. Shelf life of brine refrigerated anchovies (*Engraulis anchoita*) for canning. **Journal Food Science**, v.49, n.1, p.180-2, 1984.

Drazen, J. C. Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific. **Deep-Sea Research I**, v. 54, p.203–219, 2007.

Durnford, E.; Shahidi, F. Flavour of fish meat. In F. Shahidi (Ed.), **Flavor of meat, meat products and seafood** (2nd ed., pp. 130–158). London, UK: Blackie Academic and Professional, 1998.

Elortondo, F. J. P.; Ojeda, M.; Albisu, M.; Salmerón, J.; Etayo, I.; Molina, M. Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. **Food Quality and Preference**, v.18, p.425–439, 2007.

Falcão, M. C.; Tannuri, U. Nutrition for the pediatric surgical patient: approach in the peri-operative period. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.57, n.6, 2002.

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.

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.

Fizman, S. M.; Salvador, A. Recent Developments in coating batters. **Trends in Food Science & Technology**, v.14, p.399-402, 2003.

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.

Frankel, E. N. Formation of headspace volatiles by thermal decomposition of oxidized fish oils vs. oxidized vegetable oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.70, p.767-772, 1993.

Furlan, V. J. M.; Silva, A. P. R.; Queiroz, M. I. Avaliação da eficiência de extração de compostos nitrogenados da polpa de anchoíta (*Engraulis anchoíta*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.4, p.834-839, 2009.

Fuselli, S. R.; Casales, M. R.; Fritz, R.; Yeannes, M. I. A typical Microorganisms in Cold Marinated Anchovies (*Engraulis anchoíta*) Filled with Corn Oil and Spices. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 12, n. 1, p. 55-65, 2003.

Fuselli, S. R.; Casales, M. R.; Fritz, R.; Yeannes, M. I. Microbiology of the marination process used in anchovy (*Engraulis anchoíta*) 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 anchoíta (*Engraulis anchoíta*). **Trabajo final em Ingeniería de Alimentos**, Mar del Plata, Argentina, p.1040-1047, 2004.

Garciaarena, A. D.; Hansen, J. E. Analisis de las capturas comerciales de anchoíta al norte de 41° de latitud por parte de la flota argentina durante el año 2005. Inf. Tec. Int. **Instituto Nacional de Investigacion y Desarrollo Pesquero (INIDEP)** 15/06. 14 pp., 2006.

Garcia-Torchelsen; L.; Treptow, R. O.; Porciuncula, B. D.; Queiroz, M. I. Caracterização do odor da anchoíta (*Engraulis anchoíta*) armazenada em gelo e agua do mar. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, vol. 19, n. 3, pp. 249-257, 2008.

Gonçalves, A. A.; Souza-Soares, I. A. Lipídeos em Peixes. **Revista Vector**. FURG, Rio Grande, p.35-53, 1998.

Grigorakis, K.; Taylor, K. D. A.; Alexis, M. N. Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*): sensory differences and possible chemical basis. **Aquaculture**, v.225, p.109-119, 2003.

- Grimm, C. C.; Lloyd, S. W.; Batista, R.; Zimba, P. V. Using microwave distillation-solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry for analyzing fish tissue. **Journal of Chromatographic Science**, v.38, p.289–296, 2000.
- Guil-Guerrero, J. L.; Venegas-Venegas, E.; Rincón-Cervera, M. A.; Suárez, M. D. Fatty acid profiles of livers from selected marine fish species. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2010.
- 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.
- Hallier, A.; Courcoux, P.; Sérot, T.; Prost, C. New gas chromatography-olfactometric investigative method, and its application to cooked *Silurus glanis* (European catfish) odor characterization. **Journal of Chromatography A**, v.1056, p.201-208, 2004.
- Hansen, J. E.; Buratti, C. C.; Garciarena, A. D. Análisis secuencial de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al norte de 41°S, y estimación de capturas biológicamente aceptables durante el año. **Informaciones Técnicas Instituto INIDEP** 66/06, 22p., 2006b.
- Hansen, J. E.; Buratti, C. C.; Garciarena, A. D. Diagnóstico de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al sur de 41°S, y estimación de capturas biológicamente aceptables durante el año. **Informaciones Técnicas Instituto INIDEP** 02/06, 13p., 2006a.
- Hansen, J. E.; Cousseau, M. B.; Gru, D. L. Características poblacionales de la anchoíta (*Engraulis anchoíta*) de Mar Argentino. Parte I. El largo medio al primer año de vida, crecimiento y mortalidad. **Rev. Invest. y Des. Pesq.**, v.4, p.21-48, 1984.
- Herrera, J.; Correo, C. Pré-estudo do desenvolvimento da industria da anchoíta. **Infopesca**, p.1-6, 1997.
- Hongsprabhas, P.; Barbut, S. Effect of Pre-heated Whey Protein Level and Salt on Texture Development of Poultry Meat Batters. **Food Research International**, v.32, p.145-149, 1999.
- Hultin, H. O.; Decker, E. A.; Kelleher, S. D.; Osinchak, J. E. Control of lipid oxidation process in minced fatty fish. In: BLICH, E. G. **Seafood, Science and Technology**. Halifax, p.93-100, Canada, 1992.
- Huynh, M. D.; Kitts, D. D. Evaluating nutritional quality of pacific fish species from fatty acid signatures. **Food Chemistry**, v.114, p.912–918, 2009.
- I.S.O. 1036 (1994). Sensory analysis. Methodology. Texture profile. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- I.S.O. 10399 (1991). Sensory analysis. Methodology. Duo-trio test. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- I.S.O. 4120 (1983). Sensory analysis. Methodology. Triangular test. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- I.S.O. 5495 (1983). Sensory analysis. Methodology. Paired comparison test. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- I.S.O. 6564 (1985). Sensory analysis. Methodology. Flavour profile methods. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

I.S.O. 8586 (1993). Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

Iglesias, J.; Medina, I. Solid-phase microextraction method for the determination of volatile compounds associated to oxidation of fish muscle. **Journal of Chromatography A**, v.1192, p.9–16, 2008.

Iglesias, J.; Medina, I.; Bianchi, F.; Careri, M.; Mangia, A.; Musci, M. Study of the volatile compounds useful for the characterisation of fresh and frozen-thawed cultured gilthead sea bream fish by solid-phase microextraction gas chromatography–mass spectrometry. **Food Chemistry**, v.115, p.1473–1478, 2009.

Jabeen, F.; Chaudhry, A. S. [Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species](#). **Food Chemistry**, v.125, p.991-996, 2011.

Joffraud, J. J.; Leroi, F.; Roy, C.; Berdagué, J. L. Characterisation of volatile compounds produced by bacteria isolated from spoilage flora of cold-smoked salmon. **International Journal of Food Microbiology**, v.66, p.175–184, 2001.

Johnston, I.A. Muscle development and growth: potential implication for flesh quality in fish. **Aquaculture**, v.177, p.99–115, 1999.

Jónsdóttir, R.; Ólafsdóttir, G.; Chanie, E.; Haugen, J. Volatile compounds suitable for rapid detection as quality indicators of cold smoked salmon (*Salmo salar*). **Food Chemistry**, v.109, p.184–195, 2008.

Josephson, D. B. **Seafood**. In: H. Maarse (Ed.), Volatile compounds in foods and beverages, p.179-202. New York: Marcel Dekker, 1991.

Josephson, D. B., Lindsay, R. C., & Stuibler, D. A. Variations in the occurrences of enzymically derived volatile aroma compounds in salt- and freshwater fish. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.32, p.1344–1347, 1984.

Josephson, D. B.; Lindsay, R. C. Retro-aldol related degradations of 2,4- decadienal in the development of staling flavors in fried foods. **Journal of Food Science**, v.52, p.1186–1190, 1987.

Keast, R. S. J.; Dalton, P.; Breslin, P. A. S. **Flavor interactions at the sensory level**. In A. Taylor (Ed.), Flavor perception, p. 228–255. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2004.

Khodabux, K.; Omelette, M. S. S. L.; Jhaumeer-Laulloo, S.; Ramasami, P.; Rondeau, P. Chemical and near-infrared determination of moisture, fat and protein in tuna fishes. **Food Chemistry**, v.102, p.669-675, 2007.

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

Leger, C.; Bergot, P.; Lukuet, P.; Flanzky, J.; Meurot, J. Specific distribution of fatty acids in the triglycerides of rainbow trout adipose tissue. Influence of temperature. **Lipids**, 12, 538–543, 1977.

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.

Lombardo, Y.; Chicco, A. G. Effects of dietary polyunsaturated n-3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodents and humans, A review. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 17, p. 1-13, 2006.

López-Albors, O.; Gil, F.; Ramírez Zarzosa, G.; Vázquez, J.M.; Latorre, R.; García Alcázar, A.; Arencibia, A.; Moreno, F. Muscle development in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*, L.) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.): further histochemical and ultrastructural aspects. **Anat. Histol. Embryol.**, v.27, p.223– 229, 1998.

López-Albors, O.; Abdel, I.; Periago, M. J.; Ayala, M. D.; Alcázar, A. G.; Graciá, C. M.; Nathanailides, C.; Vázquez, J. M. Temperature influence on the white muscle growth dynamics of the sea bass *Dicentrarchus labrax*, L. Flesh quality implications at commercial size. **Aquaculture**, v. 277, p.39–51, 2008.

Lugasi, A.; Losada, V.; Hóvári, J.; Lebovics, V.; Jakóczy, I.; Aubourg, S. Effect of pré-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage. **LWT**, v.40, p.930-936, 2007.

Luther, P.K.; Munro, P.M.G.; Squire, J.M. Muscle ultrastructure in the teleost fish. **Micron**, v.26, p.431–459, 1995.

Llorca, E.; Hernando, I.; Pérez-Munuera, I.; Quiles, A.; Larrea, V.; Fiszman, S. M.; Lluch, M. A. Microstructural Study of Frozen Batter-Coated Squid Rins Prepared by an Innovative Process Without a Pre-Frying Step. **Food Hydrocolloids**, p.1-6, 2004.

Madureira, L. A S. P.; Castello, J.; Queiroz, M. I.; Prentice-Hernández, C.; Augusto-Ruiz, W.; Espírito-Santo, M. L. P.; Abdallah, P. R.; Schwingel, P. R. **Projeto: Pesca de Anchoita (*Engraulis anchoita*) 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 CNPq / SEAP-PR / FURG**. 122p., 2007.

Madureira, L. S. P.; Habiaga, R. P.; Gonçalves, A.; Greig, A. B.; Duvoisin, A. C.; Soares, C. F.; Fuse, I. Y.; Caldeira, F. G.; Carvalho, L. R.; Weigert, S. C.; Saldo, P. A. E Ferreira, C. S. Prospecção de recursos pelágicos por método hidroacústico na plataforma, talude e região oceânica da costa Central do Brasil. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, **Série Documentos REVIZEE: Score Sul**, 56 p., 2004.

Madureira, L. S. P.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. Prospecção de recursos pesqueiros pelágicos na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: hidroacústica e biomassas. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, **Série Documentos REVIZEE: Score Sul**, 144 p., 2005.

Maldonado, A. S. Efeito de la fuerza iónica en la extracción de proteínas sarcoplasmáticas en procesamiento de surimi. **Boletín de Investigación de lo Instituto Tecnológico Pesquero del Peru**, Lima, v.4, n.1, p.9-14, 1994.

Mclivee, H. Product Development and the Consumer: the Reality of Managing Creativity. **Nutrition and Food Science**, n.6, p.26-60, 1994.

- Moura, S. L. Determinants of food rejection amongst school children. **Appetite**, v.49, p.716-719, 2007.
- Mozaffarian, D.; Bryson, C. L.; Lemaitre, R. N.; Burke, G. L.; Siscovick, D. S. Fish intake and risk of incident heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v.45, p.2015–2021, 2005.
- Nakamura, Y.; Ando, M.; Seoka, M.; Kawasaki, K.; Tsukamasa, Y. Changes of proximate and fatty acid compositions of the dorsal and ventral ordinary muscles of the full-cycle cultured Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* with the growth. **Food Chemistry**, v.103, p.234–241, 2007.
- Neves Filho, L. C. Temperatura e alimentos refrigerados. **Revista Nacional da Carne**. n.317, 2003.
- Nion, H.; Rios, C. Los recursos pelágicos del Uruguay. **Atlántica**, v.13, n.1, p.201-215, 1991.
- Nordvi, B.; Egelandsdal, B.; Langsrud, O.; Ofstad, R.; Slinde, E. Development of a novel, fermented and dried saithe and salmon product. **Food Science & Emerging Technologies**, v.8, p.163-171, 2007.
- 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.
- Ogawa, M.; Maia, E. **Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. v.1. Ed. Varela, SP, 430p., 1999.
- 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.
- Olafsdottir, G.; Jonsdottir, R.; Lauzon, H. L.; Luten, J.; Kristbergsson, K. Characterization of volatile compounds in chilled cod (*Gadus morhua*) fillets by gas chromatography and detection of quality indicators by an electronic nose. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.10140–10147, 2005.
- Palmeri, G.; Turchini, G. M.; Caprino, F.; Keast, R.; Moretti, V. M.; Silva, S. S. Biometric, nutritional and sensory changes in intensively farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*, Mitchell) following different purging times. **Food Chemistry**, v.107, p.1605–1615, 2008.
- Palmeri, G.; Turchini, G. M.; Marriott, P. J.; Morrison, P.; Silva, S. S. Biometric, nutritional and sensory characteristic modifications in farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) during the purging process. **Aquaculture**, v.287, p.354–360, 2009.
- Park, J. W. **Surimi and surimi seafood**. Marcel Dekker, Inc. New York, 500p., 2000.
- Park, J. W.; Morrissey, M. T. **Manufacturing of surimi from light muscle fish**. In J. W. Park (Ed.), **Surimi and surimi seafood**. New York: Marcel Dekker, 2000, p. 23–58.
- Pastous Madureira, L.S.; Castello, J.P.; Prentice-Hernández, C.; Queiroz, M.I.; Espírito Santo, M.L.; Ruiz, W.A.; Raggi Abdallah, P.; Hansen, J.; Bertolotti, M.I.; Manca, E.; Yeannes, M.I.; Avdalov, N.; Fernández Amorín, S. **Current and potential alternative food uses of the Argentine anchoita (*Engraulis anchoita*) in Argentina, Uruguay and Brazil**. In M.R.



- Hasan and M. Halwart (eds). Fish as feed inputs for aquaculture: practices, sustainability and implications. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 518. Rome, FAO, p. 269–287, 2009.
- 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.
- Periago, M. J.; Ayala, M. D.; López-albors, O.; Abdel, I.; Martínez, C.; García-Alcázar, A.; Ros, G.; Gil, F. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. **Aquaculture**, v.249, p.175–188, 2005.
- Perujo, S. D.; Queiroz, M. I.; Treptow, R. O. Utilização do xixarro (*Trachurus lathamii*) na elaboração de produto fermentado. **Botetm 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.
- Prost, C.; Hallier, A.; Cardinal, M.; Serot, T.; Courcoux, P. Effect of storage time on raw sardine (*Sardina pilchardus*) flavor and aroma quality. **Journal of Food Science**, v.69, p.198–203, 2004.
- Puwastien, P.; Judprasong, K.; Kettwan, E.; Vasanachitt, K.; Nakngamanong, Y.; Bhattacharjee, L. Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.12, p.9-16, 1999.
- Ritter, S. T. An eye on food. **Chemical Engineering News**, v.83, p.28-34, 2005.
- Saldanha, T.; Benassi, M. T.; Bragagnolo, N. Fatty acid contents evolution and cholesterol oxides formation in Brazilian sardines (*Sardinella brasiliensis*) as a result of frozen storage followed by grilling. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, p. 1301–1309, 2008.
- Saldanha, T.; Bragagnolo, N. Relation between types of packaging, frozen storage and grilling on cholesterol and fatty acids oxidation in Atlantic hake fillets (*Merluccius hubbsi*), **Food Chemistry**, v. 106, p. 619-627, 2008.
- Sänger, A. M.; Stoiber, W. **Muscle fiber diversity and plasticity**. In: Johnston, I. A. Muscle development and growth. V.8. London: Academic Press. p.187-250, 2001.
- Santos, V. B. Aspectos morfológicos da musculatura lateral dos peixes. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v.33, n.1, p.127-135, 2007.
- Scapolo, P.A., Veggetti, A., Mascarello, F., Romanello, M.G. Developmental transitions of myosin isoforms and organization of the lateral muscle in the teleost *Dicentrarchus labrax* (L.). **Anat. Embryol.**, v.178, p.287–295, 1988.
- 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.
- Selli, S.; Cayhan, G. G. Analysis of volatile compounds of wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) by simultaneous distillation-extraction (SDE) and GC-MS. **Microchemical Journal**, v.93, p.232-235, 2009.

Selli, S.; Prost, C.; Serot, T. Odour-active and off-odour components in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) extracts obtained by microwave assisted distillation–solvent extraction. **Food Chemistry**, v.114, p.317–322, 2009.

Senger-Emonnot, P.; Rochard, S.; Pellegrin, F.; George, G.; Fernandez, X.; Lizzani-Cuvelier, L. Odour active aroma compounds of sea fig (*Microcosmus sulcatus*). **Food Chemistry**, v.97, p.465–471, 2006.

Serfert, Y.; Drusch, S.; Schwarz, K. Sensory odour profiling and lipid oxidation status of fish oil and microencapsulated fish oil. **Food Chemistry**, v.123, p.968-975, 2010.

Simões, D. R. S.; Pedroso, M. A.; Augusto-Ruiz, W.; Almeida, T. L. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, 1998.

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.

Spurvey, S.; Pan, B. S.; Shahidi, F. **Flavour of shellfish**. In F. Shahidi (Ed.), *Flavour of meat, meat products and seafoods* (pp. 159–196). London: Blackie Academic & Professional, 1998.

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

Tenuta-Filho, A.; Jesus, R. S. Aspectos da Utilização de Carne Mecanicamente Separada de Pescado como Matéria-prima Industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37, n.2, p.59-64, 2003.

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.

Torre, J. C. M. D.; Rodas, M. A. B. Perfil sensorial e aceitação de suco de laranja pasteurizado minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.105-111, 2003.

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

Turchini, G. M.; Moretti, V. M.; Mentasti, T.; Orban, E.; Valfrè, F. Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.). **Food Chemistry**, v.102, p.1144–1155, 2007.

Uemura, C. H.; Luz, M. B. Sistemas de cobertura. **Aditivos & Ingredientes**, v.28, p.71-74, 2003.

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.

Varlet, V.; Prost, C.; Serot, T. New procedure for the study of odour representativeness of aromatic extracts from smoked salmon. **Food Chemistry**, v.100, p. 820–829, 2007.

Vasques, A. R.; Bertoli, S. L.; Valle, R. C. S. C.; Valle, J. A. B. Avaliação Sensorial e Determinação de Vida-de-prateleira de Maças Desidratadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.759-765, 2006.

Veggetti, A., Mascarello, F., Scapolo, P.A., Rowleron, A. Hyperplastic and hypertrophic growth of lateral muscle in *Dicentrarchus labrax* (L.): an ultrastructural and morphometric study. **Anat. Embryol.**, v.182, p.1 –10, 1990.

Weber, J.; Bochi, V. C.; Ribeiro, C. P.; Victório, A. M.; Emanuelli, T. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) filets. **Food Chemistry**, v. 106, p. 140-146, 2008.

Wurzenberger, M.; Grosh, W. The formation of 1-octen-3-ol from the 10- hydroperoxide isomer of linoleic acid by hydroperoxide lyase in mushrooms (*Psalliota biospora*). **Biochimica et Biophysica Acta**, v.794, p.25–30, 1984.

Yaylayan, V. A. Classification of the Maillard reaction: A conceptual approach. **Trends in food science & Technology**, v.8, p.13-18, 1997.

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.

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.; Casales, M. R. Modifications in the chemical compounds and sensorial attributes of *Engraulis anchoita* fillet during marinating process. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.28, n.4, p.798-803, 2008.

Zhang, G.; Swank, D.M.; Rome, L.C. Quantitative distribution of muscle P ber types in the scup *Stenotomus chrysops*. **Journal of Morphology**, v.229, p. 71-81, 1996.

Zlatanov, S.; Laskaridis, K. Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish – sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). **Food Chemistry**, v.103, p.725–728, 2007.

Zuta, P. C.; Simpson, B. K.; Zhao, X.; Leclerc, L. The effect of  $\alpha$ -tocoferol on the oxidation of mackerel oil. **Food Chemistry**, v.100, p.800-807, 2007.

# **CAPÍTULO 3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

**ARTIGO I: CARACTERIZAÇÃO DA  
ANCHOITA (*Engraulis anchoita*)  
CAPTURADA NA COSTA SUL DO BRASIL**

## CARACTERIZAÇÃO DA ANCHOITA (*Engraulis anchoita*) CAPTURADA NA COSTA SUL DO BRASIL

Liziane Garcia-Torchelsen, Maria Isabel Queiroz

Escola de Química e Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Rua Eng. Alfredo Huch, 475, CEP 96201-900, Rio Grande-RS, Brasil, Tel. +55(53)32338645.

E-mail: mariaisabel.queiroz@pesquisador.cnpq.br; liziane.garcia@riogrande.ifrs.edu.br

### RESUMO

O trabalho teve por objetivo caracterizar o estoque de anchoita capturado na região sul do Brasil segundo a biometria, rendimento, composição proximal, compostos nitrogenados e ácidos graxos. Os experimentos foram conduzidos com anchoita (*Engraulis anchoita*) resultante de cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS-Brasil. Os exemplares foram capturados entre a cidade de Rio Grande (32°S, RS-Brasil) e 51°W, durante os meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro de 2009. Após captura, o pescado foi armazenado a bordo em mistura de gelo e água do mar, na razão 1:1 e nesta condição, transportado ao Laboratório de Biotecnologia da FURG e mantido a -18°C. A matéria-prima foi avaliada quanto à composição proximal, peso, comprimento total do corpo e da cabeça, porção comestível e compostos nitrogenados por todo período amostrado. Os compostos nitrogenados foram determinados em termos de nitrogênio total (NT), protéico (NP), não protéico total (NNP), e nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT). O rendimento, a composição proximal e o perfil de ácidos graxos foram realizados nas três frações que compõem o peixe: músculo claro, escuro e vísceras. Os dados foram avaliados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de componentes principais. Os dados indicaram grande variabilidade biométrica durante o período avaliado, obtendo-se comprimentos mínimos e máximos de 8,87 e 15,22 cm, respectivamente, bem como, peso variando entre 5,47 e 26,86 g. O fator de condição para os exemplares capturados nas condições deste estudo foi de 2,84 ( $R^2=0,82$ ). O rendimento da porção comestível (filé), considerando o pescado inteiro, foi de 51,88%. O músculo claro caracterizou-se por apresentar maior teor de umidade (77,56%) quando comparado com as demais frações estudadas. Enquanto que o músculo escuro apresentou concentração de lipídios superior ao músculo branco (8,18%). Para os dados de composição proximal, ficou evidenciada forte correlação entre as variáveis umidade, lipídios e época de captura. O conteúdo de NNP obtido situou-se no intervalo de 350 a 390 mg/100g, perfazendo o N-BVT, em média, 2,91% do teor de NNP total. O perfil de ácidos graxos descrito, para as diferentes frações analisadas, revelou como fração majoritária para o músculo claro os ácidos graxos poliinsaturados (44,05%). Foi evidenciado para o músculo escuro maiores concentrações em saturados (42,19%) e poliinsaturados (37,99%), quando comparado ao músculo claro. No que se refere ao perfil de ácidos graxos das vísceras, em relação às frações comestíveis, foi registrada a predominância em poliinsaturados (42,43%) e saturados (34,59%). A análise dos resultados demonstra a variabilidade dos componentes em função das frações avaliadas e da época de captura. Essas constatações podem contribuir efetivamente na escolha do processo tecnológico a ser aplicado no desenvolvimento de produtos de alto valor agregado a partir desta matéria-prima.

Palavras-Chave: Ácidos graxos; Anchoita; Caracterização biométrica; Composição proximal; Nitrogenados; Rendimento.

## ABSTRACT

This work aims at characterizing the stock of anchovy captured in the south region of Brazil according to its biometrics, productivity, proximal composition, nitrogen and fatty acids compounds. The experiments have been conducted with anchovy (*Engraulis anchoita*) provided on cruises made by the Oceanographic Atlantic South Ship of the Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS – Brazil. The samples were captured between Rio Grande city (32°S, RS-Brazil) and 51°W, during the months of July, August, September, October and November of 2009. After the capture, the fish were stored in a mixture of ice and sea water, at 1:1 and in this condition, transported to the Biotechnology Laboratory of FURG and kept at a temperature of -18°C. The raw material was evaluated according to its proximal composition, weight, length of the body and the head, eating portion and nitrogen compounds along the period sampled. The nitrogen compounds were determined in terms of total nitrogen (NT), protein (NP), total non-protein (NNP), and nitrogen of total volatile bases (N-BVT). The productivity, the proximal composition and the profile of the fatty acids were made in the three fractions which make part of the fish: clear and dark muscle, and viscera. The data were evaluated by analyses of variance, test of average comparison, and analyses of main components. Data have indicated great biometric variability during the observed period, obtaining minimum and maximum length of 8.87 and 15.22 cm, respectively, as well as weight among 5.47 and 26.86 g. The condition factor for the samples captured in this study was 2.84 ( $R^2=0.82$ ). The productivity of the eatable portion (fillet), considering the fish as a whole, was 51.88%. The clear muscle was characterized for presenting a greater moisture content (77.56%) when compared to the other fractions studied. Meanwhile the dark muscle presented a concentration of lipids superior from the white muscle (8.18%). For the data of proximal composition, it was evident a strong correlation among the variables content moisture, lipids, and capture season. The NNP content obtained is in the interval of 350 to 390 mg/100g, making the N-BVT, at average, 2.91% of total NNP content. The profile of the fatty acids described, for the different analyzed fractions, revealed as a majority fraction for the clear muscle the fatty acids polyunsaturated (44.05%). It was found, for the dark muscles, greater concentrations in saturated (42.19%) and polyunsaturated (37.99%), when compared to the clear muscle. Concerning to the profile of the viscera fatty acids, relating to the eatable fractions, it was registered the predominance in polyunsaturated (42.43%) and saturated (34.59%). The analyses of the results show the variability of the compounds in relation to the evaluated fractions and the season of the capture. These findings may effectively contribute in the choice of the technologic process to be applied in the development of high value products aggregated from that raw material.

Keywords: Fatty acids; Anchovy; Biometric characterization; Centesimal composition; Nitrogen; Productivity.

## 1 INTRODUÇÃO

A anchoita (*Engraulis anchoita*) é uma importante espécie de peixe pelágico encontrada no Atlântico Sul com estoques distribuídos entre Brasil (23°S Cabo Frio), Uruguai e Argentina (47°S Patagônia). São descritas a ocorrência de até três populações desse recurso pesqueiro: a Patagônica, entre os 47° e 41°S (Hansen et al., 1984); a Bonaerense, compreendida entre os 41°S e o sul do Brasil e uma terceira população, de ocorrência entre os Cabos de Santa Marta Grande (29°S) e Vitória (20°S) (Madureira et al., 2007; Pastous Madureira et al., 2009).

A abundância da anchoita tem sido estimada no Brasil, Uruguai e Argentina. A utilização de métodos acústicos propiciou uma estimativa variando entre 600.000 e 4,5 milhões de toneladas, com significativas variações regionais e anuais da biomassa para os três países, com capturas ocorrendo predominantemente entre julho e novembro. Em 2006, foram capturadas em torno de 30.000 toneladas na Argentina e 17.000 toneladas no Uruguai. Para uma exploração sustentável, foram estimadas capturas anuais, na costa sul do Brasil, de 135.000 toneladas (Madureira et al., 2004; Madureira & Rossi-Wongtschowski, 2005; Garciarena & Hansen, 2006; Hansen et al., 2006; Pastous Madureira et al., 2009).

Apesar das estimativas indicarem a abundância da anchoita em águas brasileiras, esta espécie permanece subexplorada. Os problemas associados à exploração têm sido identificados como sendo a falta de mercado para a espécie, bem como, a introdução de tecnologia adequada à pescaria e sistema de armazenamento após captura ineficiente (Haimovici, 1997; Schwingel & Castelo, 2000; Castello & Castello, 2003; Brasil, 2006; Garcia-Torchelsen et al., 2008). Assim, para promover o desenvolvimento da pesca de anchoita na costa Sul do Brasil, é necessária a utilização de processos tecnológicos que objetivem a pesca adequada da espécie e preserve a integridade da matéria-prima após captura. No entanto, para definir o processo mais indicado é necessário o conhecimento das características intrínsecas do pescado *in natura*. Parâmetros como biometria, composição proximal, compostos nitrogenados e perfil de ácidos graxos tornam-se fundamentais.

As relações entre peso e tamanho das espécies de peixe, por exemplo, resultam em informações de extrema relevância sobre o estoque capturado (Richter et al., 2000; Santos et al., 2002; Rosa et al., 2006). A disponibilidade dos componentes majoritários como proteínas e lipídios, pode sofrer variações entre as espécies e dentro da mesma espécie dependendo do local e época de captura (Yeannes & Almandos, 2003; Drazen, 2007; Domínguez-Petit et al., 2010; Jabeen & Chaudhry, 2011). A determinação de compostos nitrogenados é outro fator de extrema relevância. Os compostos nitrogenados não protéicos encontram-se presentes naturalmente no músculo (Ruíz-Capillas et al., 2002; Ocaño-Higuera et al., 2009; Chaijan et al., 2010; Ocaño-Higuera et al., 2011). Essa concentração é típica de cada grupo de espécies e valores significativamente reduzidos ou elevados podem ser indicativos de como a matéria-prima foi armazenada a bordo, visto que este parâmetro sofre alterações drásticas nos primeiros instantes após captura (Ruíz-Capillas et al., 2002; Puwastien et al., 1999; Chaijan et al., 2004; Chaijan et al., 2010). É de importância salientar o perfil de ácidos graxos, o qual também sofre variações com a espécie e dentro da mesma espécie (Njinkoué et al., 2002; Yeannes & Almandos, 2003; Rodríguez et al., 2004; Massa et al., 2007). Parâmetros como o perfil de ácidos graxos e a composição proximal devem ser analisados considerando as diferentes frações que compõe o pescado, visando à utilização



do processo tecnológico mais adequado durante o armazenamento ou transformação da matéria-prima.

O estudo desses fatores irá permitir a utilização desta importante biomassa de forma racional no desenvolvimento de produtos de alto valor agregado e, com isso, gerar um mercado para a espécie até o momento inexistente. Em função disso, o trabalho teve por objetivo caracterizar a anchoita capturada no sul do Brasil visando sua posterior utilização na elaboração de produtos semi-prontos e de fácil preparo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Captura e Armazenamento da Matéria-prima

A matéria-prima utilizada, *Engraulis anchoita*, foi resultante de cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil. Os exemplares foram capturados entre a cidade de Rio Grande (32°S, RS-Brasil) e 51°W (Figura 1), durante os meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro de 2009.

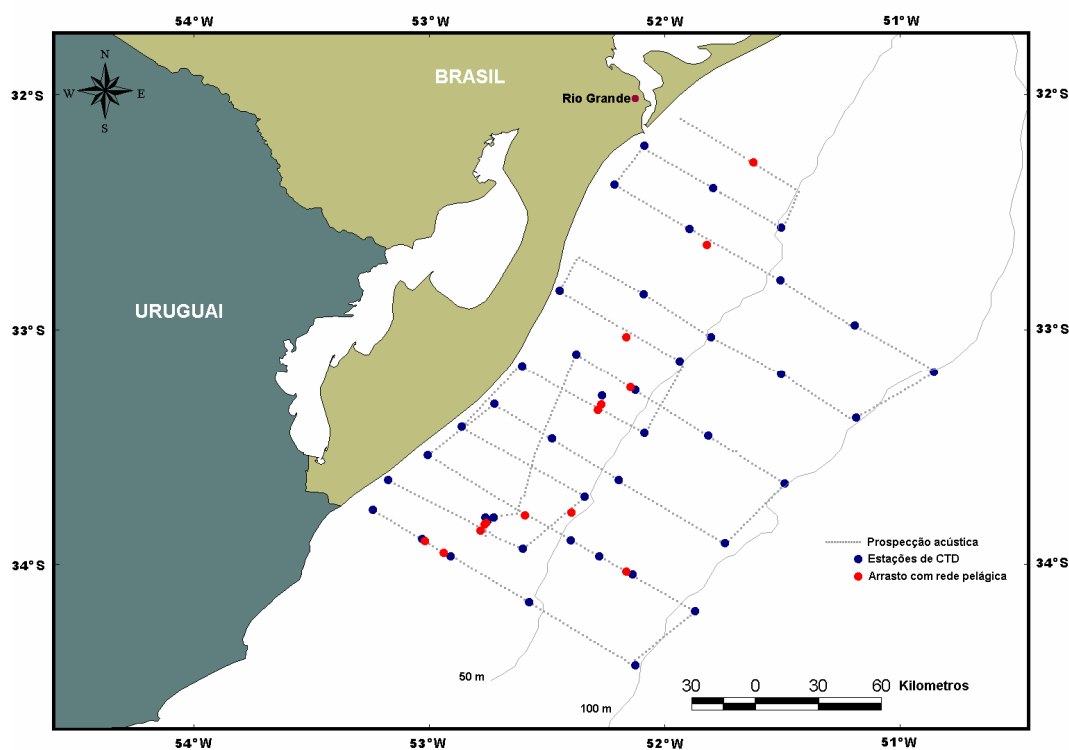


Figura 1 – Posicionamento dos perfis seguido durante os cruzeiros.

Fonte: Diário de bordo dos cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Os exemplares foram capturados utilizando rede de meia água (APÊNDICE A) para pequenos pelágicos, segundo metodologia descrita por Madureira et al. (2007). Após a captura foram armazenados a bordo em gelo e água do mar na razão 1:1 (APÊNDICE B), conforme indicado por Garcia-Torchelsen et al. (2008). Após o desembarque, o pescado foi transportado para uma indústria pesqueira do complexo industrial da cidade de Rio Grande, onde foi lavado, com água clorada, em tambor rotativo, e então armazenado sob congelamento a  $-18^{\circ}\text{C}$  no Laboratório de Biotecnologia da FURG.

## 2.2 Caracterização da Matéria-prima

### 2.2.1 Amostragem

Uma amostragem simples foi realizada com base na norma ABC – STD – 105 (Lourenço Filho, 1987). Para cada período de tempo considerado (julho, agosto, setembro, outubro e novembro), foram estimadas capturas de 400.000 exemplares de anchoita. Essa captura foi dividida em 3 sub-lotes, resultando em um tamanho de amostra de 200 itens a serem inspecionados para cada mês avaliado. Um total de 1000 exemplares foi amostrado.

### 2.2.2 Avaliação Biométrica

A avaliação biométrica foi realizada quanto à relação peso-comprimento e rendimentos. Os dados foram obtidos entre os meses de julho e novembro. Os exemplares foram avaliados quanto ao seu peso total (PT) e comprimento total (CT), medida da extremidade da cabeça até nadadeira caudal, conforme exemplificado na Figura 2.

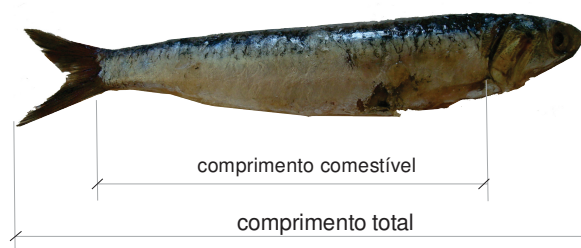


Figura 2 – Exemplificação das medidas de comprimento total, porção comestível e cabeça dos exemplares de anchoita (*Engraulis anchoita*)

O rendimento foi calculado a partir dos parâmetros: peso da porção comestível, filé (PF), peso da cabeça (PC), peso do músculo claro (PMC), peso do músculo escuro (PME) e peso das vísceras (PV). Todos os pesos foram expressos em gramas (g) e os comprimentos em centímetros (cm).

### 2.2.2.1 Relação peso-comprimento

A relação peso-comprimento foi obtida com base na equação 1 (Ricker, 1975), logaritimizada (equação 2).

$$PT = a.CT^b \quad (1)$$

onde PT é peso total; CT é comprimento total, “a” é a intersecção da reta e “b” é o coeficiente angular.

$$\log PT = \log a + b \log CT \quad (2)$$

Os parâmetros “a” e “b” foram estimados por análise de regressão linear pelo método dos mínimos quadrados. O grau de associação entre as variáveis (peso e tamanho) pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

### 2.2.2.2 Rendimento

Os rendimentos foram calculados segundo as equações 3, 4, 5, 6 e 7, conforme indicado por Palmeri et al. (2008).

Rendimento do filé:  $R_F = \left( \frac{PF}{PT} \right) \times 100 \quad (3)$

Rendimento da cabeça:  $R_C = \left( \frac{PC}{PT} \right) \times 100 \quad (4)$

Rendimento em músculo claro:  $R_{MC} = \left( \frac{PMC}{PT} \right) \times 100 \quad (5)$

Rendimento em músculo escuro:  $R_{ME} = \left( \frac{PME}{PT} \right) \times 100 \quad (6)$

Rendimento em vísceras:  $R_V = \left( \frac{PV}{PT} \right) \times 100 \quad (7)$

### 2.2.3 Composição Proximal

A composição proximal dos músculos claro e escuro, filés inteiros, bem como, das vísceras foi determinada conforme metodologia oficial indicada por A.O.A.C. (2006).

#### 2.2.4 Compostos Nitrogenados

Os compostos nitrogenados foram avaliados na fração comestível (filé). Foram determinados nitrogênio total (NT), nitrogênio não protéico (NNP) e nitrogênio proteico (NP). O NT foi determinado pelo método de Kjeldahl e o NNP após precipitação das proteínas com TCA 20% (AOAC, 2006). O NP foi obtido por diferença entre o NT e o NNP. Na fração não protéica foi avaliado ainda o percentual em nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT) segundo metodologia descrita em Brasil (1981).

#### 2.2.5 Perfil de Ácidos Graxos

O perfil de ácidos graxos foi determinado para o músculo claro, escuro e vísceras.

##### 2.2.5.1 Extração e Derivatização dos Lipídios

Os lipídios foram extraídos pelo método de Folch et al. (1957), utilizando clorofórmio e metanol (2:1). Após separação das fases e evaporação do solvente, foram quantificados gravimetricamente.

Os ácidos graxos obtidos foram derivatizados para a obtenção de ésteres metílicos, segundo o método de Metcalfe et al. (1966), pela adição de 5 mL de uma solução metanólica 500 mM de KOH, aquecimento por 7 min, seguindo-se a adição de 1,5 mL de uma mistura de trifluoreto de boro-metanol (10%), aquecimento por 15 min e extração com hexano.

##### 2.2.5.2 Determinação dos Ácidos Graxos

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinados em cromatógrafo gasoso modelo Varian 3400CX, equipado com detector de ionização de chama (FID), coluna ZB-WAX (30m x 0,32 mm x 0,25 $\mu$ m). A temperatura inicial da coluna foi 100 °C com aumento de 8 °C/min até atingir 230 °C permanecendo na temperatura final por 20 min. As temperaturas do injetor e do detector foram 250 °C e 280 °C, respectivamente, tendo o nitrogênio como gás de arraste a um fluxo de 0,5 mL/min.

A identificação dos picos cromatográficos foi feita pela comparação dos tempos de retenção de cada éster metílico de ácido graxo das amostras com os de uma mistura de padrões (SIGMA-SUPELCO 18919). A quantificação foi feita pela normatização das áreas dos picos. Os resultados foram apresentados como porcentagem de cada ácido graxo identificado na fração lipídica.

### 2.3 Tratamento Estatístico

Para a análise dos resultados foi utilizado o software Statistica 6.0. Os dados foram avaliados por análise de variância, teste de comparação de médias ( $p \leq 0,05$ ) e análise de

componentes principais. Para o modelo da estimativa da relação comprimento-peso utilizou-se a análise de regressão linear pelo método dos mínimos quadrados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização da Matéria-prima

##### 3.1.1 Avaliação Biométrica

A distribuição biométrica dos exemplares analisados durante o período amostrado, pode ser observada na Tabela 1, figuras 3a, 3b, 3c e 3d, bem como, nos APÊNDICES C, D, E, F e G.

Tabela 1 – Valores médios de avaliação biométrica dos exemplares de anchoita.

Período	Comprimento Total (cm)	Peso Total (g)	Comprimento Comestível (cm)	Comprimento Cabeça (cm)
Julho	12,10 ± 0,90 <sup>a</sup>	12,29 ± 2,74 <sup>a</sup>	8,03 ± 0,60 <sup>a</sup>	2,63 ± 0,21 <sup>ab</sup>
Agosto	12,59 ± 0,74 <sup>b</sup>	14,62 ± 3,06 <sup>b</sup>	8,29 ± 0,55 <sup>ab</sup>	2,68 ± 0,21 <sup>ab</sup>
Setembro	12,38 ± 0,85 <sup>b</sup>	12,68 ± 2,77 <sup>c</sup>	7,89 ± 0,95 <sup>a</sup>	2,82 ± 0,77 <sup>a</sup>
Outubro	11,37 ± 1,54 <sup>c</sup>	10,59 ± 4,25 <sup>d</sup>	7,38 ± 0,99 <sup>c</sup>	2,49 ± 0,38 <sup>b</sup>
Novembro	13,02 ± 1,01 <sup>d</sup>	15,19 ± 4,03 <sup>e</sup>	8,41 ± 0,76 <sup>b</sup>	2,86 ± 0,24 <sup>a</sup>

Letras diferentes na vertical indicam haver diferença entre os meses de captura ( $p \leq 0,05$ ),  $n=200$  exemplares por mês

Avaliando-se os resultados biométricos, verifica-se que o maior comprimento, peso e, por conseqüência, fração comestível, bem como, comprimento da cabeça, são registrados para o mês de novembro.

A intensa atividade migratória desta espécie, aliada ao seu período reprodutivo, resulta em expressiva variabilidade biométrica, claramente evidenciada nas figuras 3a, 3b, 3c e 3d. Segundo Castello & Castello (2003), no inverno o estoque adulto migra das águas Uruguaias e Argentinas do Rio da Prata (35-34<sup>o</sup>S) para o Brasil (34-29<sup>o</sup>S), e retorna no final da primavera, em contraste, larvas, pós-larvas e jovens de até 1 ano ficam na costa do Rio Grande do Sul durante todo o ano.

A literatura reporta que a anchoita atinge maiores comprimentos em águas Patagônicas, tendendo a ser menor nas águas mais quentes do sul do Brasil (Castello, 1997; Hansen, 2004; Pastous Madureira et al., 2009). Isso justifica os resultados discutidos neste trabalho. A análise da Figura 3a revela os valores mínimos (8 a 9 cm), médios (12 a

13 cm) e máximos (15 a 16 cm), registrados para todos exemplares avaliados. Estes resultados caracterizam os exemplares amostrados como constituintes de uma população adulta, considerando que de acordo com Pastous Madureira et al. (2009), o gradiente de tamanho da primeira maturação desta espécie é de 8,5 cm para os indivíduos encontrados no sul do Brasil, de aproximadamente 10 e 12 cm para as populações Bonaerense e Patagônica, respectivamente. Isso pode ser corroborado pela análise do comportamento das figuras 3a, 3b e 3d, que demonstram que os exemplares portadores de maior comprimento, fração comestível e peso representam a maior parte da população avaliada.

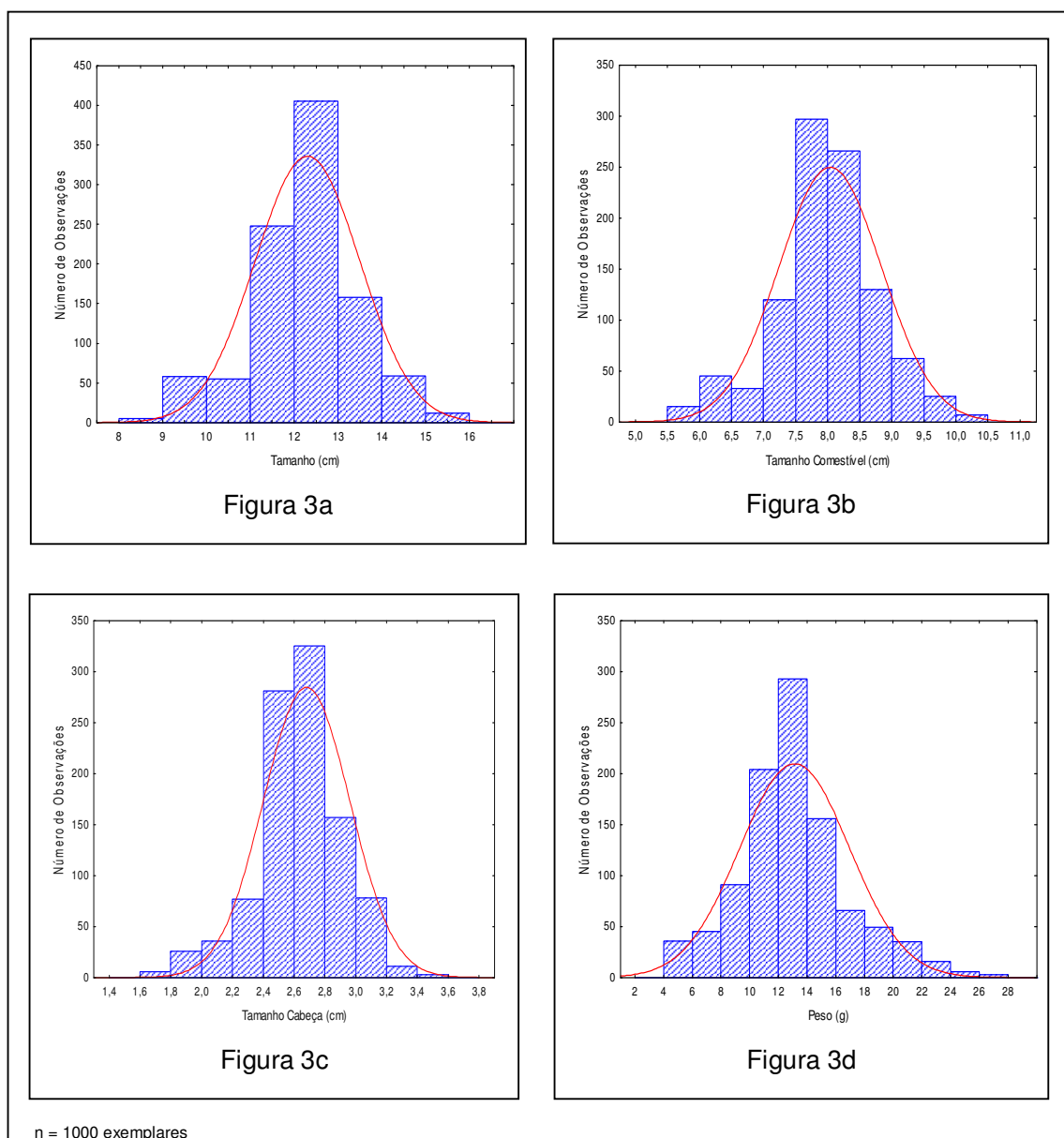


Figura 3 – Comprimento total (a), comprimento da fração comestível (b), comprimento da cabeça (c) e peso total (d) da anchoita (*Engraulis anchoita*) capturada entre os meses de julho a novembro.

### 3.1.1.1 Relação Peso-Comprimento

Para exploração racional dos recursos pesqueiros disponíveis, além da avaliação isolada de cada dado biométrico obtido, torna-se necessário o estudo da interação de alguns parâmetros como, por exemplo, peso e comprimento da população considerada (Dulcic & Kraljevic, 1996; Santos et al., 2002; Morey et al., 2003; Rosa et al., 2006; Palmeri et al., 2008, Santos et al., 2010).

As relações entre peso e comprimento das espécies de peixes têm várias aplicações e são essenciais para uma série de estudos, como a estimativa de taxas de crescimento, idade, cálculo da biomassa do estoque, conversão de crescimento em comprimento, de crescimento em peso, comparação entre espécies e entre indivíduos de uma mesma população (Safran, 1992; Kolher et al., 1995; Gonçalves et al., 1997; Martin-Smith, 1996; Richter et al., 2000; Santos et al., 2002; Rosa et al., 2006).

A análise da relação peso-tamanho, para os indivíduos amostrados entre os meses de julho a novembro é descrita pelo ajuste exponencial dos dados obtidos (Ricker, 1975) e expressos pela Tabela 2.

Tabela 2 – Máximos e mínimos para as variáveis peso-comprimento e variáveis definidas mediante o modelo exponencial aplicado para avaliar a relação peso-comprimento dos exemplares de anchoita amostrados.

Variável	Valor
Comprimento mínimo (cm)	8,87
Comprimento máximo (cm)	15,22
Peso mínimo (g)	4,47
Peso máximo (g)	26,86
A	0,86
B	2,84
R <sup>2</sup>	0,82
P	<0,001

N amostral:1000; N comprimento mínimo: 5; N comprimento máximo: 11; N peso mínimo: 36; N peso máximo: 2; equação:  $Y = (0,861792)^x \cdot (2,83998)$

A Tabela 2 apresenta os valores médios de máximos e mínimos registrados para as variáveis comprimento e peso, os parâmetros a e b obtidos pelo método dos mínimos quadrados, com base no número de exemplares amostrados, bem como, o coeficiente de determinação. É importante salientar o alto grau de significância no ajuste dos dados ( $p < 0,001$ ) que descrevem a relação peso-comprimento em análise, apresentando um coeficiente de determinação de 0,82, o qual indica que o comprimento explica 82% da variabilidade dos valores de peso registrados. Esta variabilidade se explica por exemplares

de diferentes estágios de maturação que permanecem em águas brasileiras em um mesmo período (Castello & Castello, 2003).

As relações peso-comprimento não são constantes durante todo ano, variando de acordo com fatores, como disponibilidade de alimento, taxa de alimentação, desenvolvimento das gônadas e período de desova (Bagenal & Tesch, 1978). No entanto, o parâmetro  $b$ , é característico da espécie (Mayrat, 1970) e, em geral, não varia significativamente ao longo do ano, ao contrário de  $a$ , que pode variar diariamente com a estação do ano, e/ou entre os diferentes habitats (Bagenal & Tesch, 1978; Santos et al., 2002).

Castello (2007) reporta um coeficiente angular de 2,73 ( $R^2=0,86$ ;  $N=742$ ) encontrado para a equação de regressão obtida a partir da relação peso-comprimento, valor este próximo ao encontrado neste trabalho (2,84;  $R^2=0,82$ ;  $N=1000$ ), considerando todo o período amostral (Tabela 2), utilizando exemplares com tamanho médio entre 12 e 13 cm (Figura 3 a).

#### 3.1.1.2 Rendimento das Frações Consideradas

O corpo limpo do pescado, sem víceras, escamas e nadadeiras, mas com coluna vertebral, permite visualizar seu potencial industrial, representando em média 62,6% do peso dos peixes (Contreras-Guzman, 1994). A partir desta fração, é extraído o filé, porção comestível propriamente dita do corpo limpo, fração processada, pronta a ser disponibilizada no mercado, uma vez que os consumidores buscam cada dia mais a praticidade (Santos et al., 1995; Gomiero et al., 2003). Na anchoita é de salientar sua importância no que tange a diversificação de produtos, como pescado salgado maturado (Czerner et al., 2010), produtos elaborados a partir de base protéica (Furlan et al., 2009; Pastous Madureira et al., 2009), marinados (Yeannes & Casales, 1995; Cabrer et al., 2002; Fuselli et al., 2003; Yeannes & Casales, 2008; Casales et al., 2009), entre outros.

O rendimento do peixe irá depender das características da matéria-prima, bem como, do tipo de processo utilizado (Birkeland et al., 2004). O processo de filetagem, que pode ser realizado manual ou mecanicamente, irá influenciar no rendimento do produto elaborado. Quando o peixe é mecanicamente processado na forma de filé, o rendimento típico é em torno de 30 a 40%, gerando um resíduo total na faixa de 60 a 70% do peso do peixe inteiro (Torres et al., 2007; Gehring et al., 2011). Segundo Contreras-Guzman (1994) o rendimento de filé com pele, situa-se entre 32,85 e 59,8%. A retirada da pele reduz o rendimento em média em 7,5%. Na Tabela 3 pode-se verificar os rendimentos obtidos para os exemplares de tamanho médio amostrados (Figura 3a).

Observa-se para o filé de anchoita sem pele, obtido manualmente, um rendimento, que perfaz 51,88 % do peso total. O que se justifica pela forma do corpo fusiforme (Figura 2)



e massa muscular cilíndrica (Figura 7). De acordo com Contreras-Guzman (1994), os peixes fusiformes apresentam rendimentos elevados, podendo atingir valores para filé com pele, superior a 54%. No entanto, o rendimento do filé, não só depende de fatores como, eficiência das máquinas filetadoras, destreza manual do operário, forma anatômica do corpo, mas também do tamanho da cabeça (Contreras-Guzman, 1994; Macedo-Viegas et al., 2000; Souza et al., 2000; Gomiero et al., 2003; Simões et al., 2007). A relação inversa entre o peso da cabeça e o rendimento potencial tem sido comprovada (Contreras-Guzman, 1994; Macedo-Viegas et al., 2000; Gomiero et al., 2003).

Tabela 3 – Rendimento das diferentes frações avaliadas.

Frações	Rendimento (%)
Músculo claro	43,85 ± 1,39
Músculo Escuro	8,03 ± 0,27
Porção Comestível	51,88 ± 1,64
Cabeça	21,56 ± 0,70
Vísceras	11,75 ± 0,62
Resíduo	14,81 ± 1,22

N = 200 exemplares

A Figura 4, expressa o modelo de regressão linear e seu respectivo índice de determinação (0,81), com alto índice de significância ( $p < 0,001$ ), o qual descreve a relação entre o rendimento da fração comestível da anchoita e o peso da cabeça.

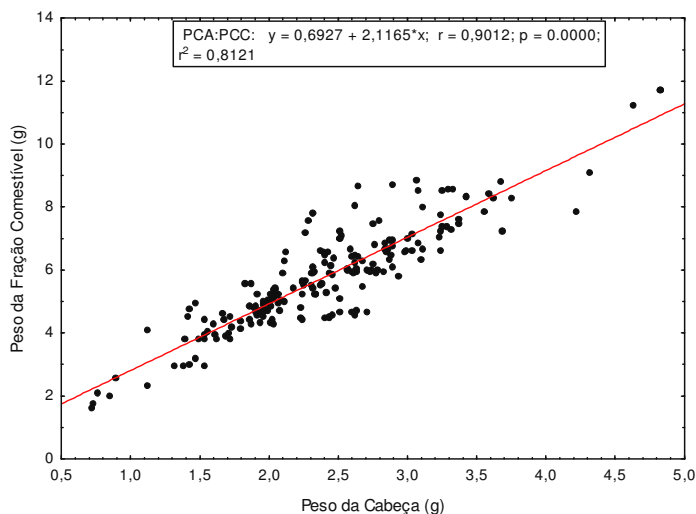


Figura 4 – Modelo de regressão linear entre peso da cabeça e peso da fração comestível.

A análise da Figura 4 permite observar que o peso da cabeça explica 81% da fração comestível. Isso indica claramente uma razão inversa entre o tamanho da cabeça e o rendimento em potencial. Desta forma, a maneira como a cabeça é retirada pode ser um importante fator de rendimento, principalmente, em espécies de pequeno porte como a anchoita. Segundo Gomiero et al. (2003), quando é utilizado um corte oblíquo para retirar a cabeça são obtidos maiores rendimentos de filé, quando comparado ao corte reto da cabeça. No trabalho em análise, utilizou-se o corte oblíquo. Por outro lado, a cabeça representa em média 44,80% do resíduo total (Figura 5), constituído pela cabeça, vísceras, espinhas e nadadeiras (Figura 6).

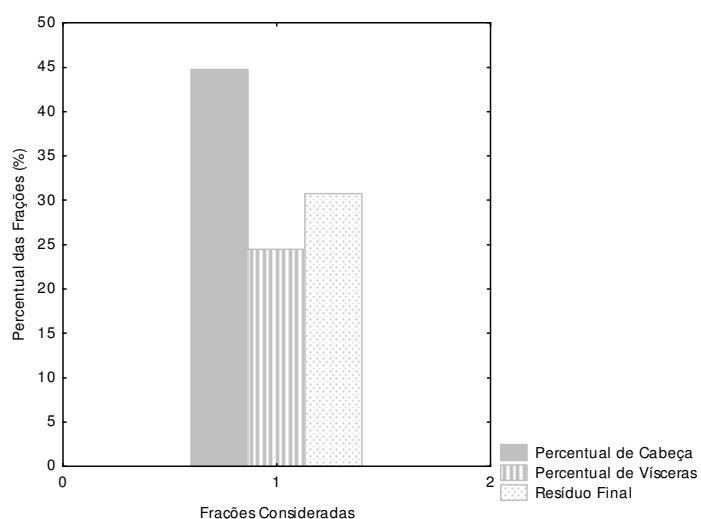


Figura 5 – Frações que compõe o resíduo.

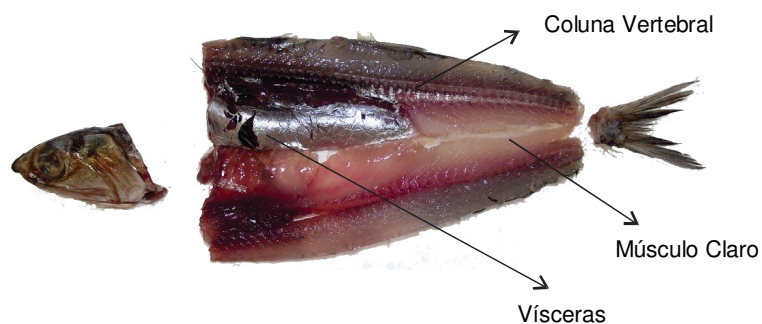


Figura 6 – Disposição do resíduo (cabeça, cauda e espinhas) e vísceras da anchoita (*Engraulis anchoita*).

O resíduo, oriundo da indústria pesqueira, juntamente com espécies subutilizadas, consideradas de baixo valor comercial, é com freqüência descartado sem nenhum esforço para recuperá-lo (Kristinsson & Rasco, 2000). A recuperação deste material e posterior

utilização no desenvolvimento de produtos destinados a alimentação humana, resultaria em um produto de alto valor agregado (Gehring et al., 2011). Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de utilizar os resíduos oriundos do processamento do pescado no desenvolvimento de produtos. Não menos importante como fonte de nutrientes, são as vísceras que, nos peixes ósseos, representam cerca de 11% do peixe inteiro (Contreras-Guzman, 1994). Neste trabalho, um percentual de 11,75% de vísceras foi obtido. As vísceras de diferentes espécies de peixe têm sido utilizadas para extração de inúmeros tipos de enzimas (Shahidi & Kamil, 2001; Slizyte et al., 2005). Os dados das tabelas 10 e 11 indicam as vísceras da anchoita como importante fonte de nutrientes, principalmente no que se refere á ácidos graxos.

A massa muscular dos peixes, notadamente nos peixes com corpo fusiforme é organizada em quatro blocos bem definidos dispostos na forma de quadrantes (Contreras-Guzman, 1994), que na anchoita podem ser caracterizados pela Figura 7. Os dois quadrantes superiores (a, b), expressam às massas dorsais esquerda e direita, os quadrantes inferiores (c, d), as massas ventrais. Destacam-se ainda na Figura 7, porções musculares claras (e, f) e escuras (g, h).

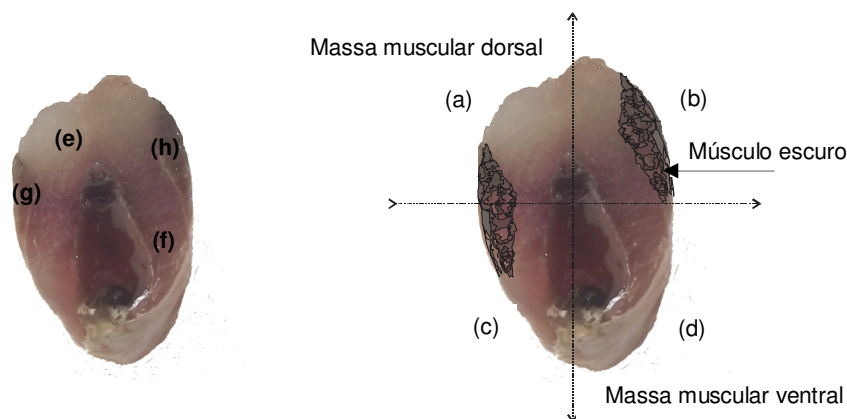


Figura 7 – Corte transversal indicando as diferentes massas musculares da anchoita.

Todos os peixes têm uma massa muscular clara e outra escura. A porcentagem e forma do músculo escuro são características da espécie e ocorre lateralmente da cabeça a cauda (Boné, 1978; Scapolo et al., 1988; Veggetti et al., 1990; López-Albors et al., 1998; Sanger & Stoiber, 2001). Nos peixes sedentários, o músculo escuro perfaz em torno de 5% do filé. Quanto maior a atividade natatória, maior o volume de músculo escuro (Bertoldi, 2003), podendo atingir nos migratórios até 30% (Contreras-Guzman, 1994). Na anchoita a massa muscular escura se estende em uma fina camada dorsal, situada logo abaixo da pele no sentido cabeça-cauda (Figura 8), representando 8,03% do peso total (Tabela 3), o que perfaz 15,48% do filé.



Figura 8 – Disposição do músculo escuro na anchoita (*Engraulis anchoita*).

### 3.1.2 Composição Proximal

A variabilidade na composição química das diferentes espécies de peixe, em especial daquelas que apresentam comportamento migratório, faz necessário um estudo das variações que ocorrem nesses parâmetros nas diferentes épocas do ano. Estas variações são consideráveis principalmente em relação aos teores de gordura do músculo do peixe, que podem ser observadas entre as espécies e dentro da mesma espécie dependendo do local e época de captura (Puwastien et al., 1999; Yeannes & Almandos, 2003; Drazen, 2007; Domínguez-Petit et al., 2010; Jabeen & Chaudhry, 2011).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de composição proximal obtidos para os exemplares capturados no período de julho a novembro de 2009.

Tabela 4 – Composição proximal da anchoita em diferentes épocas de captura.

Mês	Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas
Julho	76,37 ± 1,09 <sup>a</sup>	17,96 ± 0,50 <sup>a</sup>	4,06 ± 0,45 <sup>a</sup>	1,61 ± 0,16 <sup>a</sup>
Agosto	77,99 ± 0,19 <sup>b</sup>	16,46 ± 0,35 <sup>b</sup>	3,60 ± 0,12 <sup>b</sup>	2,06 ± 0,29 <sup>b</sup>
Setembro	77,09 ± 0,13 <sup>c</sup>	18,78 ± 0,28 <sup>c</sup>	2,44 ± 0,15 <sup>c</sup>	1,69 ± 0,05 <sup>a</sup>
Outubro	78,07 ± 0,78 <sup>b</sup>	18,16 ± 0,42 <sup>a</sup>	2,56 ± 0,47 <sup>c</sup>	1,21 ± 0,07 <sup>c</sup>
Novembro	77,95 ± 0,35 <sup>b</sup>	18,11 ± 0,28 <sup>a</sup>	2,45 ± 0,10 <sup>c</sup>	1,49 ± 0,09 <sup>a</sup>

Média de 10 repetições; letras diferentes na vertical indicam haver diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre os meses

Os valores relacionados com a composição química da anchoita têm mostrado significativas divergências, causada por nítida variação estacional. Os valores máximos de lipídios têm sido encontrados para estoques argentinos, entre os meses de janeiro a agosto e menores entre agosto e dezembro. Variando de uma forma geral os constituintes na

ordem de 66,1 - 76,3% para umidade, 4,1 a 15,1% de lipídios, 16,1 a 17,9% de proteínas e para cinzas de 1 a 3,5% (Bertolotti & Manca, 1986).

Analisando os resultados expressos pela Tabela 4, verificam-se notadamente, para os lipídios, valores bem menores que os máximos expressos pelos autores citados, no entanto, com os máximos registrados para os meses de julho e agosto. Observa-se ainda que a proteína encontrada está dentro de um estreito intervalo (16 - 18%), para os meses de julho e agosto e na ordem de 18% para os demais meses avaliados. Valores muito próximos aos reportados por Massa et al. (2007), estudando os dois estoques (Bonaerense e Patagônico) de anchoita existentes em águas Argentinas, para os quais são registradas variações de 16,9 a 18,6% em proteína. Os teores de lipídios e cinzas registrados na Tabela 4, da mesma forma que para as proteínas, estão dentro da faixa reportada por Massa et al. (2007), para a população Bonaerense, para a qual são registrados teores de 0,84 a 10,04% e 1,4 a 2,76% para lipídios e cinzas, respectivamente.

Esta variação estacional pode ser melhor elucidada mediante uma análise de componentes principais. A Tabela 5 apresenta a matriz de correlações obtidas entre a composição proximal e os diferentes meses de captura.

Tabela 5 – Matriz de correlações entre a composição proximal e mês de captura.

Variáveis	Correlações				
	Mês	Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas
Mês	1,00				
Umidade	<b>0,68</b>	1,00			
Proteína	0,37	-0,34	1,00		
Lipídios	<b>-0,88</b>	-0,52	-0,58	1,00	
Cinzas	-0,53	-0,11	<b>-0,64</b>	0,47	1,00

De acordo com Vicini (2005), correlações maiores que 0,7 entre variáveis são classificadas como alta correlação. Assim, a análise destes dados revela importante correlação entre o mês de captura e as variáveis umidade e lipídios, indicando que esses fatores podem sofrer influência do mês de captura. Isso se reflete nos maiores teores registrados para os meses de julho e agosto já evidenciados. Também se pode verificar uma correlação moderada entre as variáveis proteína e cinzas, onde os maiores valores são registrados a partir do mês de setembro.

Os autovalores, as porcentagens de variância explicada por componente, bem como, a variância acumulada estão expressos na Tabela 6.

A escolha do número de fatores, que irão compor a análise fatorial, pode levar em conta diferentes critérios (Mardia et al., 1979; Pla, 1986; Vicini, 2005). Um deles está em

incluir, na análise, aqueles componentes que sintetizam uma variância acumulada de 70%. Os dados da Tabela 6 revelam que o primeiro autovalor, representa 57,99% da variância. Por outro lado, de acordo com Mardia et al. (1979), esta seleção de fatores, pode ser realizada em função do próprio valor do componente, incluindo todos os autovalores cujo valor for superior a 1 (Vicini, 2005; Hair Jr., 2009; Guillén-Casla et al., 2011; Lattin et al., 2011). Os dois primeiros fatores se enquadram nesse critério e explicam juntos 88,45% das variações das medidas originais. Essa redução de dimensionalidade, segundo Pereira (2001), é uma medida de ajuste do modelo à análise dos dados, o modelo com dois fatores terá 88,45% de representação real.

Tabela 6 – Autovalores e percentuais de variância explicada por componente.

Número de Componentes	Autovalores			
	Extração dos Componentes Principais			
	Autovalores	% Variância Explicada	Autovalores Acumulados	% Variância Explicada Acumulada
1	<b>2,90</b>	57,99	2,90	<b>57,99</b>
2	<b>1,52</b>	30,46	4,42	<b>88,45</b>
3	0,45	9,02	4,87	97,47
4	0,07	1,44	4,94	98,91
5	0,06	1,09	5,00	100,00

A Tabela 7 expressa a contribuição das variáveis na formação dos componentes principais, a partir de dois fatores, que apresentaram autovalores superiores a 1.

Tabela 7 - Composição dos fatores.

Variáveis	Fator 1	Fator 2
Mês	<b>-0,865346</b>	-0,453660
Umidade	<b>-0,950015</b>	0,258037
Proteína	0,086865	<b>-0,954349</b>
Lipídios	<b>0,721662</b>	0,606178
Cinzas	0,232689	<b>0,798728</b>

A análise da Tabela 7 permite verificar a importância do fator 1 em função dos índices de significância registrados para as variáveis mês de captura, teor de umidade e lipídios. O fator 2 é representado pela concentração de proteínas e cinzas.

A Figura 9 apresenta o círculo de correlação, com a nuvem de variáveis, podendo-se observar que as variáveis estão bem representadas neste plano, encontrando-se próximo da circunferência unitária. As variáveis situadas mais próximas do círculo unitário possuem maior contribuição, em relação as mais afastadas. As variáveis mês e umidade encontram-se no quadrante IV, demonstrando a influência do mês de captura no teor de umidade. No entanto, apesar de não estar no mesmo quadrante, o teor de lipídios (quadrante II), também é influenciado pela época de captura, à medida que os meses avançam (proximidade do verão) o teor de umidade aumenta e o de lipídios diminui. Uma correlação negativa entre os teores de proteínas e cinzas também pode ser observada, pela oposição dos quadrantes (I e III), onde estas variáveis se encontram.

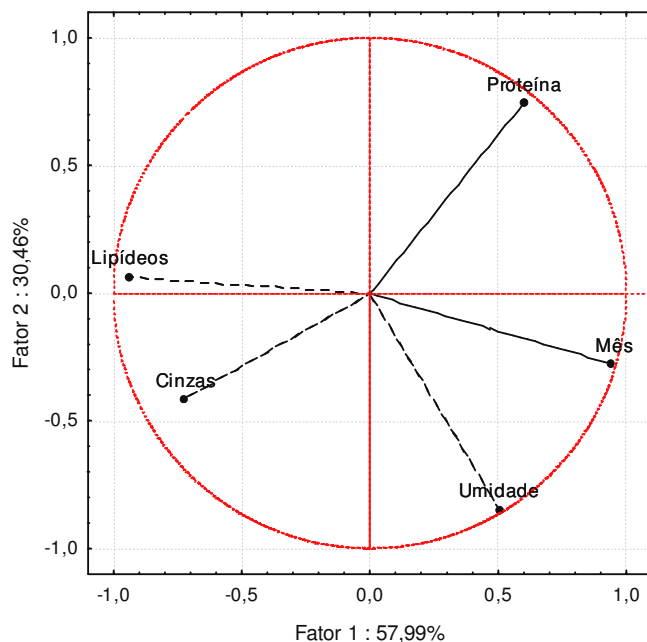


Figura 9 - Distribuição da nuvem de variáveis no círculo de correlações.

Além da época de captura, outros fatores como a disponibilidade de nutrientes irão influenciar diretamente nas características biométricas (Tabela 1) e como consequência, na composição química da espécie. Esses fatores aliados a localização geográfica onde o pescado é capturado podem promover alterações significativas na composição proximal da anchoita (Mattos et al., 1977; Fuselli et al., 1994; Yeannes & Casales, 1995; Cabrer et al., 2002; Garcia & Queiroz, 2007; Yeannes & Casales, 2008; Furlan et al., 2009; Pastous Madureira et al., 2009).

O conhecimento da variação da composição proximal é de importância tecnológica, uma vez que afeta o rendimento, sabor e textura, bem como, a estabilidade das gorduras. Estas variações, principalmente em relação aos teores de lipídios, podem ser observadas

entre as espécies, dentro da mesma espécie e entre as diferentes partes do mesmo peixe (Njinkoué et al., 2002; Yeannes & Almandos, 2003; Chaijan et al., 2004 Drazen, 2007; Domínguez-Petit et al., 2010; Jabeen & Chaudhry, 2011).

A carne escura no pescado apresenta-se com menor conteúdo de umidade em relação à carne branca e, conseqüentemente, maior teor de gordura. Podendo ser levemente menor a concentração em proteína e não apresentar diferenças notórias quanto ao teor de cinzas (Contreras-Guzman, 1994; Ogawa e Maia, 1999, Chaijan et al., 2004). A Tabela 8 demonstra para a *Engraulis anchoita* este comportamento.

Tabela 8 – Composição proximal das diferentes frações de anchoita.

Parâmetros*	Músculo	Músculo	Vísceras
	Branco	Escuro	
Umidade (%)	77,56 ± 0,43 <sup>a</sup>	72,70 ± 1,04 <sup>b</sup>	71,19 ± 0,83 <sup>c</sup>
Proteína (%)	18,14 ± 0,64 <sup>a</sup>	17,47 ± 1,24 <sup>b</sup>	17,08 ± 1,10 <sup>c</sup>
Lipídios (%)	2,64 ± 0,18 <sup>a</sup>	8,18 ± 0,57 <sup>b</sup>	9,23 ± 0,83 <sup>c</sup>
Cinzas (%)	1,66 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,65 ± 0,08 <sup>a</sup>	2,50 ± 0,21 <sup>b</sup>

Média de 10 repetições; letras diferentes na horizontal indicam haver diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre as frações

O maior constituinte, depois do teor de umidade, tanto do músculo escuro como no claro, tal como no músculo do pescado como um todo é a proteína, que perfaz, usualmente, concentrações no intervalo de 11 a 24%, dependendo da espécie, grau de nutrição e estágio de maturação (Spinelli & Dassow, 1982; Contreras-Guzman, 1994; Sikorski, 1994).

O músculo escuro, contem em torno de 2 a 5 vezes mais lipídios que o músculo branco (Sikorski et al., 1990; Sikorski, 1994). A literatura relata para diferentes espécies pelágicas, como sardinhas e mackerel, razões de lipídios entre músculo escuro e claro na ordem de 2,86 a 9,17 vezes maior para o músculo escuro (Njinkoué et al., 2002; Chaijan et al., 2004). Avaliando-se os dados da Tabela 8, observa-se que embora sejam registradas diferenças significativas entre os teores de lipídios existentes nos músculos claro e escuro, esta diferença se faz sentir em torno de 3 vezes maior na anchoita. No que se refere aos valores de umidade, observa-se que o músculo branco apresentou o maior valor (77,56%) se comparado com as demais frações estudadas. Não foram indicadas diferenças para o teor de cinzas entre os músculos claro e escuro. Esta constatação está de acordo Chaijan et al. (2004), tomando como base a avaliação de músculos de sardinha e mackerel.

Não menos importante, é o teor de lipídios registrado para as vísceras (9,23%), que pode ser atribuído à alimentação dos exemplares em análise. Altos índices de carboidratos ou lipídios presentes na dieta têm sido relatados por originar um pescado com maior acúmulo de gordura nas vísceras e com rendimento de abate reduzido (Aléxis et al., 1986;



Suárez et al., 2010). O teor de lipídios encontrado nas vísceras pode ser atribuído ainda a utilização destes órgãos como reserva de energia. Muitas espécies, durante o período de maturação sexual, reduzem sua alimentação e retiram os nutrientes de reservas existentes em seu próprio corpo (Gökçe et al., 2004), como as reservas presentes na carcaça e nas vísceras (Nassour & Leger, 1989). Por outro lado, a gordura depositada na carcaça influencia as características de textura do tecido muscular e de processamento do produto final (Thakur et al., 2002; Thakur et al., 2003; Suárez et al., 2010).

### 3.1.3 Compostos Nitrogenados

Independente do alto valor protéico e da indiscutível qualidade aminoácida da carne de pescado, componentes nitrogenados não protéicos (NNP), são constituintes de importância na caracterização da matéria-prima, por trazerem consigo, atribuições tecnológicas como geração de aroma e sabor, permitindo a aplicação destes atributos no desenvolvimento de formulações artificiais (que imitam, por exemplo, sabor de lagosta ou camarão). Alguns solutos são específicos, ou existem em quantidade relativamente constante e característica para a espécie (Contreras-Guzman, 1994). Estes constituintes são muito empregados como critério de frescor, visto que o aumento de alguns metabolitos típicos permite monitorar o frescor e interpretar o processo de degradação. Entretanto, esses se encontram presentes naturalmente, em pequenas quantidades, no músculo e não apenas quando a carne encontra-se em estágio avançado de degradação (Ruíz-Capillas et al., 2002; Ocaño-Higuera et al., 2009; Ocaño-Higuera et al., 2011).

As variações nos conteúdos de NNP são atribuídas tanto a espécie como a fatores ambientais, como alimentação e habitat (Yeannes et al., 1983; Gudmundsdóttir, 1995; Puwastien et al., 1999; Hjalmarsson et al., 2007; Ruiz-Capillas et al., 2002). A literatura reporta importantes variações quanto aos teores de NNP em função da espécie, abrangendo amplos intervalos como de 6 a 18% do nitrogênio total (NT) (Simidu, 1961; Puwastien et al., 1999; Chaijan et al., 2004; Chaijan et al., 2010).

Na Tabela 9 encontra-se a distribuição de nitrogênio no músculo da anchoita durante o período considerado. Os resultados obtidos indicam que o NNP na anchoita, perfaz em média 13,46% do nitrogênio total (NT), oscilando entre 353 a 393 mg/100g. Esta porcentagem em NNP está dentro dos limites (9 a 18%), reportado por Simidu (1961), para peixes ósseos.

Yeannes et al. (1983), reportam que a anchoita proveniente de distintas capturas, apresentam grande dispersão em seu conteúdo de N-BVT, o que é atribuído a fatores como alimentação, temperatura da água entre outras razões. Para a anchoita amostrada, independente do mês de captura, valores médios de 10,99 mg/100g de músculo foram registrados, o que representa em torno de 2,91% do NNP. Este teor em N-BVT, segundo a

literatura, situa-se na proximidade da concentração (10mg/100) indicada para pescado em excelente estado de frescor (Goulas & Kontominas, 2005; Benjakul et al., 2003; Furlan et al., 2009).

Tabela 9 – Distribuição de nitrogênio (mg/100g) em músculo de anchoita (*Engraulis anchoita*).

Mês	NT	NNP	NP	(NNP/NT) x 100	N-BVT	(N-BVT/NNP) x 100
Julho	2852 <sup>a</sup>	384,95 <sup>a</sup>	2467,05 <sup>a</sup>	13,50 <sup>a</sup>	10,65 <sup>a</sup>	2,77 <sup>a</sup>
Agosto	2840 <sup>a</sup>	390,86 <sup>a</sup>	2449,14 <sup>a</sup>	13,76 <sup>b</sup>	10,85 <sup>ab</sup>	2,76 <sup>a</sup>
Setembro	2974 <sup>b</sup>	393,50 <sup>a</sup>	2580,50 <sup>b</sup>	13,23 <sup>c</sup>	11,05 <sup>b</sup>	2,81 <sup>a</sup>
Outubro	2675 <sup>c</sup>	357,25 <sup>b</sup>	2317,75 <sup>c</sup>	13,36 <sup>ac</sup>	11,58 <sup>c</sup>	3,24 <sup>b</sup>
Novembro	2628 <sup>d</sup>	353,92 <sup>b</sup>	2274,08 <sup>d</sup>	13,47 <sup>a</sup>	10,82 <sup>a</sup>	2,97 <sup>a</sup>
Média	2793,8	376,10	2417,70	13,46	10,99	2,91

Média de 6 repetições; letras diferentes na vertical indicam haver diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre os meses; NT: nitrogênio total; NNP: nitrogênio não protéico; NP: nitrogênio protéico; N-BVT: nitrogênio de bases voláteis totais

### 3.1.4 Perfil de Ácidos Graxos

O crescente interesse em incluir carne de peixe na dieta se deve, principalmente, aos benefícios que o seu conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) pode trazer para saúde (James & Cleland, 1996; Lombardo & Chicco, 2006; Weber et al., 2008). Neste sentido, não apenas o teor de lipídios requer atenção, uma vez que reconhecidamente influenciam nos processos tecnológicos, mas também a composição de seus ácidos graxos quer como um todo ou nas diferentes frações que compõe o pescado. Assim, nas Tabelas 10 e 11, bem como, figuras 10a, 10b e 10c, pode-se observar o perfil de ácidos graxos que compõe as diferentes frações consideradas da anchoita. Observa-se um comportamento clássico para o perfil em ácidos graxos de pescado e ao encontrado para outras espécies de pelágicos, incluindo-se ácidos graxos de cadeia curta (C14) e longa (C20 e C22), com alto grau de insaturação (Saldanha et al., 2008; Huynh & Kitts, 2009; Massa et al., 2007; Czerner et al., 2010).

As figuras 10a, 10b e 10c evidenciam os ácidos graxos majoritários que descrevem o perfil lipídico da anchoita, no que se refere aos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados para as três frações em análise. Observa-se que os ácidos graxos saturados representam 37,22% para o músculo branco e 42,19% (Tabela 10) para o músculo escuro da anchoita nas condições avaliadas, caracterizando-se por apresentar em maior concentração o palmitico (C 16:0), seguindo-se do esteárico (C 18:0) e mirístico (C14:0).

Tabela 10 – Perfil de ácidos graxos.

Ácidos Graxos		Frações Consideradas		
		Músculo Branco	Músculo Escuro	Vísceras
C14	Mirístico	4,72 ± 1,08 <sup>a</sup>	3,51 ± 0,70 <sup>b</sup>	6,10 ± 1,68 <sup>c</sup>
C15	Pentadecanóico	0,17 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,88 ± 0,12 <sup>b</sup>	0,03 ± 0,00 <sup>a</sup>
C16	Palmítico	23,79 ± 1,05 <sup>a</sup>	25,26 ± 2,15 <sup>b</sup>	19,10 ± 0,70 <sup>c</sup>
C17	Heptadecanóico	0,37 ± 0,18 <sup>a</sup>	0,87 ± 0,70 <sup>b</sup>	0,12 ± 0,61 <sup>c</sup>
C18	Esteárico	6,97 ± 0,18 <sup>a</sup>	9,90 ± 0,79 <sup>b</sup>	7,79 ± 0,33 <sup>c</sup>
C20	Araquídico	0,14 ± 0,06 <sup>ab</sup>	0,34 ± 0,29 <sup>a</sup>	0,10 ± 0,09 <sup>b</sup>
C 21	Heneicosanóico	0,50 ± 0,58 <sup>a</sup>	0,10 ± 0,12 <sup>b</sup>	0,26 ± 0,10 <sup>b</sup>
C 22 0	Behenico	0,34 ± 0,20 <sup>a</sup>	0,60 ± 0,15 <sup>b</sup>	0,25 ± 0,12 <sup>a</sup>
C 23	Tricosanóico	0,22 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,73 ± 0,27 <sup>b</sup>	0,84 ± 0,22 <sup>b</sup>
Total Saturados (SFA)		37,22 ± 1,53 <sup>a</sup>	42,19 ± 1,99 <sup>b</sup>	34,59 ± 1,08 <sup>c</sup>
C14 1	Miristoléico	0,54 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,02 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,39 ± 0,01 <sup>a</sup>
C15 1	Pentadecenóico	0,53 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,05 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,73 ± 0,02 <sup>a</sup>
C16 1	Palmitoléico	4,05 ± 0,32 <sup>a</sup>	4,47 ± 0,58 <sup>b</sup>	4,91 ± 0,05 <sup>c</sup>
C17 1	Heptadecenóico	0,62 ± 0,15 <sup>a</sup>	1,94 ± 1,05 <sup>b</sup>	0,51 ± 0,21 <sup>a</sup>
C18 1 ω9 cis	Oléico	8,75 ± 0,18 <sup>a</sup>	7,46 ± 0,80 <sup>b</sup>	11,21 ± 0,68 <sup>c</sup>
C 18 1 ω9 trans	Oléico	1,96 ± 0,05 <sup>a</sup>	4,19 ± 2,21 <sup>b</sup>	2,15 ± 0,24 <sup>a</sup>
C20 1	Eicosanóico	0,36 ± 0,44 <sup>a</sup>	0,50 ± 0,11 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,24 <sup>b</sup>
C 22 1 ω9	Eurúico	1,92 ± 0,81 <sup>a</sup>	1,18 ± 0,10 <sup>b</sup>	2,95 ± 0,42 <sup>c</sup>
Total Monoinsaturados (MUFA)		18,73 ± 0,75 <sup>a</sup>	19,82 ± 1,15 <sup>b</sup>	22,98 ± 0,77 <sup>c</sup>
C18 2 ω6 cis	Linoléico	0,44 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,07 ± 1,61 <sup>b</sup>	0,74 ± 0,08 <sup>c</sup>
C18 2 ω6 trans	Linoléico	0,24 ± 0,27 <sup>a</sup>	0,72 ± 0,31 <sup>b</sup>	0,18 ± 0,04 <sup>a</sup>
C18 3 ω6	γ-Linolênico	2,16 ± 0,36 <sup>a</sup>	0,71 ± 0,18 <sup>b</sup>	2,43 ± 0,35 <sup>c</sup>
C18 3 ω3	Linolênico	0,24 ± 0,14 <sup>a</sup>	0,73 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,26 ± 0,97 <sup>a</sup>
C20 2	Eicosadienóico	0,28 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,28 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,29 ± 0,07 <sup>a</sup>
C 20 3 ω6	Eicosatrienóico	1,60 ± 0,16 <sup>a</sup>	1,60 ± 0,73 <sup>a</sup>	0,68 ± 0,05 <sup>b</sup>
C 20 3 ω3	Eicosatrienóico	0,86 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,04 ± 0,24 <sup>b</sup>
C 20 4 ω6	Araquidônico	2,66 ± 0,12 <sup>a</sup>	2,38 ± 0,74 <sup>b</sup>	2,76 ± 1,02 <sup>a</sup>
C 20 5 ω3	EPA	7,86 ± 0,33 <sup>a</sup>	6,67 ± 0,66 <sup>b</sup>	6,74 ± 0,82 <sup>b</sup>
C 22 2	Docosadienóico	0,87 ± 1,10 <sup>a</sup>	0,35 ± 2,29 <sup>b</sup>	0,47 ± 0,31 <sup>b</sup>
C22 6 ω3	DHA	26,85 ± 2,28 <sup>a</sup>	23,48 ± 3,84 <sup>b</sup>	27,84 ± 1,69 <sup>c</sup>
Total Poliinsaturados (PUFA)		44,05 ± 2,10 <sup>a</sup>	37,99 ± 2,85 <sup>b</sup>	42,43 ± 2,55 <sup>c</sup>

Letras diferentes na horizontal indicam haver diferença significativa entre as frações consideradas ( $p \leq 0,05$ );  $n=3$

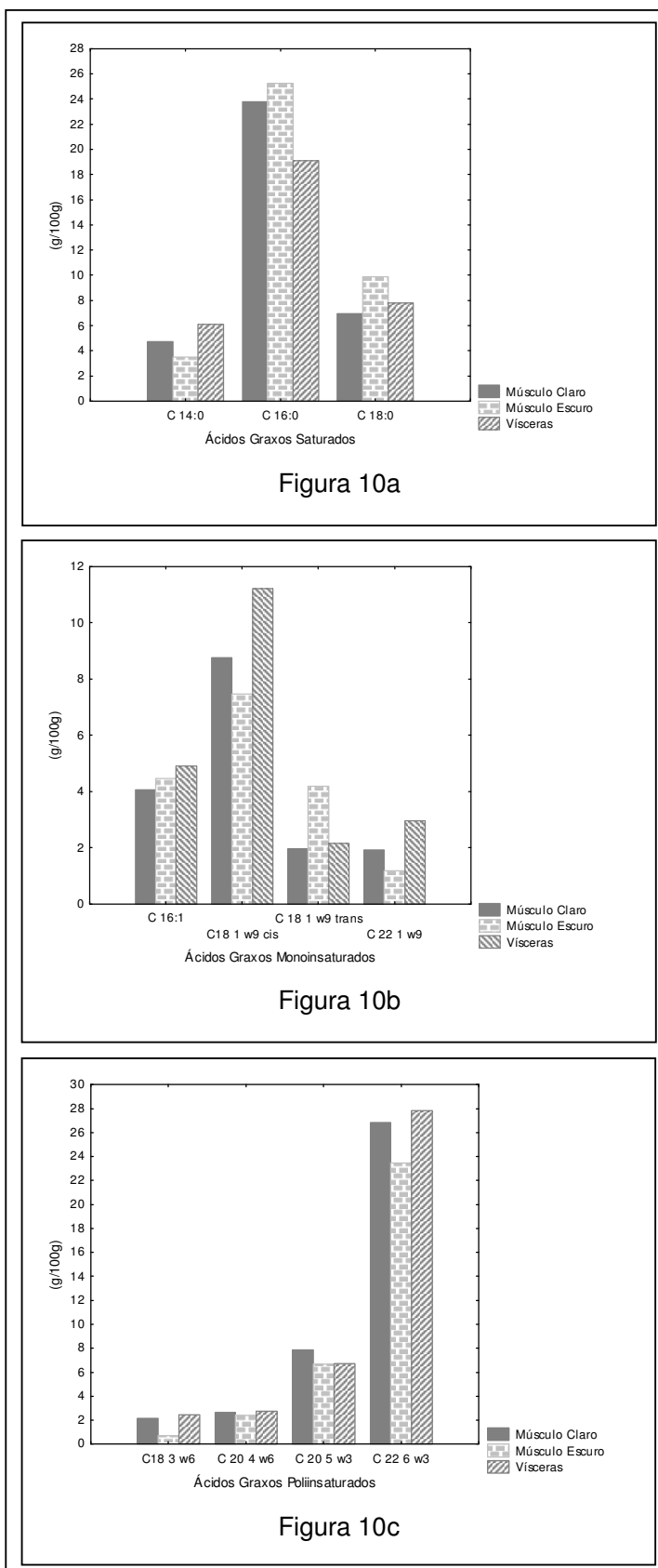


Figura 10 – Ácidos graxos majoritários da anchoita (*Engraulis anchoita*).

Tabela 11 – Principais ácidos graxos que compõem as frações consideradas de anchoita.

Ácidos Graxos	Músculo Branco	Músculo Escuro	Vísceras
PUFA / SFA	1,18 <sup>a</sup>	0,90 <sup>b</sup>	1,23 <sup>a</sup>
Σ EPA + DHA (g/100g)	34,71 <sup>a</sup>	30,15 <sup>b</sup>	34,58 <sup>a</sup>
Σ ω6 (g/100g)	7,10 <sup>a</sup>	6,48 <sup>b</sup>	6,79 <sup>c</sup>
Σ ω3 (g/100g)	35,81 <sup>a</sup>	30,88 <sup>b</sup>	34,88 <sup>c</sup>
ω3/ω6	5,04 <sup>a</sup>	4,77 <sup>b</sup>	5,14 <sup>a</sup>

PUFA: ácido graxo poliinsaturado; SFA: ácido graxo saturado; Letras diferentes na horizontal indicam haver diferença significativa entre as frações ( $p \leq 0,05$ );  $n=3$

Ainda que tenham sido identificados cerca de 90 ácidos graxos em pescado, não mais de 20 excedem a 1%, e poucos existem em quantidades suficientes para influenciar nas propriedades físicas ou químicas das gorduras. Entre estes podem ser citados o palmítico (C 16:0), o esteárico (C 18:0), o palmitoleico (C 16:1), o oléico (C 18:1 ω9), o araquidônico (C20 4 ω6), o eicosapentaenóico (C 20:5 ω3) e docosaheptaenóico (C22:6 ω3), conforme descrito por Maia (1992). Todos estes de ocorrência significativa (Tabela 10) para o perfil obtido, quer para o músculo branco, escuro ou vísceras.

O ácido palmítico tem sido o componente majoritário para diferentes espécies de pescado, atingindo para algumas espécies concentrações superiores a 30 % dos ácidos graxos totais (Njinkoué et al., 2002; Gokçe et al., 2004; Massa et al., 2007; Huynh & Kitts, 2009; Chaijan et al., 2010; Guil-Guerreiro et al., 2010). Para os exemplares amostrados, a menor concentração foi obtida para as vísceras (19,10%), e a maior para o músculo escuro (25,26%), caracterizando-se o músculo branco por apresentar 23,79%, conforme pode ser constatado na Tabela 10 e Figura 10 a. Considerando o perfil de ácidos graxos definido, apenas o poliinsaturado docosaheptaenóico (DHA – C22:6 ω3), apresentou valores superiores ao palmítico, com maiores concentrações encontrada para as vísceras (27,84%).

Avaliando o perfil de ácidos graxos das vísceras, Tabela 10 e Figura 10b, destaca-se a concentração em monoinsaturados (MUFAs), significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) ao registrado para o músculo claro e escuro, em especial o ácido oléico (11,21%). Njinkoué et al. (2002), relatam para o fígado de Sardinhas, *Sardinella maderensis* e *Sardinella aurita*, predominância em ácido oléico no conteúdo de monoinsaturados. O oléico e o palmitoleico caracterizam-se por serem os monoinsaturados de maior ocorrência no perfil de ácidos graxos da anchoita, independente da porção avaliada. Estes ácidos graxos, tal como para *Engraulis anchoita*, são os monoinsaturados majoritários registrados, para diferentes espécies de peixes (Massa et al., 2007; Palmeri et al., 2008; Saldanha et al., 2008; Huyn & Kitts, 2009; Czerner et al., 2010).

No que se refere aos ácidos graxos poliinsaturados, verifica-se que estes representam as maiores concentrações do perfil em análise, perfazendo, 44,05, 37,99 e 42,43%, para o músculo branco, escuro e vísceras, respectivamente (Tabela 10). A temperatura tem sido considerada como importante influência no grau de insaturação de ácidos graxos. Em regiões onde predominam baixas temperaturas há um aumento na insaturação para compensar a fluidez de membrana. Massa et al. (2007), avaliando o perfil de ácidos graxos de populações Bonaerense e Patagônicas de anchoita, registraram maiores concentrações de PUFAs para os exemplares Patagônicos.

Comparando os perfis obtidos neste trabalho, ainda que definido para porções do pescado (músculo claro e escuro), e não para o filé propriamente dito (Tabela 10 e Figura 10 c), observa-se maior compatibilidade com o perfil descrito para a população Bonaerense. No entanto, com importante diferença em relação ao DHA (C22:6  $\omega$ 3), tendo sido descrito 11,78 e 20,22%, para as populações Bonaerense e Patagônica, respectivamente, e para a *Engraulis anchoita* da costa sul do Brasil índices de 26,85% (músculo branco) e 23,48% (músculo escuro). Nakamura et al. (2007), relatam para o músculo claro de *Tunnus orientalis*, valores de DHA de 21,5% e EPA (C20:5  $\omega$ 3) de 6,4%. Para a anchoita da costa sul do Brasil, um percentual de 7,86% de EPA foi encontrado para o músculo claro (Tabela 10). Avaliando-se os dados neste sentido, verifica-se que Massa et al. (2007), reportam valores de EPA (9,38%), superiores ao registrado no presente trabalho. Este comportamento, que altas concentrações de DHA se refletem em menores teores de EPA, é descrito para diferentes espécies de peixes (Chaijan et al., 2006; Nakamura et al., 2007; Huynh & Kitts, 2009; Czerner et al., 2010).

O perfil de ácidos graxos do pescado pode variar, entre as espécies e dentro da mesma espécie, em função uma série de fatores como sexo, tamanho, estação do ano, ciclo reprodutor, temperatura, sanidade, localização geográfica e alimentação (Yeannes & Almandos, 2003; Njinkoué et al., 2002; Rodríguez et al., 2004). A concentração de alguns ácidos graxos, em especial, os das séries ômega-3 e ômega-6 pode estar relacionada aos hábitos alimentares de cada espécie. Alterações na concentração, principalmente, dos ácidos graxos EPA e DHA tem sido observados por outros autores em função da utilização de diferentes dietas (Luther et al., 2007; Grigorakis et al., 2010). Em geral, espécies que consomem principalmente fitoplâncton e algas apresentam teores elevados desses ácidos graxos, se comparadas com espécies que apresentam outros hábitos alimentares (Hultin et al., 1992; Luzia et al., 2003; Jabeen & Chaudhry, 2011).

Os benefícios à saúde atribuídos a uma dieta rica em PUFAs são devido à duas famílias bioquímicas,  $\omega$ 3 e  $\omega$ 6, com diferentes efeitos biológicos (James & Cleland, 1996). Em geral, lipídios de espécies marinhas são caracterizados por apresentar baixos índices de ácido linoléico (C 18:2  $\omega$ 6) e linolênico (C 18:3  $\omega$ 3), bem como, altas concentrações de ácidos

graxos poliinsaturados de cadeia longa da série  $\omega$  3 (Steffens, 1997), sendo que os ácidos graxos da família  $\omega$ 6 apresentam concentrações inferiores aos da  $\omega$ 3 (Green & Selivonchich, 1987), comportamento que pode ser avaliado nas Tabelas 10 e 11. Em óleos de peixe a série  $\omega$ 6 geralmente representa menos que 5% do total de ácidos graxos (Ratnayake et al., 1989), registrando-se para os músculos claro e escuro, dos exemplares amostrados, 7,10 e 6,48%, respectivamente.

Os altos valores de DHA podem ser justificados ainda pela condição de pelágico ocupada pela anchoita, uma vez que o DHA encontra-se em maiores concentrações no músculo de peixes desta categoria (Medina et al., 1995; Murase & Saito, 1996). Os dados da Tabela 11 revelam que o somatório de EPA e DHA para as diferentes porções analisadas atingem valores maiores que 30 g/100g. O valor da relação PUFA/SFA obtida para as frações avaliadas da *Engraulis anchoita* foi superior ao mínimo (0,45) recomendado pelo Departamento de Saúde do Reino Unido (HMSO, 1994).

Considerando que a relação  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 em peixes marinhos, satisfatória para consumo humano, varia de 5 a 10 (Ahlgren et al., 1994), ambas as frações comestíveis apresentaram-se dentro do limite estipulado, tendo o músculo escuro uma relação inferior ao branco. Este resultado caracteriza a fração comestível da anchoita como matéria-prima rica em PUFA e ácidos graxos da família  $\omega$ 3 e  $\omega$ 6, tendo em vista a excelente relação  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 obtida para o músculo branco (5,04) e razão PUFA/SFA (1,18).

#### 4 CONCLUSÃO

A análise dos dados permitiu concluir que o estoque de anchoita (*Engraulis anchoita*) capturado no Sul do Brasil, entre os meses de julho e novembro, apresenta importante variabilidade biométrica, obtendo-se tamanhos mínimo e máximo entre 8 e 16 cm, bem como, valores de pesos variando entre 4 e 28 g. O estoque caracterizou-se por apresentar um coeficiente angular para a equação de regressão, obtida a partir da relação peso-comprimento, de 2,84.

Considerando as diferentes frações que compõe o peixe (músculo claro, escuro e vísceras), a porção comestível da espécie em estudo, composta de músculo claro e escuro, apresentou rendimento de 51,88%, em relação ao pescado inteiro, correspondendo os músculos claro e escuro a 84,52 e 15,48%, respectivamente.

Os dados de composição proximal indicaram uma forte correlação entre o mês de captura e os teores de umidade e lipídios. Com relação a composição proximal das frações avaliadas, o músculo claro caracterizou-se por apresentar maior valor de umidade. Os maiores teores de lipídios foram observados para as vísceras e músculo escuro. A

concentração de proteína não apresentou variações importantes entre as frações estudadas, registrando-se os maiores valores para o músculo claro.

O NNP perfaz em média 13,46% do NT, sendo registradas concentrações no intervalo de 353 a 393 mg/100g de músculo, obtendo-se os maiores valores médios de NT, NNP e NP para os exemplares capturados no mês de setembro.

O perfil lipídico da anchoita caracterizou-se por apresentar ácidos graxos de cadeia curta (14 C) e longa (20 e 22 C), com alto grau de insaturação. Os ácidos graxos saturados predominantes foram o palmítico e o esteárico, registrando-se os maiores índices para o músculo escuro. No que se refere aos monoinsaturados as maiores concentrações foram registradas para as vísceras, destacando-se o ácido oléico. O maior teor de PUFA foi obtido para o músculo branco, predominando em especial o EPA e o DHA.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahlgren, G.; Blomqvist, P.; Boberg, M.; Gustafsson, I. B. Fatty acid content of the dorsal muscle – An indicator of fat quality in freshwater fish. **Journal of Fish Biology**, v.45, p.131-157, 1994.

Alexis, M.A.; Theochari, V.; Papaparaskaeva-Papoutsoglou, E.G. Effect of diet composition and protein level on growth, body composition, haematological characteristics and cost of production of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**, v.58, p.75–85, 1986.

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists. 2006.

Bagenal, T. B.; Tesch, F. W. Age and growth. In: Bagenal, T. (Ed.), *Methods for Assessment of Fish in Freshwaters*, 3<sup>rd</sup> Edition. IBP Handbook No. 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 101-136 (Chapter 5), 1978.

Bertoldi, F. C. **Efeito do *Lactobacillus casei* subsp. *casei* atcc 393 na redução do sabor amargo da carne escura de atum (*Euthynnus pelamis*)**. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias. Dissertação de Mestrado, Florianópolis, 2003.

Bertolotti, M. I.; Manca, E. Processamiento y comercializacion de la anchoita (*Engraulis anchoita*) del mar Argentino. **Revista de Investigacion y Desarrollo Pesquero**, n.5, p.224-246, 1986.

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.

Birkeland, S.; Røra, A. M. B.; Skara, T.; Bjerkeng, B. Effects of cold smoking procedures and raw material characteristics on product yield and quality parameters of cold smoked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fillets. **Food Research International**, v.37, p.273–286, 2004.



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

Brasil. **Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Qualidade Ambiental**. Programa REVIZEE – Relatório Executivo. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva. p.207-242. In: Haimovici, M., Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., Cergole, M. C., Madureira, I. S. P., Bernardes, R. A., Ávila-da-silva, A. O. Recursos Pesqueiros da Região Sudeste-Sul, 2006.

Bone, Q. **Locomotor muscle**. In: Randall, D.J.; Conte, F. P. Fish physiology. V. VIII. New York: Academic Press. p.361-424, 1978.

Cabrer, A. I.; Casales, M. R.; Yeannes, M. I. Physical and chemical changes of anchovy (*Engraulis anchoita*) flesh during marinating. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 11, n. 1, p. 19-30, 2002.

Casales, M. R.; Capaccioni, M. E.; Yeannes, M.I. Obtainment of equilibrium times and diffusion coefficients of acid and salt to design the marinating process of *Engraulis anchoita* fillets. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.4; p.933-937, 2009.

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, 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. Síntese sobre a anchoita (*Engraulis anchoita*) no Sul do Brasil. In: M. Haimovici (ed.). A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: Levantamento de dados e avaliação crítica, p.197-217. Brasília: MMA/SMCQ. 21p. 2007

Chaijan, M.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Faustman, C. Characteristics and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. **Food Research International**, v.37, p.1021-1030, 2004.

Chaijan, M.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Faustman, C. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. **Food Chemistry**, v.99, p.83-91, 2006.

Chaijan, M.; Jongjareonrak, A.; Phatcharat, S.; Benjakul, S.; Rawdkuen, S. Chemical compositions and characteristics of farm raised giant catfish (*Pangasianodon gigas*) muscle. **LWT- Food Science and Technology**, v.43, p.452-457, 2010.

Contreras-Guzmán, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994. 409 p.

Czerner, M.; Tomás, M. C.; Yeannes, M. I. Ripening of salted anchovy (*Engraulis anchoita*): development of lipid oxidation, colour and other sensorial characteristics. **J. Sci. Food Agric.**, 2010.

Domínguez-Petit, R.; Saborido-Rey, F.; Medina, I. Changes of proximate composition, energy storage and condition of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) through the spawning season. **Fisheries Research**, v.104, p.73–82, 2010.

- Drazen, J. C. Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific. **Deep-Sea Research I**, v. 54, p.203–219, 2007.
- Dulcic, J.; Kraljevic, M. Weight-length relationships for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). **Fisheries Research**, v.28, p.243-251, 1996.
- Folch, J.; Less, M.; Stanley, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p.497-509, 1957.
- 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.
- Fuselli, S. R.; Casales, M. R.; Fritz, R.; Yeannes, M. I. A typical Microorganisms in Cold Marinated Anchovies (*Engraulis anchoita*) Filled with Corn Oil and Spices. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 12, n. 1, p. 55-65, 2003.
- Furlan, V. J. M.; Silva, A. P. R.; Queiroz, M. I. Avaliação da eficiência de extração de compostos nitrogenados da polpa de anchoíta (*Engraulis anchoita*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.4, p.834-839, 2009.
- Garciarena, A. D.; Hansen, J. E. Analisis de las capturas comerciales de anchoita al norte de 41° de latitud por parte de la flota argentina durante el año 2005. Inf. Tec. Int. **Instituto Nacional de Investigacion y Desarrollo Pesquero (INIDEP)** 15/06. 14 pp., 2006.
- Garcia, L.; Queiroz, M.I. Avaliação da polpa e da base proteica de anchoita (*Engraulis anchoita*) armazenada sob congelamento e desidratada. In Avaliação das propriedades funcionais da anchoita (*Engraulis anchoita*) e das modificações produzidas durante o armazenamento em gelo e água do mar e no processamento, p. 76–101. Programa de pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande-RS, Brasil. Dissertação de Mestrado, 146 p., 2007.
- Garcia-Torchelsen; L., Treptow, R. O., Porciuncula, B. D., Queiroz, M. I. Caracterização do odor da anchoíta (*Engraulis anchoíta*) armazenada em gelo e água do mar. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 249-257, 2008.
- Gehring, C. K.; Gigliotti, J. C.; Moritz, J. S.; Tou, J. C.; Jaczynski, J. Functional and nutritional characteristics of proteins and lipids recovered by isoelectric processing of fish by-products and low-value fish: A review. **Food Chemistry**, v.124, p.422–431, 2011.
- Gökçe; M. A.; Tasbozan; O.; Çelik; M.; Tabakoglu, S. S. Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). **Food Chemistry**, v. 88, p. 419-423, 2004.
- Gomiero, J. S. G.; Ribeiro, P. A. P.; Ferreira, M. W.; Logato, P. V. R. Rendimento de carcaça de peixe matrinxã (*Brycon cephalus*) nos diferentes cortes de cabeça. **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.1, p.211-216, 2003.
- Gonçalves, J. M. S.; Bentes, L.; Lino, P. G.; Ribeiro, J.; Canário, A. V. M.; Erzini, K. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. **Fisheries Research**, v.30, p.253-256, 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, n. 3, p.511-520, 2005.

Green, D. H. S.; Selivonchich, D. P. Lipid metabolism in fish. **Progress in Lipid Research**, v.26, p.53-85, 1987.

Grigorakis, K.; Giogios, I.; Vasilaki, A.; Nengas, I. Effect of the fish oil, oxidation status and of heat treatment temperature on the volatile compounds of the produced fish feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, p.73-84, 2010.

Gudmundsdóttir, G. The effect of raw material handling on salt uptake, texture, taste, chemical and biochemical changes in spicesalted herring [M.Sc. thesis]. University of Iceland, Reykjavík, Iceland. p. 72. 1995.

Guil-Guerrero, J. L.; Venegas-Venegas, E.; Rincón-Cervera, M. A.; Suárez, M. D. Fatty acid profiles of livers from selected marine fish species. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2010.

Guillén-Casla, V.; Rosales-Conrado, N.; León-González, M. E.; Pérez-Arribas, L. V.; Polo-Díez, L. M. Principal component analysis (PCA) and multiple linear regression (MLR) statistical tools to evaluate the effect of E-beam irradiation on ready-to-eat food. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, p.456–464, 2011.

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.

Hair Jr., J. F.; Black, W. C.; Babin, B. J.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre: Bookman, 688p., 2009.

Hansen, J. E.; Cousseau, M. B.; Gru, D. L. Características poblacionales de la anchoíta (*Engraulis anchoíta*) de Mar Argentino. Parte I. El largo medio al primer año de vida, crecimiento y mortalidad. **Rev. Invest. y Des. Pesq.**, v.4, p.21-48, 1984.

Hansen, J.E. Anchoita (*Engraulis anchoíta*). In: R.P. Sanchez and S.I. Bezzi, (eds.) El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 4. Los peces marinos de interés pesquero. Caracterización biológica y evaluación del estado de explotación, pp. 101–115. Publ. Espec. **Instituto Nacional de Investigacion y Desarrollo Pesquero (INIDEP)**, 15 p., 2004.

Hansen, J. E.; Buratti, C. C.; Garcarena, A. D. Diagnóstico de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al sur de 41°S, y estimación de capturas biológicamente aceptables durante el año 2006. Inf. Tec. Int. **Instituto Nacional de Investigacion y Desarrollo Pesquero (INIDEP) 02/06**, 13 p., 2006.

Hjalmarsson, G. H.; Park, J. W.; Kristbergsson, K. Seasonal effects on the physicochemical characteristics of fish sauce made from capelin (*Mallotus villosus*). **Food Chemistry**, v.103, p.495–504, 2007.

Hmso, UK. Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects no. 46). London: HMSO, 1994.

Hultin, H. O.; Decker, E. A.; Kelleher, S. D.; Osinchak, J. E. Control of Lipid Oxidation Process in Minced Fatty Fish. In: Blich, E. G. **Seafood, Science and Technology**. Halifax, p.93-100, 1992.

Huynh, M. D.; Kitts, D. D. Evaluating nutritional quality of pacific fish species from fatty acid signatures. **Food Chemistry**, v.114, p.912–918, 2009.

Jabeen, F.; Chaudhry, A. S. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. **Food Chemistry**, v.125, p.991-996, 2011.

James, M.J.; Cleland, L.G. Dietary polyunsaturated fats and inflammation. **Proceed. Nutr. Soc. Aust.**, v. 20, P.71–77, 1996.

Kolher, N.; Casey, J.; Turner, P. Length±weight relationships for 13 species of sharks from the western North Atlantic. **Fish. Bull.**, v.93, p.412-418, 1995.

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

Lattin, J.; Carroll, J. D.; Green, P. E. **Análise de Dados Multivariados**. São Paulo: Cengage Learning, 455p., 2011.

Lombardo, Y.; Chicco, A. G. Effects of dietary polyunsaturated n-3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodents and humans, A review. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 17, p. 1-13, 2006.

López-Albors, O.; Gil, F.; Ramírez Zarzosa, G.; Vázquez, J.M.; Latorre, R.; García Alcázar, A.; Arencibia, A.; Moreno, F. Muscle development in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*, L.) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.): further histochemical and ultrastructural aspects. **Anat. Histol. Embryol.**, v.27, p.223– 229, 1998.

Lourenço Filho, R. C. B. **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 223p., 1987.

Luther, M.; Parry, J.; Moore, J.; Meng, J.; Zhang, Y.; Chen, Z.; Liangli, y. Inhibitory effect of Chardonnay and black reaspberry seed extracts on lipid oxidation in fish oil and their radical scavenging and antimicrobial properties. **Food Chemistry**, v.104, p.1065-1073, 2007.

Luzia, L. A.; Sampaio, G. R.; Castellucci, C. M. N.; Torres, E. A. F. S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, v.83, n.1, p.93–97, 2003.

Macedo-Viegas, E. M.; Frascá-Scorvo, C. M. D.; Vidotte, R. M.; Secco, E. M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e rendimento de processamento da matrinxã cultivada (*Brycon cephalus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, Paraná, v.22, n.3, p.729-732, 2000.

Madureira, L. S. P.; Habiaga, R. P.; Gonçalves, A.; Greig, A. B.; Duvoisin, A. C.; Soares, C. F.; Fuse, I. Y.; Caldeira, F. G.; Carvalho, L. R.; Weigert, S. C.; Saldo, P. A. E Ferreira, C. S. Prospecção de recursos pelágicos por método hidroacústico na plataforma, talude e região oceânica da costa Central do Brasil. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, **Série Documentos REVIZEE: Score Sul**, 56 p., 2004.

Madureira, L. S. P.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. Prospecção de recursos pesqueiros pelágicos na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: hidroacústica e biomassas. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, **Série Documentos REVIZEE: Score Sul**, 144 p., 2005.

Madureira, L. A S. P.; Castello, J.; Queiroz, M. I.; Prentice-Hernández, C.; Augusto-Ruiz, W.; Espírito-Santo, M. L. P.; Abdallah, P. R.; Schwingel, P. R. **Projeto: Pesca de Anchoita (*Engraulis anchoita*) 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 CNPq / SEAP-PR / FURG. 122p., 2007.**

Maia, E. L. Caracterização dos constituintes lipídicos e composição em aminoácidos de peixes de água doce. **Tese de Doutorado**, Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP, Brasil, 1992.

Mardia, K.V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M. **Multivariate analysis**. London: Academic, 1979.

Martin-Smith, K.H. Length/weight relationships of fishes in a diverse tropical freshwater community, Sabah, Malaysia. **J. Fish Biol.**, v.49, p.731–734, 1996.

Massa, A. E.; Yeannes, M. I.; Manca, E. A. Ácidos grasos poliinsaturados de la série omega-3 en ejemplares bonaerenses y patagónicos de anchoita argentina. **Revista Aceites y Grasas**, v.69, p.568-572, 2007.

Mayrat, A. Allometric el taxinomie. *Rév. Stat. Appl.*, v.18, p.47-58, 1970.

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. **Proceedings of the Conference Tropical Products Institute**, London, 1977.

Medina, I.; Auboug, S. P.; Martin, R. P. Composition of phospholipids of white muscle of six tuna species. **Lipids**, v.30, p.1127–1135, 1995.

Metcalf, L. D.; Schmitz, A. A.; Pelka, J. R. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatography analysis. **Analytical Chemistry**, v. 38, p. 514-515, 1966.

Morey, G.; Moranta, J.; Massutí, E.; Grau, A.; Linde, M.; Riera, F.; Morales-Nin, B. Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. **Fisheries Research**, v.62, p.89–96, 2003.

Murase, T.; Saito, H. The docosahexaenoic acid content in the lipid of albacore *Thunnus alalunga* caught in the two separate localities. **Fisheries Science**, v.62, p.634–638, 1996.

Nakamura, Y.; Ando, M.; Seoka, M.; Kawasaki, K.; Tsukamasa, Y. Changes of proximate and fatty acid compositions of the dorsal and ventral ordinary muscles of the full-cycle cultured Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* with the growth. **Food Chemistry**, v.103, p.234–241, 2007.

Nassour, I.; Leger, C. L. Deposition and mobilisitaion of body fat during sexual maturation in female trout (*Salmo gairdneri*R.). **Aquatic Living Resources**, v.2, p.153–159, 1989.

Njinkoue, J. M.; Barnathan, G.; Miralles, J.; Gaydou, E. M.; Samb, A. Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v.131, p.395–402, 2002.

Ocaño-Higuera, V.M.; Marquez-Ríos, E.; Canizales-Dávila, M.; Castillo-Yáñez, F.J.; Pacheco-Aguilar, R.; Lugo-Sánchez, M.E.; García-Orozco, K.D.; Graciano-Verdugo, A.Z. Postmortem changes in cazon fish muscle stored on ice. **Food Chemistry**, v.116, p.933–938, 2009.

Ocaño-Higuera, V. M.; Maeda-Martínez, A.N.; Marquez-Ríos, E.; Canizales-Rodríguez, D.F.; Castillo-Yáñez, F.J. ; Ruíz-Bustos, E.; Graciano-Verdugo, A.Z.; Plascencia-Jatomea, M. Freshness assessment of ray fish stored in ice by biochemical, chemical and physical methods. **Food Chemistry**, v.125, p.49–54, 2011.

Ogawa, M.; Maia, E. **Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. v.1. Ed. Varela, SP, 430p., 1999.

Palmeri, G.; Turchini, G. M.; Caprino, F.; Keast, R.; Moretti, V. M.; Silva, S. S. Biometric, nutritional and sensory changes in intensively farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*, Mitchell) following different purging times. **Food Chemistry**, v.107, p.1605–1615, 2008.

Pastous Madureira, L.S.; Castello, J.P.; Prentice-Hernández, C.; Queiroz, M.I.; Espírito Santo, M.L.; Ruiz, W.A.; Raggi Abdallah, P.; Hansen, J.; Bertolotti, M.I.; Manca, E.; Yeannes, M.I.; Avdalov, N.; Fernández Amorín, S. **Current and potential alternative food uses of the Argentine anchoita (*Engraulis anchoita*) in Argentina, Uruguay and Brazil**. In M.R. Hasan and M. Halwart (eds). Fish as feed inputs for aquaculture: practices, sustainability and implications. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 518. Rome, FAO, p. 269–287, 2009.

Pereira, J. C. R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**. São Paulo: Edusp, 2001.

PLA, E. L. **Analisis multivariado: método de componentes principales**. Falcón: Coro, 1986.

Puwastien, P.; Judprasong, K.; Kettwan, E.; Vasanachitt, K.; Nakngamanong, Y.; Bhattacharjee, L. Proximate Composition of Raw and Cooked Thai Freshwater and Marine Fish. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.12, p.9-16, 1999.

Ratnayake, M.W.N.; Olson, B.; Ackman, R.G. Novel branched-chain fatty acids in certain fish oils. **Lipids**, v.24, p.630–637, 1989.

Richter, H. C.; Luckstadt, C.; Focken, U.; Becker, K. An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v.48, p.255-264, 2000.

Ricker, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bull. Fish. Res. Bd. Can.**, v.191, n.382, 1975.

Rosa, A.; Menezes, G.; Melo, O.; Pinho, M. R. Weight-length relationships of 33 demersal fish species from Azores archipelago. **Fisheries Research**, v.80, p.329–332, 2006.

Rodríguez, C.; Acosta, C.; Badía, P.; Cejas, J. R.; Santamaría, F. J.; Lorenzo, A. Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part B, v.139, p.619–629, 2004.

Ruíz-Capillas, C.; Moral, A.; Morales, J.; Montero, P. Characterisation of non-protein nitrogen in the Cephalopods volador (*Illex coindetii*), pota (*Todaropsis eblanae*) and octopus (*Eledone cirrhosa*). **Food Chemistry**, v.76, p.165–172, 2002.

- Safran, P. Theoretical analysis of the weight-length relationships in the juveniles. **Mar. Biol.**, v.112, p.545–551, 1992.
- Saldanha, T.; Benassi, M. T.; Bragagnolo, N. Fatty acid contents evolution and cholesterol oxides formation in Brazilian sardines (*Sardinella brasiliensis*) as a result of frozen storage followed by grilling. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, p. 1301–1309, 2008.
- Sänger, A. M.; Stoiber, W. **Muscle fiber diversity and plasticity**. In: Johnston, I. A. Muscle development and growth. London: Academic Press, v.8, p.187-250, 2001.
- Santos, S. B.; Melo, J. F. B.; Lopes, P. R. S. Estado da carcaça do cascudo *Hypostomus commersonii* na região de Uruguaiana – RS/Brasil. In: Encontro Sul Brasileiro Riograndense de Técnicos em Aquicultura, v.6, 1995, Ibirubá. **Anais...** Porto Alegre: [ s.n.], p.70-76, 1995.
- Santos, M. N.; Gaspar, M. B.; Vasconcelos, P.; Monteiro, C. C. Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal). **Fisheries Research**, v.59, p.289-295, 2002.
- Santos, A. M.; Siliprandi, C. C.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. Aspectos biológicos de cinco espécies da ictiofauna associada a pesca exploratória de sardinha-verdadeira no Sudeste-Sul do Brasil (22°S e 29°S), Ecosar 2008-2009. **Anais...** III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO, Rio Grande, RS, 2010.
- Scapolo, P.A.; Veggetti, A.; Mascarello, F.; Romanello, M.G. Developmental transitions of myosin isoforms and organization of the lateral muscle in the teleost *Dicentrarchus labrax* (L.). **Anat. Embryol.**, v.178, p.287– 295, 1988.
- 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.
- Shahidi, F.; Kamil, Y. V. A. J. Enzymes from fish and aquatic invertebrates and their application in the food industry. **Trends in Food Science & Technology**, v.12, p.435–464, 2001.
- Simidu, W. **Nonprotein nitrogenous compounds**. In: Fish as Food. Ed. G. Borgstrom, Academic Press, New York and London, v.1, p.353-384, 1961.
- Simões, M. R.; Ribeiro, C. F. A.; Ribeiro, S. C. A.; Park, K. J. Murr, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Cienc. Tecnol. Aliment.**, v.27, n.3, p.608-613, 2007.
- Slizyte, R.; Dauksas, E.; Falch, E.; Storrø, I.; Rustad, T. Yield and composition of different fractions obtained after enzymatic hydrolysis of cod (*Gadus morhua*) by-products. **Process Biochemistry**, v.40, p.1415–1424, 2005.
- Sikorski, Z. E.; Kolakowska, A.; Pan, B. S. **The nutritive composition of the major groups of marine food organisms**. In: Z. E. Sikorski (Ed.), Seafood: Resources, nutritional composition, and preservation (pp. 30–54). Boca Raton, FL: CRC Press. 1990.
- Sikorski, Z. E. **The myofibrillar proteins in seafoods**. In: Z. E. Sikorski, B. S. Pan, F. Shahidi (Eds.), Seafood proteins (pp. 40–57). New York: Chapman & Hall., 1994.

Souza, M. L. R.; Marengoni, N. G.; Pinto, A. A.; Caçador, W. C. Rendimento do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): tipos de cortes da cabeça em duas categorias de peso. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 701-706, 2000.

Spinelli, J.; Dassow, J. A. Fish proteins: their modification and potential uses in the food industry. In: R. E. Martin, G. J. Flick, D. R. Ward (Eds.). **Chemistry & biochemistry of marine food products**, p. 13–25, 1982.

Steffens, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. **Aquaculture**, v.151, p.97-119, 1997.

Suárez, M.D.; Martínez, T.F.; Sáez, M.I.; Morales, A.E.; García-Gallego, M. Effects of dietary restriction on post-mortem changes in white muscle of sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v. 307, p.49–55, 2010.

Thakur, D.P.; Morioka, K.; Itoh, Y.; Obatake, A. Influence of muscle biochemical constituents on the meat texture of cultured yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) at different anatomical locations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, p.1541–1550, 2002.

Thakur, D.P.; Morioka, K.; Itoh, Y.; Obatake, A. Lipid composition and deposition of cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata* muscle at different anatomical locations in relation to meat texture. **Fisheries Science**, v.69, 487, 2003.

Torres, J. A.; Chen, Y. C.; Rodrigo-Garcia, J.; Jaczynski, J. **Recovery of byproducts from seafood processing streams**. In F. Shahidi (Ed.), Maximising the value of marine by-products (pp. 65–90). Boca Raton, USA: CRC Press, 2007.

Veggetti, A.; Mascarello, F.; Scapolo, P.A.; Rowlerson, A. Hyperplastic and hypertrophic growth of lateral muscle in *Dicentrarchus labrax* (L.): an ultrastructural and morphometric study. **Anat. Embryol.**, v.182, p.1 –10, 1990.

Vicini, L. Análise multivariada da teoria à prática. Curso de Especialização. Universidade Federal de Santa Maria : UFSM, CCNE, 215p., 2005.

Weber, J.; Bochi, V. C.; Ribeiro, C. P.; Victório, A. M.; Emanuelli, T. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) filets. **Food Chemistry**, v. 106, p. 140-146, 2008.

Yeannes, M. I.; Valle, C. E.; Lupín, H. M. Generación de bases nitrogenadas volátiles durante el proceso de elaboración de conservas de pescado. **Agroquímica Tecnología de Alimentos**, v.23, n.4, p.585-590, 1983.

Yeannes, M. I.; Casales, M. R. Estudio de las variables de proceso de marinados de anchoita (*E. anchoita*). **Alimentaria**, maio, p. 87-91, 1995.

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

Yeannes, M. I.; Casales, M. R. Modifications in the chemical compounds and sensorial attributes of *Engraulis anchoita* fillet during marinating process. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.28, n.4, p.798-803, 2008.



**ARTIGO II: AVALIAÇÃO DOS ÁCIDOS  
GRAXOS DE ANCHOITA (*Engraulis  
anchoita*) ARMAZENADA SOB  
CONGELAMENTO**

## **AVALIAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS DE ANCHOITA (*Engraulis anchoita*) ARMAZENADA SOB CONGELAMENTO**

Liziane Garcia-Torchelsen, Maria Isabel Queiroz

Escola de Química e Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Rua Eng. Alfredo Huch, 475, CEP 96201-900, Rio Grande-RS, Brasil, Tel. +55(53)32338645.

E-mail: mariaisabel.queiroz@pesquisador.cnpq.br; liziane.garcia@riogrande.ifrs.edu.br

### **RESUMO**

O trabalho teve por objetivo determinar o perfil de ácidos graxos da anchoita capturada na região sul do Brasil e avaliar o comportamento destes compostos durante o armazenamento congelado, bem como, o monitoramento de compostos voláteis gerados. Os experimentos foram conduzidos com anchoita (*Engraulis anchoita*) resultante de cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS-Brasil. Os exemplares foram capturados entre a cidade de Rio Grande (32°S, RS-Brasil) e 51°W. Após captura, o pescado foi armazenado a bordo em mistura de gelo e água do mar, na razão 1:1 e nesta condição, transportado ao laboratório de Biotecnologia da FURG e mantido a -18°C. A matéria-prima foi caracterizada quanto à composição proximal, N-BVT, pH e perfil de ácidos graxos. Para o desenvolvimento do trabalho dois lotes de pescado foram utilizados, um correspondente ao mês de julho da safra de 2009 e um segundo ao mês de outubro da safra de 2010. O comportamento dos ácidos graxos durante o armazenamento congelado foi avaliado a partir de amostras do pescado oriundas do primeiro lote. Após um dia de captura (tempo 0) as amostras foram analisadas e posteriormente comparadas com a matéria-prima armazenada sob congelamento considerando 5 períodos de armazenamento (60, 120, 180 e 210 dias). Foi obtido o perfil de voláteis da anchoita congelada durante 60 dias, avaliado em exemplares constituintes do segundo lote. A composição proximal e testes de frescor (N-BVT e pH), foram avaliados segundo metodologia oficial recomendada. Para avaliação cromatográfica, os lipídios foram extraídos utilizando clorofórmio e metanol (2:1) e, após separação das fases e evaporação do solvente, quantificados gravimetricamente. Os ácidos graxos foram derivatizados para a obtenção de ésteres metílicos. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinados em cromatógrafo gasoso modelo Varian 3400CX. A identificação dos picos cromatográficos foi feita pela comparação dos tempos de retenção de cada éster metílico de ácido graxo das amostras com os de uma mistura de padrões (SIGMA-SUPELCO 18919) e a quantificação pela normatização das áreas dos picos. A extração dos compostos voláteis foi executada através do sistema SPME da Supelco, com fibra (DVB/CAR/PDMS) e os voláteis analisados em CG-MS Shimadzu, modelo CG-2010. Os resultados obtidos nesse trabalho permitem demonstrar a influência do armazenamento da anchoita (*Engraulis anchoita*) na modificação dos ácidos graxos, em especial, EPA e DHA, bem como, que os compostos voláteis formados podem ser considerados marcadores na avaliação da qualidade da anchoita congelada.

Palavras-Chave: Compostos voláteis; Congelado; Oxidação; Pescado.

## ABSTRACT

The aim of this work was to determine the profile of fatty acids of the anchovy captured in the South region of Brazil and evaluate the behavior of these composes during the freeze storage, as well as the monitor of generated volatile compounds. The experiments have been conducted with anchovy (*Engraulis anchoita*) provided on cruses made by the Oceanographic Atlantic South Ship of the Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS – Brazil. The samples were captured between Rio Grande city (32°S, RS-Brazil) and 51°W. After the capture, the fish were stored in a mixture of ice and sea water, at 1:1 and in this condition, transported to the Biotechnology Laboratory of FURG and kept at a temperature of -18°C. The raw material was evaluated according to its proximal composition, N-BVT, pH and profile of fatty acids. For the development of the work two allotments of fish were used, one corresponding to the crop of July, 2009 and the second one of the October 2010. The behavior of fatty acids during the freeze storage was evaluated from the samples of the first allotment. After 1 day of capture (time 0) the samples were analyzed and afterwards compared to the raw material stored under freeze considering 5 periods of storage (60, 120, 180 and 210 days). The profile of volatile was evaluated in samples of the second allotment, only to 60 days of storage. The proximal compositions and tests of cool (N-BVT and pH) were evaluated according to recommended methodology. For chromatography evaluation, the lipids were extracted using chloroform and methanol (2:1) and, after the segregation of phases and evaporation of solvent, gravimetrically quantified. The fatty acids were derivatized for the obtainment of methyl esters. The methyl esters of fatty acids were analyzed by gas chromatography, using chromatograph Varian Star Chromatograph 3400CX. The identification of chromatography peaks was made by the comparison of retention time of each methyl esters of fatty acids of the samples with ones of a standard mixture (SIGMA-SUPELCO 18919) and the quantification by the normalization of the peak areas. The extraction of volatile compounds was executed through the system SPME from Supelco, with fiber (DVB/CAR/PDMS) and the volatiles analyzed in CG-SM Shimadzu, model CG-2010. The results obtained in this work allow demonstrating the influence of anchovy (*Engraulis anchoita*) storage in the modification of fatty acids, particularly, EPA and DHA, as well as showing that the volatiles formed during the storage may be a potential rate to evaluate the quality of freeze anchovy.

Keywords: Volatile compounds; Freeze; Oxidation; Fish.

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo de pescado nos últimos anos tem sido relacionado a uma dieta saudável e por trazer importantes benefícios à saúde, como consequência de sua excelente composição nutritiva. Dentre as espécies de peixe que habitam o Sul do Brasil pode-se destacar a anchoita (*Engraulis anchoita*). 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 San Jorge, Argentina (Castello & Castello, 2003). A abundância desta espécie em diferentes épocas do ano, é outro fator de destaque, 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.

Os lipídios marinhos têm sido caracterizados por apresentarem um alto conteúdo de ácidos graxos polinsaturados (PUFA), em particular, ácido eicosapentaenóico (EPA, C 20:5

$\omega$ 3) e docosahexaenóico (DHA, C 22:6  $\omega$ 3) (Pazos et al., 2005; Chaijan et al., 2006; Nakamura et al., 2007; Zlatanov & Laskaridis, 2007; Saldanha et al., 2008; Saldanha & Bragagnolo, 2008; Huynh & Kitts, 2009; Guil-Guerrero et al., 2010). Os ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) podem reduzir o nível de colesterol LDL no sangue, e a eles têm sido atribuídas propriedades antitrombóticas, antiinflamatórias e vasodilatadoras (James & Cleland, 1996; Lombardo & Chicco, 2006; Weber et al., 2008). Os PUFAs podem ajudar a prevenir doenças coronárias, hipertensão, diabetes tipo 2 e resistência a insulina (Simpoulos et al., 2002; Mozaffarian et al., 2005; Weber et al., 2008).

Os lipídios do pescado por serem altamente insaturados são oxidados com mais facilidade, resultando em alterações sensoriais e valor nutricional. A oxidação inicia imediatamente após a captura, mas se torna particularmente importante para a vida útil somente à temperaturas menores que 0°C, quando a taxa de oxidação se torna o maior fator de deterioração do que a atividade microbiana (Ólafsdóttir et al., 1997; Chevalier et al., 2000).

O congelamento é um dos métodos mais utilizados para conservar a qualidade do pescado. Entretanto, durante o armazenamento congelado, a hidrólise e oxidação dos lipídios se tornam importantes fatores para aceitação do pescado, influenciando o desenvolvimento de rancidez, desnaturação das proteínas e alterações na textura (Verma et al., 1995; Saldanha et al., 2008; Czerner et al., 2010). 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 (Pazos et al., 2005)

A deterioração lipídica é um fator determinante na definição do tempo de armazenamento. Este processo gera muitos produtos, incluindo compostos voláteis, no qual a maioria contribui para o desenvolvimento do odor a ranço. A literatura apresenta uma série de trabalhos que demonstram a geração de compostos voláteis durante o processo e armazenamento de pescado, podendo ser considerado parâmetro crítico na determinação da vida útil (Frankel, 1993; Chaijan et al., 2006; Iglesias & Medina, 2008; Jónsdóttir et al., 2008; Saldanha et al., 2008; Iglesias et al., 2009; Palmeri et al., 2009; Selli & Cayhan, 2009; Czerner et al., 2010).

Dimetilamina, trimetilamina, ácidos voláteis e aldeídos têm sido reconhecidos como produto de degradação em pescado (Bene et al., 2001; Ruiz-Capillas et al., 2001; Iglesias & Medina, 2008). Voláteis como 2-hexanal, 4-cis-heptanal, 2,4-trans-heptadienal, têm sido associados como sabor característico a pescado oxidado, descrito como ranço, tinta e bacalhau (Ross & Smith, 2006). Os álcoois 1-octeno-3-ol e 1-penteno-3-ol, gerados durante o armazenamento de pescado congelado, foram classificados como marcadores diferenciais entre pescado fresco e congelado (Iglesias et al., 2009).

Em face disto o trabalho teve por objetivo, determinar o perfil de ácidos graxos da anchoita capturada na região sul do Brasil e avaliar a estabilidade destes compostos durante o armazenamento, bem como, monitorar os voláteis gerados.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Captura e Armazenamento da Matéria-prima

A matéria-prima utilizada, *Engraulis anchoita*, foi resultante de cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil nas safras de 2009 e 2010. Os exemplares foram capturados entre a cidade de Rio Grande (32°S, RS-Brasil) e 51°W (Figura1), utilizando rede de meia água (APÊNDICE A), segundo metodologia descrita por Madureira et al. (2007). Após a captura foram armazenados a bordo em gelo e água do mar na razão 1:1 (APÊNDICE B), conforme metodologia indicada por Garcia-Torchelsen et al. (2008).

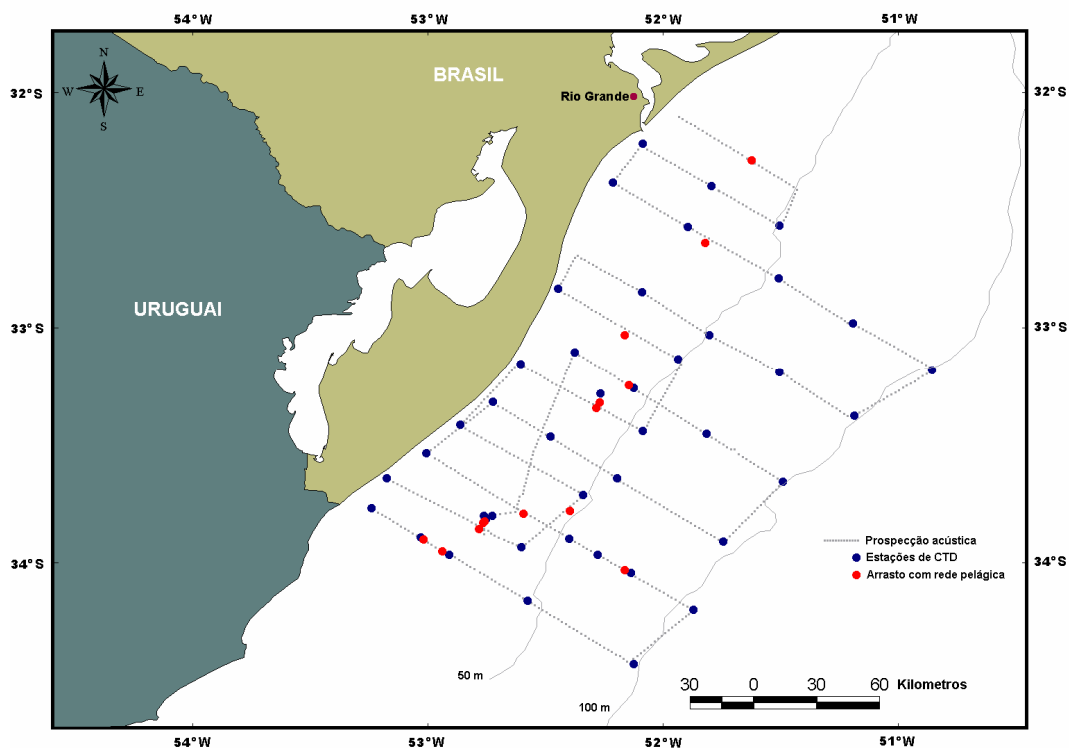


Figura 1 – Posicionamento dos perfis seguido durante os cruzeiros.

Fonte: Diário de bordo dos cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Após o desembarque o pescado foi transportado para uma indústria pesqueira do complexo industrial da Cidade de Rio Grande, onde foi lavado, com água clorada, em tambor rotativo, e então transportado para o Laboratório de Biotecnologia da FURG. No laboratório as amostras de safras distintas foram divididas aleatoriamente em 5 lotes, de 10

kg, pesando cada peixe em média 11,9g. Um dos lotes foi eviscerado e analisado, correspondendo ao tempo zero, os demais foram embalados em embalagens de polietileno, armazenados sob congelamento (-18°C) e removidos para monitoramento após 60, 120, 180 e 210 dias.

## **2.2 Caracterização da Matéria-prima**

### 2.2.1 Composição Proximal

A composição proximal da matéria-prima foi determinada conforme metodologia oficial indicada por A.O.A.C. (2006).

### 2.2.2 Avaliação de Frescor

A matéria-prima foi caracterizada quanto ao frescor considerando-se o teor de nitrogênio de bases voláteis (N-BVT) e pH (Brasil, 1981).

### 2.2.3 Avaliação do Período de Armazenamento

#### 2.2.3.1 Perfil de Ácidos Graxos

Os ácidos graxos das amostras correspondentes à safra de 2009 foram avaliados no Laboratório de Análise de Alimentos, da Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

#### 2.2.3.2 Extração e Derivatização dos Lipídios

Os lipídios foram extraídos pelo método de Folch et al. (1957), utilizando clorofórmio e metanol (2:1). Após separação das fases e evaporação do solvente, foram quantificados gravimetricamente.

Os ácidos graxos obtidos foram derivatizados para a obtenção de ésteres metílicos, segundo o método de Metcalfe et al. (1966), pela adição de 5 mL de uma solução metanólica 500 mM de KOH, aquecimento por 7 min, seguindo-se a adição de 1,5 mL de uma mistura de trifluoreto de boro-metanol (10%), aquecimento por 15 min e extração com hexano.

#### 2.2.3.3 Determinação dos Ácidos Graxos

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinados em cromatógrafo gasoso modelo Varian 3400CX, equipado com detector de ionização de chama (FID), coluna ZB-WAX (30m x 0,32 mm x 0,25µm). A temperatura inicial da coluna foi 100°C com aumento de 8°C/min até atingir 230°C permanecendo na temperatura final por 20 min. As temperaturas

do injetor e do detector foram 250°C e 280°C, respectivamente, tendo o nitrogênio como gás de arraste a um fluxo de 0,5 mL/min.

A identificação dos picos cromatográficos foi feita pela comparação dos tempos de retenção de cada éster metílico de ácido graxo das amostras com os de uma mistura de padrões (SIGMA-SUPELCO 18919). A quantificação foi feita pela normatização das áreas dos picos. Os resultados foram apresentados como porcentagem de cada ácido graxo identificado na fração lipídica.

#### 2.2.4 Determinação de Voláteis

Os voláteis das amostras correspondentes a safra de 2010 foram avaliados no Laboratório de Química de Alimentos, do Departamento de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

##### 2.2.4.1 Isolamento

O isolamento dos compostos voláteis foi feito utilizando o sistema de microextração em fase sólida (SPME) com fibra de divinilbenzeno/carboxen/polidimetilsiloxisano (DVB/CAR/PDMS). A fibra SPME foi inserida no “headspace” do frasco contendo 5g de anchoita por 45min a 40°C. Após, a fibra foi removida do frasco e imediatamente dessorvida no injetor do cromatógrafo gasoso com detector de massas (CG/MS).

##### 2.2.4.2. Análise por Cromatografia Gasosa

Os voláteis foram separados em coluna capilar de sílica fundida DB-5 (30m x 0,25mm x 0,25µm) em cromatógrafo gasoso Shimatzu modelo QP 2010 equipado com detector de massas de impacto de elétrons, na voltagem de 70eV. Foi utilizado o injetor no modo splitless mantido a 230°C. Hidrogênio foi utilizado como gás de arraste na vazão de 1,5mL/min. A temperatura do forno foi mantida a 40°C por 15 min, seguido de um aumento linear de 4°C/min até 210°C, permanecendo nessa temperatura por 17 min. O espectro de massas obtido foi comparado com a biblioteca do equipamento (nist 2006 MS library). Uma mistura padrão com a série homologa de parafina foi preparada utilizando hexano como solvente. Uma co-injeção da amostra com a mistura de padrões foi realizada nas mesmas condições cromatográficas, e calculado o índice de retenção de Kovats experimental. Foi realizado uma identificação tentativa correlacionando as respostas dos espectros de massas e os índices de kovats obtidos.

### 2.3 Tratamento Estatístico

Para a análise dos resultados, foi utilizado o software Statistica 6.0. Os dados foram avaliados por análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização da Matéria-prima

##### 3.1.1 Composição Proximal e Avaliação de Frescor

A composição proximal e os dados de frescor para os exemplares avaliados podem ser verificados na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização da anchoita in natura.

Parâmetro	Concentração	
	Setembro de 2009	Outubro de 2010
Umidade (g/100g)	76,31 ± 0,71	78,30 ± 0,30
Proteína (g/100g)	17,63 ± 0,89	18,80 ± 0,20
Lipídios (g/100g)	4,47 ± 0,37	1,70 ± 0,30
Cinzas (g/100g)	1,59 ± 0,03	1,20 ± 0,01
N-BVT (mg/100g)	15,14 ± 1,21	19,20 ± 0,97
pH	6,30 ± 0,10	6,10 ± 0,50

Média de 4 repetições

Analisando-se os dados descritos na Tabela 1, salienta-se a baixa concentração de lipídios registrada para os exemplares amostrados durante a safra de 2010, se comparada ao valor descrito para 2009. Massa et al. (2007), descrevem a existência de duas populações de anchoita em águas Argentinas, a Bonaerense e a Patagônica. Os autores reportam para o estoque Bonaerense, conteúdos de lipídios na ordem de 0,84% a 10,04%. Os resultados obtidos neste trabalho compreendem o intervalo registrado para a população Bonaerense. Estes resultados se aproximam ainda dos obtidos por Cabrer et al. (2002), para anchoita capturada em águas Argentinas entre os meses de outubro e dezembro, com máximos e mínimos de 7,6 e 1,68 %, respectivamente. Os teores de lipídios para os exemplares da safra de 2009, estão dentro do intervalo médio (3,93 a 6,79%), reportado por Fuselli et al. (1994), para esta espécie capturada nos meses de junho a setembro. No que se refere ao teor de proteína e cinzas estes se assemelham ao registrado pelos autores citados.

O nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT) é um termo que inclui medidas de compostos associados com o processo de degradação de produtos marinhos (Ocanõ-



Higuera et al., 2011). Para várias espécies de pescado, tem sido reportado um aumento linear dos valores de N-BVT com o tempo de armazenamento, onde o nível de 30 mg/100g de músculo é considerado o limite superior admitido para consumo humano (Brasil, 1974; Gokodlu et al., 1998; Ruiz–Capillas & Moral, 2002; Ocanõ–Higuera., 2011). Os valores encontrados para os exemplares das safras de 2009 e 2010, respectivamente, estão dentro do limite previsto pela legislação.

Parâmetro, não menos importante que o N-BVT, associado ao processo de degradação, é o pH do músculo do pescado. A glicólise post-mortem, resulta, em uma redução de pH, causada pelo acúmulo de ácido láctico, caindo em geral de 6,8 a 6,1-6,5. Assim, o valor post-mortem é influenciado por diferentes fatores, como espécie, alimentação e estação do ano (Periago et al., 2005). De qualquer forma, acréscimos de pH, indicam crescimento bacteriano, perda de qualidade e possível deterioração. A legislação Brasileira (Brasil, 1974), propõe limite máximo de 6,8. Os resultados expressos na Tabela 1, tanto de N-BVT, como de pH, asseguram a qualidade da matéria-prima utilizada.

### **3.2 Avaliação do Período de Armazenamento**

#### **3.2.1 Perfil de Ácidos Graxos**

O pescado caracteriza-se por apresentar alta concentração em ácidos graxos poliinsaturados ( $\omega 3$  PUFA), em especial, eicosapentaenóico (EPA: C 20:5  $\omega 3$ ) e docosahexaenóico (DHA: C 22:6  $\omega 3$ ), conforme referenciado por diferentes autores (Chaijan et al, 2006; Nakamura et al., 2007; Zlatanov & Laskaridis, 2007; Saldanha et al., 2008; Saldanha & Bragagnolo, 2008; Huynh & Kitts, 2009; Guil-Guerrero et al., 2010). A Tabela 2 apresenta o perfil de ácidos graxos obtido para a matéria-prima correspondente aos diferentes períodos de armazenamento. Analisando os resultados referentes ao tempo zero, observa-se o comportamento típico, notadamente no que se refere ao EPA e DHA, os quais perfazem 8,18 e 26,08% do total de ácidos graxos. Massa et al., (2007), trabalhando com populações Bonaerense e Patagônica de *Engraulis anchoita*, salientam a predominância de EPA e DHA em seus perfis lipídicos. No entanto, com menores concentrações em DHA registradas para a população Bonaerense e maiores para a população Patagônica (20,20%). Kolakowska et al. (2002) reportam que os teores em DHA, em geral, são maiores que os de EPA, perfazendo de duas a três vezes mais. Esta constatação corrobora os resultados registrados para a *Engraulis anchoita*, onde se observam concentrações de DHA para o tempo zero de 3,19 vezes maiores que os de EPA.

Tabela 2 – Perfil de ácidos graxos da anchoita armazenada sob congelamento.

Ácidos Graxos		Período de Armazenamento (dias)				
		0	60	120	180	210
C14	Mirístico	4,40 ± 1,21 <sup>a</sup>	4,28 ± 1,62 <sup>a</sup>	4,99 ± 1,23 <sup>b</sup>	5,67 ± 1,29 <sup>c</sup>	6,36 ± 0,70 <sup>d</sup>
C15	Pentadecanóico	0,66 ± 0,19 <sup>ab</sup>	0,58 ± 0,16 <sup>a</sup>	0,60 ± 0,17 <sup>ab</sup>	0,86 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,26 ± 0,20 <sup>c</sup>
C16	Palmítico	23,90 ± 2,58 <sup>a</sup>	25,45 ± 3,21 <sup>b</sup>	25,98 ± 2,59 <sup>c</sup>	26,37 ± 1,45 <sup>c</sup>	26,52 ± 3,67 <sup>c</sup>
C17	Heptadecanóico	0,34 ± 0,14 <sup>a</sup>	0,63 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,87 ± 0,13 <sup>c</sup>	0,94 ± 0,41 <sup>c</sup>	1,20 ± 0,03 <sup>d</sup>
C18	Esteárico	6,00 ± 0,59 <sup>a</sup>	6,43 ± 0,30 <sup>ab</sup>	6,90 ± 0,59 <sup>b</sup>	7,16 ± 0,21 <sup>c</sup>	9,37 ± 0,16 <sup>d</sup>
C20	Araquídico	0,42 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,55 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,60 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,90 ± 0,13 <sup>c</sup>	1,61 ± 0,55 <sup>d</sup>
C 21	Heneicosanóico	0,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,22 ± 0,08 <sup>abc</sup>	0,29 ± 0,11 <sup>bc</sup>	0,43 ± 0,05 <sup>c</sup>
C 22 0	Behenico	0,38 ± 0,20 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,15 <sup>a</sup>	0,78 ± 0,14 <sup>b</sup>	0,96 ± 0,10 <sup>c</sup>	1,31 ± 0,18 <sup>d</sup>
C 23	Tricosanóico	0,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,34 ± 0,19 <sup>b</sup>	0,82 ± 0,18 <sup>c</sup>	1,10 ± 0,10 <sup>d</sup>	1,27 ± 0,50 <sup>d</sup>
Total Saturados (SFA)		36,10 ± 2,99 <sup>a</sup>	38,83 ± 3,11 <sup>b</sup>	41,76 ± 1,89 <sup>c</sup>	44,25 ± 4,23 <sup>d</sup>	49,34 ± 2,76 <sup>e</sup>
C14 1	Miristoléico	0,50 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,45 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,48 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,40 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,38 ± 0,19 <sup>a</sup>
C15 1	Pentadecenóico	0,56 ± 0,18 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,45 <sup>a</sup>	0,56 ± 0,35 <sup>a</sup>	0,48 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,34 ± 0,05 <sup>b</sup>
C16 1	Palmitoléico	3,92 ± 0,62 <sup>a</sup>	3,44 ± 1,22 <sup>ab</sup>	3,19 ± 0,47 <sup>ab</sup>	3,00 ± 0,42 <sup>ab</sup>	2,74 ± 0,47 <sup>b</sup>
C17 1	Heptadecenóico	0,52 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,65 ± 0,23 <sup>ab</sup>	0,70 ± 0,26 <sup>b</sup>	0,97 ± 0,32 <sup>c</sup>	1,18 ± 0,13 <sup>d</sup>
C18 1 ω9 cis	Oléico	8,35 ± 3,78 <sup>a</sup>	8,10 ± 1,69 <sup>a</sup>	7,70 ± 1,10 <sup>b</sup>	7,27 ± 1,48 <sup>c</sup>	7,04 ± 1,49 <sup>c</sup>
C 18 1 ω9 trans	Oléico	3,71 ± 0,14 <sup>a</sup>	3,56 ± 0,22 <sup>a</sup>	3,58 ± 0,19 <sup>a</sup>	2,36 ± 0,06 <sup>b</sup>	2,10 ± 0,04 <sup>b</sup>
C20 1	Eicosanóico	0,77 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,35 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,14 ± 0,11 <sup>c</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>c</sup>	0,10 ± 0,00 <sup>c</sup>
C 22 1 ω9	Euricico	0,90 ± 0,18 <sup>a</sup>	0,55 ± 0,42 <sup>b</sup>	0,40 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,26 ± 0,06 <sup>c</sup>	0,31 ± 0,10 <sup>c</sup>
Total Monoinsaturados (MUFA)		19,23 ± 1,20 <sup>a</sup>	17,70 ± 2,98 <sup>b</sup>	16,75 ± 3,45 <sup>c</sup>	14,74 ± 0,99 <sup>d</sup>	14,18 ± 2,21 <sup>d</sup>
C18 2 ω6 cis	Linoléico	0,75 ± 0,23 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,38 <sup>b</sup>	0,96 ± 0,55 <sup>b</sup>	1,21 ± 0,62 <sup>c</sup>	1,61 ± 0,14 <sup>d</sup>
C18 2 ω6 trans	Linoléico	0,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,11 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,05 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,10 ± 0,00 <sup>a</sup>
C18 3 ω6	γ-Linolênico	1,00 ± 0,18 <sup>a</sup>	0,78 ± 0,32 <sup>b</sup>	0,55 ± 0,23 <sup>c</sup>	0,52 ± 0,05 <sup>c</sup>	0,49 ± 0,06 <sup>c</sup>
C18 3 ω3	Linolênico	1,65 ± 0,59 <sup>a</sup>	1,57 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,87 ± 0,33 <sup>b</sup>	0,85 ± 0,15 <sup>b</sup>	0,79 ± 0,04 <sup>b</sup>
C20 2	Eicosadienóico	0,58 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,46 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,45 ± 0,04 <sup>ab</sup>	0,39 ± 0,11 <sup>b</sup>	0,41 ± 0,22 <sup>b</sup>
C 20 3 ω6	Eicosatrienóico	0,72 ± 0,30 <sup>a</sup>	0,75 ± 0,13 <sup>a</sup>	0,70 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,82 ± 0,19 <sup>a</sup>	0,84 ± 0,14 <sup>a</sup>
C 20 3 ω3	Eicosatrienóico	0,71 ± 0,28 <sup>a</sup>	0,86 ± 0,39 <sup>a</sup>	0,84 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,30 <sup>a</sup>	1,21 ± 0,36 <sup>b</sup>
C 20 4 ω6	Aracdônico	3,49 ± 0,41 <sup>a</sup>	3,36 ± 0,18 <sup>a</sup>	3,34 ± 0,29 <sup>a</sup>	3,34 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,34 ± 0,14 <sup>b</sup>
C 20 5 ω3	EPA	8,18 ± 1,38 <sup>a</sup>	8,23 ± 1,08 <sup>a</sup>	7,97 ± 1,59 <sup>ab</sup>	7,74 ± 0,21 <sup>b</sup>	7,14 ± 0,63 <sup>c</sup>
C 22 2	Docosadienóico	1,51 ± 0,20 <sup>a</sup>	1,42 ± 0,03 <sup>b</sup>	1,32 ± 0,24 <sup>c</sup>	1,30 ± 0,16 <sup>c</sup>	1,35 ± 0,12 <sup>c</sup>
C22 6 ω3	DHA	26,08 ± 3,54 <sup>a</sup>	25,03 ± 2,43 <sup>ab</sup>	24,44 ± 2,91 <sup>b</sup>	23,86 ± 2,79 <sup>b</sup>	20,20 ± 3,84 <sup>c</sup>
Total Poliinsaturados (PUFA)		44,67 ± 1,46 <sup>a</sup>	43,46 ± 3,69 <sup>b</sup>	41,49 ± 2,77 <sup>c</sup>	41,00 ± 2,82 <sup>c</sup>	36,48 ± 3,50 <sup>d</sup>
PUFA/SFA		1,24 <sup>a</sup>	1,12 <sup>ab</sup>	0,99 <sup>b</sup>	0,93 <sup>b</sup>	0,74 <sup>c</sup>
ω3/ω6		6,14 <sup>a</sup>	6,06 <sup>a</sup>	6,09 <sup>a</sup>	5,67 <sup>b</sup>	5,45 <sup>c</sup>
$\frac{EPA + DHA}{C16:0}$		1,43 <sup>a</sup>	1,31 <sup>bc</sup>	1,25 <sup>c</sup>	1,20 <sup>c</sup>	1,03 <sup>d</sup>

Letras diferentes na horizontal indicam haver diferença significativa entre os períodos de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ); n=3

O total de saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) e poliinsaturados (PUFA) apresentaram diferença significativa ( $p \leq 005$ ) entre si, expressos por valores de 36,10, 19,23 e 44,67 %, respectivamente. Czerner et al. (2010) obtiveram maiores teores de PUFA e MUFA, registrando menores concentrações em saturados, para os ácidos graxos de anchoita fresca capturada no mês de novembro, próximo ao Mar de Prata, Argentina (38°S e 57°33'W). Por outro lado, Massa et al. (2007) reportam, para exemplares também argentinos, capturados no mês de novembro, maiores valores para MUFA e menores para PUFA, demonstrando a influência não só da época de captura e da espécie, como também de fatores ambientais, conforme descrito por diferentes autores (Leger et al., 1977; Bandarra et al., 1997; Gorkçe et al., 2004; Yeannes & Almandos, 2003; Massa et al., 2007).

Os dois ácidos graxos predominantes na fração poliinsaturada da anchoita capturada na Costa Sul Brasileira (DHA e EPA), são lipídios altamente oxidáveis (Hsieh & Kinsella, 1989; Echart et al., 2001; Chaijan et al., 2006; Saldanha et al., 2008).

O efeito do congelamento nos ácidos graxos da anchoita capturada na costa sul do Brasil, é notadamente evidenciado pelos dados apresentados. Observam-se fortes correlações entre os principais ácidos graxos poliinsaturados (DHA e EPA), bem como os demais parâmetros de avaliação por eles constituídos e o tempo de armazenamento, demonstrando o efeito do armazenamento na qualidade dos ácidos graxos. A análise destes dados revela progressiva redução de DHA e EPA, perfazendo percentuais de perdas de 22,55 e 12,71% aos 210 dias de armazenamento. Reduções em ácidos graxos insaturados em pescado congelado, tem sido atribuídas a oxidação lipídica (Verma et al., 1995; Chaijan et al., 2006; Saldanha et al., 2008; Saldanha & Bragagnolo, 2008), a qual é relacionada com fatores como a concentração de pró-oxidante, como ferro endógeno, enzimas, pH, temperatura e consumo de oxigênio (Underland, 2001). Mecanismos desencadeados por estes fatores, hidrolizam triglicerídeos e fosfolípidos a ácidos graxos livres, resultando em decréscimos de PUFA, MUFA e aumento de SFA (Chaijan et al., 2006; Saldanha et al., 2008).

O processo oxidativo da *Engraulis anchoita* armazenada a -18° C, pode ser expresso mediante a avaliação da razão  $\frac{EPA + DHA}{C16:0}$ . Observa-se um decréscimo deste índice, durante o período experimental. De acordo com Béltran & Moral (1990), este comportamento, indica processo oxidativo.

Na atualidade, é reconhecida a importância da ingestão de ácidos graxos da família  $\omega 3$  e  $\omega 6$ , para o crescimento e desenvolvimento de crianças, bem como, do importante desempenho no papel da prevenção e tratamento de doenças como diabetes, hipertensão e câncer (Kinsella et al., 1990; Sargent, 1997; Chen et al., 2007; Senso et al., 2007). Piggot &

Tucker (1990) destacam a razão  $\omega 3/\omega 6$  como um bom índice de comparação relativa do valor nutricional da gordura de pescado.

Segundo Tucker (1992) diferenças em hábitos alimentares dos peixes causam mudanças na razão  $\omega 3/\omega 6$ , caracterizando-se os peixes selvagens por apresentarem os maiores índices de  $\omega 3/\omega 6$ , quando comparados com os criados em cativeiro, reportando-se razões de 5 a 10 para peixes marinhos (Algren et al., 1994).

O decréscimo nas razões  $\omega 3/\omega 6$  registradas, variando no intervalo de 6,14 a 5,45%, perfaz 11,24% de perda no final do experimento, no entanto, com valor ainda característico para o pescado marinho. Essas reduções se refletem nas razões PUFA/SFA que decrescem com o armazenamento, demonstrando aumento em SFA e reduções de PUFA.

As relações (PUFA/SFA) também são descritas em valores significativamente superiores ao recomendado (0,45) pelo Departamento de Saúde do Reino Unido (HMSO, 1994). Com base nestes parâmetros de avaliação estas constatações indicam que independente das modificações no perfil de ácidos graxos a matéria-prima em análise se mantém satisfatória para consumo humano, pelo menos por 210 dias de armazenamento nas condições consideradas.

### 3.2.2 Determinação de Voláteis

Alterações nos ácidos graxos estão associadas ao processo de deterioração, sendo atribuído aos compostos voláteis o odor característico à oxidação lipídica (Frankel, 1993; Kawai, 1996; Olafsdottir & Fleurence, 1997; Olafsdottir et al., 2005; Kolanowski et al., 2007; Czerner et al., 2010; Jonsdottir et al., 2008, Iglesias e Medina, 2008; Palmeri et al., 2008; Iglesias et al., 2009; Garcia- Martinez et al., 2009). A Figura 2 apresenta o cromatograma dos compostos voláteis isolados e identificados nas amostras de anchoita.

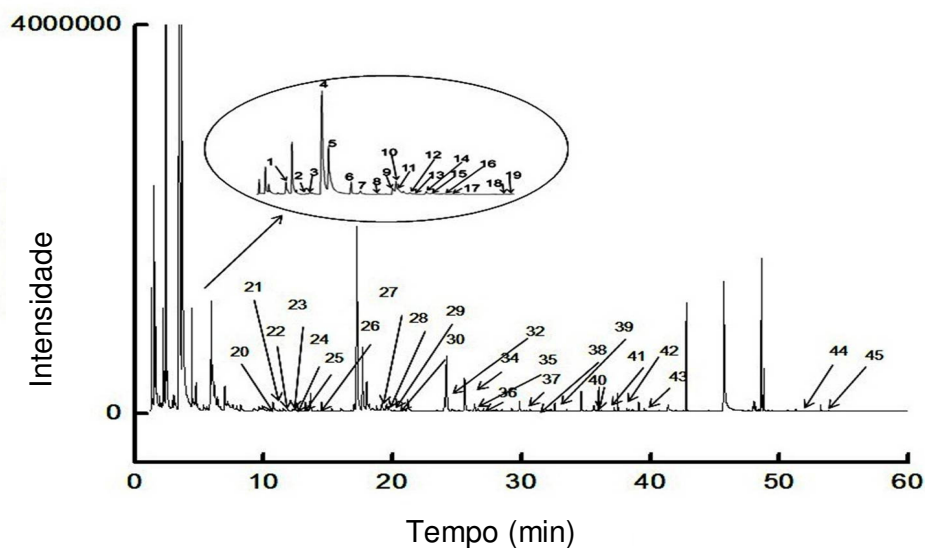


Figura 2 – Cromatograma, obtido por CG-FID, de amostras de anchoita (*Engraulis anchoita*) congelada.

Na Tabela 3 encontram-se os compostos voláteis isolados e identificados para a anchoita capturada na costa sul do Brasil e armazenada a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Um total de 45 compostos, aos 60 dias de armazenamento, foi identificado. Os voláteis que constituem o perfil obtido para a matéria-prima em análise foram: hidrocarbonetos (13), alcoóis (13), aldeídos (9), cetonas (5), ácidos carboxílicos (2) e aminas (1).

Iglesias et al. (2009), descrevem altas correlações entre peróxido e substâncias reativas ao ácido 2-TBA (TBARS), com voláteis gerados durante o armazenamento de pescado congelado, tais como 1-octeno-3-ol e 1-penteno-3-ol, classificando-os como marcadores diferenciais entre pescado fresco e congelado. Neste sentido, a presença destes compostos aos 60 dias de armazenamento, pode ser considerada indicador da degradação lipídica. A presença desses álcoois pode ser atribuído a ação das enzimas 15-lipoxigenase no ácido graxo EPA (Kawai, 1996; Alasalvar et al., 2005) e 12-lipoxigenase no ácido araquidônico (Hsieh & Kinsella, 1989). Em particular, 1-penteno-3-ol é conhecido por conferir as características de aroma suave e semelhante a salmão fresco (Josephson et al., 1984; Jonsdottir et al., 2008).

Tabela 4 – Compostos voláteis detectados por CG-MS em anchoita congelada

Nº	Composto	Índice kovats
1	Butanal	596
2	Butanol	658
3	Trimetilamina	663
4	1-penteno-3-ol	688
5	2,3-pentanediona	700
6	2-propanol-1-dimetilamino	746
7	Ácido acético	751
8	2-cis-pentenal	758
9	1-pentanol	773
10	2-cis-penteno-1-ol	767
11	3-hexenol	783
12	2,3-hexanediona	788
13	2-metil-3-penteno-1-ol	793
14	Hexanal	802
15	3-hexanona	806
16	1,4-octadieno	816
17	3,5-cis-octadieno	823
18	2-cis-hexenal	856
19	Etil-benzeno	862
20	1-hexanol	870
21	Estireno	889
22	1,2-dimetil-benzeno	891
23	2-heptanona	894
24	Nonano	900
25	Heptanal	903
26	1-metil-etil-benzeno	925
27	Ácido propanóico	985
28	1-octeno-3-ol	988
29	Octanal	997
30	Decano	1000
32	2-cis-octeno-1-ol	1071
34	2-nonanona	1094
35	Undecano	1100
36	Nonanal	1105
37	Dodecano	1199
38	Decanal	1205
39	4-cis-deceno-1-ol	1270
40	2-undecanona	1293
41	Tridecano	1298
42	2-metil-undeceno-1-al	1342
43	Tetradecano	1398
44	Pentadecanol	1773
45	Hexadecanol	1871

Hidrocarbonetos e aldeídos têm sido indicados, como produtos finais de oxidação de ácidos graxos da família  $\omega 3$  (Kolanowski et al., 2007). Palmeri et al. (2008), estudando a composição de voláteis em diferentes espécies de peixe armazenadas por 4 semanas, constataram que os aldeídos hexanal, nonanal, hexadecanal, 9-octadecenal, foram os voláteis desta categoria registrados em maior concentração. Analisando os dados obtidos,

observa-se na classe dos aldeídos o hexanal, octanal e nonanal, compostos conhecidos como marcadores de qualidade de pescados congelados. Esta constatação pode ser atribuída ao fato de que aldeídos saturados como hexanal, nonanal e decanal podem ser oriundos de processos oxidativos de ácidos graxos poliinsaturados da família  $\omega 9$  (Jónsdóttir et al., 2008), podendo o hexanal ser produzido via ácido linoléico 13-hidroperóxido (Kawai, 1996). A degradação dos voláteis 2,4-decadienal ou 2-octenal tem sido considerada, ainda como responsável pela abundância destes compostos em diferentes sistemas lipídicos (Josephson & Lindsay, 1987; Koelsch et al., 1991; Iglesia & Medina, 2008).

Os voláteis propanal, pentanal, hexanal, heptanal, octanal e nonanal, têm demonstrado correlação positiva com a oxidação de ácidos graxos (Frankel, 1993; Garcia-Martinez et al., 2009; Kolowski et al., 2007; Iglesias et al., 2009). A presença do 2,4-heptadienal pode ser atribuída a autooxidação do ácido eicosapentaenóico (C 20:5  $\omega 3$ , EPA) (Kawai, 1996). Avaliando comparativamente, o aparecimento destes compostos, com os decréscimos em concentração de EPA e DHA (Tabela 2), ainda que as amostras não sejam as mesmas, é possível justificar a presença destes voláteis com o tempo de armazenamento.

Dentre os hidrocarbonetos identificados, destacam-se os aromáticos benzeno e estireno. Apesar da origem dos hidrocarbonetos aromáticos não estar completamente definida, a presença destes compostos tem sido reportada em diferentes espécies de peixes (Rodriguez-Bernaldo de Quiros et al., 2001; Aro et al., 2003; Grigorakis et al., 2003; Iglesias et al., 2009; Selli & Cayhan, 2009).

Com relação as cetonas, destaca-se a presença da 2,3-pentanediona. Esse volátil recentemente foi reportado como indicador de oxidação lipídica em pescado (Iglesias & Medina, 2008; Iglesias et al., 2009). Iglesias et al. (2009) reporta acréscimos de 106% de 2,3-pentanediona em pescado congelado, já aos 6 dias de armazenamento sob congelamento.

Menor incidência de voláteis que as cetonas registradas, neste trabalho, são expressas por ácidos graxos de baixo peso molecular e aminas. Essas três classes de voláteis têm sido reconhecidas como produto de degradação do pescado. Salienta-se, no entanto, que aumento nas concentrações de aminas como trimetilamina estão diretamente relacionadas com a degradação microbológica (Bene et al., 2001; Ruiz-Capillas et al., 2001; Ruiz-Capillas & Moral, 2002; Iglesias & Medina, 2008; Iglesias et al., 2009), não estando relacionada com a degradação lipídica. O que justifica a baixa incidência de aminas nos exemplares amostrados durante o período avaliado.

Com relação aos ácidos carboxílicos apenas foram identificados os ácidos acético e propanóico. Esse comportamento era esperado tendo em vista a qualidade da matéria-prima (Tabela 1) e que compostos como ácidos, ésteres e sulfurosos são oriundos de crescimento

bacteriano (Joffraud et al., 2001). Esses compostos contribuem para o odor a azedo, doce e pútrido que são característicos de estágios mais avançados de deterioração. Jónsdóttir et al. (2008) observaram a presença de ácido acético em todas as amostras de salmão avaliadas durante o armazenamento.

#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que o perfil lipídico da anchoita, capturada nas condições do estudo, sofreu significativas alterações durante o período de armazenamento, com progressivas reduções nas concentrações de EPA e DHA, em função do processo oxidativo, indicado pelo decréscimo da razão  $\frac{EPA + DHA}{C16:0}$ .

Compostos voláteis como 1-penteno-3-ol, 1-octeno-3-ol, hexanal, nonanal, decanal e 2,3-pentanediona, podem ser considerados indicadores de processo oxidativo.

A análise de compostos voláteis pode ser aplicada para indicar o índice de deterioração oxidativa da anchoita armazenada sob congelamento.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahlgren, G.; Blomqvist, P.; Boberg, M.; Gustafsson, I. B. Fatty acid content of the dorsal muscle – An indicator of fat quality in freshwater fish. **Journal of Fish Biology**, v. 45, p. 131-157, 1994.

Alasalvar, C.; Taylor, K. D.; Shahidi, F. Comparison of volatiles of cultured and wild sea bream (*Sparus aurata*) during storage in ice by dynamic headspace analysis/gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.2616–2622, 2005.

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists. 2006.

Aro, T.; Tahvonen, R.; Koskinen, L.; Kallio, H. Volatile compounds of Baltic herring analysed by dynamic headspace sampling–gas chromatography–mass spectrometry. **European Food Research and Technology**, v.216, p.483–488, 2003.

Bandarra, N. M.; Batista, I.; Nunes, M. L.; Empis, J. M.; Christie, W. W. Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). **Journal of Food Science**, v.62, p.40–42, 1997.

Béltran, A.; Moral, A. Gas chromatographic estimation of oxidative deterioration in sardine during frozen storage. **LWT—Food Science and Technology**, v.23, p.499–504, 1990.



Bene, A.; Hayman, A.; Reynard, E.; Luisier, J. L.; Villettaz, J. C. A new method for the rapid determination of volatile substances: The SPME-direct method. Part II. Determination of the freshness of fish. **Sensors and Actuators B**, v.72, p.204–207, 2001.

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

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

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.

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

Chaijan, M.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Faustman, C. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. **Food Chemistry**, v. 99, p.83–91, 2006.

Chen, Y.C.; Nguyen, J.; Semmens, K.; Beamer, S.; Jaczynski, J. Physicochemical changes in  $\omega$ 3-enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v.104, p.1143–1152, 2007.

Chevalier, D.; Sequeira-Munoz, A.; Le Bail, A.; Simpson, B. K.; Ghoul, M. Effect of pressure shift freezing, air-blast freezing and storage on some biochemical and physical properties of turbot (*Scophthalmus maximus*). **Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology**, v.33, p.570–577, 2000.

Czerner, M.; Tomás, M. C.; Yeannes, M. I. Ripening of salted anchovy (*Engraulis anchoita*): development of lipid oxidation, colour and other sensorial characteristics. **J. Sci. Food Agric.**, 2010.

Echart, M.; Zulet, M. A.; & Astiasáran, I. Oxidation process affecting fatty acids and cholesterol in fried and roasted salmon. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p.5662–5667, 2001.

Folch, J.; Less, M.; Stanley, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p.497-509, 1957.

Frankel, E. N. Formation of headspace volatiles by thermal decomposition of oxidized fish oils vs. oxidized vegetable oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.70, p.767–772, 1993.

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.

García-Martínez, M. C.; Márquez-Ruiz, G.; Fontecha, J.; Gordon, M. H. Volatile oxidation compounds in a conjugated linoleic acid-rich oil. **Food Chemistry**, v.113, p.926–931, 2009.

Garcia-Torchelsen; L.; Treptow, R. O.; Porciuncula, B. D.; Queiroz, M. I. Caracterização do odor da anchoíta (*Engraulis anchoita*) armazenada em gelo e água do mar. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 249-257, 2008.

Giménez, B.; Gómez-Guillén, M. C.; Pérez-Mateos, M.; Montero, P.; Márquez-Ruiz, G. Evaluation of lipid oxidation in horse mackerel patties covered with borage-containing film during frozen storage **Food Chemistry**, v. 124, p.1393–1403, 2011.

Gökçe, M. A.; Tasbozan, O.; Çelik, M.; Tabakoglu, S. S. Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). **Food Chemistry**, v. 88, p. 419-423, 2004.

Gökodlu, N.; Özden, Ö.; Erkan, N. Physical, chemical and sensory analyses of freshly harvested sardines (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.7, p.5–15, 1998.

Grigorakis, K.; Taylor, K. D. A.; Alexis, M. N. Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*): sensory differences and possible chemical basis. **Aquaculture**, v.225, p.109–119, 2003.

Guil-Guerrero, J. L.; Venegas-Venegas, E.; Rincón-Cervera, M. A.; Suárez, M. D. Fatty acid profiles of livers from selected marine fish species. **Journal of Food Composition and Analysis** (2010), doi:10.1016/j.jfca.2010.07.011

Hmso, UK. Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects no. 46). London: HMSO, 1994.

Hsieh, R. J.; Kinsella, J. E. Lipoxygenase generates specific volatile carbonyl compounds in fish tissues. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.37, p.279–286, 1989.

Huynh, M. D.; Kitts, D. D. Evaluating nutritional quality of pacific fish species from fatty acid signatures. **Food Chemistry**, v.114, p.912–918, 2009.

Iglesias, J.; Medina, I. Solid-phase microextraction method for the determination of volatile compounds associated to oxidation of fish muscle. **Journal of Chromatography A**, v.1192, p.9–16, 2008.

Iglesias, J.; Medina, I.; Bianchi, F.; Careri, M.; Mangia, A.; Musci, M. Study of the volatile compounds useful for the characterisation of fresh and frozen-thawed cultured gilthead sea bream fish by solid-phase microextraction gas chromatography–mass spectrometry. **Food Chemistry**, v.115, p.1473–1478, 2009.

James, M.J., Cleland, L.G. Dietary polyunsaturated fats and inflammation. **Proceed. Nutr. Soc. Aust.**, v. 20, p.71–77, 1996.

Joffraud, J.J.; Leroi, F.; Roy, C.; Berdagué, J.L. Characterisation of volatile compounds produced by bacteria isolated from the spoilage flora of cold-smoked salmon. **International Journal Food Microbiology**, v. 66, p.175–184, 2001.

Jónsdóttir, R.; Ólafsdóttir, G.; Chanie, E.; Haugen, J. Volatile compounds suitable for rapid detection as quality indicators of cold smoked salmon (*Salmo salar*). **Food Chemistry**, v.109, p.184–195, 2008.

Josephson, D. B.; Lindsay, R. C. Retro-aldol related degradations of 2,4- decadienal in the development of staling flavors in fried foods. **Journal of Food Science**, v.52, p.1186–1190, 1987.

Josephson, D. B., Lindsay, R. C., & Stuibler, D. A. Variations in the occurrences of enzymically derived volatile aroma compounds in salt- and freshwater fish. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.32, p.1344–1347, 1984.

Kawai, T. Fish flavor. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, p.257–298, 1996.

Kinsella, J. E.; Lokesh, B.; Stone, R. A. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.52, p.1–28, 1990.

Koelsch, C. M.; Downes, T. W.; Labuza, T. P. Hexanal formation via lipid oxidation as a function of oxygen concentration: Measurement and kinetics. **Journal of Food Science**, v.56, p.816–834, 1991.

Kolanowski, W.; Jaworska, D.; Weissbrodt, J. Importance of instrumental and sensory analysis in the assessment of oxidative deterioration of omega-3-long-chain polyunsaturated fatty acid-rich foods. **J. Sci. Food Agric.**, v.87, p.181–191, 2007.

Kolakowska, A.; Olley, J.; Dunstan, G. A. (2002). Fish lipids. In Z. E. Sikorski & A. Kolakowska (Eds.), *Chemical and functional properties of food lipids* (pp. 221–264). FL, USA: CRC Press.

Leger, C.; Bergot, P.; Lukuet, P.; Flanzky, J.; Meurot, J. Specific distribution of fatty acids in the triglycerides of rainbow trout adipose tissue. Influence of temperature. **Lipids**, 12, 538–543, 1977.

Lombardo, Y.; Chicco, A. G. Effects of dietary polyunsaturated n-3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodents and humans, A review. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 17, p. 1-13, 2006.

Madureira, L. A S. P.; Castello, J.; Queiroz, M. I.; Prentice-Hernández, C.; Augusto-Ruiz, W.; Espírito-Santo, M. L. P.; Abdallah, P. R.; Schwingel, P. R. **Projeto: Pesca de Anchoita (*Engraulis anchoita*) 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 CNPq / SEAP-PR / FURG**. 122p., 2007.

Massa, A. E.; Yeannes, M. I.; Manca, E. A. Ácidos grasos poliinsaturados de la série omega-3 en ejemplares bonaerenses y patagónicos de anchoita argentina. **Revista Aceites y Grasas**, v.69, p.568-572, 2007.

Metcalfe, L. D.; Schmitz, A. A.; Pelka, J. R. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatography analysis. **Analytical Chemistry**, v. 38, p. 514-515, 1966.

Mozaffarian, D.; Bryson, C. L.; Lemaitre, R. N.; Burke, G. L.; Siscovick, D. S. Fish intake and risk of incident heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v.45, p.2015–2021, 2005.

Nakamura, Y.; Ando, M.; Seoka, M.; Kawasaki, K.; Tsukamasa, Y. Changes of proximate and fatty acid compositions of the dorsal and ventral ordinary muscles of the full-cycle cultured Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* with the growth. **Food Chemistry**, v.103, p.234–241, 2007.

Ocaño-Higuera, V. M.; Maeda-Martínez, A.N.; Marquez-Ríos, E.; Canizales-Rodríguez, D.F.; Castillo-Yáñez, F.J. ; Ruíz-Bustos, E.; Graciano-Verdugo, A.Z.; Plascencia-Jatomea, M.

Freshness assessment of ray fish stored in ice by biochemical, chemical and physical methods. **Food Chemistry**, v.125, p.49–54, 2011.

Olafsdottir, G.; Fleurence, J. Evaluation of fish freshness using volatile compounds – classification of volatile compounds in fish. In G. Olafsdottir, et al. (Eds.), Proceedings of the final meeting of the concerted action evaluation of fish freshness (p. 55). International Institute of Refrigeration, 1997.

Olafsdottir, G.; Jonsdottir, R.; Lauzon, H. L.; Luten, J.; Kristbergsson, K. Characterization of volatile compounds in chilled cod (*Gadus morhua*) fillets by gas chromatography and detection of quality indicators by an electronic nose. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.10140–10147, 2005.

Palmeri, G.; Turchini, G. M.; Caprino, F.; Keast, R.; Moretti, V. M.; Silva, S. S. Biometric, nutritional and sensory changes in intensively farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*, Mitchell) following different purging times. **Food Chemistry**, v.107, p.1605–1615, 2008.

Palmeri, G.; Turchini, G. M.; Marriott, P. J.; Morrison, P.; Silva, S. S. Biometric, nutritional and sensory characteristic modifications in farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) during the purging process. **Aquaculture**, v.287, p.354–360, 2009.

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.

Periago, M. J.; Ayala, M. D.; López-Albors, O.; Abdel, I.; Martínez, C.; García-Alcázar, A.; Ros, G.; Gil, F. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. **Aquaculture**, v.249, p.175– 188, 2005.

Piggott, G. M., & Tucker, B. W. **Effects of technology on nutrition**. New York: Marcel Dekker, 1990.

Rodriguez-Bernaldo de Quirós, A.; Lopez-Hernandez, J.; Gonzalez-Castro, M. J.; de la Cruz-Garcia, C.; Simal-Lozano, J. Comparison of volatile components in fresh and canned sea urchin (*Paracentrotus lividus*, Lamarck) gonads by GC–MS using dynamic headspace sampling and microwave desorption. **European Food Research and Technology**, v.212, p.643–647, 2001.

Ross, C. F.; Smith, D. M. Use of volatiles as indicators of lipid oxidation in muscle foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.5, p.18–25, 2006.

Ruiz-Capillas, C.; Gillyon, C. M.; Horner, W. F. A. Determination of different volatile base components as quality control indices in fish by official methods and flow injection analysis. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, p.541–553, 2001.

Ruiz-Capillas, C.; Moral, A. Relation between the free amino acids, anserine and the total volatile basic nitrogen produced in muscle of hake (*Merluccius merluccius* L.) during iced storage. **Journal of Food Biochemistry**, v.26, p.37–48., 2002.

Saldanha, T.; Bragagnolo, N. Relation between types of packaging, frozen storage and grilling on cholesterol and fatty acids oxidation in Atlantic hake fillets (*Merluccius hubbsi*), **Food Chemistry**, v. 106, p. 619-627, 2008.

- Saldanha, T.; Benassi, M. T.; Bragagnolo, N. Fatty acid contents evolution and cholesterol oxides formation in Brazilian sardines (*Sardinella brasiliensis*) as a result of frozen storage followed by grilling. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, p. 1301–1309, 2008.
- Sargent, J. R. Fish oils and human diet. **British Journal of Nutrition**, v.78, suppl. 1, p.S5-S13, 1997.
- Selli, S.; Cayhan, G. G. Analysis of volatile compounds of wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) by simultaneous distillation–extraction (SDE) and GC–MS. **Microchemical Journal**, v.93, p.232–235, 2009.
- Senso, L.; Suárez, M. D.; Ruiz-Cara, T.; García-Gallego, M. On the possible effects of harvesting season and chilled storage on the fatty acid profile of the fillet of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Food Chemistry**, v.101, p.298–307, 2007.
- Simopoulos, A. P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. **Journal of American College Nutrition**, v.21, p.495–505, 2002.
- Tucker, W. B. **Aquatic products and human nutrition**. Journal of Aquatic Food Productes Technology , v.1, p. 5-6, 1992.
- Underland, I. **Lipid oxidation in fatty fish during processing and storage**. In S. C. Kestin, & P. D. Harris (Eds.), *Farmed fish quality* (pp. 261–275). UK: Fishing News books, Blackwell Science, 2001.
- Verma, J. K.; Srikar, L. N.; Sudhakara, N. S.; Sarma, J. Effects of frozen storage in lipid freshness parameters and some functional properties of oil sardine (*Sardinella longiceps*) mince. **Food Research International**, v.28, p.87-90, 1995.
- Weber, J.; Bochi, V. C.; Ribeiro, C. P.; Victório, A. M.; Emanuelli, T. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. **Food Chemistry**, v. 106, p. 140-146, 2008.
- 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.
- Zlatanov, S.; Laskaridis, K. Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish – sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). **Food Chemistry**, v.103, p.725–728, 2007.

**ARTIGO III: SELEÇÃO E TREINAMENTO  
DE JULGADORES PARA AVALIAÇÃO DE  
ODOR EM PESCADO**

## SELEÇÃO E TREINAMENTO DE JULGADORES PARA AVALIAÇÃO DE ODOR EM PESCADO

Liziane Garcia-Torchelsen, Maria Isabel Queiroz

Escola de Química e Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Rua Eng. Alfredo Huch, 475, CEP 96201-900, Rio Grande-RS, Brasil, Tel. +55(53)32338645.

E-mail: mariaisabel.queiroz@pesquisador.cnpq.br; liziane.garcia@riogrande.ifrs.edu.br

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi selecionar e treinar uma equipe de julgadores para avaliar o odor a pescado, tendo como base o odor característico da anchoita (*Engraulis anchoita*), capturada em cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS, Brasil. Os exemplares, logo após captura, foram armazenados em gelo e água do mar e, após 24 horas, embalados em embalagens plásticas de 2 kg e congelados a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Padrões de referência de odores utilizados na seleção e treinamento dos julgadores, foram definidos tomando como base o perfil de voláteis da anchoita. Os compostos voláteis foram extraídos através do Sistema SPME da Sulpeco, com fibras (DVB/CAR/PDMS) e os voláteis avaliados em CG-MS Shimadzu. Um total de 20 candidatos a julgadores reunidos em várias sessões levantaram a terminologia a partir de amostras de anchoita em sessão aberta. A seleção dos julgadores foi realizada, a partir de quatro grupos de amostras preparados, com base nos padrões de referência definidos a partir da terminologia gerada e perfil de voláteis, de maneira que houvesse diferenças entre os grupos, mas não dentro de cada grupo. As amostras foram oferecidas aos candidatos e solicitado que descrevessem a sensação percebida após aspirar cada amostra. A habilidade dos candidatos foi avaliada mediante uma escala de 4 pontos, assim definida: 0 (não perceptível), 1 (perceptível), 3 (perceptível e discriminante) e 5 (perceptível, discriminante e reconhecível). A partir da técnica utilizada 9 julgadores foram selecionados e submetidos ao treinamento. O Treinamento foi realizado mediante o uso de escalas não estruturadas de 9 cm, na qual os candidatos selecionados foram treinados a determinar a intensidade de odor na água de lavagem oriunda do processo de obtenção de base protéica de anchoita. Foram considerados treinados os julgadores que apresentaram poder de discriminação, repetibilidade e concordância com os demais julgadores. Foi possível formar uma equipe com 8 julgadores selecionados e treinados. Ficou demonstrada a eficiência do procedimento proposto para selecionar e treinar julgadores para avaliar o odor de pescado. O odor característico da anchoita pode ser definido como associado a maresia, grama, peixe assado e penetrante, com base no perfil de voláteis definido, 4 grupos de padrões referência podem ser descritos com componentes de fácil disponibilidade.

Palavras chave: Anchoita; Avaliação Sensorial; Metodologia; Pescado; Voláteis.

### ABSTRACT

The aim of this work was to select and train a team of judges to evaluate the odor of fish, based on the characteristic odor of anchovy (*Engraulis anchoita*), caught in cruises carried out by the South Atlantic Oceanographic Ship from the Federal University of RIO Grande (FURG), RS, Brazil. The specimens were stored in ice and sea water right after they were caught and after 24 hours, they were packed in 2 kg plastic packs and frozen at  $-18^{\circ}\text{C}$ . Odor reference standards used in the selection and training of the judges were defined according to anchovy's volatile profiles. The volatile compounds were extracted through Supelco's SPME System, with (DVB/CAR/PDMS) fibers and the volatile evaluated in CG-SM

Shimadzu CG 2010. A total number of 20 candidates to become judges gathered in 5 sessions raised the terminology from anchovy's samples in open panel. The selection of the judges was conducted from 4 groups of samples prepared based on the reference standards defined from the terminology generated and volatile profile, in a way that there were differences among the groups but not in each group. The samples were offered to candidates and they were requested to describe the feeling they had after smelling each sample. The ability of the candidates was evaluated in a 4 point scale defined as follows: 0 (non-noticeable), 3 (noticeable and discriminating) and 5 (noticeable, discriminating and recognizable). From the technique used, 9 judges were selected and submitted to training. Training was conducted with the use of 9 cm non-structured scale in which the selected candidates were trained to determine the intensity of the odor in the washing water arising from the process to obtain anchovy's protein base. The judges considered trained were the ones who presented the characteristics of discrimination, repeatability and agreement with the other judges. It was possible to form a team of 8 selected and trained judges. The efficiency of the proposed procedure to select and train judges to evaluate the odor of the fish was demonstrated. Anchovy's characteristic odor may be defined as associated to sea odor, grass, roasted fish and penetrating based in the volatile profile defined. Four groups of reference standards may be described as components of easy availability.

Keywords: Anchovy; Sensorial Evaluation; Methodology; Fish; Volatiles.

## 1 INTRODUÇÃO

A Ciência Sensorial engloba disciplinas que estudam a sensação, a percepção e a integração das propriedades sensoriais. Trata-se de uma ciência relativamente recente que, no entanto, está se formando, com o aporte de conhecimentos, que provém de diferentes áreas, como química, tecnologia, fisiologia, nutrição, psicologia entre outros (Delwiche, 2003).

Estas disciplinas associadas, tanto à ciência como à tecnologia, têm contribuído com o desenvolvimento da metodologia sensorial e seja qual for o método aplicado, o instrumento de medida é o homem. Assim, os vários procedimentos utilizados para descrever uma propriedade sensorial, requerem julgadores que atribuem um valor numérico ao atributo avaliado ou expressam sua sensação mediante uma escolha (Gacula, 1997; Lawless, 1999). O julgador como instrumento de medida, precisa ser calibrado. A calibração é, por definição, o armazenamento de exemplos e de intensidades destes exemplos na memória, cada um deles, podendo estar associado a um valor numérico (Ishii et al., 2008).

Convencionalmente, se assume que o individuo percebe a variação do estímulo em função da concentração (Lawless, 1999). Desta maneira os julgadores podem ser treinados a identificar a presença ou ausência de um determinado estímulo a concentrações médias, altas ou ausentes (Ishii et al., 2008). Por outro lado, devido em parte ao caráter multidisciplinar que caracteriza a análise sensorial, a terminologia a ser utilizada, deve ser padronizada, pois, muitas vezes, um vocábulo pode ter diferentes significados de julgador para julgador.



Delwiche (2003) reporta que grupos de julgadores especialistas de diferentes áreas, como da agricultura e alimentos, podem diferir com respeito ao conceito de sabor e por esta razão torna-se importante estabelecer o significado dos termos a serem utilizados pelos analistas sensoriais. O que deve ser realizado na etapa de treinamento.

Além do sabor, entre outros, termos como odor e aroma precisam ser claramente entendidos pela equipe, uma vez que se referem a atributos distintos. Segundo a NBR 12806 - ABNT (1993) entende-se como odor a sensação percebida pelos quimiorreceptores olfatórios ao impacto de substâncias voláteis, sendo percebido quando se aproxima o estímulo do nariz, enquanto que aroma é definido como atributo percebido por sistema retronasal. A intensidade do aroma é percebida, pelos voláteis liberados na cavidade bucal e direcionados ao interior do nariz através da expiração.

Na formação de uma equipe sensorial tem se buscado treinar um grupo de pessoas, que apresentem reprodutibilidade de dados, que sejam capazes de discriminar uma sensação, descrever o estímulo percebido e concordar em suas respostas com respeito ao grupo. Para melhor atingir estes objetivos, uma seleção prévia de um universo de candidatos se faz necessária. Quanto mais rápido este processo e melhor acuidade apresentarem estes candidatos, menor número de sessões serão viabilizadas e menos oneroso se tornará o treinamento.

Para selecionar os integrantes de uma equipe de julgadores, Kramer & Twigg (1970), propuseram o método das amplitudes. Este método se fundamenta no preparo de alguns grupos de amostras, de modo bastante uniforme, havendo grande diferença entre os grupos, mas pequenas diferenças dentro do grupo, de maneira que cada amostra integrante de cada grupo represente uma repetição.

Uma grande variação entre amostras (grupo) e uma pequena variação entre as amostras que compõe cada grupo, indicam uma boa habilidade do candidato para distinguir entre as amostras. A medida desta habilidade é estabelecida em termos de razão de amplitude, para a soma das amplitudes de cada grupo de amostras. Uma razão igual ou superior a 1 indica habilidade estatisticamente significativa para distinguir entre as amostras. Com base neste princípio, Queiroz et al. (1998), desenvolveram a técnica de seleção de julgadores para avaliação de odores, utilizando como grupo o princípio da classificação de odores de Henning (Amerine et al., 1965), e como repetições produtos alimentícios ou não de fácil aquisição representantes de cada grupo. Em face disto, o objetivo do trabalho foi selecionar e treinar julgadores para avaliação do odor a pescado, utilizando padrões referência obtidos a partir do perfil de voláteis da anchoita e da terminologia sensorialmente levantada.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Captura e Armazenamento da Matéria-prima

A matéria-prima utilizada, *Engraulis anchoita*, foi resultante de cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil na safra de 2010. Os exemplares foram capturados entre a cidade de Rio Grande (32°S, RS-Brasil) e 51°W (Figura1), utilizando rede de meia água (APÊNDICE A), segundo metodologia descrita por Madureira et al. (2007). Após a captura foram armazenados a bordo em gelo e água do mar na razão 1:1 (APÊNDICE B), conforme metodologia indicada por Garcia-Torchelsen et al. (2008).

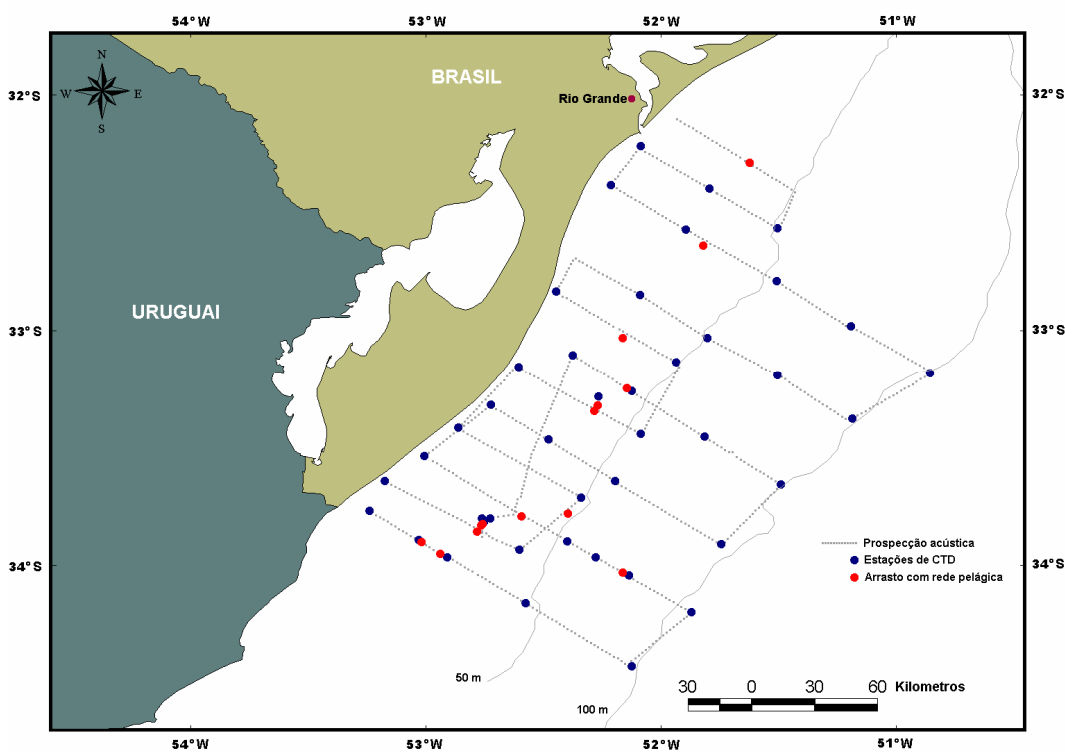


Figura 1 – Posicionamento dos perfis seguido durante os cruzeiros.

Fonte: Diário de bordo dos cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Após o desembarque o pescado foi transportado para uma indústria pesqueira do complexo industrial da Cidade de Rio Grande, onde foi lavado, com água clorada, em tambor rotativo, e então despulpado por separação mecânica. A despulpadeira utilizada para obtenção da polpa foi da marca High Tech, com caracol de separação do tipo duplo, capacidade de 150 Kg/h e lâminas separadoras com espessura de 2 mm. A polpa obtida foi então transportada para o Laboratório de Biotecnologia da FURG. No laboratório, um lote de 10 Kg de amostra foi armazenado sob congelamento a  $-18^{\circ}\text{C}$ , em embalagens de 2kg, até sua utilização.

## **2.2 Determinação de Voláteis**

Os voláteis das amostras correspondentes a safra de 2010 foram avaliados no Laboratório de Química de Alimentos, do Departamento de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

### **2.2.1 Isolamento**

O isolamento dos compostos voláteis foi feito utilizando o sistema de microextração em fase sólida (SPME) com fibra de divinilbenzeno/carboxen/polidimetilsiloxisano (DVB/CAR/PDMS). A fibra SPME foi inserida no “headspace” do frasco contendo 5g de anchoita por 45min a 40°C. Após, a fibra foi removida do frasco e imediatamente dessorvida no injetor do cromatógrafo gasoso com detector de massas (CG/MS).

### **2.2.2 Análise por Cromatografia Gasosa**

Os voláteis foram separados em coluna capilar de sílica fundida DB-5 (30m x 0,25mm x 0,25µm) em cromatógrafo gasoso Shimatzu modelo QP 2010 equipado com detector de massas de impacto de elétrons, na voltagem de 70eV. Foi utilizado o injetor no modo splitless mantido a 230°C. Hidrogênio foi utilizado como gás de arraste na vazão de 1,5mL/min. A temperatura do forno foi mantida a 40°C por 15 min, seguido de um aumento linear de 4°C/min até 210°C, permanecendo nessa temperatura por 17 min. O espectro de massas obtido foi comparado com a biblioteca do equipamento (nist 2006 MS library). Uma mistura padrão com a série homologa de parafina foi preparada utilizando hexano como solvente. Uma co-injeção da amostra com a mistura de padrões foi realizada nas mesmas condições cromatográficas, e calculado o índice de retenção de Kovats experimental. Foi realizado uma identificação tentativa correlacionando as respostas dos espectros de massas e os índices de kovats obtidos.

## **2.3 Levantamento da Terminologia**

Vinte candidatos, representantes de alunos de graduação e pós-graduação da Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande foram utilizados para levantar a terminologia de odor da anchoita em sessão aberta (Meilgaard et al., 1999). A equipe foi reunida em várias sessões, onde os candidatos recebiam as amostras de anchoita e eram solicitados a descreverem as sensações odorosas percebidas.

## **2.4 Definição dos Padrões de Referência**

Os padrões utilizados para a seleção dos julgadores foram definidos a partir do perfil de voláteis da anchoita e da terminologia levantada, associando cada volátil com produto ou substância descrito pela literatura.

## 2.5 Seleção de Julgadores

A seleção dos julgadores foi realizada pelo método proposto por Queiroz et al. (1998), que tem como base o método das amplitudes descrito por Kramer & Twigg (1970). Os padrões referência definidos, representantes do odor característico da anchoita, foram apresentados aos candidatos.

Quatro grupos de amostras, com quatro repetições em cada grupo, foram preparados de maneira que apresentassem diferenças entre os grupos, mas não dentro de cada grupo. As diferenças entre os grupos, bem como, as repetições dentro de cada grupo (constituídas de produtos de fácil aquisição) foram dadas em função dos voláteis característicos de cada padrão referência definido pela literatura.

Os dados foram coletados através de uma ficha onde foi solicitado aos candidatos que descrevessem o odor percebido (Figura 2). As respostas foram avaliadas mediante uma escala estruturada de quatro pontos assim definida: 0 – não perceptível; 1 – percebe, mas não reconhece; 3 – percebe e reconhece; 5 – percebe, reconhece e descreve.

Universidade Federal do Rio Grande Escola de Química e Alimentos Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos	
Nome: _____	Data: ___/___/___
Por favor, aspire as amostras e indique sua descrição.	
Código da amostra	Descrição
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
Observações: _____	

Figura 2 – Ficha para descrição dos termos descritores do odor.

Os resultados foram tabelados em ordem de dificuldade, em função dos escores obtidos pelos candidatos, estipulando-se os valores, 1 para o grupo mais difícil e 4 para o mais fácil. Desta forma, 1 foi a nota máxima atribuída para o grupo 1; 2 para o grupo 2 e assim sucessivamente. Para cada julgador, a partir das notas obtidas através da escala descrita, foram calculados 5 parâmetros: somatório (S), referente as notas atribuídas, soma das amplitudes (SA), resultante das amplitudes obtidas por grupo de amostra, amplitude da soma (AS), calculada com base na diferença entre a maior e menor amplitude registrada, razão de amplitudes (RA), definida pela amplitude da soma dividido pela soma das

amplitudes e desvio, o qual foi definido, comparando cada resposta ao valor verdadeiro do grupo, sendo a soma das diferenças anotadas como desvio.

## **2.6 Preparo das Amostras**

Os padrões referência de odor utilizados para seleção, bem como, a solução de lavagem resultante da base protéica de pescado utilizada no treinamento, foram preparados conforme indicado por Queiroz et al. (1998). Amostras quando sólidas, pesando em média 2g foram homogeneizadas, adicionadas em tubo de ensaio e acrescentado 10 ml de água destilada. Para solução de lavagem alíquotas de 10 ml foram utilizadas. Diluições adequadas, regularmente perceptíveis, foram obtidas para cada amostra. Alíquotas destas diluições foram utilizadas para embeber chumaços de algodão utilizados como suporte de absorção dos voláteis, colocados a 3 cm do fundo dos tubos de ensaio. Os tubos de ensaio foram fechados, cobertos com papel alumínio e codificados com três dígitos aleatórios. As amostras foram mantidas sob aquecimento a 40°C, para que os voláteis fossem difundidos, e então oferecidas aos julgadores.

## **2.7 Treinamento dos Julgadores**

### **2.7.1 Obtenção da Base Protéica de Anchoita**

A base protéica de pescado (BPP) foi elaborada a partir da polpa de pescado, resfriada em câmara de resfriamento na temperatura de 5°C. A lavagem da polpa foi realizada utilizando como solvente 3 ciclos de extração com ácido fosfórico (0,05%), com duração de 6 minutos, agitação constante de 2000rpm em agitador magnético e temperatura mantida entre 5 e 7°C, pela adição de polpa e solvente refrigerados. Ao final de cada ciclo foi realizada a separação dos sólidos por peneiramento conforme indicado por Simões et al. (2004).

### **2.7.2 Treinamento**

Os candidatos selecionados foram treinados utilizando uma escala não estruturada de 9 cm ancorada por pontos extremos a esquerda pelo termo fraco e a direita forte (Figura 3), para que as notas permanecessem na mesma região da escala. No treinamento, foram utilizadas amostras referencias com diferentes intensidades de estímulo (fraco e forte).

O desempenho dos julgadores foi avaliado utilizando como amostra a solução de lavagem resultante a cada ciclo de extração, obtida no processo de elaboração da base protéica de anchoita. Aos julgadores foi solicitado que marcassem na escala não estruturada de 9 cm o ponto que melhor representasse a intensidade de odor a pescado percebida.

O poder de discriminação, de repetibilidade das respostas e a concordância entre julgadores, foi avaliado segundo uma análise de variância (Power et al., 1984), com duas fontes de variação (amostra e repetição). Foi obtido o valor de  $F_{amostra}$  e  $F_{repetição}$ , para cada julgador. Os julgadores com o valor de  $F_{amostra}$  significativo  $p \leq 0,30$  e  $F_{repetição}$  não significativo para  $p > 0,05$  e concordância de médias com os demais julgadores, foram considerados treinados.

Universidade Federal do Rio Grande  
Escola de Química e Alimentos  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos

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

Por favor, aspire às amostras da esquerda para a direita e indique sua intensidade na escala apresentada abaixo.

|  
Fraco

|  
Forte

Observações: \_\_\_\_\_

Figura 3 - Escala não estruturada utilizada para o treinamento dos julgadores.

## 2.8 Tratamento Estatístico

Os dados foram avaliados por análise de variância (ANOVA), teste de comparação de médias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) e análise de Clusters obtidos por multivariada, utilizando o software Statistica for Windows versão 6.0. Os dados obtidos pelo processo de seleção aplicado foram avaliados pelo método das amplitudes descrito por Kramer & Twigg (1970).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Determinação de Voláteis

A literatura contempla uma série de trabalhos que versam a respeito dos compostos voláteis que caracterizam os produtos de pescado, bem como, a descrição sensorial associada a estes voláteis (Josephson et al., 1984; Cardinal et al., 1997; Chambers et al., 1998; Girard & Durance, 2000; Hallier et al., 2004; Senger-Emonnot et al., 2006; Varlet et al., 2007; Clausen et al., 2008; Selli et al., 2009; Serfert et al., 2010; Mebazaa et al., 2011).

Na Tabela 1 estão registrados os principais voláteis que caracterizam a anchoita armazenada sob congelamento por 60 dias, bem como a descrição de odor associada a estes voláteis, segundo a literatura.

Tabela 1 – Compostos voláteis encontrados na anchoita (*Engraulis anchoita*) armazenada sob congelamento durante 60 dias.

Composto	Descrição do Odor	Referência
<b>Ácido Carboxílico</b>		
Ácido acético	Vinagre, ácido, queijo	Giri et al. (2010)
n-Ácido caprónico vinil ester (Ac. Hexanóico)	Azedo, rançoso, doce	Clausen et al. (2008)
<b>Álcoois</b>		
1-Butanol	Solvente, pungente	Giri et al. (2010)
1-Penten-3-ol	Sulfuroso, picante, plástico, Pungente, óleo de peixe	Cardinal et al. (1997) Girard & Durance (2000) Varlet et al. (2007) Serfert et al. (2010)
Pent-(2Z)-enol	Verde, metálico	Senger-Emonnot et al. (2006)
1-Octen-3-ol	Cogumelo, mofo	Selli et al. (2009) Silva et al. (2009)
Hexanol-2-etil	Terra, verde, mofo Água do mar	Selli et al. (2009) Silva et al. (2009)
1-Hexen-3-ol	Verde, vegetal	Triqui & Zouine (1999)
1-decanol	Verde, mofo	Mebazaa et al. (2011)
<b>Aldeídos</b>		
Pent-(2E)-enal	Verde, herbáceo	Cha & Cadwallader (1995)
Hexanal	Verde, fresco, erva fresca	Serfert et al. (2010) Selli & Cayhan (2009) Triqui & Zouine (1999)
Hept-(4Z)-enal	Gordura, raiz, Pescado cozido Ginseng, batata cozida Metálico	Chung et al. (2007) Hallier et al. (2004) Selli et al. (2009) Senger-Emonnot et al. (2006)
Heptanal	Peixe, óleo de peixe, Ranço, batata cozida	Chung et al. (2007) Palmeri et al. (2008) Jónsdóttir et al. (2008)
Heptadienal-2,4	Batata cozida, gordura	Selli et al. (2009) Chung et al. (2007) Jónsdóttir et al. (2008) Triqui & Zouine (1999)

Tabela 1 - Continuação

Composto	Descrição do Odor	Referência
Octanal	Cítrico	Palmeri et al. (2008)
Nonanal	Gordura, verde, cítrico	Varlet et al. (2007)
	Floral, verde	Selli et al. (2009)
		Palmeri et al. (2008)
Benzaldehído	Avelã, pungente	Selli et al. (2009)
<b>Amina</b>		
Trimetilamina	Peixe, deterioração, Amoniacal	Chung et al. (2007) Giri et al. (2010)
<b>Hidrocarbonetos</b>		
Tolueno	Plástico	Théron et al. (2010)
Tetradecano	Azedo	Palmeri et al. (2008)
Pentadecano	Água do mar	Palmeri et al. (2008) Silva et al. (2009)
Tridecano	Gordura	Théron et al. (2010)
Heptadecano	Plástico, terra	Palmeri et al. (2008) Selli et al. (2009)
Octadecano	Alga	Dembitsky et al. (1999)
<b>Cetonas</b>		
2,3-Pentanediona	Manteiga	Triqui & Zouine (1999)
Nona-3,5-dien-2-ona	Gordura, fruta	Triqui & Zouine (1999)
1-decan-2-ona	Sebo, mofo, verde	Giri et al. (2010)

Hough & Fiszman (2005) e Mori (1988), salientam a necessidade do uso de padrões referência, para o estudo de vida útil, em especial para pescado ou derivados, quando se utiliza a análise sensorial, uma vez que a qualidade dos resultados depende da memória sensorial do julgador.

A literatura indica a utilização como referência para pescado fresco o pescado que tenha sido congelado (Mori, 1988; Iglesias et al., 2009).

Avaliando a Tabela 1, observa-se que os compostos responsáveis pelo odor da anchoita, são predominantemente aldeídos e alcoóis, seguidos de cetonas.

A interação entre aldeídos e alcoóis é reconhecida por promover um aroma doce (Selli et al., 2009), tendo sido descrito ainda os aldeídos como verde e gorduroso. Aldeídos como o hexanal, componente do perfil de voláteis da anchoita, fornece odor verde e de



gordura, que são característicos de peixe e outros fruto do mar (Jónsdóttir et al, 2008; Caprino et al., 2008; Selli & Cayhan, 2009).

O limiar de odor dos aldeídos é, geralmente, menor do que outros compostos voláteis, assim estes compostos têm importante efeito potencial no sabor total de diferentes espécies de peixes (Spurvey et al., 1998).

Josephson & Lindsay (1987), reportam que compostos com 6, 8 e 9 átomos de carbono têm sido relatados por contribuir para o sabor do peixe fresco. Aldeídos como o hexanal, hex-(2E)-enal, octanal e nonanal, bem como, os alcoóis hexanol-2 etil, 1-hexeno-3-ol e 1-octeno-3-ol, descritos para o odor característico da anchoita, congelada, se classificam nesta categoria de voláteis e podem compor a gama de padrões a serem definidos. Padrões referência, como cogumelo, cozido e terra têm sido referenciados aos voláteis 1-octeno-3-ol, 1-5-octadieno-3-ol e hexanol-2-etil, respectivamente (Josepson et al., 1984; Grimm et al., 2000; Prost et al., 2004; Selli et al., 2009).

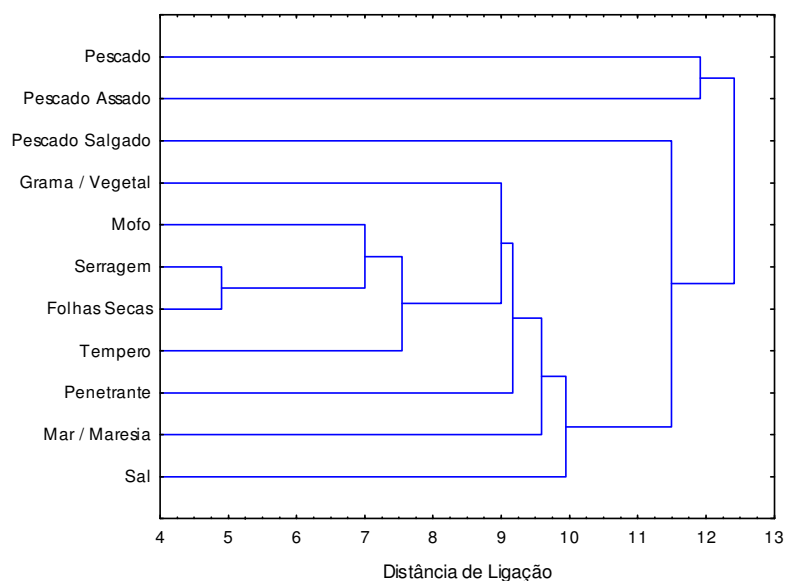
Selli et al. (2009), descreveram o perfil odorífero da truta arco-íris, como portador de odor a peixe, gordura, verde, terra, cogumelo, batata cozida, maresia e peixe cozido. Esta terminologia foi basicamente descrita na definição do odor característico da anchoita por Garcia-Torchelsen et al. (2008), que registram um total de 54 termos, os quais foram agrupados pela equipe de avaliação sensorial como grama, pescado assado, maresia e penetrante.

### **3.2 Levantamento da Terminologia**

A Tabela 2 e Figura 4 apresentam a terminologia levantada pelos candidatos mediante a técnica de sessão aberta. Um total de 33 termos foi gerado para anchoita a partir de 642 julgamentos, definidos em consenso. O tratamento dos dados, mediante análise de Clusters, permitiu dividir os termos em 4 grupos (grama, pescado assado, maresia e penetrante). A maior frequência registrada foi para o grupo grama, com maior incidência para os termos grama e verde, seguido de pescado assado, com maior registro para os termos pescado, óleo de pescado e pescado assado. Com menores representatividades foram definidos os grupos maresia e penetrante. No APÊNDICE I pode ser verificado o número de julgamentos, por termo descrito.

Tabela 2 – Terminologia para descrição do odor da anchoita.

Grupos	Descrição	N° de Termos	N° de Julgamentos
Gramas	Odor associado a grama, verde, folha verde, terra, capim, folhas secas, serragem, mofo, fungo, tempero e legume velho.	11	238
Pescado Assado	Odor associado a pescado, pescado com gordura, pescado assado, pescado salgado, pescado cozido, pescado em conserva, conserva de sardinha, óleo de pescado.	8	181
Maresia	Odor associado a sal, mar, maresia, água do mar e salgado.	6	117
Penetrante	Odor associado a ácido, álcool, couro, penetrante, vinagre, doce, fermentado molho.	8	106
	Total de termos descritivos	33	642

Figura 4 – Dendrograma obtido para os termos descritos como similares ao odor da anchoita (*Engraulis anchoita*).

A análise de Clusters (Figura 4) sugere a formação de grupos de odor similares entre si e que caracterizam o odor da anchoita (*Engraulis anchoita*). Os descritores de odor são agrupados com base na distância de ligação existente entre os grupos formados.

Analisando o dendrograma, verifica-se, com base na menor distância de ligação (9,0), a geração de um grupo de odor formado pelos termos grama/vegetal, mofo, serragem,

folhas secas e tempero. Esses termos foram descritos por Garcia-Torchelsen et al. (2008) e agrupados, por similaridade, no grupo grama, definido sensorialmente para caracterizar o odor da anchoita. Hallier et al. (2004) caracterizaram o odor do bagre europeu cozido, definindo o odor a mofo em um grupo separado do odor a grama, apresentando este último uma importância secundária, principalmente, por se tratar de pescado cozido. Termos como grama, verde e cítrico têm sido utilizados para descrever o odor de uma série de espécies (Triqui e Zouine, 1999; Selli & Cayhan, 2009; Selli et al., 2009).

A próxima distância de ligação, que pode ser observada no dendograma (9,25), indica a formação de um grupo de odor representado pelo termo penetrante. Esse termo foi definido pela equipe de julgadores para anchoita pela mesma possuir odor penetrante e intenso, sem representar em nenhum momento odor desagradável ou indicar perda de qualidade. O grupo penetrante foi descrito, a partir de termos como couro, ácido, alho, doce e álcool. Rodbotten et al. (2009) observaram odor ácido na avaliação sensorial tanto do salmão fresco quanto cozido, indicando a presença deste termo em pescado em excelente estado de frescor e não apenas quando ocorre perda de qualidade (Barbosa & Vaz-Pires, 2004; Pons-Sanches-Cascado et al., 2006). O termo álcool foi reportado por Hallier et al. (2004) durante a caracterização do odor do bagre europeu cozido.

O grupo representativo de odor, definido como maresia, é formado pelos termos mar/maresia e sal, apresentando distância de ligação igual a 10,0. O grupo maresia foi descrito por Garcia-Torchelsen et al. (2008) pelos termos sal, mar, salmoura, marisco e peixe fresco. Por fim, mas não menos importante, observa-se a formação do grupo de odor pescado assado (distância de ligação de 12,5), representado pelos termos pescado, pescado assado e pescado salgado. Assim pode-se observar a formação de 4 grupos de odor, representados pelos termos: grama, penetrante, maresia e pescado assado. Mesmo com a separação da terminologia em grupos, a interligação entre os termos se torna evidente. Na distância de ligação 9,25, por exemplo, ao mesmo tempo em que se observa a formação do grupo penetrante, verifica-se que este grupo também está ligado ao grupo grama. Esse comportamento sugere que, independente dos grupos de odores formados, os termos descritos caracterizam o odor da anchoita.

### **3.3 Definição dos Padrões de Referência**

Na Tabela 3 pode ser verificado os padrões referência definidos a partir do perfil de voláteis da anchoita e da terminologia (grama, penetrante, pescado assado e maresia), associando os voláteis com produtos ou substâncias descritas pela literatura.

Tabela 3 – Padrões de odor definidos para grupo de odor.

Grupo	Padrão de Odor	Volátil	Referência
Gramma	Folha verde	Hexanal	Ruther (2000)
	Alface	Nonanal	Lonchamp et al. (2009)
	Couve	Hexanol-2-etil	Lonchamp et al. (2009)
	Cogumelo	1-octen-3-ol	Chambers et al. (1998)
Penetrante	Vinagre	Ácido acético	Giri et al. (2010)
	Peixe fermentado	2,3-Pentanediona	Giri et al. (2010)
	Peixe fermentado (1:1)	2,3-Pentanediona	Giri et al. (2010)
	Couro	Benzaldeido	Chambers et al. (1998)
Maresia	Água do mar	Heptadecano	Silva et al. (2009)
	Peixe fresco	Hexanal	Selli & Cayhan (2009)
	Peixe fresco (1:1)	Hexanal	Selli & Cayhan (2009)
	Marisco	Trimetilamina	Senger-Emonnot et al. (2006)
Pescado	Peixe cozido	Hept-(4Z)-enal	Hallier et al. (2004)
	Peixe cozido (1:1)	Hept-(4Z)-enal	Hallier et al. (2004)
Assado	Óleo de peixe	1-penten-3-ol	Serfert et al. (2010)
	Óleo de peixe (1:1)	1-penten-3-ol	Serfert et al. (2010)

Os componentes do grupo grama foram escolhidos por representar o odor de folhas verdes e mofo, conforme descrito no levantamento da terminologia (Tabela 2). De acordo Ruther (2000), o tecido das plantas verdes, logo após o dano mecânico, exala um odor característico conhecido como “odor de folha verde”. Investigações sobre esse processo revelaram que este odor é devido a uma série de aldeídos saturados e monoinsaturados de 6 átomos de carbono como, por exemplo, o hexanal, e álcoois (Ruther, 2000). O odor a verde tem sido atribuído ao hexanal em diferentes espécies de peixe (Triqui e Zouine, 1999; Selli & Cayhan, 2009; Selli et al., 2009). Entre os outros compostos descritos, pela literatura, por conferir esse odor em pescado, pode-se destacar o aldeído nonanal, presente na alface, e o álcool hexanol-2-etil, encontrado na couve (Lonchamp et al., 2009).

Para representar os odores de terra e mofo do grupo grama foi definido como padrão o cogumelo. Chambers et al. (1998) definiram que, sensorialmente, os cogumelos têm odor levemente mofado e terroso, apresentando o álcool 1-octen-3-ol como o volátil responsável por essas características. Este composto foi encontrado por Selli et al. (2009) em truta descrito por possuir odor a cogumelo.

Os padrões de odor selecionados para definir o grupo penetrante foram vinagre, pescado fermentado e couro. O termo fermentado foi descrito por Chambers et al. (1998) por possuir odor doce, terminologia esta que contempla a descrição sensorial para o grupo

penetrante (Tabela 2). Analisando os voláteis obtidos por Giri et al. (2010) para anchovy fermentada, pode-se verificar que uma série de compostos também foram identificados para anchoita submetida ao congelamento: 2,3-pentanediona, hexanal, 1-butanol, 1-penteno-3-ol, heptanal, octanal, nonanal, 1-octeno-3-ol, ácido acético, 2,4-heptadienal, 3,5-octadien-2-ona e undecan-2-ona. Tendo em vista os vários compostos em comum, foram consideradas duas diluições de pescado fermentado, sendo o próprio ácido acético, outro volátil em comum, utilizado como padrão de odor.

Segundo Chambers et al. (1998), o termo couro apresenta como um de seus voláteis o benzaldeído, podendo conferir odor a mofo. Este volátil pode ser observado fazendo parte da gama de aldeídos identificados para a anchoita (Tabela 2).

O terceiro grupo definido no levantamento da terminologia do odor foi o maresia, constituído por termos que definem o pescado em total estado de frescor e que, portanto, estão diretamente relacionados ao mar. Para a solução de sal marinho (água do mar), Silva et al. (2009) identificaram 40 compostos voláteis de diferentes famílias químicas, as quais incluíram hidrocarbonetos, álcoois, fenóis, aldeídos, cetonas, ésteres e terpenos. Esses compostos são derivados de algas, bactérias ou poluição ambiental. Entre os voláteis encontrados no sal marinho, presentes na anchoita destacam-se o pentadecano, heptadecano e o hexanol-2-etil.

Entre os voláteis descritos para pescado marinho pode destacar o hexanal por ser o aldeído encontrado em maior concentração (Selli & Cayhan, 2009). Em virtude da matéria-prima em estudo ser um peixe de origem marinha, este padrão de odor foi considerado em duas diluições. Para finalizar os padrões do grupo maresia, utilizou-se outra espécie marinha, o marisco. Senger-Emonnot et al. (2006) avaliaram sensorialmente uma espécie de marisco definindo duas características de impacto: odor “fresco e marinho” e a “peixe e crustáceos”. Esta última terminologia foi atribuída à base volátil trimetilamina definido como composto chave na caracterização do odor desta espécie.

Hallier et al. (2004) analisando os voláteis em peixe cozido, observou que o termo cozido é devido, principalmente, ao composto hept-(4z)-enal. Este composto, identificado neste estudo para anchoita, também foi encontrado para outras espécies de peixes (Chung et al., 2007; Selli et al., 2009), independente da forma de conservação. Esse comportamento indica a importância desse volátil e, conseqüentemente, da utilização desse padrão de odor, motivo pelo qual o pescado cozido foi utilizado em duas diluições distintas.

O outro padrão definido para este grupo foi o óleo de pescado. Serfert et al. (2010) identificaram o composto 1-penteno-3-ol como um dos voláteis responsáveis pelo odor de óleo de peixe caracterizado sensorialmente por termos como pescado, metálico, pungente e verde. Este álcool foi identificado neste trabalho para a anchoita e para outras espécies de pescado (Josephson, 1991; Varlet et al., 2007). Considerando a importância deste composto

pela sua presença em diferentes espécies de peixes, o óleo de pescado foi utilizado como padrão de odor com duas diluições. Assim, um total de 16 padrões referências foi definido e utilizado para a seleção dos julgadores.

### 3.4 Seleção dos Julgadores para Avaliação do Atributo Odor

A Análise Sensorial objetiva gerar informações precisas e reprodutíveis, através de julgadores capazes de reconhecer, descrever e quantificar propriedades sensoriais (Stone & Sidel, 1993). Nas tabelas 4 e 5, podem ser avaliados os dados resultantes da seleção de julgadores utilizando padrões de referências definidos, com base na habilidade dos candidatos de identificar, reconhecer e descrever sensações odorosas (Kramer e Twigg, 1970, Queiroz et al., 1998).

Tabela 4 – Somatório total de notas expressas pelos candidatos para cada grupo de odor.

Grupo	Padrão de Odor	Somatório da Notas
Penetrante	Vinagre	182
	Peixe fermentado	
	Peixe fermentado (1:1)	
	Couro	
Maresia	Água do mar	192
	Peixe fresco	
	Peixe fresco (1:1)	
	Marisco	
Pescado Assado	Peixe cozido	211
	Peixe cozido (1:1)	
	Óleo de peixe	
	Óleo de peixe (1:1)	
Gramma	Folha verde	266
	Alface	
	Couve	
	Cogumelo	

20 candidatos

Os dados estão dispostos em ordem de dificuldade dos candidatos em avaliar os componentes que compõe cada grupo de amostras. É possível verificar (Tabela 4) que o grupo descrito como penetrante, foi o mais difícil de ser avaliado, considerando os menores valores no somatório das notas atribuídas pelos candidatos, com base na escala utilizada na

avaliação dos resultados, seguidos por maresia e pescado assado. O grupo grama foi o de mais fácil identificação. Os resultados brutos individuais obtidos por candidato podem ser verificados no APÊNDICE J.

Na Tabela 5, podem ser avaliados os resultados por julgador, bem como os parâmetros de avaliação considerados (somatório (S), amplitude (A), soma das amplitudes (SA), amplitude da soma (AS), razão de amplitude (RA) e soma dos desvios (SD)). A avaliação destes resultados permite rejeitar os candidatos, 1, 2, 5, 7, 8, 13, 14, 19 e 20, tomando como base o critério das razões de amplitude (Kramer & Twigg, 1970), por apresentarem  $RA < 1$ . É destacado o candidato 11, por apresentar maior valor de RA (3,3), bem como, os candidatos 3, 4, 9 e 16, quanto aos valores absolutos de RA. Os demais candidatos não rejeitados (4, 6, 10, 12, 15, 17 e 18), apresentaram habilidade em identificar, reconhecer e descrever os padrões referências avaliados, mas com menor precisão. No entanto, a habilidade dos candidatos em manter uma determinada nota, não é demonstrada por RA, mas pela soma dos desvios (SD). Observa-se, que todos os candidatos rejeitados, (exceto 19), obtiveram os maiores desvios de notas atribuídas aos estímulos avaliados, com valores superiores a 13. O melhor desempenho quanto as repetições foram obtidos pelos candidatos 4 e 9, os quais apresentaram os menores desvios 4 e 6, respectivamente. Estes resultados são corroborados pelo critério adotado por Etaio et al. (2010), para selecionar candidatos para avaliação de odor e aroma, que teve como base a aceitação de julgadores que obtivessem desvios inferiores a 65% do valor máximo admitido. Considerando os 16 padrões referências avaliados, candidatos com desvios superiores a 10,4 seriam rejeitados. Assim, uma equipe composta de 9 julgadores para avaliar odor a pescado pode ser formada, constituída pelos candidatos 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 15 e 18.

Tabela 5 – Parâmetros calculados para os candidatos a julgadores.

Grupo de Odores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1- Penetrante																				
Vinagre	1	1	1	1	1	1	1	0,2	1	1	1	1	0	1	1	0,2	0	1	1	0,2
P. fermentado	0	0,6	0,2	1	0,2	1	0,2	0	0,2	0,2	1	0,2	1	0,6	1	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2
P. fermentado 1:1	0	0,2	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0	0,6	0,2	0,6	0,2	0,2	0	0,2	0	0,6	0,2	0,6
Couro	0	0,6	0,6	1	0,2	0,2	0	0	1	0,2	0,2	1	0	0	0,2	0,6	0,6	0,2	0,6	0,2
Somatório	1	2,4	2	3	1,6	2,2	1,4	0,2	2,2	2	2,4	2,8	1,2	1,8	2,2	1,6	1,2	2	2	1,2
Amplitude	1	0,8	0,8	1	0,8	1	1	0,2	1	0,8	0,8	0,8	1	1	1	0,4	0,6	0,8	0,8	0,4
2 – Maresia																				
Água do mar	0,4	0,4	0,4	2	1,2	2	0	0,4	0,4	0,4	2	1,2	1,2	1,2	2	0,4	0	1,2	0,4	0,4
Peixe fresco	1,2	0,4	1,2	0,4	0,4	1,2	0,4	0	0,4	0,4	2	2	1,2	0,4	0,4	1,2	0	0,4	2	0,4
Peixe fresco 1:1	0,4	0,4	2	2	0,4	2	2	1,2	2	2	2	2	0,4	0,4	2	2	2	2	2	1,2
Marisco	0,4	1,2	2	1,2	1,2	1,2	0,4	0	2	2	2	1,2	2	0,4	0,4	0,4	1,2	0,4	0,4	0,4
Somatório	2,4	2,4	5,6	5,6	3,2	6,4	2,8	1,6	4,8	4,8	8	6,4	4,8	2,4	4,8	4	3,2	4	4,8	2,4
Amplitude	0,8	0,8	1,6	1,6	0,8	0,8	2	1,2	1,6	1,6	0	0,8	1,6	0,8	1,6	1,6	2	1,6	1,6	0,8
3 – P. Assado																				
Peixe cozido	1,8	0,6	3	3	0,6	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0	1,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0
Peixe cozido 1:1	1,8	1,8	3	3	1,8	0,6	1,8	0	0,6	3	0,6	0,6	1,8	1,8	0,6	0,6	0,6	3	0,6	0
Óleo de peixe	0	0,6	0,6	3	3	1,8	1,8	3	3	3	1,8	3	1,8	1,8	0,6	0,6	3	3	3	0,6
Óleo de peixe 1:1	0,6	1,8	0,6	3	1,8	1,8	1,8	0	3	1,8	1,8	3	0,6	1,8	1,8	0,6	0,6	0	3	1,8
Somatório	4,2	4,8	7,2	12	7,2	4,8	6	3	7,2	8,4	4,8	7,2	4,2	7,2	3,6	2,4	4,8	6,6	7,2	2,4
Amplitude	1,8	1,2	2,4	0	2,4	1,2	1,2	3	2,4	2,4	1,2	2,4	1,8	0	1,2	0	2,4	3	2,4	1,8
4- Grama																				
Folha verde	0	0,8	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	0
Alface	4	4	4	4	0,8	4	0,8	0,8	4	2,4	4	4	0,8	4	4	4	4	4	4	4
Couve	2,4	2,4	4	2,4	2,4	2,4	0,8	4	4	0,8	2,4	0,8	0	2,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4
Cogumelo	0,8	0	4	4	4	4	0,8	0	4	4	4	4	2,4	0	4	4	4	4	0,8	0
Somatório	7,2	7,2	16	14,4	7,2	14,4	6,4	4,8	16	11,2	14,4	12,8	7,2	6,4	12,8	12,8	12,8	12,8	9,6	6,4
Amplitude	4	4	0	1,6	4	1,6	3,2	4	0	3,2	1,6	3,2	4	4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	4
AS	7,6	6,8	4,8	4,2	8	4,6	7,4	8,4	5	8	3,6	7,2	8,4	5,8	7	5,2	8,2	8,6	8	7
AS	6,2	4,8	14	11,4	5,6	12,2	5	4,6	13,8	9,2	12	10	6	5,4	10,6	11,2	11,6	10,8	7,6	5,2
RA	0,8 <sup>a</sup>	0,7 <sup>a</sup>	2,9 <sup>b</sup>	2,7 <sup>b</sup>	0,7 <sup>a</sup>	2,6 <sup>b</sup>	0,7 <sup>a</sup>	0,5 <sup>a</sup>	2,8 <sup>b</sup>	1,1 <sup>cd</sup>	3,3 <sup>e</sup>	1,4 <sup>c</sup>	0,7 <sup>a</sup>	0,9 <sup>ad</sup>	1,5 <sup>c</sup>	2,1 <sup>f</sup>	1,4 <sup>c</sup>	1,3 <sup>c</sup>	0,9 <sup>ad</sup>	0,7 <sup>a</sup>
SD	14 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	7 <sup>b</sup>	4 <sup>c</sup>	13 <sup>a</sup>	9 <sup>b</sup>	13 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	6 <sup>bc</sup>	9 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	13 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	9 <sup>b</sup>	12 <sup>b</sup>	11 <sup>a</sup>	9 <sup>b</sup>	9 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>

P.: peixe; SA: soma das amplitudes; AS: amplitude da soma; RA: razão de amplitudes; SD: soma dos desvios; letras iguais na horizontal indicam não haver diferença entre os candidatos ( $p \leq 0,05$ )



### 3.5 Treinamento dos Julgadores Selecionados

Os julgadores selecionados foram treinados a avaliar a intensidade de odor utilizando uma escala não estruturada de 9 cm, tendo como estímulo os extratos resultantes de três ciclos de lavagem obtidos na elaboração de base protéica de anchoita. As tabelas 6 e 7, bem como, figuras 5 e 6 apresentam desempenho dos julgadores em discriminar a intensidade de odor e a capacidade de reproduzir um resultado, o qual foi avaliado mediante análise de variância (ANOVA), considerando dois fatores (amostra e repetição), para cada candidato e cada amostra (Power et al., 1984; Damásio et al., 1991; Cardello & Faria, 1998; Queiroz & Treptow, 2001).

Na Tabela 6 é indicada a capacidade de discriminação das amostras pelos julgadores e na Tabela 7 a repetibilidade. Analisando estes dados, pode verificar os resultados de  $F_{amostra}$  de cada julgador, com relação às amostras, e resultados de  $F_{repetição}$  para cada julgador em relação as amostras. Foram considerados treinados os julgadores, com diferença significativa de  $F_{amostra}$  ( $p < 0,30$ ) e  $F_{repetição}$  não significativo ( $p > 0,05$ ). A análise destes dados indica que todos julgadores selecionados apresentaram alto poder discriminante e de repetibilidade.

Tabela 6 – Níveis de significância (p) para julgadores em função de discriminação das amostras ( $F_{amostra}$ ).

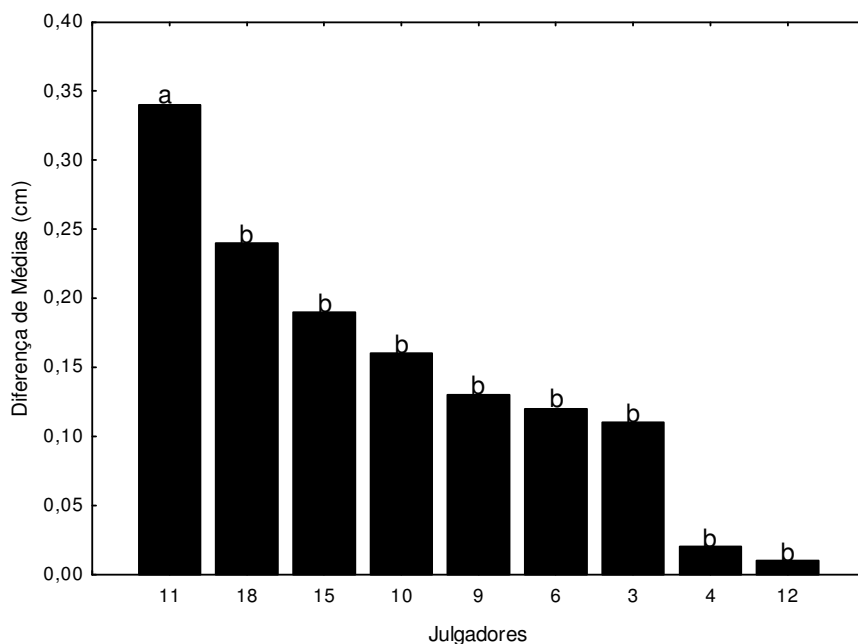
Julgadores	Níveis de significância (p)		
	Amostra A	Amostra B	Amostra C
3	0,000228	0,000243	0,000228
4	0,000231	0,000326	0,000326
6	0,000231	0,000795	0,000231
9	0,019796	0,071285	0,019796
10	0,033571	0,029539	0,029539
11	0,001543	0,002455	0,001543
12	0,000315	0,000429	0,000315
15	0,003760	0,014830	0,003760
18	0,000273	0,000483	0,000273

Tabela 7 – Níveis de significância (p) para julgadores em função da repetibilidade ( $F_{\text{repetição}}$ ).

Julgadores	Níveis de significância (p)		
	Amostra A	Amostra B	Amostra C
3	1,000000	0,316792	0,316792
4	0,940206	0,940206	0,316792
6	0,316792	0,316792	1,000000
9	1,000000	0,940206	1,000000
10	1,000000	0,940206	0,316792
11	0,940206	0,940206	0,316792
12	0,316792	0,940206	1,000000
15	0,316792	0,316792	0,316792
18	0,940206	1,000000	1,000000

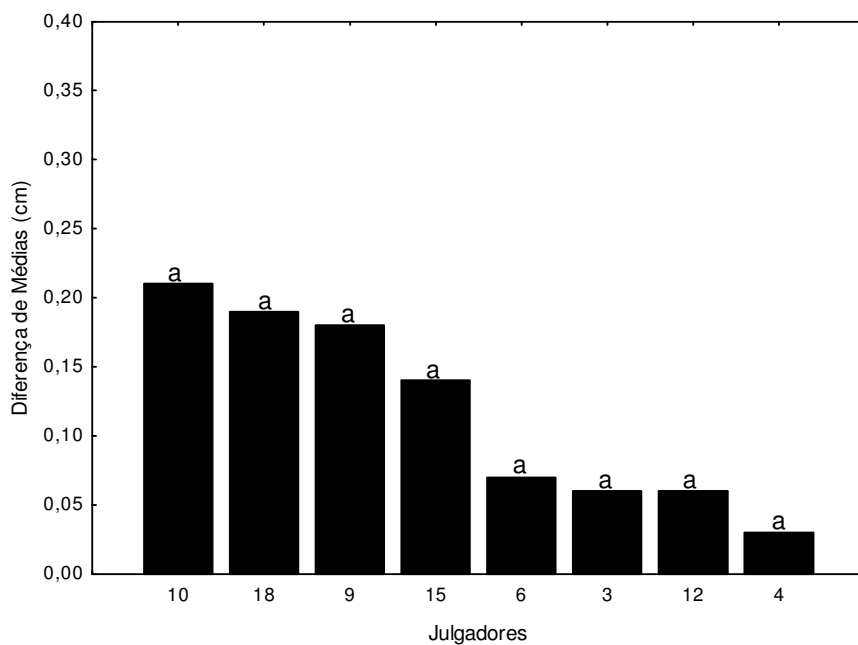
A Figura 5 apresenta a diferença entre as médias individuais atribuída para cada amostra (solução de lavagem obtida para os três ciclos de extração considerados) e a média geral da equipe sensorial formada. Observa-se não haver diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste de Student, entre os valores individualmente atribuídos pelos julgadores e a média geral, exceto para o julgador 11. Pela análise dos dados da Tabela 5, foi verificado o excelente desempenho deste candidato, a julgar pelo elevado valor de RA (3,3) e habilidade de manter a nota atribuída em cada repetição, considerando o SD ( 7 ). Este comportamento se reflete também quando se analisa os dados das tabelas 6 e 7, onde são registrados os resultados dos níveis de significância p de  $F_{\text{amostra}}$  e de p de  $F_{\text{repetição}}$ . Considerando o valor médio das notas (6,47) atribuídas pelo julgador 11 e a média da equipe (6,81), observa-se a tendência de utilização da parte esquerda da escala em relação aos demais julgadores. Isso sugere a necessidade de maior treinamento na etapa referente ao uso da escala.

Na Figura 6, pode-se observar o comportamento entre as diferenças de médias individuais e a média geral (6,86) obtida, quando excluído o julgador 11. Observa-se que não há diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as respostas dos julgadores e a média da equipe. Estas constatações caracterizam a equipe formada como composta de integrantes que apresentam poder de discriminação, repetibilidade e concordância com os demais membros. Isso sugere ainda, eficiência no processo de seleção aplicado.



\* Letras iguais indicam não haver diferença entre médias

Figura 5 – Diferença entre as médias de cada julgador e da equipe sensorial, segundo o teste de Student ( $p \leq 0,05$ ), para 9 integrantes.



\* Letras iguais indicam não haver diferença entre médias

Figura 6 – Diferença entre as médias de cada julgador e da equipe sensorial, segundo o teste de Student ( $p \leq 0,05$ ), para 8 integrantes.

#### 4 CONCLUSÃO

A anchoita (*Engraulis anchoita*), armazenada nas condições do estudo, caracteriza-se por apresentar odor associado aos grupos grama, maresia, pescado assado e penetrante.

A partir dos voláteis identificados para a espécie em estudo e do levantamento da terminologia do odor associando os voláteis com produtos ou substâncias de fácil aquisição, foi possível definir padrões de referência de odor para descrever o odor da anchoita.

Os padrões referência de odor definidos para caracterizar a anchoita permitiu selecionar e treinar uma equipe composta por 8 julgadores para avaliação do atributo odor em pescado.

Os resultados demonstraram a eficiência da metodologia utilizada.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amerine, M. A.; Pangborn, R. M.; Roessler, E. B. **Principles of sensory evaluation of foods**. New York: Academic Press, 1965, 605p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologia**, NBR 12806. 4p., Rio de Janeiro, 1993.

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.

Caprino, F.; Moretti, V. M.; Bellagamba, F.; Turchini, G. M.; Busetto, M. L.; Giani, I.; Paleari, M.; Pazzaglia, M. Fatty acid composition and volatile compounds of caviar from farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). **Anal. Chim. Acta**, v.617, p.139-147, 2008.

Cardello, H. M. A. B.; Faria, J. B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus Alba* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, 1998.

Cardinal, M.; Berdagué, J. L.; Dinel, V.; Knockaert, C.; Vallet, J. L. Effect of various smoking techniques on the nature of the volatile compounds and on the sensory characteristics of salmon meat. **Sciences des Aliments**, 17(6), 679–696, 1997.

Cha, Y. J.; Cadwallader, K. R. Volatile components in saltfermented fish and shrimp pastes. **Journal of Food Science**, v.60, n.1, p.19–24, 1995.

Chambers, E.; Smith, E. G.; Seitz, L. M.; Sauer, D. B. Sensory properties of musty compounds in food. **Food Flavors: Formation, Analysis and Packaging Influences**, p.173-180, 1998.

Chung, H. Y.; Yeung, C. W.; Kim, J.; Chen, F. Static headspace analysis-olfactometry (SHA-O) of odor impact components in salted-dried white herring (*Ilisha elongata*). **Food Chemistry**, v.104, p.842-851, 2007.

Clausen, P.A.; Knudsen, H. N.; Larsen, K.; Kofoed-Sørensen, V.; Wolkoff, P.; Wilkins, C.K. Use of thermal desorption gas chromatography–olfactometry/mass spectrometry for the comparison of identified and unidentified odor active compounds emitted from building products containing linseed oil. **Journal of Chromatography A**, v.1210, p.203–211, 2008.

Damásio, M. H.; Costell, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptors y selección de catadores. **Agroquim. Tecnol. Alim.**, v.31, p.165-178, 1991.

Dembitsky, V. M.; Shkrob, I.; Dor, I. Separation and identification of hydrocarbons and other volatile compounds from cultured blue-green alga *Nostoc* sp. by gas chromatography–mass spectrometry using serially coupled capillary columns with consecutive nonpolar and semipolar stationary phases. **Journal of Chromatography A**, v.682, p.221–229, 1999.

Delwiche, J. F. Attributes believed to impact flavor: an opinion survey. *Journal of Sensory Studies*, v.18, p.269-352, 2003.

Etaio, I.; Albisu, M.; Ojeda, M.; Gil, P. F.; Salmerón, J.; Elortondo, F. J. P. Sensory quality control for food certification: A case study on wine. Panel training and qualification, method validation and monitoring. **Food Control**, v.21, p.542–548, 2010.

Gacula, M. C. Descriptive sensory analysis in practice. Trumbull, Connecticut: Food & Nutrition Press Inc., 1997.

Garcia-Torchelsen; L.; Treptow, R. O.; Porciuncula, B. D.; Queiroz, M. I. Caracterização do odor da anchoíta (*Engraulis anchoíta*) armazenada em gelo e água do mar. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, vol. 19, n. 3, pp. 249-257, 2008.

Girard, B.; Durance, T. Headspace volatiles of Sockeye and Pink salmon as affected by retort process. **Journal of Food Science**, v.65, n.5, p.34–39, 2000.

Giri, A.; Osako, K.; Okamoto, A.; Ohshima, T. Olfactometric characterization of aroma active compounds in fermented fish paste in comparison with fish sauce, fermented soy paste and sauce products. **Food Research International**, v.43, p.1027–1040, 2010.

Grimm, C. C.; Lloyd, S. W.; Batista, R.; Zimba, P. V. Using microwave distillation-solid-phase microextraction-gas chromatography–mass spectrometry for analyzing fish tissue. **Journal of Chromatographic Science**, v.38, p.289–296, 2000.

Hallier, A.; Courcoux, P.; Sérot, T.; Prost, C. New gas chromatography-olfactometric investigative method, and its application to cooked *Silurus glanis* (European catfish) odor characterization. **Journal of Chromatography A**, v.1056, p.201-208, 2004.

Hough, G.; Fiszman, S. **Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos**. Madrid: Cytel, 111p., 2005.

Iglesias, J.; Medina, I.; Bianchi, F.; Careri, M.; Mangia, A.; Musci, M. Study of the volatile compounds useful for the characterisation of fresh and frozen-thawed cultured gilthead sea bream fish by solid-phase microextraction gas chromatography–mass spectrometry. **Food Chemistry**, v.115, p.1473–1478, 2009.

Ishii, R.; Stampanoni, C.; O'Mahony, M. A comparison of serial monadic and attribute-by-attribute descriptive analysis protocols for trained judges. **Food Quality and Preference**, v.19, p.277-285, 2008.

Jónsdóttir, R.; Ólafsdóttir, G.; Chanie, E.; Haugen, J. Volatile compounds suitable for rapid detection as quality indicators of cold smoked salmon (*Salmo salar*). **Food Chemistry**, v.109, p.184–195, 2008.

Josephson, D. B.; Lindsay, R. C.; Stuiber, D. A. Variations in the occurrences of enzymically derived volatile aroma compounds in salt- and freshwater fish. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.32, p.1344–1347, 1984.

Josephson, D. B.; Lindsay, R. C. Retro-aldol related degradations of 2,4- decadienal in the development of staling flavors in fried foods. **Journal of Food Science**, v.52, p.1186–1190, 1987.

Josephson, D. B. **Seafood**. In: H. Maarse (Ed.), Volatile compounds in foods and beverages, p.179-202. New York: Marcel Dekker, 1991.

Kramer, A.; Twigg, B. A. **Quality Control for the Industry**. 3ed. Westport: Avi Publishing, v.1, 556p., 1979.

Lawless, H. T. Descriptive analysis of odors: Reality, model or illusion? **Food Quality & Preference**, v.10, p.325-355, 1999.

Lonchamp, J.; Barry-Ryan, C.; Devereux, M. Identification of volatile quality markers of ready-to-use lettuce and cabbage. **Food Research International**, v.42, p.1077–1086, 2009.

Madureira, L. A S. P.; Castello, J.; Queiroz, M. I.; Prentice-Hernández, C.; Augusto-Ruiz, W.; Espírito-Santo, M. L. P.; Abdallah, P. R.; Schwingel, P. R. **Projeto: Pesca de Anchoita (*Engraulis anchoita*) 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 CNPq / SEAP-PR / FURG**. 122p., 2007.

Mebazaa, R.; Rega, B.; Camel, V. Analysis of human male armpit sweat after fenugreek ingestion: Characterisation of odour active compounds by gas chromatography coupled to mass spectrometry and olfactometry. **Food Chemistry**, v.128, p.227–235, 2011.

Meilgaard, M.; Civille, G. V.; Carr, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3ª edição. Boca Raton: CRC Press, 1999.

Mori, E. E. M. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Análise sensorial de produtos de pescado no Instituto de Tecnologia de Alimentos. In: Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado, 1988, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Unisantos, 1988, p.81-106.

Palmeri, G.; Turchini, G. M.; Caprino, F.; Keast, R.; Moretti, V. M.; Silva, S. S. Biometric, nutritional and sensory changes in intensively farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*, Mitchell) following different purging times. **Food Chemistry**, v.107, p.1605–1615, 2008.

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 encrasicolus*) stored in ice. **Food Control**, v.17, n.7, 564-569, 2006.

Power, J. J.; Cenciarelli, S.; Shinholser, K. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. Ver. **Agroquímica Tecnológica**, v.24, p.469-484, 1984.

Prost, C.; Hallier, A.; Cardinal, M.; Serot, T.; Courcoux, P. Effect of storage time on raw sardine (*Sardina pilchardus*) flavor and aroma quality. **Journal of Food Science**, v.69, p.198–203, 2004.

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.

Queiroz, M. I.; Treptow, R. Evolución Sensorial en el Procesamiento de Pescado. **Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)**, Red Iberoamericana de Tecnología de Alimentos Pesqueros (RITAP), Montevideo, Uruguay, v.1, p.1-7, 2001.

Rodbotten, M.; Lea, P.; Ueland, O. Quality of raw salmon fillet as a predictor of cooked salmon quality. **Food Quality and Preference**, v.20, p.13-23, 2009.

Ruther, J. Retention index database for identification of general green leaf volatiles in plants by coupled capillary gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v.890, p.313–319, 2000.

Selli, S.; Cayhan, G. G. Analysis of volatile compounds of wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) by simultaneous distillation-extraction (SDE) and GC-MS. **Microchemical Journal**, v.93, p.232-235, 2009.

Selli, S.; Prost, C.; Serot, T. Odour-active and off-odour components in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) extracts obtained by microwave assisted distillation–solvent extraction. **Food Chemistry**, v.114, p.317–322, 2009.

Senger-Emonnot, P.; Rochard, S.; Pellegrin, F.; George, G.; Fernandez, X.; Lizzani-Cuvelier, L. Odour active aroma compounds of sea fig (*Microcosmus sulcatus*). **Food Chemistry**, v.97, p.465–471, 2006.

Serfert, Y.; Drusch, S.; Schwarz, K. Sensory odour profiling and lipid oxidation status of fish oil and microencapsulated fish oil. **Food Chemistry**, v.123, p.968-975, 2010.

Silva, I.; Rocha, S. M.; Coimbra, M. A. Headspace solid phase microextraction and gas chromatography–quadrupole mass spectrometry methodology for analysis of volatile compounds of marine salt as potential origin biomarkers. **Analytica Chimica Acta**, v.635, p.167–174, 2009.

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**, Campinas, v.24, n.1, p.23-26, 2004.

Spurvey, S.; Pan, B. S.; Shahidi, F. **Flavour of shellfish**. In F. Shahidi (Ed.), *Flavour of meat, meat products and seafoods* (pp. 159–196). London: Blackie Academic & Professional, 1998.

Stone, H.; Sidel, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. San Diego: Academic Press, 1993, 338 p.

Théron, L.; Tournayre, P.; Kondjoyan, N.; Abouelkaram, S.; Santé-Lhoutellier, V.; Berdagué, J. Analysis of the volatile profile and identification of odour-active compounds in Bayonne ham. **Meat Science**, v.85, p.453–460, 2010.

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

Varlet, V.; Prost, C.; Serot, T. New procedure for the study of odour representativeness of aromatic extracts from smoked salmon. **Food Chemistry**, v.100, p. 820–829, 2007.



**ARTIGO IV: UTILIZAÇÃO DE BASE  
PROTÉICA DE ANCHOITA (*Engraulis  
anchoita*) NA ELABORAÇÃO DE  
EMPANADO**

## UTILIZAÇÃO DE BASE PROTÉICA DE ANCHOITA (*Engraulis anchoita*) NA ELABORAÇÃO DE EMPANADO

Liziane Garcia-Torchelsen, Maria Isabel Queiroz

Escola de Química e Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Rua Eng. Alfredo Huch, 475, CEP 96201-900, Rio Grande-RS, Brasil, Tel. +55(53)32338645.

E-mail: mariaisabel.queiroz@pesquisador.cnpq.br; liziane.garcia@riogrande.ifrs.edu.br

### RESUMO

O trabalho teve por objetivo utilizar a base protéica de anchoita (*Engraulis anchoita*) na elaboração de massa base de empanados, bem como, em substituição à farinha de cobertura. A anchoita foi capturada em cruzeiros realizados a bordo do Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS, Brasil. Após o desembarque o pescado foi transportado para uma indústria pesqueira do complexo industrial da Cidade de Rio Grande e a polpa obtida por separação mecânica. A base protéica de pescado (BPP) foi obtida a partir da lavagem da polpa utilizando como solventes três ciclos de extração com ácido fosfórico (0,05%) e ácido fosfórico seguido de duas lavagens com água. A BPP foi avaliada considerando a determinação de proteínas solúveis, composição proximal e a redução do odor a pescado. As BPPs obtidas por diferentes tratamentos foram secas em camada delgada a 70°C. Os resultados indicaram que a obtenção de base protéica de anchoita usando ácido fosfórico como solvente de lavagem apresentou melhores características, se consideradas as operações de extração de proteínas solúveis, composição proximal, remoção do odor a pescado e secagem. A BPP obtida na melhor condição (3 ciclos de lavagem com ácido fosfórico) foi utilizada para elaboração da massa base e cobertura do empanado. Os empanados foram elaborados com diferentes concentrações de BPP de anchoita desidratada na cobertura (25, 50, 75 e 100%), sendo preparados de duas formas: fritos e fritos, e então submetidos a um teste de ordenação (preferência). Os resultados indicaram que a BPP de anchoita desidratada pode ser utilizada como cobertura na concentração de até 75% para o empanado frito.

Palavras-chave: Empanado; Farinha de cobertura; Pescado; Secagem.

### ABSTRACT

This work aimed to use anchovy's (*Engraulis anchoita*) protein base in the manufacturing of base dough for breaded fish, as well as replacing the batter flour. The raw material was caught in cruises carried out by the South Atlantic Oceanographic Ship from the Federal University of Rio Grande (FURG), RS, Brazil. After disembarking, the fish was taken to a fish industry in the industrial area of Rio Grande city and the pulp was obtained by mechanical separation. The protein based fish (BPP) was obtained from the washing of the pulp using solvents in 3 cycles of extraction with phosphoric acid (0.05%) and phosphoric acid followed by washing with water 2 times. BPP was evaluated considering the determination of soluble protein, proximal composition and fish odor reduction. BPP obtained by different treatments were dried in thin layer at 70°C. Results indicated that the obtaining of anchovy's protein base with the use of phosphoric acid as a washing solvent presented better characteristics when considering the operations for extraction of soluble protein,

proximal composition, fish odor removal and drying. The BPP obtained in the better condition (washing with phosphoric acid) was used to make the base dough and the flour of the breaded fish. The breaded fish were made with different concentrations of dehydrated anchovy's protein base (25, 50, 70 and 100%), and prepared in two different ways: fried and roasted, and then submitted to an ordinance test (preference). The results indicated that BPP of dehydrated may be used to replace flour in the concentration of up to 75% for breaded roasted fish.

Keywords: Breaded fish; Batter flour; Fish; Drying.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos pesqueiros exige o conhecimento de seus potenciais e o estabelecimento de limites para a sua exploração, de modo a não comprometer o equilíbrio dos complexos sistemas que garantem a viabilidade ecológica e econômica. A possibilidade da atividade pesqueira afetar as populações de peixes é reconhecida desde o início do século passado (Worm et al., 2009).

Estudos da FAO (2008) apontam para um colapso na exploração de espécies costeiras a nível internacional. Os dados revelam que aproximadamente 19% da população total de espécies marinhas está sobre-explorada, 8% esgotada e 1% em recuperação. Na costa brasileira a tendência na disponibilidade de pescado, acompanha o restante do planeta. No que se refere ao limitado potencial pesqueiro, determinado pela prevalência de condições oceanográficas pouco propícias ao suporte de grandes biomassas, o país já coleciona um histórico de sobrepesca, atividade predatória e insuficiência na gestão e fiscalização de seus principais estoques. Em relação aos principais recursos já explorados, constata-se que, na maior parte dos casos, não há possibilidade de aumento da produção, a partir da intensificação do esforço da pesca (Brasil, 2006). Desta forma, a exploração de novas espécies seria uma alternativa para enfrentar o atual colapso.

Dentre os estoques apontados como promissores, apenas a anchoita (*Engraulis anchoita*) apresenta potencial significativo de aproveitamento comercial no Brasil. Os modelos de previsão apontados por Pastous Madureira et al. (2009) estimam um potencial de captura de 1 milhão de toneladas por ano nas águas do norte da Argentina, Uruguai e sul do Brasil. Apesar da abundância desta espécie no litoral sul do Brasil, este 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 atuns, destinados a produtos frescos e congelados.

Em função da morfologia da espécie, a rápida perda de frescor é a principal barreira tecnológica a ser transposta na inclusão dessa biomassa em linhas industriais de processamento. A fragilidade ao manuseio é consequência do reduzido tamanho dos exemplares capturados em águas brasileiras, com comprimento total variando de 4,5 a 17,5

cm (Pastous Madureira et al., 2009). Nesse sentido, a elaboração de produtos a partir de base proteica de anchoita seria uma alternativa tecnologicamente viável para o aproveitamento em larga escala deste pescado. O termo base proteica de pescado (BPP) é designado ao concentrado de proteína miofibrilar obtido a partir do despolpamento mecânico da carne de pescado e lavagem com solvente adequado (Park & Morrissey, 2000; Park, 2000; Chaijan et al., 2004; Benjakul et al., 2005; Phatcharat et al., 2006; Balange & Benjakul, 2009).

A base proteica de pescado (BPP) apresenta grande disponibilidade para a diversificação da indústria pesqueira. Importante vantagem seria a oportunidade de incluir no mercado consumidor uma gama maior de novos produtos. Isso poderia significar não somente um produto de alto teor protéico como também estimularia o aumento do consumo de pescado. Assim, o pescado processado como BPP possibilita melhor comercialização desta matéria-prima como um produto nobre. A sua produção em larga escala permite que outros produtos derivados de pescado possam atingir determinados segmentos de mercado, atendendo à necessidade social de demanda de proteína de origem animal de primeira qualidade (Pastous Madureira et al., 2009).

Uma característica inerente à produção de bases proteicas de pescado é a necessidade de operações adicionais para preservação do produto. Entre os processos utilizados destacam-se o congelamento e a secagem. Esta operação é usada para reduzir o conteúdo de água do material a níveis que permitam a estocagem segura por períodos prolongados (Freire et al., 2003; Jain & Pathare, 2007; Kilic, 2009). A utilização dessas operações na elaboração de produtos alimentícios é tradicional e vem sendo cada vez mais difundida em função da atual demanda de consumo de alimentos pré-prontos ou prontos (Saguy et al., 2005; Kosuke et al., 2006; Hii et al., 2009). Dentre esses alimentos pré-prontos destaca-se o empanado.

O desenvolvimento deste tipo de produto segue uma tendência definida pela mudança de hábitos do consumidor, que prefere gastar menos tempo na preparação de alimentos adquirindo produtos congelados ou prontos para o consumo. Dessa forma, os empanados têm se tornado cada vez mais populares tendo seu consumo aumentado nos últimos anos (Bonacina & Queiroz, 2007; Varela et al., 2008; Albert et al., 2009; Miranda et al., 2010).

Em face disto, o trabalho teve por objetivo utilizar base protéica de anchoita (*Engraulis anchoita*) no desenvolvimento de empanados diferenciados, visando atender a demanda atual por produtos de fácil preparo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Captura e Armazenamento da Matéria-prima

A matéria-prima utilizada, *Engraulis anchoita*, foi resultante de cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil. Os exemplares foram capturados entre a cidade de Rio Grande (32°S, RS-Brasil) e 51°W (Figura 1), utilizando rede de meia água (APÊNDICE A), segundo metodologia descrita por Madureira et al. (2007). Após a captura foram armazenados a bordo em gelo e água do mar na razão 1:1 (APÊNDICE B), conforme metodologia indicada por Garcia-Torchelsen et al. (2008).

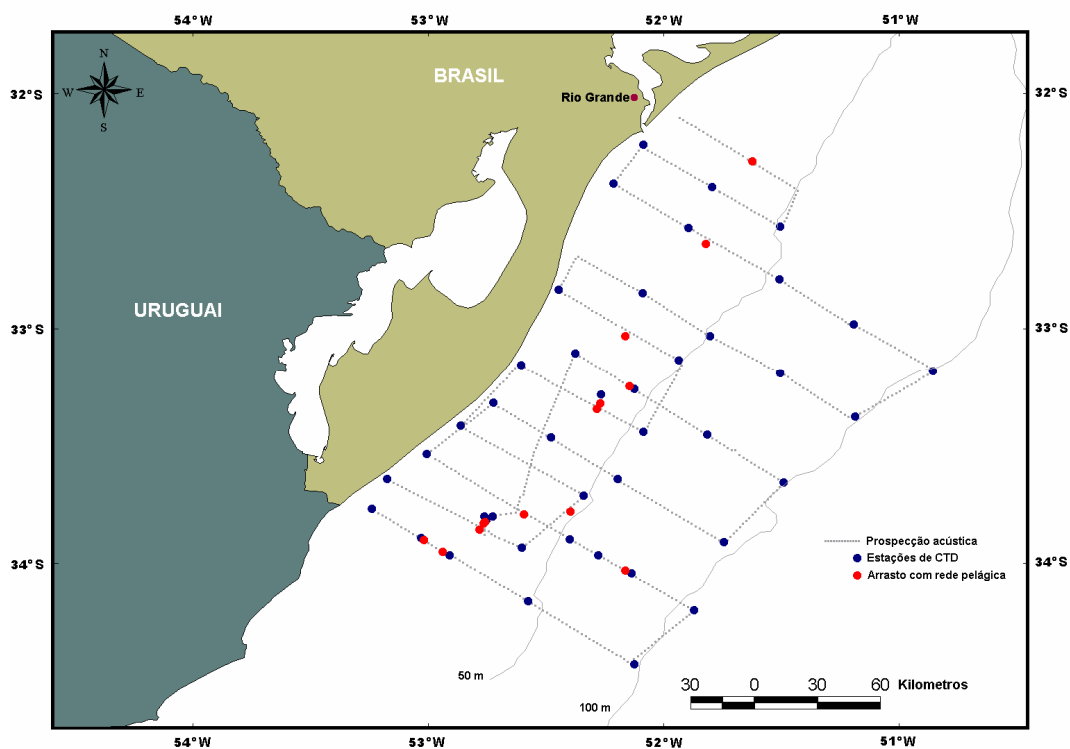


Figura 1 – Posicionamento dos perfis seguido durante os cruzeiros.

Fonte: Diário de bordo dos cruzeiros realizados pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul da Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Após o desembarque o pescado, com peso médio de 13,07 g, foi transportado para uma indústria pesqueira do complexo industrial da cidade de Rio Grande, onde foi lavado, com água clorada, em tambor rotativo e a polpa obtida por separação mecânica. A despoldadeira utilizada para obtenção da polpa foi da marca High Tech, com caracol de separação do tipo duplo, capacidade de 150 kg/h e lâminas separadoras com espessura de 2,0 mm. A polpa obtida foi então transportada para o Laboratório de Biotecnologia da FURG. No laboratório, um lote de 10 Kg de amostra foi armazenado sob congelamento a -18°C, em embalagens de 2kg, até sua utilização.

## **2.2 Elaboração da Base Protéica de Pescado (BPP)**

As bases proteicas de pescado foram elaboradas a partir da polpa de pescado resfriado, em câmara de resfriamento, na temperatura de 5°C. A lavagem da polpa foi realizada utilizando como solventes três ciclos de extração com ácido fosfórico (0,05%) e ácido fosfórico seguido de duas lavagens com água, mantendo-se a proporção entre polpa e solvente de 3:1. Nessa operação foram utilizados três ciclos de extração com duração de 6 min, agitação constante em um multiprocessador em velocidade máxima e temperatura mantida entre 5 e 7°C, pela adição de polpa e solventes refrigerados. Ao final de cada ciclo foi realizada a separação dos sólidos por peneiramento, conforme indicado por Simões et al. (2004).

## **2.3 Caracterização da Base Protéica de Pescado (BPP)**

### **2.3.1 Determinação da Composição Proximal**

A composição proximal do músculo e das bases protéicas de pescado foram caracterizadas segundo A.O.A.C. (2006).

### **2.3.2 Determinação de Proteínas Solúveis**

Nas soluções de lavagem, resultantes da separação por peneiramento, foram determinadas as concentrações de proteínas solúveis pelo método de Biureto, utilizando-se uma curva de referência com albumina de soro bovino com 95% de pureza, segundo metodologia proposta por Martelli & Panek (1968).

### **2.3.3 Avaliação Sensorial do Odor nas Soluções de Lavagem**

Para avaliação sensorial do atributo odor nos extratos resultantes do processo de lavagem da BPP foi utilizada uma equipe com 8 julgadores selecionados e treinados, conforme descrito por Garcia-Torchelsen & Queiroz (2011).

As amostras foram entregues aos julgadores utilizando o delineamento experimental de blocos completos casualizados (Stone & Sidel, 1993). Aos julgadores foi solicitado que avaliassem nos extratos resultantes, após cada ciclo de lavagem, a intensidade de odor a pescado mediante a utilização de uma escala não estruturada de 9cm (Figura 2), ancorada pelos extremos imperceptível e fortemente perceptível.

Universidade Federal do Rio Grande  
Escola de Química e Alimentos  
Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos

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

Por favor, aspire as amostras da esquerda para a direita e indique sua intensidade na escala apresentada abaixo.

|

---

|

Imperceptível
Fortemente perceptível

Observações: \_\_\_\_\_

Figura 2 – Escala não estruturada utilizada para avaliar a intensidade de odor a pescado nos extratos resultantes da lavagem da BPP.

## 2.4 Secagem da Base Proteica de Pescado (BPP)

A secagem em camada delgada da base proteica foi conduzida em secador descontínuo de bandejas maciças, com escoamento de ar paralelo (1,5 m/s) na temperatura de 70°C e espessura de amostra de 5 mm.

### 2.4.1 Cinética da secagem

A constante de secagem (k) foi obtida através do modelo empírico proposto por Henderson & Pabis (1961), a partir das curvas experimentais do adimensional de água livre em função do tempo, conforme indica a Eq. 1.

$$\frac{x - x_e}{x_0 - x_e} = A \exp(-kt) \quad (1)$$

onde  $x - x_e / x_0 - x_e$ : adimensional de água livre; A: parâmetro de ajuste da equação; k: constante de secagem ( $\text{min}^{-1}$ ); t: tempo de secagem (min).

O cálculo da difusividade efetiva de umidade ( $D_{ef}$ ) foi realizado por analogia da Eq.1 com o modelo de difusão de Fick. Considerou-se lâmina infinita, encolhimento do material desprezível, tempo longo de secagem e condição de equilíbrio na superfície, conforme indica a Eq. 2.

$$D_{ef} = \frac{4kL^2}{\pi^2} \quad (2)$$

onde  $D_{ef}$ : difusividade efetiva de umidade ( $\text{m}^2/\text{s}$ ); k: constante de secagem ( $\text{min}^{-1}$ ); L: espessura da amostra (mm).

## 2.5 Elaboração do Empanado

A formulação base do empanado foi definida a partir de testes preliminares, segundo metodologia indicada por Bonacina & Queiroz (2007). Na elaboração do produto foi utilizada base protéica de anchoita obtida na melhor condição de lavagem. A BPP foi homogeneizada em *cutter*, onde foram adicionados ingredientes e condimentos. A massa obtida foi moldada em forma de alumínio e congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Após o congelamento realizou-se o processo de empanamento que consistiu de duas etapas. Na primeira etapa o produto foi imerso no “*batter*” e posteriormente foi pulverizado com a farinha de cobertura (“*breeding*”). Como cobertura do empanado foi utilizada farinha de rosca e BPP desidratada em diferentes concentrações (25, 50, 75 e 100%). A farinha de rosca foi adquirida no comércio local e a farinha de anchoita obtida utilizando base protéica seca. A BPP desidratada foi submetida ao processo de moagem em moinho de facas na velocidade de 22500 rotações por min (rpm) durante 1 min, sendo após peneirada para garantir a homogeneidade.

### 2.5.1 Avaliação da Preferência das Formulações Elaboradas

Mantendo-se a formulação base do empanado foram testadas diferentes concentrações de BPP desidratada (25, 50, 75 e 100%) na cobertura do empanado. O empanado padrão e o complemento utilizado na farinha de anchoita foram elaborados com farinha de rosca. Os produtos elaborados com cinco diferentes concentrações de farinha de cobertura foram avaliados segundo um teste de ordenação (preferência) (NBR 13170, 1994). O teste foi realizado por 42 consumidores em potencial, com repetição. As amostras foram entregues aos julgadores utilizando o delineamento experimental de blocos completos casualizados (Stone & Sidel, 1993). Aos julgadores foi solicitado que ordenassem as amostras de empanado de acordo com a sua preferência considerando a impressão global do produto, utilizando a ficha apresentada na Figura 3.

Universidade Federal do Rio Grande Escola de Química e Alimentos Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos	
Nome: _____ Data: ___/___/___	
Por favor, ordene as amostras de maior a menor preferência.	
Código das Amostras _____ _____ _____ _____ _____	Ordenação _____ (maior preferência) _____ _____ _____ _____ (menor preferência)
Comentários: _____	

Figura 3 – Ficha utilizada no teste de ordenação de preferência.



Os empanados foram avaliados em duas sessões distintas, onde na primeira sessão o produto foi frito em óleo vegetal e na segunda, assado no forno. Os resultados foram avaliados pelo teste de Friedmann usando a tabela de Neweel & Macfarlane (1987).

#### 2.5.2 Determinação da Composição Proximal

A composição proximal da massa base e dos empanados pré-fritos, elaborados com diferentes concentrações de BPP de anchoita desidratada na cobertura, bem como, farinha de rosca, foram determinadas segundo A.O.A.C. (2006).

#### 2.5.3 Cálculo do Valor Calórico

O valor calórico de cada amostra foi determinado multiplicando-se o percentual de proteínas, lipídios e carboidratos pelos respectivos valores de energia de 4, 9 e 4 kcal/100g de amostra, utilizando a equação 3 (Franco, 1995).

$$\text{ValorCalórico} = \frac{(4P + 9L + 4C)kcal}{100g} \quad (3)$$

### 2.6 Tratamento Estatístico

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

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização da Base Protéica de Pescado (BPP)

#### 3.1.1 Determinação da Composição Proximal

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).

Na Tabela 1 são apresentadas às composições químicas do músculo de anchoita e das bases protéicas. A partir destas análises químicas é possível verificar que esta matéria-prima disponibiliza fontes de baixo conteúdo de gordura e alta concentração de proteína. Essas características proporcionam o desenvolvimento de alimentos de alta qualidade, sabor, cor, odor e textura, seguros para o consumidor (Jabeen & Chaudhry, 2011).

Tabela 1 - Composição proximal do músculo da anchoita e das bases protéicas.

Parâmetro	Músculo de	BPP	BPP
	Anchoita	(3 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	(H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O+ H <sub>2</sub> O)
Umidade (%)	77,09 ± 0,13 <sup>A</sup>	78,42 ± 0,10 <sup>B</sup>	81,06 ± 0,26 <sup>C</sup>
Proteínas (%)	18,78 ± 0,28 <sup>A</sup>	18,49 ± 0,33 <sup>A</sup>	16,12 ± 0,22 <sup>B</sup>
Cinzas (%)	1,69 ± 0,05 <sup>A</sup>	0,71 ± 0,09 <sup>B</sup>	0,63 ± 0,04 <sup>B</sup>
Lipídios (%)	2,44 ± 0,15 <sup>A</sup>	2,38 ± 0,18 <sup>A</sup>	2,19 ± 0,29 <sup>B</sup>

\* Letras maiúsculas diferentes na horizontal indicam haver diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os solventes pelo teste de Tukey; média de 4 repetições ± desvio padrão, BPP: base protéica de pescado.

Os resultados referentes à composição química do músculo de anchoita possuem reduzida representatividade em termos de caracterização absoluta do músculo, principalmente, no que se refere à relação lipídio/umidade. Uma vez que a espécie em estudo é migratória e significativas variações são observadas na caracterização da sua composição química. Estas variações podem ser observadas entre as espécies e dentro da mesma espécie, dependendo do local e época de captura (Yeannes & Almandos, 2003; Drazen, 2007; Domínguez-Petit et al., 2010; Jabeen & Chaudhry, 2011).

Com relação às bases protéicas de pescado, a análise comparativa dos resultados de composição proximal com o músculo, revela que, em geral, ocorre uma redução nos conteúdos de proteínas, cinzas e lipídios, independente do solvente utilizado. Este comportamento é esperado, uma vez que a técnica de obtenção de bases protéicas fundamenta-se na eliminação de proteínas solúveis, sais inorgânicos, gorduras, pigmentos e compostos responsáveis pelo odor, mediante lavagens seqüenciais da polpa de pescado (Maldonado, 1994; Álvarez-Parrilha, et al., 1997; Chaijan et al., 2004; Simões et al., 2004; Phatcharat et al., 2006; Furlan et al., 2009; Balange & Benjakul, 2009).

Comparativamente, a menor concentração de umidade é obtida quando ácido fosfórico é usado na operação de lavagem, o que, segundo Raoult-Wack et al. (1994), é atribuído ao efeito osmótico de desidratação obtido nestas condições.

### 3.1.2 Determinação de Proteínas Solúveis

A lavagem é uma das principais operações na obtenção de base protéica, atuando na remoção de componentes naturais da carne do pescado, resultando na descoloração da polpa e redução dos agentes deteriorantes do produto (Bentis et al., 2005; Lin et al., 2005). Além disso, a lavagem da polpa proporciona maior concentração de proteínas miofibrilares, melhorando assim, a resistência e elasticidade do gel, propriedades essenciais para elaboração de produtos (Álvarez-Parrilla et al., 1997). Neste sentido, a Tabela 2 apresenta

os resultados de proteínas solúveis nos extratos resultantes da lavagem do músculo de pescado a partir de 3 ciclos de extração.

Tabela 2 - Proteínas solúveis nos extratos resultantes da lavagem da BPP.

Ciclos de Extração	Concentração de Proteínas Solúveis (g/100g)	
	3 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O+ H <sub>2</sub> O
1	3,15 ± 0,05 <sup>aA</sup>	3,03 ± 0,05 <sup>aA</sup>
2	1,64 ± 0,42 <sup>bA</sup>	1,40 ± 0,02 <sup>bA</sup>
3	1,03 ± 0,25 <sup>cA</sup>	0,54 ± 0,01 <sup>cB</sup>
Somatório	5,82 ± 0,87	4,97 ± 0,02
Porcentagem de extração (%)	30,99	26,46

\* Letras minúsculas diferentes na vertical indicam haver diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os ciclos pelo teste "t" de Student.

\*\* Letras maiúsculas diferentes na horizontal indicam haver diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os solventes pelo teste "t" de Student.

Média de 4 repetições ± desvio padrão.

A análise dos dados demonstra maior capacidade de extração das proteínas solúveis quando é utilizado ácido fosfórico, se considerado os três ciclos de extração. A superioridade extrativa do processo de lavagem utilizando este tratamento é notoriamente observada, se considerarmos o efeito somatório dos ciclos, onde o percentual de extração é 14,62% maior na utilização do ácido fosfórico em relação a outra solução de lavagem.

Percentuais de extração de proteínas solúveis de pescado por lavagem na faixa de 18 a 45% são reportados por Maldonado (1994). Por outro lado, Simões et al. (2004) relatam valores de extração de 30,5 e 19,5% usando ácido fosfórico e água, respectivamente, na lavagem da base proteica de pescada (*Macrodromus ancilodromus*). A eficiência de extração do ácido fosfórico com relação à água é atribuída à maior força iônica da solução. Esse fato tem sido observado por diferentes autores, os quais demonstraram que o aumento da força iônica da solução em um sistema carneo permite que as proteínas sejam cercadas com íons com cargas opostas. Isso reduz a energia eletrostática livre, levando ao aumento da atividade do solvente e resultando em maior solubilidade das proteínas (Maldonado, 1994; Stefansson & Hultin, 1994; Lin et al., 1995; Simões et al., 2004; Baxter & Skonberg, 2008; Balange & Benjakul, 2009).

### 3.1.3 Avaliação Sensorial de Odor nas Soluções de Lavagem

Na Tabela 3 pode-se observar a intensidade de odor obtida nos extratos resultantes da lavagem da BPP após cada ciclo de extração.

Tabela 3 – Intensidade de odor nos extratos resultantes da lavagem da BPP após cada ciclo de extração.

Ciclos	Soluções de Lavagem	
	3 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> +H <sub>2</sub> O+H <sub>2</sub> O
1 <sup>o</sup>	7,53 ± 0,51 <sup>aA</sup>	7,57 ± 0,51 <sup>aA</sup>
2 <sup>o</sup>	4,78 ± 0,66 <sup>bA</sup>	4,05 ± 0,20 <sup>bB</sup>
3 <sup>o</sup>	3,80 ± 0,32 <sup>cA</sup>	2,88 ± 0,52 <sup>cB</sup>

\* Letras minúsculas diferentes na vertical indicam haver diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os ciclos segundo t student;

\*\* Letras maiúsculas diferentes na horizontal indicam haver diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as soluções segundo t student; n= 8 julgadores.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 3 verifica-se que após o primeiro ciclo de lavagem com H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> foi observada, no extrato resultante, uma intensidade de odor de 7,53 e 7,57, respectivamente. Considerando a utilização de uma escala de 9 cm isso indica alta remoção de compostos no 1<sup>o</sup> ciclo de lavagem. Reduções gradativas na intensidade de odor são evidenciadas para os demais ciclos, independente do tratamento utilizado, resultando em eficiências de remoção de 42%, quando são utilizados três ciclos de lavagem com ácido fosfórico e 32% quando a lavagem com ácido fosfórico é sucedida por dois ciclos de água.

Os peixes pelágicos se caracterizam por possuir maior intensidade de odor característico a pescado, o que pode ser atribuído a maior concentração de gordura existente nos músculos escuros (Sikorski, 1990; Sikorski, 1994). Garcia-Torchelsen et al. (2008) reportam que o odor característico intenso da anchoita pode ser atribuído aos lipídios. Simões et al. (2004) utilizando como solvente de extração ácido fosfórico seguido de dois ciclos de água, para obtenção de BPP a partir do músculo de pescada (peixe de carne branca), não constataram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) na intensidade de odor a pescado entre o segundo e o terceiro ciclo de lavagem. Esta diferença em relação aos resultados obtidos neste trabalho, pode estar associada a concentração em músculo escuro descrita para anchoita, que perfaz em média 8,03% da fração comestível (Garcia-Torchelsen & Queiroz, 2011).

### 3.2 Secagem da Base Protéica de Pescado

A Figura 4 apresenta as curvas de secagem da base proteica de anchoita nas diferentes condições avaliadas.

Analisando as curvas do adimensional de água livre em base seca em função do tempo, verificam-se comportamentos distintos em relação às fases da secagem em função das variáveis avaliadas. A primeira fase, correspondente à variação mais acentuada da umidade com o tempo, refere-se ao período de taxa constante. Este período ( $t_c$ ) pode ser

observado apenas para a base protéica obtida com um ciclo de extração com ácido fosfórico seguido de dois ciclos com água, apresentando um valor para umidade crítica de 1,54g/g (Tabela 4).

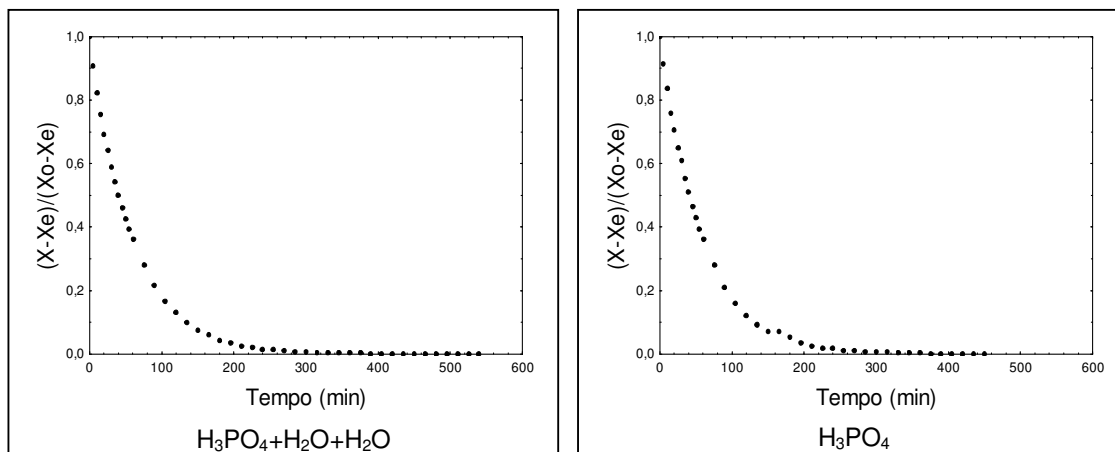


Figura 4 - Curvas do adimensional de água livre em função do tempo para os diferentes solventes.

Esse comportamento é atribuído ao maior teor de umidade inicial (81,06%) da BPP obtida nestas condições. Segundo Chirife (1983), o período de taxa constante de secagem somente possui importância em situações em que o conteúdo de umidade do material é elevado. Para a base protéica obtida a partir de três ciclos com ácido fosfórico (78,42% de umidade inicial), não foi evidenciado período de taxa constante de secagem. Perry e Green (1986) relatam que o período de taxa constante de secagem é caracterizado pela localização das resistências às transferências de calor e massa somente na corrente de ar, não havendo alteração da taxa de evaporação com o tempo de secagem.

Tabela 4 - Caracterização da secagem das bases protéicas de anchoita.

Solvente	$t_c$ (min)	$X_c$ (g/g)	$X_e$ (g/g)	$t_e$ (min)
3 $H_3PO_4$			0,0731	390
$H_3PO_4 + H_2O + H_2O$	60	1,54	0,1043	420

$t_c$ : tempo crítico;  $X_c$ : umidade crítica;  $X_e$ : umidade de equilíbrio;  $t_e$ : tempo de equilíbrio

As umidades de equilíbrio obtidas foram de 7,31 e 10,43% (base úmida). Esses valores são considerados particularmente importantes na operação de secagem, pois representam o valor limite para a redução de umidade do material em uma determinada condição atmosférica. Segundo Pinto & Tobinaga (2006), produtos alimentícios à base de pescado desidratado devem possuir um teor de umidade entre 10 e 15%, de forma que as condições de secagem consideradas não ultrapassem a faixa de umidade sugerida.

As curvas experimentais do adimensional de água livre em função do tempo (Figura 4) foram utilizadas para o cálculo das constantes de secagem. Na Tabela 5 são apresentados os resultados da regressão não linear, utilizando o método dos mínimos quadrados para os coeficientes do modelo preditos empiricamente a partir das características das curvas de secagem.

Tabela 5 - Parâmetros estimados e coeficiente de correlação para os dados experimentais.

Solução	A	k (min <sup>-1</sup> )	R	D <sub>ef</sub> (m <sup>2</sup> /s)
3 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,00	0,0170	0,99	2,87×10 <sup>-9</sup>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O+ H <sub>2</sub> O	0,98	0,0169	0,99	2,85×10 <sup>-9</sup>

A: parâmetro de ajuste da equação; k: constante de secagem; R: índice de correlação; D<sub>ef</sub>: difusividade efetiva de umidade.

Os dados demonstraram bom ajuste da correlação exponencial para o cálculo da constante de secagem, o que é evidenciado pelos valores dos coeficientes de correlação. Tanto os valores da constante de secagem quanto os de difusividade efetiva de umidade apresentaram-se semelhantes para as BPPs obtidas utilizando somente ácido fosfórico ou ácido seguido de água. Segundo Raoult-Wack et al. (1994), materiais submetidos à pré-tratamento osmótico têm suas taxas de remoção de umidade aumentadas durante a secagem convectiva.

Os valores da difusividade efetiva média de umidade confirmam o efeito do solvente usado na lavagem da base protéica na taxa de difusão de água da base protéica. A determinação das propriedades de transporte de materiais biológicos são consideradas de importância na secagem destes produtos. Panagiotou et al., (2004) reportam para secagem de pescado valores de difusividade efetiva de umidade na faixa de 10<sup>-11</sup> a 10<sup>-9</sup>m<sup>2</sup>/s. Produtos alimentícios que apresentam elevados valores de difusividade efetiva média de umidade durante a secagem ocasionarão maior facilidade na remoção de umidade do material, reduzindo com isso o tempo de secagem e conseqüentemente os gastos energéticos. Parâmetros estes considerados relevantes no aproveitamento da anchoita como matéria-prima na elaboração de farinha de cobertura para o empanado.

### 3.3 Caracterização do Empanado de Base Protéica de Pescado

As tabelas 6, 7, 8 e 9 apresentam os resultados da elaboração de empanados utilizando como matéria-prima BPP obtida segundo a melhor condição avaliada (3 ciclos de extração com H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). Essa condição foi selecionada tendo como base o percentual de extração de proteínas solúveis (30,99%), intensidade de odor removida, umidade de equilíbrio (7,31%) e difusividade efetiva de umidade (2,87×10<sup>-9</sup> m<sup>2</sup>/s). Formulações de empanado utilizando diferentes concentrações (25, 50, 75 e 100%) de BPP de anchoita

desidratada como farinha de cobertura de empanado, foram avaliadas quanto à preferência quando preparados fritos ou forneados, segundo um teste de ordenação.

### 3.3.1 Avaliação da Preferência das Formulações Elaboradas

As tabelas 6 e 7 apresentam os resultados da avaliação da preferência das diferentes formulações, expressos pela diferença em módulo dos somatórios de ordens, obtidos pela aplicação do teste de ordenação. Os resultados foram avaliados pelo teste de Friedman (NBR 13170) que relaciona o número de julgamentos com o número de amostra a diferentes índices de probabilidade.

Tabela 6 - Diferença entre o somatório das ordens para as diferentes formulações de farinha de cobertura para o empanado frito.

Formulação		100% FR	25% FA	50% FA	75% FA	100% FA
	Total	87	115	129	153	138
100% FR	87	-	28	42	66	51
25% FA	115		-	14	38	23
50% FA	129			-	24	9
75% FA	153				-	15
100% FA	138					-

FR: farinha de rosca; FA: farinha de anchoita; n = 5 amostra; n = 42 julgadores;  $\alpha = 5\%$ . Lê-se na Tabela NBR 13.170 o valor crítico=40.

Tabela 7 - Diferença entre o somatório das ordens para as diferentes formulações de farinha de cobertura para o empanado forneado.

Formulação		100% FR	25% FA	50% FA	75% FA	100% FA
	Total	106	121	117	131	156
100% FR	106	-	15	11	25	50
25% FA	121		-	4	10	35
50% FA	117			-	14	39
75% FA	131				-	25
100% FA	156					-

FR: farinha de rosca; FA: farinha de anchoita; n = 5 amostra; n = 42 julgadores;  $\alpha = 5\%$ . Lê-se na Tabela NBR 13.170 o valor crítico = 40.

A análise dos resultados permite verificar que o empanado frito elaborado com 100% de farinha de rosca diferiu significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, dos empanados elaborados utilizando 50, 75 e 100% de farinha de anchoita na cobertura, não diferindo da formulação onde foi substituído 25% de farinha de rosca por BPP de anchoita desidratada.

Analisando a Tabela 7 observa-se que o empanado com 100% de farinha de rosca, quando frito, diferiu significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, do elaborado com 100% de farinha de anchoita. Pode-se observar ainda que a preferência dos julgadores foi inversamente proporcional ao aumento da concentração de farinha de anchoita na cobertura do empanado, independente do tratamento térmico utilizado (frito ou frito). O produto elaborado sem a adição de farinha de anchoita na cobertura foi o mais preferido. No entanto, pela análise da Tabela 7 é possível avaliar a possibilidade de adição de até 75% de BPP de anchoita desidratada como cobertura, quando os empanados são fritos.

A partir de considerações feitas pelos julgadores, verificou-se a informação pertinente de que algumas amostras apresentavam pouca farinha de cobertura. Ao identificar estas amostras, foi verificado que se tratavam dos empanados submetidos ao processo de fritura e que continham maior concentração de farinha de anchoita (50, 75 e 100%). Durante este processo ocorreu uma perda significativa da farinha de anchoita presente na cobertura. O mesmo ocorreu em menor proporção no produto elaborado com 25% de farinha de anchoita e não foi verificado quando se utilizou 100% de farinha de rosca na cobertura. Segundo Uemura & Luz (2003), o tipo de cobertura utilizado no processo de empanamento é um fator que influencia na absorção de gordura pelo produto.

A perda da farinha de cobertura se deve, provavelmente, ao líquido de empanamento não apresentar características de coesão suficientes para garantir a aderência desse tipo de substrato. O líquido de empanamento ("batter") é uma mistura líquida que tem como função ligar o produto à farinha de cobertura. Este age como barreira à perda de umidade e redução da absorção de óleo, garantindo um produto final macio e suculento no interior e, ao mesmo tempo, crocante por fora (Fizman & Salvador, 2003; Albert et al., 2009).

Outro parâmetro salientado pelos julgadores que poderia comprometer a preferência dos empanados fritos foi a textura. O aumento na concentração de farinha de anchoita na cobertura originou um produto de textura inferior ao empanado frito, sendo definido pelos julgadores como "mole e gorduroso". Porém, em geral, esse tipo de produto congelado é disponibilizado comercialmente pré-frito e posteriormente submetido ao processo de fritura por imersão em óleo (Ramírez & Cava, 2005). A alteração de textura encontrada pelos julgadores no produto frito se deve, provavelmente, a maior absorção de gordura durante o cozimento (Saguy & Dana, 2003; Weber et al., 2008), devido próprio tratamento térmico e também ao tipo de cobertura utilizada. Durante o processo de pré-fritura esse acréscimo de lipídios já ocorre (Tabela 8), tornando-se mais pronunciado na fritura do empanado. O mesmo não ocorre quando o produto é submetido ao frito.



### 3.3.2 Determinação da Composição Proximal e Valor Calórico

Os valores da composição proximal da massa base do empanado e do produto pré-frito, utilizando diferentes concentrações de farinha de anchoita, bem como, farinha de rosca, podem ser visualizados na Tabela 8, onde se observa que os valores estão dentro dos padrões previstos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2001), o qual indica no máximo 30% de carboidratos totais e no mínimo 10% de proteínas.

Tabela 8 - Composição proximal da massa base e do empanado pré-frito de anchoita.

Produto	Umidade (%)	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)
Massa base	78,20	13,98	2,44	1,63	3,75
25% FA	66,48	12,98	2,49	8,17	9,88
50% FA	64,20	15,63	2,55	9,95	7,67
75 % FA	65,83	21,82	2,45	8,46	1,44
100 % FA	65,07	23,05	2,63	7,35	1,9
100 % FR	65,39	11,78	2,30	9,39	11,14

4 repetições; FA: farinha de anchoita; FR: farinha de rosca

Quando os alimentos empanados são tratados termicamente, ocorrem alterações significativas na composição de seus macronutrientes (Weber et al., 2008). Essas alterações podem ser observadas analisando os resultados apresentados na Tabela 8, onde se verifica um incremento significativo no teor de lipídios, que variou de 1,63%, na massa base, para um valor médio de 8,66%. O decréscimo no teor de umidade também foi verificado reduzindo de 78,20 para 65,39%. Esses resultados podem ser corroborados por outros autores que analisaram as variações destes componentes em produtos pré-fritos ou fritos a base de pescado (Candela et al., 1998; Weber et al., 2008; Miranda et al., 2010).

Durante a fritura, a gordura se torna um ingrediente importante, pois o óleo é absorvido no processo de cozimento do alimento após a perda parcial de água por evaporação (Saguy & Dana, 2003; Weber et al., 2008). O conteúdo de gordura absorvido durante este processo é tão alto que pode, em alguns casos, chegar a 1/3 do peso do produto final (Mellema, 2003).

Por outro lado, verifica-se que as maiores diferenças obtidas entre os produtos elaborados estão relacionadas à concentração de proteínas e carboidratos, onde o teor deste último componente majoritário diminui à medida que o de proteína aumenta. Este resultado torna a substituição parcial ou total da cobertura tradicional do empanado (farinha de rosca) por farinha de anchoita um fator de extrema relevância, considerando a crescente demanda por produtos de baixo teor calórico e dietéticos. Por outro lado, a substituição total

da farinha de rosca por farinha de anchoita na cobertura do empanado promoveu alterações sensoriais (textura) indesejáveis, sendo possível a adição de até 75% para o produto forneado.

Considerando que a gordura é o componente mais importante sob o ponto de vista do valor energético do alimento (9 kcal/g), o aumento significativo no teor de lipídios comparando-se o produto cru e o pré-frito, irá promover um aumento no teor calórico do alimento. Analisando os outros componentes majoritários responsáveis pelo valor energético do produto, proteínas e carboidratos, verifica-se que ambos têm concentrações inversamente proporcionais, o que energeticamente não promove alterações. Porém, o incremento no teor de proteínas devido à substituição parcial da farinha de cobertura irá produzir um produto com valor calórico semelhante, mas com características dietéticas.

O valor calórico dos empanados elaborados com diferentes concentrações de farinha de anchoita na cobertura pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9 - Valor calórico do empanado pré-frito de anchoita.

Produtos	Valor Energético (kcal/100g)			
	Proteínas	Lipídios	Carboidratos	Total
Massa base	55,92	14,67	15,00	85,59 <sup>a</sup>
25% FA	51,92	73,53	39,52	164,97 <sup>b</sup>
50% FA	62,52	89,55	30,68	182,75 <sup>c</sup>
75 % FA	87,28	76,14	5,76	169,18 <sup>d</sup>
100 % FA	92,20	66,15	7,60	165,95 <sup>b</sup>
100 % FR	47,12	84,51	44,56	176,19 <sup>e</sup>

Fator de conversão para carboidratos e proteínas: 4kcal.g<sup>-1</sup> e lipídios: 9kcal.g<sup>-1</sup>

Observando a Tabela 9 pode-se verificar que a cobertura do empanado e a gordura absorvida no processo de pré fritura, são responsáveis por aproximadamente 50% do valor energético do empanado, independente da farinha utilizada. Apesar disso, este produto pode ser considerado de baixo valor calórico se comparado com o produto comercial, elaborado a partir de carne de frango, o qual apresenta 250 kcal/100g. Os resultados obtidos são semelhantes aos de outros autores (Bonacina & Queiroz, 2007; Miranda et al., 2010).

Segundo Miyashita et al. (2004), uma dieta com baixas calorias é reconhecida por ser fundamental na terapia utilizada por pacientes obesos com diabetes tipo 2, por melhorar a sensibilidade a insulina devido a redução de peso. O princípio desta dieta é disponibilizar ao paciente uma quantidade adequada de proteínas, vitaminas e minerais, restringindo o teor de carboidratos e lipídios como componentes energéticos.

#### 4 CONCLUSÃO

A análise dos dados demonstrou maior capacidade de extração de proteínas solúveis quando são utilizados três ciclos de lavagem com ácido fosfórico.

A utilização de solução de ácido fosfórico na obtenção de base protéica de pescado (BPP) demonstrou melhor eficiência na remoção de odor quando comparado ao tratamento utilizando um ciclo de ácido fosfórico e dois de água.

A obtenção de BPP usando três ciclos de extração com ácido fosfórico apresentou melhores características no processo e produto, indicando valores de umidade de equilíbrio inferiores se comparadas a BPP obtida utilizando ácido fosfórico seguido de dois ciclos com água.

A avaliação sensorial demonstrou que é possível adicionar até 75% de BPP de anchoita desidratada na cobertura de empanados quando forneados.

A substituição da farinha de cobertura tradicional por BPP de anchoita desidratada resulta um produto com valor energético semelhante, no entanto com maior percentual calórico representado por proteínas.

A elaboração de empanado a partir de base protéica de anchoita pode contribuir para aumentar a diversificação da gama de produtos semi-prontos e de fácil preparo à base de pescado, gerando com isso a possibilidade de um mercado consumidor até o momento inexistente para esta espécie.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albert, A.; Perez-Munuera, I.; Quiles, A.; Salvador, A.; Fiszman, S. M.; Hernando, I. Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as preducts using three cooking procedures. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p.1443–1448, 2009.

Álvarez-Parrilla, E.; Puig, A.; Lluch, M. A. Preparación y caracterización química y microestructural de surimi de merluza (*Merluccius merluccius*) y de jurel (*Trachurus trachurus*). **Ciência y Tecnología de Alimentos Internacional**, Cidade do Porto, v.3, n.1, p.49-60, 1997.

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists. 2006.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. – ABNT. Teste de Ordenação em Análise Sensorial, **NBR 13170**. 4 p., Rio de Janeiro, 1994.

Balange, A. K.; Benjakul, S. Effect of oxidised tannic acid on the gel properties of mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) mince and surimi prepared by different washing processes. **Food Hydrocolloids**, v.23, p.1693–1701, 2009.

- Baxter, S. R.; Skonberg, D.I. Gelation properties of previously cooked minced meat from Jonah crab (*Cancer borealis*) as affected by washing treatment and salt concentration. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.109, p.332–339, 2008.
- 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**, Oxford, v.19, n.2, p.197-207, 2005.
- Bentis, C. A.; Zotos, A.; Petridis, D. Production of fish-protein products (surimi) from small pelagic fish (*Sardinops pilchardus*), underutilized by the industry. **Journal of Food Engineering**, Kidlington, Oxford, v.68, n.3, p.303-308, 2005.
- Bonacina, M.; Queiroz, M. I. Elaboração de empanado a partir da corvina (*Micropogonias furnieri*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 544-552, 2007.
- Brasil. **Ministério do Meio Ambiente**. Programa REVIZEE: avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva: relatório executivo / MMA, Secretaria de Qualidade Ambiental. Brasília, 280p., 2006.
- Brasil, Portaria n° 574, de 8 de dezembro de 1998. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria da Defesa Agropecuária**. Instrução Normativa n° 6 de 15 de fevereiro de 2001.
- Candela, M.; Astiárrán, I.; Bello, J. Deep-fat frying modifies high-fat fish fraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.2793–2796, 1998.
- Chaijan, M.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Faustman, C. Characteristics and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. **Food Research International**, v.37, p.1021-1030, 2004.
- 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.
- Domínguez-Petit, R.; Saborido-Rey, F.; Medina, I. Changes of proximate composition, energy storage and condition of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) through the spawning season. **Fisheries Research**, v.104, p.73–82, 2010.
- Drazen, J. C. Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific. **Deep-Sea Research I**, v. 54, p.203–219, 2007.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **State of the World Fisheries and Aquaculture**. Roma., 192p., 2008.
- Fiszman, S. M.; Salvador, A. Recent developments in coating batters. **Trends in Food Science & Technology**, v.14, p.399-402, 2003.
- Franco, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9ª edição. Editora Atheneu. São Paulo, 1995.
- Freire, F. N. A.; Silva, M. E. V.; Zapata, J. F. F.; Maia, G. A. Desidratação de Músculo de Pescado em Bancada Experimental de Secagem. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v.6, n.2, p. 273-278, 2003.

Furlan, V. J. M.; Silva, A. P. R.; Queiroz, M. I. Avaliação da eficiência de extração de compostos nitrogenados dapolpa de anchoíta (*Engraulis anchoíta*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.4, p.834-839, 2009.

Garcia-Torchelsen, L.; Queiroz, M. I. Seleção e Treinamento de Julgadores para Avaliação de Odor em Pescado, 96-121. Em: Caracterização do Estoque de Anchoíta (*Engraulis anchoíta*) da Região Sul do Brasil e Utilização desta Matéria-prima na Elaboração de Produto de Alto Valor Agregado. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande, 2011, 181p.

Garcia-Torchelsen; L., Treptow, R. O., Porciuncula, B. D., Queiroz, M. I. Caracterização do odor da anchoíta (*Engraulis anchoíta*) armazenada em gelo e água do mar, **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, vol. 19, n. 3, pp. 249-257, 2008.

Henderson, S.M.; Pabis, S. Grain drying theory I. Temperature effect on drying coefficient. **Journal Agricultural Engineering Research.**, Washington, v.6, n.3, 169–174, 1961.

Hii, C. L.; Law, C.L.; Cloke, M. Modeling using a new thin layer drying model and product quality of cocoa. **Journal of Food Engineering**, Kidlington, Oxford, v. 90, n.2, p.191–198, 2009.

Jabeen, F.; Chaudhry, A. S. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. **Food Chemistry**, v.125, p.991-996, 2011.

Jain, D.; Pathare, B. P. Study the drying kinetics of open sun during of fish. **Journal of Food Engineering**, Kidlington, Oxford, v. 78, n.4, p. 1315-1319, 2007.

Kilic, A. Low temperature and high velocity (LTHV) application in drying: Characteristics and effects on the fish quality. **Journal of Food Engineering**, Kidlington, Oxford, v. 91, n.1, p.173–182, 2009.

Kosuke, N.; Li, Y.; Jin, Z.; Fukumuro, M.; Ando, Y.; Akaishi, A. Low-temperature desiccant-based food drying system with airflow and temperature control. **Journal of Food Engineering**, Kidlington, Oxford, v. 75, n.1, p. 71–77, 2006.

Lin, T. M.; Park, J. W.; Morrissey, M. T. Recovered protein and reconditioned water from surimi processing waste. **Journal of Food Science**, Chicago, v.60, n.1, p.4–9, 1995.

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**, Ontario, v.38, n.1, p.19-27, 2005.

Madureira, L. A S. P.; Castello, J.; Queiroz, M. I.; Prentice-Hernández, C.; Augusto-Ruiz, W.; Espírito-Santo, M. L. P.; Abdallah, P. R.; Schwingel, P. R. **Projeto: 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 CNPq / SEAP-PR / FURG.** 122p., 2007.

Maldonado, A. S. Efeito de la fuerza iônica en la extracción de proteínas sarcoplasmáticas en procesamiento de surimi. **Boletín de Investigación de lo Instituto Tecnológico Pesquero del Peru**, Lima, v.4, n.1, p.9-14, 1994.

Martelli, H. L.; Panek, A. D. **Bioquímica Experimental**. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1968, 112p.

Mellema, M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. **Trends in Food Science and Technology**, v.14, p.364-373, 2003.

Miranda, J. M.; Martínez, B.; Pérez, B.; Antón, X.; Vázquez, B.I.; Fente, C.A.; Franco, C.M.; Rodríguez, J.L.; Cepeda, A. The effects of industrial pre-frying and domestic cooking methods on the nutritional compositions and fatty acid profiles of two different frozen breaded foods. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p.1271-1276, 2010.

Miyashita, Y.; Koide, N.; Ohtsuka, M.; Ozaki, H.; Itoh, Y.; Oyama, T.; Uetake, T.; Ariga, K.; Shirai, K. Beneficial effect of low carbohydrate in low calorie diets on visceral fat reduction in type 2 diabetic patients with obesity. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 65, p. 235–241, 2004.

Newell, G. J.; Macfarlane, J. D. Expanded tables for multiple comparison procedure on the analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 6, p.1721-1725, 1987.

Panagiotou, N. M., Krokida, M. K., Maroulis, Z. B., & Saravacos, G. D. Moisture diffusivity: literature data compilation for foodstuffs. **International Journal of Food Properties**, Philadelphia, v.7, n.2, p.273–299, 2004.

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

Park, J. W.; Morrissey, M. T. **Manufacturing of surimi from light muscle fish**. In J. W. Park (Ed.), **Surimi and surimi seafood**. New York: Marcel Dekker, 2000, p. 23–58.

Pastous Madureira, L.S.; Castello, J.P.; Prentice-Hernández, C.; Queiroz, M.I.; Espírito Santo, M.L.; Ruiz, W.A.; Raggi Abdallah, P.; Hansen, J.; Bertolotti, M.I.; Manca, E.; Yeannes, M.I.; Avdalov, N.; Fernández Amorín, S. 2009. Current and potential alternative food uses of the Argentine anchoita (*Engraulis anchoita*) in Argentina, Uruguay and Brazil. In M.R. Hasan and M. Halwart (eds). *Fish as feed inputs for aquaculture: practices, sustainability and implications*. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**. No. 518. Rome, FAO. pp. 269–287, 2009.

Perry, J. D.; Green, D. **Perry's Handbook**. Special Edition, 1986.

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.; Tobinaga, S. Diffusive Model with Shrinkage in the Thin-Layer Drying of Fish Muscles. **Drying Technology**, Londres, v.24, n.4, p. 509–516, 2006.

Ramírez, M. R.; Cava, R. Changes in colour, lipid oxidation and fatty acid composition of pork loin chops as affected by the type of culinary frying fat. **LWT**, v.29, p.94-99, 2005.

Raoult-Wack, A. L.; Rios, G.; Saurel, R.; Giroux, F.; Guilbert, S. Modeling of dewatering and impregnation soaking process (osmotic dehydration). **Food Research International**, Ontario, v.27, n. 2, p.207-209, 1994.

Saguy, I. S.; Marabi, A.; Wallach, R. New approach to model rehydration of dry food particulates utilizing principles of liquid transport in porous media. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v.16, n.2, p. 495–506, 2005.

Saguy, I. S.; Dana, D. Integrated approach to deep fat frying: Engineering, nutrition, health and consumer aspects. **Journal of Food Engineering**, v.56, p.143–152, 2003.

Sikorski, Z. E.; Kolakowska, A.; Pan, B. S. **The nutritive composition of the major groups of marine food organisms.** In: Z. E. Sikorski (Ed.), *Seafood: Resources, nutritional composition, and preservation* (pp. 30–54). Boca Raton, FL: CRC Press. 1990.

Sikorski, Z. E. **The myofibrillar proteins in seafoods.** In: Z. E. Sikorski, B. S. Pan, F. Shahidi (Eds.), *Seafood proteins* (pp. 40–57). New York: Chapman & Hall., 1994.

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**, Campinas, v.24, n.1, p.23-26, 2004.

Stefansson, G.; Hultin, H. O. On the solubility of cod muscle proteins in water. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.42, n.12, p.2656–2664, 1994.

Stone, H.; Sidel, J. L. **Sensory Evaluation Practices.** San Diego: Academic Press, 1993, 338 p.

Uemura, C. H.; Luz, M. B. Sistemas de cobertura. *Aditivos & Ingredientes*, v. 28, p.71-74, 2003.

Varela, P., Salvador, A., Fisman, S. M. Methodological developments in crispness assessment: effects of cooking method on the crispness of crusted foods. **LWT**, v.41, 1252-1259, 2008.

Weber, J.; Bochi, V. C.; Ribeiro, C. P.; Victório, A. M.; Emanuelli, T. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. **Food Chemistry**, v.106, p.140-146, 2008.

Worm, B.; Hilborn, R.; Baum, J. K.; Branch, T. A.; Collie, J. S.; Costello, C.; Fogarty, M. J.; Fulton, E. A.; Hutchings, J. A.; Jennings, S.; Jensen, O. P.; Lotze, H. K.; Mace, P. M.; Mcclanahan, T. R.; Minto, C.; Palumbi, S. R.; Parma, A. M.; Ricard, D.; Rosenberg, A. A.; Watson, R.; Zeller, D. Rebuilding Global Fisheries, **Science**, New York, v.325, n.5940, p. 578-585, 2009.

Yeannes, M. I., Almandos, M. E. Estimation of fish proximate composition starting from water conten. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 16, n.1, p. 81-92, 2003.

## **CAPÍTULO 4 CONCLUSÃO GERAL**



## CONCLUSÃO GERAL

Com o desenvolvimento desse trabalho foi possível caracterizar a anchoita (*Engraulis anchoita*) quanto à biometria, rendimento tecnológico, composição química, nitrogenados e ácidos graxos, com ênfase nas frações que compõe o pescado: músculo claro, escuro e vísceras.

A avaliação da estabilidade dos ácidos graxos da fração lipídica da espécie em estudo, bem como, a geração de voláteis a partir das modificações desses componentes, indicaram que os voláteis formados podem ser um índice em potencial para avaliar a qualidade da anchoita congelada.

O perfil de voláteis definido permitiu a geração de padrões de referência de fácil aquisição passíveis de serem utilizados na seleção e treinamento de julgadores para avaliação de odor a pescado.

A avaliação do processo de obtenção de base protéica de pescado (BPP) indicou como melhor condição, a lavagem da polpa com 3 ciclos de extração com ácido fosfórico 0,05%. Foi possível desenvolver um empanado à base de anchoita utilizando BPP na formulação base e como substituto da farinha de cobertura, podendo ser utilizado com uma concentração máxima de até 75%.

Assim, com o desenvolvimento desta tese, foi possível caracterizar o estoque de anchoita presente na costa sul brasileira, permitindo dessa forma a escolha de processos tecnológicos a serem utilizados no desenvolvimento de produtos semi-prontos e de fácil preparo. Desta maneira, contribuindo para abertura de um possível mercado consumidor de produtos desenvolvidos à base de anchoita. Isso poderá representar uma alternativa para enfrentar o atual decréscimo da pesca extrativa e suprir a crescente demanda desta matéria-prima de alto valor biológico.

**CAPÍTULO 5 REFERÊNCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists. 2006.

Ahlgren, G.; Blomqvist, P.; Boberg, M.; Gustafsson, I. B. Fatty acid content of the dorsal muscle – An indicator of fat quality in freshwater fish. **Journal of Fish Biology**, v.45, p. 131-157, 1994.

Alasalvar, C.; Taylor, K. D.; Shahidi, F. Comparison of volatiles of cultured and wild sea bream (*Sparus aurata*) during storage in ice by dynamic headspace analysis/gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.2616–2622, 2005.

Albert, A.; Perez-Munuera, I.; Quiles, A.; Salvador, A.; Fiszman, S. M.; Hernando, I. Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as preducts using three cooking procedures. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p.1443–1448, 2009.

Alexis, M.A.; Theochari, V.; Papaparaskeva-Papoutsoglou, E.G. Effect of diet composition and protein level on growth, body composition, haematological characteristics and cost of production of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**, v.58, p.75–85, 1986.

Almeida, F. L. A.; Carvalho, R. F.; Pinhal, D.; Padovani, C. R.; Martins, C.; Pai-Silva, M. D. Differential expression of myogenic regulatory factor MyoD in pacu skeletal muscle (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887: Serrasalminae, Characidae, Teleostei) during juvenile and adult growth phases. **Micron**, V.39, p.1306–1311, 2008.

Álvares, J. A. P.; Lopes, J. F.; Barberá, E. S. **Industrialización de productos de origen animal**. 2ª edição, Escuela Politécnica Superior de Orihuela – Universidad Miguel Hernández, 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 trachurus*). **Ciência y Tecnología de Alimentos Internacional**, Cidade do Porto, v.3, n.1, p.49-60, 1997.

Amerine, M. A.; Pangborn, R. M.; Roessler, E. B. **Principles of sensory evaluation of foods**. New York: Academic Press, 1965, 605p.

Aro, T.; Tahvonen, R.; Koskinen, L.; Kallio, H. Volatile compounds of Baltic herring analysed by dynamic headspace sampling–gas chromatography–mass spectrometry. **European Food Research and Technology**, v.216, p.483–488, 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologia**, NBR 12806. 4p., Rio de Janeiro, 1993.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. – ABNT. Teste de Ordenação em Análise Sensorial, **NBR 13170**. 4 p., Rio de Janeiro, 1994.

Bagenal, T. B.; Tesch, F. W. Age and growth. In: Bagenal, T. (Ed.), *Methods for Assessment of Fish in Freshwaters*, 3<sup>rd</sup> Edition. IBP Handbook No. 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 101-136 (Chapter 5), 1978.

- Baima, G. D.; Kohan, G.; Perello, G.; Martinez Souto, M. L.; Yeannes, M. I. Diseño de pasta de anchoita (*Engraulis anchoita*). **Anales del Primer Simposio Internacional de Nuevas Tecnologías**, Mar del Plata, Argentina, p.1040-1047, 2005.
- Balange, A. K.; Benjakul, S. Effect of oxidised tannic acid on the gel properties of mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) mince and surimi prepared by different washing processes. **Food Hydrocolloids**, v.23, p.1693–1701, 2009.
- Bandarra, N. M.; Batista, I.; Nunes, M. L.; Empis, J. M.; Christie, W. W. Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). **Journal of Food Science**, v.62, p.40–42, 1997.
- 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.
- Barbut, S. **Poultry products: formulation and gelation**. In: Poultry products processing: an industry guide. Boca Raton: cap. 9, p.249-289, CRC Press, 2002.
- Baxter, S. R.; Skonberg, D.I. Gelation properties of previously cooked minced meat from Jonah crab (*Cancer borealis*) as affected by washing treatment and salt concentration. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.109, p.332–339, 2008.
- Begg, G. A.; Friedland, K. D.; Pearce, J. B. Stock identification and its role in stock assessment and fisheries management: an overview. **Fisheries Research**, v.43, p.1-8, 1999.
- Béltran, A.; Moral, A. Gas chromatographic estimation of oxidative deterioration in sardine during frozen storage. **LWT—Food Science and Technology**, v.23, p.499–504, 1990.
- Bene, A.; Hayman, A.; Reynard, E.; Luisier, J. L.; Villettaz, J. C. A new method for the rapid determination of volatile substances: The SPME-direct method. Part II. Determination of the freshness of fish. **Sensors and Actuators B**, v.72, p.204–207, 2001.
- 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.
- Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Tueksuban, J. Changes in physic-chemical properties and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*) during post-mortem storage in ice. **Food Chemistry**, v.80, p.535-544, 2003.
- Bentis, C. A.; Zotos, A.; Petridis, D. Production of fish-protein products (surimi) from small pelagic fish (*Sardinops pilchardus*), underutilized by the industry. **Journal of Food Engineering**, v.68, p.303-308, 2005.
- Bertoldi, F. C. **Efeito do *lactobacillus casei* subsp. *casei* atcc 393 na redução do sabor amargo da carne escura de atum (*euthynnus pelamis*)**. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias. Dissertação de Mestrado, Florianópolis, 2003.
- Bertolotti, M. I.; Manca, E. Processamiento y comercializacion de la anchoita (*Engraulis anchoita*) del mar Argentino. **Revista de Investigacion y Desarrollo Pesquero**, n.5, p.224-246, 1986.

Birkeland, S.; Røra, A. M. B.; Skara, T.; Bjerkgeng, B. Effects of cold smoking procedures and raw material characteristics on product yield and quality parameters of cold smoked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) filets. **Food Research International**, v.37, p.273–286, 2004.

Blumenthal, M. M. **Frying technology**. In: Bailey, A. E. Bailey's industrial & fat products. New York: John Wiley, v.3, p.429-481, 1996.

Bonacina, M.; Queiroz, M. I. Elaboração de empanado a partir da corvina (*Micropogonias furnieri*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 544-552, 2007.

Bone, Q. **Locomotor muscle**. In: Randall, D.J.; Conte, F. P. Fish physiology. V. VIII. New York: Academic Press. p.361-424, 1978.

Brasil, Portaria n° 574, de 8 de dezembro de 1998. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria da Defesa Agropecuária**. Instrução Normativa n° 6 de 15 de fevereiro de 2001.

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.

Brasil. **Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Qualidade Ambiental**. Programa REVIZEE – Relatório Executivo. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva. p.207-242. In: Haimovici, M., Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., Cergole, M. C., Madureira, I. S. P., Bernardes, R. A., Ávila-da-silva, A. O. Recursos Pesqueiros da Região Sudeste-Sul, 2006.

Brasil. **Ministério do Meio Ambiente**. Programa REVIZEE: avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva: relatório executivo / MMA, Secretaria de Qualidade Ambiental. Brasília, 280p., 2006.

Brasil. **Ministério do Meio Ambiente**. Programa REVIZEE: avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva: relatório executivo / MMA, Secretaria de Qualidade Ambiental. Brasília, 280p., 2006.

Brasil. **Portaria n° 574, de 8 de dezembro de 1998**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n° 6 de 15 de fevereiro de 2001.

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.

Campo, E.; Ballester, J.; Langlois, J.; Dacremont, C.; Valentin, D. Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: An application to Burgundy Pinot noir wines. **Food Quality and Preference**, v.21, P.44–55, 2010.

Candela, M.; Astiarrarán, I.; Bello, J. Deep-fat frying modifies high-fat fish fraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.2793–2796, 1998.

Caprino, F.; Moretti, V. M.; Bellagamba, F.; Turchini, G. M.; Busetto, M. L.; Giani, I.; Paleari, M.; Pazzaglia, M. Fatty acid composition and volatile compounds of caviar from farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). **Anal. Chim. Acta**, v.617, p.139-147, 2008.

Cardello, H. M. A. B.; Cardello, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangífera índica* L.) var. haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.211-217, 1998.

Cardinal, M.; Berdagué, J. L.; Dinel, V.; Knockaert, C.; Vallet, J. L. Effect of various smoking techniques on the nature of the volatile compounds and on the sensory characteristics of salmon meat. **Sciences des Aliments**, 17(6), 679–696, 1997.

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.

Casales, M. R.; Capaccioni, M. E.; Yeannes, M.I. Obtainment of equilibrium times and diffusion coefficients of acid and salt to design the marinating process of *Engraulis anchoita* fillets. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.4; p.933-937, 2009.

Castello, J. P. *Engraulis Anchoita* (Hubbs & Marini, 1935). P.52-56. In: Cergole, M. C.; Ávila-Da-Silva, A. O.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (eds.). Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: **Dinâmica Populacional das Espécies em Exploração, Série Documentos REVIZEE-Score-Sul**. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. 176p. 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. Síntese sobre a anchoita (*Engraulis anchoita*) no Sul do Brasil. In: M. Haimovici (ed.). A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: Levantamento de dados e avaliação crítica, p.197-217. Brasília: MMA/SMCQ. 21p. 2007

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

Clausen, P.A.; Knudsen, H. N.; Larsen, K.; Kofoed-Sørensen, V.; Wolkoff, P.; Wilkins, C.K. Use of thermal desorption gas chromatography–olfactometry/mass spectrometry for the comparison of identified and unidentified odor active compounds emitted from building products containing linseed oil. **Journal of Chromatography A**, v.1210, p.203–211, 2008.

Collin, S.; Osman, K.; Delcambre, S.; El-Zayat, A. I.; Doufour, J. P. Investigation of volatile flavor compounds in fresh and ripened domiati cheeses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, p.1659-1663, 1993.

Contreras-Guzmán, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994. 409 p.

- Czerner, M.; Tomás, M. C.; Yeannes, M. I. Ripening of salted anchovy (*Engraulis anchoita*): development of lipid oxidation, colour and other sensorial characteristics. **J. Sci. Food Agric.**, 2010.
- Cha, Y. J.; Cadwallader, K. R. Volatile components in saltfermented fish and shrimp  
Chaijan, M.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Faustman, C. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. **Food Chemistry**, v. 99, p.83–91, 2006.
- Chaijan, M.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Faustman, C. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. **Food Chemistry**, v.99, p.83-91, 2006.
- Chaijan, M.; Benjakul, S.; Visessanguan, W.; Faustman, C. Characteristics and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. **Food Research International**, v.37, p.1021-1030, 2004.
- Chaijan, M.; Jongjareonrak, A.; Phatcharat, S.; Benjakul, S.; Rawdkuen, S. Chemical compositions and characteristics of farm raised giant catfish (*Pangasianodon gigas*) muscle. **LWT- Food Science and Technology**, v.43, p.452-457, 2010.
- Chambers, E.; Smith, E. G.; Seitz, L. M.; Sauer, D. B. Sensory properties of musty compounds in food. **Food Flavors: Formation, Analysis and Packaging Influences**, p.173-180, 1998.
- Chen, Y.C.; Nguyen, J.; Semmens, K.; Beamer, S.; Jaczynski, J. Physicochemical changes in  $\omega$ 3-enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v.104, p.1143–1152, 2007.
- Chevalier, D.; Sequeira-Munoz, A.; Le Bail, A.; Simpson, B. K.; Ghou, M. Effect of pressure shift freezing, air-blast freezing and storage on some biochemical and physical properties of turbot (*Scophthalmus maximus*). **Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology**, v.33, p.570–577, 2000.
- 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.
- Chung, H. Y.; Yeung, C. W.; Kim, J.; Chen, F. Static headspace analysis-olfactometry (SHA-O) of odor impact components in salted-dried white herring (*Ilisha elongata*). **Food Chemistry**, v.104, p.842-851, 2007.
- Chung, H. Y.; Yung, I. K. S.; Ma, W. C. J.; Kim, J. S. Analysis of volatile components in frozen and dried scallops (*Patinopecten yessoensis*) by gas chromatography/mass spectrometry. **Food Research International**, v.35, p.43–53, 2002.
- Damáso, M. H.; Costell, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptors y selección de catadores. **Agroquim. Tecnol. Alim.**, v.31, p.165-178, 1991.
- Dantas, M. I. S.; Deliza, R.; Minim, V. P. R.; Hedderley, D. Avaliação da intenção de compra de couve minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.762-767, 2005.
- Del Valle, C. E.; Filsinger, B. E.; Yeannes, M. I.; Soule, C. L. Shelf life of brine refrigerated anchovies (*Engraulis anchoita*) for canning. **Journal Food Science**, v.49, n.1, p.180-2, 1984.

Delwiche, J. F. Attributes believed to impact flavor: an opinion survey. *Journal of Sensory Studies*, v.18, p.269-352, 2003.

Dembitsky, V. M.; Shkrob, I.; Dor, I. Separation and identification of hydrocarbons and other volatile compounds from cultured blue-green alga *Nostoc* sp. by gas chromatography–mass spectrometry using serially coupled capillary columns with consecutive nonpolar and semipolar stationary phases. *Journal of Chromatography A*, v.682, p.221–229, 1999.

Domínguez-Petit, R.; Saborido-Rey, F.; Medina, I. Changes of proximate composition, energy storage and condition of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) through the spawning season. *Fisheries Research*, v.104, p.73–82, 2010.

Drazen, J. C. Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific. *Deep-Sea Research I*, v. 54, p.203–219, 2007.

Dulcic, J.; Kraljevic, M. Weight-length relationships for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). *Fisheries Research*, v.28, p.243-251, 1996.

Durnford, E.; Shahidi, F. Flavour of fish meat. In F. Shahidi (Ed.), **Flavor of meat, meat products and seafood** (2nd ed., pp. 130–158). London, UK: Blackie Academic and Professional, 1998.

Echarte, M.; Zulet, M. A.; & Astiasáran, I. Oxidation process affecting fatty acids and cholesterol in fried and roasted salmon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.49, p.5662–5667, 2001.

Elortondo, F. J. P.; Ojeda, M.; Albisu, M.; Salmerón, J.; Etaio, I.; Molina, M. Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. *Food Quality and Preference*, v.18, p.425–439, 2007.

Etaio, I.; Albisu, M.; Ojeda, M.; Gil, P. F.; Salmerón, J.; Elortondo, F. J. P. Sensory quality control for food certification: A case study on wine. Panel training and qualification, method validation and monitoring. *Food Control*, v.21, p.542–548, 2010.

Falcão, M. C.; Tannuri, U. Nutrition for the pediatric surgical patient: approach in the peri-operative period. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.57, n.6, 2002.

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

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **State of the World Fisheries and Aquaculture**. Roma., 192p., 2008.

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

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.

Fiszman, S. M.; Salvador, A. Recent Developments in coating batters. *Trends in Food Science & Technology*, v.14, p.399-402, 2003.



Folch, J.; Less, M.; Stanley, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p.497-509, 1957.

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.

Franco, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9ª edição. Editora Atheneu. São Paulo, 1995.

Frankel, E. N. Formation of headspace volatiles by thermal decomposition of oxidized fish oils vs. oxidized vegetable oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.70, p.767-772, 1993.

Freire, F. N. A.; Silva, M. E. V.; Zapata, J. F. F.; Maia, G. A. Desidratação de Músculo de Pescado em Bancada Experimental de Secagem. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v.6, n.2, p. 273-278, 2003.

Furlan, V. J. M.; Silva, A. P. R.; Queiroz, M. I. Avaliação da eficiência de extração de compostos nitrogenados da polpa de anchoita (*Engraulis anchoita*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.4, p.834-839, 2009.

Fuselli, S. R.; Casales, M. R.; Fritz, R.; Yeannes, M. I. A typical Microorganisms in Cold Marinated Anchovies (*Engraulis anchoita*) Filled with Corn Oil and Spices. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 12, n. 1, p. 55-65, 2003.

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.

Gacula, M. C. Descriptive sensory analysis in practice. Trumbull, Connecticut: Food & Nutrition Press Inc., 1997.

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.; Queiroz, M.I. Avaliação da polpa e da base proteica de anchoita (*Engraulis anchoita*) armazenada sob congelamento e desidratada. In Avaliação das propriedades funcionais da anchoita (*Engraulis anchoita*) e das modificações produzidas durante o armazenamento em gelo e água do mar e no processamento, p. 76-101. Programa de pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande-RS, Brasil. Dissertação de Mestrado, 146 p., 2007.

García-Martínez, M. C.; Márquez-Ruiz, G.; Fontecha, J.; Gordon, M. H. Volatile oxidation compounds in a conjugated linoleic acid-rich oil. **Food Chemistry**, v.113, p.926-931, 2009.

Garciaarena, A. D.; Hansen, J. E. Analisis de las capturas comerciales de anchoita al norte de 41° de latitud por parte de la flota argentina durante el año 2005. Inf. Tec. Int. **Instituto Nacional de Investigacion y Desarrollo Pesquero (INIDEP)** 15/06. 14 pp., 2006.

Garcia-Torchelsen, L.; Queiroz, M. I. Seleção e Treinamento de Julgadores para Avaliação de Odor em Pescado, 96-121. Em: Caracterização do Estoque de Anchoita (*Engraulis anchoita*) da Região Sul do Brasil e Utilização desta Matéria-prima na Elaboração de Produto de Alto Valor Agregado. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande, 2011, 181p.

Garcia-Torchelsen; L., Treptow, R. O., Porciuncula, B. D., Queiroz, M. I. Caracterização do odor da anchoíta (*Engraulis anchoíta*) armazenada em gelo e água do mar. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 249-257, 2008.

Gehring, C. K.; Gigliotti, J. C.; Moritz, J. S.; Tou, J. C.; Jaczynski, J. Functional and nutritional characteristics of proteins and lipids recovered by isoelectric processing of fish by-products and low-value fish: A review. **Food Chemistry**, v.124, p.422–431, 2011.

Giménez, B.; Gómez-Guillén, M. C.; Pérez-Mateos, M.; Montero, P.; Márquez-Ruiz, G. Evaluation of lipid oxidation in horse mackerel patties covered with borage-containing film during frozen storage **Food Chemistry**, v. 124, p.1393–1403, 2011.

Girard, B.; Durance, T. Headspace volatiles of Sockeye and Pink salmon as affected by retort process. **Journal of Food Science**, v.65, n.5, p.34–39, 2000.

Giri, A.; Osako, K.; Okamoto, A.; Ohshima, T. Olfactometric characterization of aroma active compounds in fermented fish paste in comparison with fish sauce, fermented soy paste and sauce products. **Food Research International**, v.43, p.1027–1040, 2010.

Gökçe, M. A.; Tasbozan, O.; Çelik, M.; Tabakoglu, S. S. Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). **Food Chemistry**, v. 88, p. 419-423, 2004.

Gökodlu, N.; Özden, Ö.; Erkan, N. Physical, chemical and sensory analyses of freshly harvested sardines (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.7, p.5–15, 1998.

Gomiero, J. S. G.; Ribeiro, P. A. P.; Ferreira, M. W.; Logato, P. V. R. Rendimento de carcaça de peixe matrinxã (*Brycon cephalus*) nos diferentes cortes de cabeça. **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.1, p.211-216, 2003.

Gonçalves, A. A.; Souza-Soares, I. A. Lipídeos em Peixes. **Revista Veter.** FURG, Rio Grande, p.35-53, 1998.

Gonçalves, J. M. S.; Bentes, L.; Lino, P. G.; Ribeiro, J.; Canário, A. V. M.; Erzini, K. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. **Fisheries Research**, v.30, p.253-256, 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, n. 3, p.511-520, 2005.

Green, D. H. S.; Selivonchich, D. P. Lipid metabolism in fish. **Progress in Lipid Research**, v.26, p.53-85, 1987.

Grigorakis, K.; Giogios, I.; Vasilaki, A.; Nengas, I. Effect of the fish oil, oxidation status and of heat treatment temperature on the volatile compounds of the produced fish feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, p.73-84, 2010.

Grigorakis, K.; Taylor, K. D. A.; Alexis, M. N. Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*): sensory differences and possible chemical basis. **Aquaculture**, v.225, p.109–119, 2003.

Grimm, C. C.; Lloyd, S. W.; Batista, R.; Zimba, P. V. Using microwave distillation-solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry for analyzing fish tissue. **Journal of Chromatographic Science**, v.38, p.289–296, 2000.

Gudmundsdóttir, G. The effect of raw material handling on salt uptake, texture, taste, chemical and biochemical changes in spicesalted herring [M.Sc. thesis]. University of Iceland, Reykjavík, Iceland. p. 72. 1995.

Guil-Guerrero, J. L.; Venegas-Venegas, E.; Rincón-Cervera, M. A.; Suárez, M. D. Fatty acid profiles of livers from selected marine fish species. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2010.

Guillén-Casla, V.; Rosales-Conrado, N.; León-González, M. E.; Pérez-Arribas, L. V.; Polo-Díez, L. M. Principal component analysis (PCA) and multiple linear regression (MLR) statistical tools to evaluate the effect of E-beam irradiation on ready-to-eat food. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, p.456–464, 2011.

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.

Hair Jr., J. F.; Black, W. C.; Babin, B. J.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre: Bookman, 688p., 2009.

Hallier, A.; Courcoux, P.; Sérot, T.; Prost, C. New gas chromatography-olfactometric investigative method, and its application to cooked *Silurus glanis* (European catfish) odor characterization. **Journal of Chromatography A**, v.1056, p.201-208, 2004.

Hansen, J. E.; Buratti, C. C.; Garcarena, A. D. Análisis secuencial de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al norte de 41°S, y estimación de capturas biológicamente aceptables durante el año. **Informaciones Técnicas Instituto INIDEP** 66/06, 22p., 2006b.

Hansen, J. E.; Buratti, C. C.; Garcarena, A. D. Diagnóstico de la población de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) al sur de 41°S, y estimación de capturas biológicamente aceptables durante el año. **Informaciones Técnicas Instituto INIDEP** 02/06, 13p., 2006a.

Hansen, J. E.; Cousseau, M. B.; Gru, D. L. Características poblacionales de la anchoíta (*Engraulis anchoíta*) de Mar Argentino. Parte I. El largo medio al primer año de vida, crecimiento y mortalidad. **Rev. Invest. y Des. Pesq.**, v.4, p.21-48, 1984.

Hansen, J.E. Anchoíta (*Engraulis anchoíta*). In: R.P. Sanchez and S.I. Bezzi, (eds.) El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 4. Los peces marinos de interés pesquero. Caracterización biológica y evaluación del estado de explotación, pp. 101–115. Publ. Espec. **Instituto Nacional de Investigacion y Desarrollo Pesquero (INIDEP)**, 15 p., 2004.

Henderson, S.M.; Pabis, S. Grain drying theory I. Temperature effect on drying coefficient. **Journal Agricultural Engineering Research.**, Washington, v.6, n.3, 169–174, 1961.

Herrera, J.; Correo, C. Pré-estudo do desenvolvimento da industria da anchoíta. **Infopesca**, p.1-6, 1997.

Hii, C. L.; Law, C.L.; Cloke, M. Modeling using a new thin layer drying model and product quality of cocoa. **Journal of Food Engineering**, Kidlington, Oxford, v. 90, n.2, p.191–198, 2009.

Hjalmarsson, G. H.; Park, J. W.; Kristbergsson, K. Seasonal effects on the physicochemical characteristics of fish sauce made from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chemistry*, v.103, p.495–504, 2007.

Hmso, UK. Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects no. 46). London: HMSO, 1994.

Hongsprabhas, P.; Barbut, S. Effect of Pre-heated Whey Protein Level and Salt on Texture Development of Poultry Meat Batters. **Food Research International**, v.32, p.145-149, 1999.

Hough, G.; Fiszman, S. **Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos**. Madrid: Cytel, 111p., 2005.

Hsieh, R. J.; Kinsella, J. E. Lipoxygenase generates specific volatile carbonyl compounds in fish tissues. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.37, p.279–286, 1989.

Hultin, H. O.; Decker, E. A.; Kelleher, S. D.; Osinchak, J. E. Control of lipid oxidation process in minced fatty fish. In: BLICH, E. G. **Seafood, Science and Technology**. Halifax, p.93-100, Canada, 1992.

Huynh, M. D.; Kitts, D. D. Evaluating nutritional quality of pacific fish species from fatty acid signatures. **Food Chemistry**, v.114, p.912–918, 2009.

I.S.O. 1036 (1994). Sensory analysis. Methodology. Texture profile. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

I.S.O. 10399 (1991). Sensory analysis. Methodology. Duo-trio test. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

I.S.O. 4120 (1983). Sensory analysis. Methodology. Triangular test. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

I.S.O. 5495 (1983). Sensory analysis. Methodology. Paired comparison test. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

I.S.O. 6564 (1985). Sensory analysis. Methodology. Flavour profile methods. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

I.S.O. 8586 (1993). Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

Iglesias, J.; Medina, I. Solid-phase microextraction method for the determination of volatile compounds associated to oxidation of fish muscle. **Journal of Chromatography A**, v.1192, p.9–16, 2008.

Iglesias, J.; Medina, I.; Bianchi, F.; Careri, M.; Mangia, A.; Musci, M. Study of the volatile compounds useful for the characterisation of fresh and frozen-thawed cultured gilthead sea bream fish by solid-phase microextraction gas chromatography–mass spectrometry. **Food Chemistry**, v.115, p.1473–1478, 2009.

Ishii, R.; Stampanoni, C.; O'Mahony, M. A comparison of serial monadic and attribute-by-attribute descriptive analysis protocols for trained judges. **Food Quality and Preference**, v.19, p.277-285, 2008.

Jabeen, F.; Chaudhry, A. S. [Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species](#). **Food Chemistry**, v.125, p.991-996, 2011.

Jain, D.; Pathare, B. P. Study the drying kinetics of open sun during of fish. **Journal of Food Engineering**, Kidlington, Oxford ,v. 78, n.4, p. 1315-1319, 2007.

James, M.J., Cleland, L.G. Dietary polyunsaturated fats and inflammation. **Proceed. Nutr. Soc. Aust.**, v. 20, p.71–77, 1996.

Joffraud, J. J.; Leroi, F.; Roy, C.; Berdagué, J. L. Characterisation of volatile compounds produced by bacteria isolated from spoilage flora of cold-smoked salmon. **International Journal of Food Microbiology**, v.66, p.175–184, 2001.

Johnston, I.A. Muscle development and growth: potential implication for flesh quality in fish. **Aquaculture**, v.177, p.99–115, 1999.

Jónsdóttir, R.; Ólafsdóttir, G.; Chanie, E.; Haugen, J. Volatile compounds suitable for rapid detection as quality indicators of cold smoked salmon (*Salmo salar*). **Food Chemistry**, v.109, p.184–195, 2008.

Josephson, D. B. **Seafood**. In: H. Maarse (Ed.), Volatile compounds in foods and beverages, p.179-202. New York: Marcel Dekker, 1991.

Josephson, D. B., Lindsay, R. C., & Stuibler, D. A. Variations in the occurrences of enzymically derived volatile aroma compounds in salt- and freshwater fish. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.32, p.1344–1347, 1984.

Josephson, D. B.; Lindsay, R. C. Retro-aldol related degradations of 2,4- decadienal in the development of staling flavors in fried foods. **Journal of Food Science**, v.52, p.1186–1190, 1987.

Katsuragawa, M.; Matsuura, Y.; Suzuki, K.; Dias, J. F.; Spach, H. L. O ictioplâncton ao largo de Ubatuba, S. P.: composição, distribuição e ocorrência sazonal (1985-1988). **Publicação Esp. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v.10, p.85-121, 1993.

Kawai, T. Fish flavor. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, p.257–298, 1996.

Keast, R. S. J.; Dalton, P.; Breslin, P. A. S. **Flavor interactions at the sensory level**. In A. Taylor (Ed.), Flavor perception, p. 228–255. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2004.

Khodabux, K.; Omelette, M. S. S. L.; Jhaumeer-Laulloo, S.; Ramasami, P.; Rondeau, P. Chemical and near-infrared determination of moisture, fat and protein in tuna fishes. **Food Chemistry**, v.102, p.669-675, 2007.

Kilic, A. Low temperature and high velocity (LTHV) application in drying: Characteristics and effects on the fish quality. **Journal of Food Engineering**, Kidlington, Oxford, v. 91, n.1, p.173–182, 2009.

Kinsella, J. E.; Lokesh, B.; Stone, R. A. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.52, p.1–28, 1990.

- Koelsch, C. M.; Downes, T. W.; Labuza, T. P. Hexanal formation via lipid oxidation as a function of oxygen concentration: Measurement and kinetics. **Journal of Food Science**, v.56, p.816–834, 1991.
- Kolakowska, A.; Olley, J.; Dunstan, G. A. (2002). Fish lipids. In Z. E. Sikorski & A. Kolakowska (Eds.), *Chemical and functional properties of food lipids* (pp. 221–264). FL, USA: CRC Press.
- Kolanowski, W.; Jaworska, D.; Weissbrodt, J. Importance of instrumental and sensory analysis in the assessment of oxidative deterioration of omega-3-long-chain polyunsaturated fatty acid-rich foods. **J. Sci. Food Agric.**, v.87, p.181–191, 2007.
- Kolher, N.; Casey, J.; Turner, P. Length±weight relationships for 13 species of sharks from the western North Atlantic. **Fish. Bull.**, v.93, p.412-418, 1995.
- 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
- Kramer, A.; Twigg, B. A. **Quality Control for the Industry**. 3ed. Westport: Avi Publishing, v.1, 556p., 1979.
- Kristinsson, H. G.; Rasco, B. A. Biochemical and functional properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.657–666, 2000.
- Lattin, J.; Carroll, J. D.; Green, P. E. **Análise de Dados Multivariados**. São Paulo: Cengage Learning, 455p., 2011.
- Lawless, H. T. Descriptive analysis of odors: Reality, model or illusion? **Food Quality & Preference**, v.10, p.325-355, 1999.
- Leger, C.; Bergot, P.; Lukuet, P.; Flanzky, J.; Meurot, J. Specific distribution of fatty acids in the triglycerides of rainbow trout adipose tissue. Influence of temperature. **Lipids**, 12, 538–543, 1977.
- 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.; Morrissey, M. T. Recovered protein and reconditioned water from surimi processing waste. **Journal of Food Science**, Chicago, v.60, n.1, p.4–9, 1995.
- Lombardo, Y.; Chicco, A. G. Effects of dietary polyunsaturated n-3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodents and humans, A review. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 17, p. 1-13, 2006.
- Lonchamp, J.; Barry-Ryan, C.; Devereux, M. Identification of volatile quality markers of ready-to-use lettuce and cabbage. **Food Research International**, v.42, p.1077–1086, 2009.
- López-Albors, O.; Gil, F.; Ramírez Zarzosa, G.; Vázquez, J.M.; Latorre, R.; García Alcázar, A.; Arencibia, A.; Moreno, F. Muscle development in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*, L.) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.): further histochemical and ultrastructural aspects. **Anat. Histol. Embryol.**, v.27, p.223– 229, 1998.
- López-albors, O.; Abdel, I.; Periago, M. J.; Ayala, M. D.; Alcázar, A. G.; Graciá, C. M.; Nathanailides, C.; Vázquez, J. M. Temperature influence on the white muscle growth

dynamics of the sea bass *Dicentrarchus labrax*, L. Flesh quality implications at commercial size. **Aquaculture**, v. 277, p.39–51, 2008.

Lourenço Filho, R. C. B. **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 223p., 1987.

Lugasi, A.; Losada, V.; Hóvári, J.; Lebovics, V.; Jakóczy, I.; Aubourg, S. Effect of pré-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage. **LWT**, v.40, p.930-936, 2007.

Luther, M.; Parry, J.; Moore, J.; Meng, J.; Zhang, Y.; Chen, Z.; Liangli, y. Inhibitory effect of Chardonnay and black reaspberry seed extracts on lipid oxidation in fish oil and their radical scavenging and antimicrobial properties. **Food Chemistry**, v.104, p.1065-1073, 2007.

Luther, P.K.; Munro, P.M.G.; Squire, J.M. Muscle ultrastructure in the teleost fish. **Micron**, v.26, p.431–459, 1995.

Luzia, L. A.; Sampaio, G. R.; Castellucci, C. M. N.; Torres, E. A. F. S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, v.83, n.1, p.93–97, 2003.

Llorca, E.; Hernando, I.; Pérez-Munuera, I.; Quiles, A.; Larrea, V.; Fiszman, S. M.; Lluch, M. A. Microstructural Sttudy of Fronzen Batter-Coated Squid Rins Prepared byan Innovative Process Without a Pre-Fring Step. **Food Hydrocolloids**, p.1-6, 2004.

Macedo-Viegas, E. M.; Frascá-Scorvo, C. M. D.; Vidotte, R. M.; Secco, E. M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e rendimento de processamento da matrinxã cultivada (*Brycon cephalus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, Paraná, v.22, n.3, p.729-732, 2000.

Madureira, L. A S. P.; Castello, J.; Queiroz, M. I.; Prentice-Hernández, C.; Augusto-Ruiz, W.; Espírito-Santo, M. L. P.; Abdallah, P. R.; Schwingel, P. R. **Projeto: Pesca de Anchoita (*Engraulis anchoita*) 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 CNPq / SEAP-PR / FURG**. 122p., 2007.

Madureira, L. S. P.; Habiaga, R. P.; Gonçalves, A.; Greig, A. B.; Duvoisin, A. C.; Soares, C. F.; Fuse, I. Y.; Caldeira, F. G.; Carvalho, L. R.; Weigert, S. C.; Saldo, P. A. E Ferreira, C. S. Prospecção de recursos pelágicos por método hidroacústico na plataforma, talude e região oceânica da costa Central do Brasil. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, **Série Documentos REVIZEE: Score Sul**, 56 p., 2004.

Madureira, L. S. P.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. Prospecção de recursos pesqueiros pelágicos na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: hidroacústica e biomassas. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, **Série Documentos REVIZEE: Score Sul**, 144 p., 2005.

Maia, E. L. Caracterização dos constituintes lipídicos e composição em aminoácidos de peixes de água doce. **Tese de Doutorado**, Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP, Brasil, 1992.

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**, Lima, v.4, n.1, p.9-14, 1994.

- Mardia, K.V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M. **Multivariate analysis**. London: Academic, 1979.
- Martelli, H. L.; Panek, A. D. **Bioquímica Experimental**. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1968, 112p.
- Martin-Smith, K.H. Length/weight relationships of fishes in a diverse tropical freshwater community, Sabah, Malaysia. **J. Fish Biol.**, v.49, p.731–734,1996.
- Massa, A. E.; Yeannes, M. I.; Manca, E. A. Ácidos grasos poliinsaturados de la série omega-3 en ejemplares bonaerenses y patagónicos de anchoita argentina. **Revista Aceites y Grasas**, v.69, p.568-572, 2007.
- 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. **Proceedings of the Conference Tropical Products Institute**, London, 1977.
- Mayrat, A. Allometric el taxinomie. *Rév. Stat. Appl.*, v.18, p.47-58, 1970.
- Mclivee, H. Product Development and the Consumer: the Reality of Managing Creativity. **Nutrition and Food Science**, n.6, p.26-60, 1994.
- Mebazaa, R.; Rega, B.; Camel, V. Analysis of human male armpit sweat after fenugreek ingestion: Characterisation of odour active compounds by gas chromatography coupled to mass spectrometry and olfactometry. **Food Chemistry**, v.128, p.227–235, 2011.
- Medina, I.; Auboug, S. P.; Martin, R. P. Composition of phospholipids of white muscle of six tuna species. **Lipids**, v.30, p.1127–1135, 1995.
- Meilgaard, M.; Civille, G. V.; Carr, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3ªedição. Boca Raton: CRC Press, 1999.
- Mellema, M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. **Trends in Food Science and Technology**, v.14, p.364-373, 2003.
- Metcalfe, L. D.; Schmitz, A. A.; Pelka, J. R. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatography analysis. **Analytical Chemistry**, v. 38, p. 514-515, 1966.
- Metcalfe, L. D.; Schmitz, A. A.; Pelka, J. R. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatography analysis. **Analytical Chemistry**, v. 38, p. 514-515, 1966.
- Miranda, J. M.; Martínez, B.; Pérez, B.; Antón, X.; Vázquez, B.I.; Fente, C.A.; Franco, C.M.; Rodríguez, J.L.; Cepeda, A. The effects of industrial pre-frying and domestic cooking methods on the nutritional compositions and fatty acid profiles of two different frozen breaded foods. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p.1271-1276, 2010.
- Miyashita, Y.; Koide, N.; Ohtsuka,M.; Ozaki, H.; Itoh, Y.; Oyama, T.; Uetake, T.; Ariga, K.; Shirai, K. Beneficial effect of low carbohydrate in low calorie diets on visceral fat reduction in type 2 diabetic patients with obesity. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 65, p. 235–241, 2004.
- Morey, G.; Moranta, J.; Massutí, E.; Grau, A.; Linde, M.; Riera, F.; Morales-Nin, B. Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. **Fisheries Research**, v.62, p.89–96, 2003.



- Mori, E. E. M. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado: controle de qualidade de pescado. Análise sensorial de produtos de pescado no Instituto de Tecnologia de Alimentos. In: Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado, 1988, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Unisantos, 1988, p.81-106.
- Moura, S. L. Determinants of food rejection amongst school children. **Appetite**, v.49, p.716-719, 2007.
- Mozaffarian, D.; Bryson, C. L.; Lemaitre, R. N.; Burke, G. L.; Siscovick, D. S. Fish intake and risk of incident heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v.45, p.2015–2021, 2005.
- Mukprasirt, A.; Herald, T. J.; Boyle, D. L.; Boyle, E. A. E. Phyicochemical and microbiological properties of selected rice flour-based batters for fried chicken drumsticks. **Poultry Science**, v.80, p.988-996, 2001.
- Murase, T.; Saito, H. The docosahexaenoic acid content in the lipid of albacore *Thunnus alalunga* caught in the two separate localities. **Fisheries Science**, v.62, p.634–638, 1996.
- Nakamura, Y.; Ando, M.; Seoka, M.; Kawasaki, K.; Tsukamasa, Y. Changes of proximate and fatty acid compositions of the dorsal and ventral ordinary muscles of the full-cycle cultured Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* with the growth. **Food Chemistry**, v.103, p.234–241, 2007.
- Nassour, I.; Leger, C. L. Deposition and mobilisitaion of body fat during sexual maturation in female trout (*Salmo gairdneri*R.). **Aquatic Living Resources**, v.2, p.153–159, 1989.
- Neves Filho, L. C. Temperatura e alimentos refrigerados. **Revista Nacional da Carne**. n.317, 2003.
- Newell, G. J.; Macfarlane, J. D. Expanded tables for multiple comparison procedure on the analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 6, p.1721-1725, 1987.
- Nion, H.; Rios, C. Los recursos pelágicos del Uruguay. **Atlántica**, v.13, n.1, p.201-215, 1991.
- Njinkoue, J. M.; Barnathan, G.; Miralles, J.; Gaydou, E. M.; Samb, A. Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v.131, p.395–402, 2002.
- Nordvi, B.; Egelandsdal, B.; Langsrud, O.; Ofstad, R.; Slinde, E. Development of a novel, fermented and dried saithe and salmon product. **Food Science & Emerging Technologies**, v.8, p.163-171, 2007.
- Ocaño-Higuera, V. M.; Maeda-Martínez, A.N.; Marquez-Ríos, E.; Canizales-Rodríguez, D.F.; Castillo-Yáñez, F.J. ; Ruíz-Bustos, E.; Graciano-Verdugo, A.Z.; Plascencia-Jatomea, M. Freshness assessment of ray fish stored in ice by biochemical, chemical and physical methods. **Food Chemistry**, v.125, p.49–54, 2011.
- Ocaño-Higuera, V.M.; Marquez-Ríos, E.; Canizales-Dávila, M.; Castillo-Yáñez, F.J.; Pacheco-Aguilar, R.; Lugo-Sánchez, M.E.; García-Orozco, K.D.; Graciano-Verdugo, A.Z. Postmortem changes in cazon fish muscle stored on ice. **Food Chemistry**, v.116, p.933–938, 2009.

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.

Ogawa, M.; Maia, E. **Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. v.1. Ed. Varela, SP, 430p., 1999.

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.

Olafsdottir, G.; Fleurence, J. (1997). Evaluation of fish freshness using volatile compounds – classification of volatile compounds in fish. In G. Olafsdottir, et al. (Eds.), Proceedings of the final meeting of the concerted action evaluation of fish freshness (p. 55). International Institute of Refrigeration.

Olafsdottir, G.; Jonsdottir, R.; Lauzon, H. L.; Luten, J.; Kristbergsson, K. Characterization of volatile compounds in chilled cod (*Gadus morhua*) fillets by gas chromatography and detection of quality indicators by an electronic nose. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.10140–10147, 2005.

Palmeri, G.; Turchini, G. M.; Caprino, F.; Keast, R.; Moretti, V. M.; Silva, S. S. Biometric, nutritional and sensory changes in intensively farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*, Mitchell) following different purging times. **Food Chemistry**, v.107, p.1605–1615, 2008.

Palmeri, G.; Turchini, G. M.; Marriott, P. J.; Morrison, P.; Silva, S. S. Biometric, nutritional and sensory characteristic modifications in farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) during the purging process. **Aquaculture**, v.287, p.354–360, 2009.

Panagiotou, N. M., Krokida, M. K., Maroulis, Z. B., & Saravacos, G. D. Moisture diffusivity: literature data compilation for foodstuffs. **International Journal of Food Properties**, Philadelphia, v.7, n.2, p.273–299, 2004.

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

Park, J. W.; Morrissey, M. T. **Manufacturing of surimi from light muscle fish**. In J. W. Park (Ed.), **Surimi and surimi seafood**. New York: Marcel Dekker, 2000, p. 23–58.

Pastous Madureira, L.S.; Castello, J.P.; Prentice-Hernández, C.; Queiroz, M.I.; Espírito Santo, M.L.; Ruiz, W.A.; Raggi Abdallah, P.; Hansen, J.; Bertolotti, M.I.; Manca, E.; Yeannes, M.I.; Avdalov, N.; Fernández Amorín, S. **Current and potential alternative food uses of the Argentine anchoita (*Engraulis anchoita*) in Argentina, Uruguay and Brazil**. In M.R. Hasan and M. Halwart (eds). Fish as feed inputs for aquaculture: practices, sustainability and implications. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 518. Rome, FAO, p. 269–287, 2009.

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.

Pereira, J. C. R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**. São Paulo: Edusp, 2001.

Periago, M. J.; Ayala, M. D.; López-Albors, O.; Abdel, I.; Martínez, C.; García-Alcázar, A.; Ros, G.; Gil, F. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. **Aquaculture**, v.249, p.175–188, 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 lathamii*) na elaboração de produto fermentado. **Boletim 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.

Piggott, G. M., & Tucker, B. W. (1990). **Effects of technology on nutrition**. New York: Marcel Dekker.

Pinto, L. A. A.; Tobinaga, S. Diffusive Model with Shrinkage in the Thin-Layer Drying of Fish Muscles. **Drying Technology**, Londres, v.24, n.4, p. 509–516, 2006.

PLA, E. L. **Análisis multivariado: método de componentes principales**. Falcón: Coro, 1986.

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 encrasicolus*) stored in ice. **Food Control**, v.17, n.7, 564-569, 2006.

Power, J. J.; Cenciarelli, S.; Shinholser, K. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. Ver. *Agroquímica Tecnológica*, v.24, p.469-484, 1984.

Prost, C.; Hallier, A.; Cardinal, M.; Serot, T.; Courcoux, P. Effect of storage time on raw sardine (*Sardina pilchardus*) flavor and aroma quality. **Journal of Food Science**, v.69, p.198–203, 2004.

Puwastien, P.; Judprasong, K.; Kettwan, E.; Vasanachitt, K.; Nakngamanong, Y.; Bhattacharjee, L. Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.12, p.9-16, 1999.

Queiroz, M. I.; Treptow, R. Evolución Sensorial en el Procesamiento de Pescado. **Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)**, Red Iberoamericana de Tecnología de Alimentos Pesqueros (RITAP), Montevideo, Uruguay, v.1, p.1-7, 2001.

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.

Ramírez, M. R.; Cava, R. Changes in colour, lipid oxidation and fatty acid composition of pork loin chops as affected by the type of culinary frying fat. **LWT**, v.29, p.94-99, 2005.

Raoult-Wack, A. L.; Rios, G.; Saurel, R.; Giroux, F.; Guilbert, S. Modeling of dewatering and impregnation soaking process (osmotic dehydration). **Food Research International**, Ontario, v.27, n. 2, p.207-209, 1994.

Ratnayake, M.W.N.; Olson, B.; Ackman, R.G. Novel branched-chain fatty acids in certain fish oils. **Lipids**, v.24, p.630–637, 1989.

Ricker, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bull. Fish. Res. Bd. Can.**, v.191, n.382, 1975.

Richter, H. C.; Luckstadt, C.; Focken, U.; Becker, K. An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v.48, p.255-264, 2000.

Ritter, S. T. An eye on food. **Chemical Engineering News**, v.83, p.28-34, 2005.

Rodbotten, M.; Lea, P.; Ueland, O. Quality of raw salmon fillet as a predictor of cooked salmon quality. **Food Quality and Preference**, v.20, p.13-23, 2009.

Rodríguez, C.; Acosta, C.; Badía, P.; Cejas, J. R.; Santamaría, F. J.; Lorenzo, A. Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part B, v.139, p.619–629, 2004.

Rodriguez-Bernaldo de Quirós, A.; Lopez-Hernandez, J.; Gonzalez-Castro, M. J.; de la Cruz-Garcia, C.; Simal-Lozano, J. Comparison of volatile components in fresh and canned sea urchin (*Paracentrotus lividus*, Lamarck) gonads by GC–MS using dynamic headspace sampling and microwave desorption. **European Food Research and Technology**, v.212, p.643–647, 2001.

Rosa, A.; Menezes, G.; Melo, O.; Pinho, M. R. Weight–length relationships of 33 demersal fish species from Azores archipelago. **Fisheries Research**, v.80, p.329–332, 2006.

Ross, C. F.; Smith, D. M. Use of volatiles as indicators of lipid oxidation in muscle foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.5, p.18–25, 2006.

Ruiz-Capillas, C.; Gillyon, C. M.; Horner, W. F. A. Determination of different volatile base components as quality control indices in fish by official methods and flow injection analysis. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, p.541–553, 2001.

Ruther, J. Retention index database for identification of general green leaf volatiles in plants by coupled capillary gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v.890, p.313–319, 2000.

Safran, P. Theoretical analysis of the weight–length relationships in the juveniles. **Mar. Biol.**, v.112, p.545–551, 1992.

Saguy, I. S.; Dana, D. Integrated approach to deep fat frying: Engineering, nutrition, health and consumer aspects. **Journal of Food Engineering**, v.56, p.143–152, 2003.

Saguy, I. S.; Marabi, A.; Wallach, R. New approach to model rehydration of dry food particulates utilizing principles of liquid transport in porous media. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v.16, n.2, p. 495–506, 2005.

Saldanha, T.; Benassi, M. T.; Bragagnolo, N. Fatty acid contents evolution and cholesterol oxides formation in Brazilian sardines (*Sardinella brasiliensis*) as a result of frozen storage followed by grilling. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, p. 1301–1309, 2008.

Saldanha, T.; Bragagnolo, N. Relation between types of packaging, frozen storage and grilling on cholesterol and fatty acids oxidation in Atlantic hake fillets (*Merluccius hubbsi*), **Food Chemistry**, v. 106, p. 619-627, 2008.

Sänger, A. M.; Stoiber, W. **Muscle fiber diversity and plasticity**. In: Johnston, I. A. Muscle development and growth. London: Academic Press, v.8, p.187-250, 2001.

Santos, A. M.; Siliprandi, C. C.; Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. Aspectos biológicos de cinco espécies da ictiofauna associada a pesca exploratória de sardinha-verdadeira no Sudeste-Sul do Brasil (22°S e 29°S), Ecosar 2008-2009. **Anais...** III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO, Rio Grande, RS, 2010.

Santos, M. N.; Gaspar, M. B.; Vasconcelos, P.; Monteiro, C. C. Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal). **Fisheries Research**, v.59, p.289-295, 2002.

Santos, S. B.; Melo, J. F. B.; Lopes, P. R. S. Estado da carcaça do cascudo *Hypostomus commersonii* na região de Uruguaiana – RS/Brasil. In: Encontro Sul Brasileiro Riograndense de Técnicos em Aquicultura, v.6, 1995, Ibirubá. **Anais...** Porto Alegre: [s.n.], p.70-76, 1995.

Santos, V. B. Aspectos morfológicos da musculatura lateral dos peixes. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v.33, n.1, p.127-135, 2007.

Sargent, J. R. Fish oils and human diet. **British Journal of Nutrition**, v.78, suppl. 1, p.S5-S13, 1997.

Scapolo, P.A.; Veggetti, A.; Mascarello, F.; Romanello, M.G. Developmental transitions of myosin isoforms and organization of the lateral muscle in the teleost *Dicentrarchus labrax* (L.). **Anat. Embryol.**, v.178, p.287– 295, 1988.

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

Selli, S.; Cayhan, G. G. Analysis of volatile compounds of wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) by simultaneous distillation–extraction (SDE) and GC–MS. **Microchemical Journal**, v.93, p.232–235, 2009.

Selli, S.; Prost, C.; Serot, T. Odour-active and off-odour components in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) extracts obtained by microwave assisted distillation–solvent extraction. **Food Chemistry**, v.114, p.317–322, 2009.

Senger-Emonnot, P.; Rochard, S.; Pellegrin, F.; George, G.; Fernandez, X.; Lizzani-Cuvelier, L. Odour active aroma compounds of sea fig (*Microcosmus sulcatus*). **Food Chemistry**, v.97, p.465–471, 2006.

Senso, L.; Suárez, M. D.; Ruiz-Cara, T.; García-Gallego, M. On the possible effects of harvesting season and chilled storage on the fatty acid profile of the fillet of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Food Chemistry**, v.101, p.298–307, 2007.

Serfert, Y.; Drusch, S.; Schwarz, K. Sensory odour profiling and lipid oxidation status of fish oil and microencapsulated fish oil. **Food Chemistry**, v.123, p.968-975, 2010.

Shahidi, F.; Kamil, Y. V. A. J. Enzymes from fish and aquatic invertebrates and their application in the food industry. **Trends in Food Science & Technology**, v.12, p.435–464, 2001.

Sikorski, Z. E. **The myofibrillar proteins in seafoods**. In: Z. E. Sikorski, B. S. Pan, F. Shahidi (Eds.), *Seafood proteins* (pp. 40–57). New York: Chapman & Hall., 1994.

Sikorski, Z. E.; Kolakowska, A.; Pan, B. S. **The nutritive composition of the major groups of marine food organisms**. In: Z. E. Sikorski (Ed.), *Seafood: Resources, nutritional composition, and preservation* (pp. 30–54). Boca Raton, FL: CRC Press. 1990.

Silva, I.; Rocha, S. M.; Coimbra, M. A. Headspace solid phase microextraction and gas chromatography–quadrupole mass spectrometry methodology for analysis of volatile compounds of marine salt as potential origin biomarkers. **Analytica Chimica Acta**, v.635, p.167–174, 2009.

Simidu, W. **Nonprotein nitrogenous compounds**. In: *Fish as Food*. Ed. G. Borgstrom, Academic Press, New York and London, v.1, p.353-384, 1961.

Simões, D. R. S.; Pedroso, M. A.; Augusto-Ruiz, W.; Almeida, T. L. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, 1998.

Simões, M. R.; Ribeiro, C. F. A.; Ribeiro, S. C. A.; Park, K. J. Murr, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Cienc. Tecnol. Aliment.**, v.27, n.3, p.608-613, 2007.

Simopoulos, A. P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. **Journal of American College Nutrition**, v.21, p.495–505, 2002.

Slizyte, R.; Dauksas, E.; Falch, E.; Storrø, I.; Rustad, T. Yield and composition of different fractions obtained after enzymatic hydrolysis of cod (*Gadus morhua*) by-products. **Process Biochemistry**, v.40, p.1415–1424, 2005.

Souza, M. L. R.; Marengoni, N. G.; Pinto, A. A.; Caçador, W. C. Rendimento do processamento da Tilápia-do- Nilo (*Oreochromis niloticus*): tipos de cortes da cabeça em duas categorias de peso. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 701-706, 2000.

Spinelli, J.; Dassow, J. A. Fish proteins: their modification and potential uses in the food industry. In: R. E. Martin, G. J. Flick, D. R. Ward (Eds.). **Chemistry & biochemistry of marine food products**, p. 13–25, 1982.

Spurvey, S.; Pan, B. S.; Shahidi, F. **Flavour of shellfish**. In F. Shahidi (Ed.), *Flavour of meat, meat products and seafoods* (pp. 159–196). London: Blackie Academic & Professional, 1998.

Stefansson, G.; Hultin, H. O. On the solubility of cod muscle proteins in water. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.42, n.12, p.2656–2664, 1994.

Steffens, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. **Aquaculture**, v.151, p.97-119, 1997.

Stone, H.; Sidel, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. San Diego: Academic Press, 1993, 338 p.

Suárez, M.D.; Martínez, T.F.; Sáez, M.I.; Morales, A.E.; García-Gallego, M. Effects of dietary restriction on post-mortem changes in white muscle of sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v. 307, p.49–55, 2010.

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

Tenuta-Filho, A.; Jesus, R. S. Aspectos da Utilização de Carne Mecanicamente Separada de Pescado como Matéria-prima Industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37, n.2, p.59-64, 2003.

Thakur, D.P.; Morioka, K.; Itoh, Y.; Obatake, A. Influence of muscle biochemical constituents on the meat texture of cultured yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) at different anatomical locations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, p.1541–1550, 2002.

Thakur, D.P.; Morioka, K.; Itoh, Y.; Obatake, A. Lipid composition and deposition of cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata* muscle at different anatomical locations in relation to meat texture. **Fisheries Science**, v.69, 487, 2003.

Théron, L.; Tournayre, P.; Kondjoyan, N.; Abouelkaram, S.; Santé-Lhoutellier, V.; Berdagué, J. Analysis of the volatile profile and identification of odour-active compounds in Bayonne ham. **Meat Science**, v.85, p.453–460, 2010.

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.

Torre, J. C. M. D.; Rodas, M. A. B. Perfil sensorial e aceitação de suco de laranja pasteurizado minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.105-111, 2003.

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

Tucker, W. B. **Aquatic products and human nutrition**. Journal of Aquatic Food Productes Technology , v.1, p. 5-6, 1992.

Turchini, G. M.; Moretti, V. M.; Mentasti, T.; Orban, E.; Valfrè, F. Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.). **Food Chemistry**, v.102, p.1144–1155, 2007.

Uemura, C. H.; Luz, M. B. Sistemas de cobertura. **Aditivos & Ingredientes**, v.28, p.71-74, 2003.

Underland, I. (2001). **Lipid oxidation in fatty fish during processing and storage**. In S. C. Kestin, & P. D. Harris (Eds.), *Farmed fish quality* (pp. 261–275). UK: Fishing News books, Blackwell Science.

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.

Varela, P., Salvador, A., Fisman, S. M. Methodological developments in crispness assessment: effects of cooking method on the crispness of crusted foods. **LWT**, v.41, 1252-1259, 2008.

- Varlet, V.; Prost, C.; Serot, T. New procedure for the study of odour representativeness of aromatic extracts from smoked salmon. **Food Chemistry**, v.100, p. 820–829, 2007.
- Vasques, A. R.; Bertoli, S. L.; Valle, R. C. S. C.; Valle, J. A. B. Avaliação Sensorial e Determinação de Vida-de-prateleira de Maças Desidratadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.4, p.759-765, 2006.
- Veggetti, A.; Mascarello, F.; Scapolo, P.A.; Rowleron, A. Hyperplastic and hypertrophic growth of lateral muscle in *Dicentrarchus labrax* (L.): an ultrastructural and morphometric study. **Anat. Embryol.**, v.182, p.1 –10, 1990.
- Verma, J. K.; Srikar, L. N.; Sudhakara, N. S.; Sarma, J. Effects of frozen storage in lipid freshness parameters and some functional properties of oil sardine (*Sardinella longiceps*) mince. **Food Research International**, v.28, p.87-90, 1995.
- Vicini, L. Análise multivariada da teoria à prática. Curso de Especialização. Universidade Federal de Santa Maria : UFSM, CCNE, 215p., 2005.
- Weber, J.; Bochi, V. C.; Ribeiro, C. P.; Victório, A. M.; Emanuelli, T. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) filets. **Food Chemistry**, v. 106, p. 140-146, 2008.
- Worm, B.; Hilborn, R.; Baum, J. K.; Branch, T. A.; Collie, J. S.; Costello, C.; Fogarty, M. J.; Fulton, E. A.; Hutchings, J. A.; Jennings, S.; Jensen, O. P.; Lotze, H. K.; Mace, P. M.; Mcclanahan, T. R.; Minto, C.; Palumbi, S. R.; Parma, A. M.; Ricard, D.; Rosenberg, A. A.; Watson, R.; Zeller, D. Rebuilding Global Fisheries, **Science**, New York, v.325, n.5940, p. 578-585, 2009.
- Wurzenberger, M.; Grosh, W. The formation of 1-octen-3-ol from the 10- hydroperoxide isomer of linoleic acid by hydroperoxide lyase in mushrooms (*Psalliota biospora*). **Biochimica et Biophysica Acta**, v.794, p.25–30, 1984.
- Yaylayan, V. A. Classification of the Maillard reaction: A conceptual approach. **Trends in food science & Technology**, v.8, p.13-18, 1997.
- Yeannes, M. I., Almandos, M. E. Estimation of fish proximate composition starting from water conten. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 16, n.1, p. 81-92, 2003.
- 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.; Casales, M. R. Modifications in the chemical compounds and sensorial attributes of *Engraulis anchoita* fillet during marinating process. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.28, n.4, p.798-803, 2008.
- Yeannes, M. I.; Valle, C. E.; Lupín, H. M. Generación de bases nitrogenadas volátiles durante el proceso de elaboración de conservas de pescado. **Agroquímica Tecnología de Alimentos**, v.23, n.4, p.585-590, 1983.
- Zhang, G.; Swank, D.M.; Rome, L.C. Quantitative distribution of muscle P ber types in the scup *Stenotomus chrysops*. **Journal of Morphology**, v.229, p. 71-81, 1996.



Zlatanov, S.; Laskaridis, K. Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish – sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). **Food Chemistry**, v.103, p.725–728, 2007.

Zuta, P. C.; Simpson, B. K.; Zhao, X.; Leclerc, L. The effect of  $\alpha$ -tocopherol on the oxidation of mackerel oil. **Food Chemistry**, v.100, p.800-807, 2007.

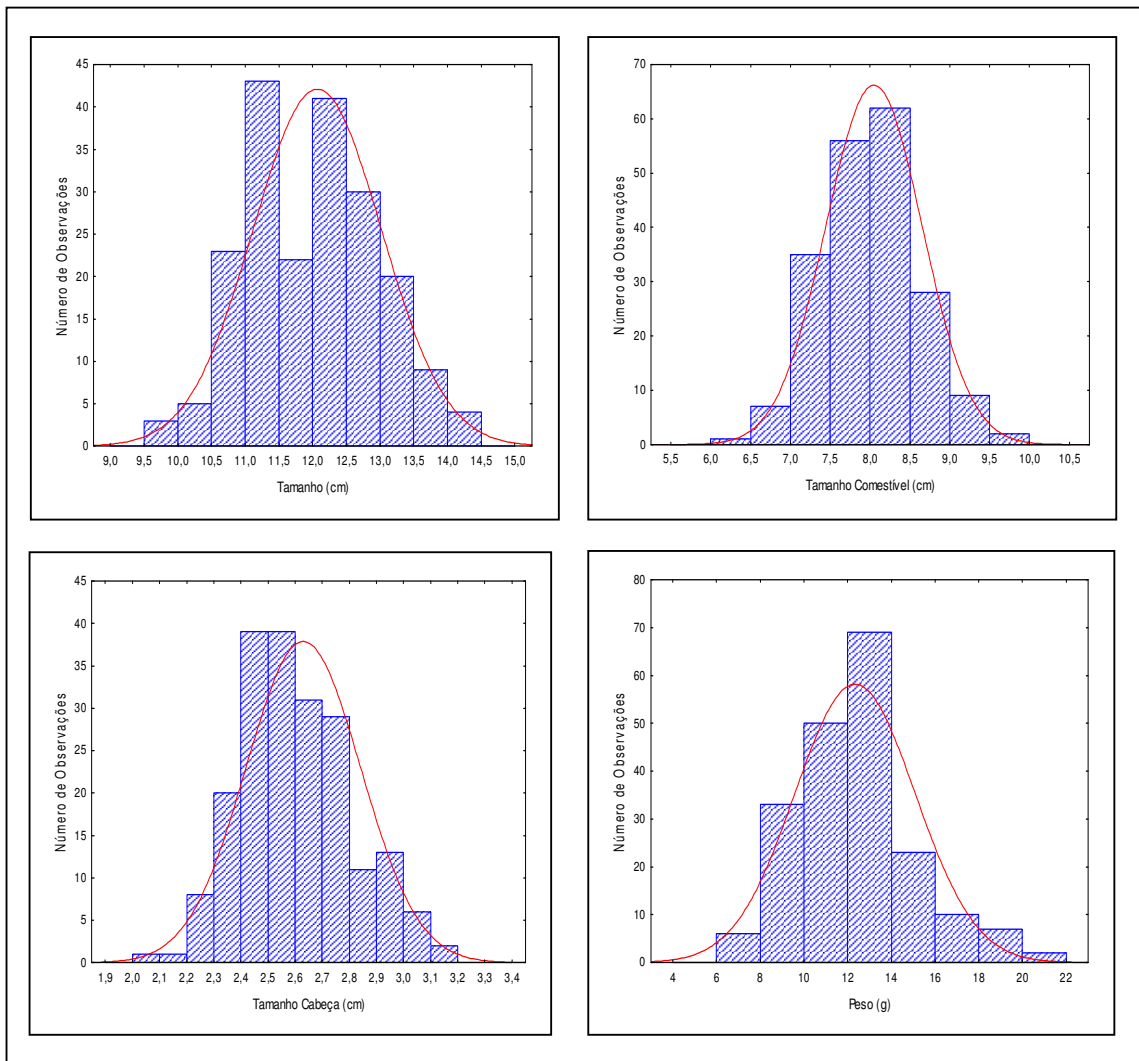
# APÊNDICES



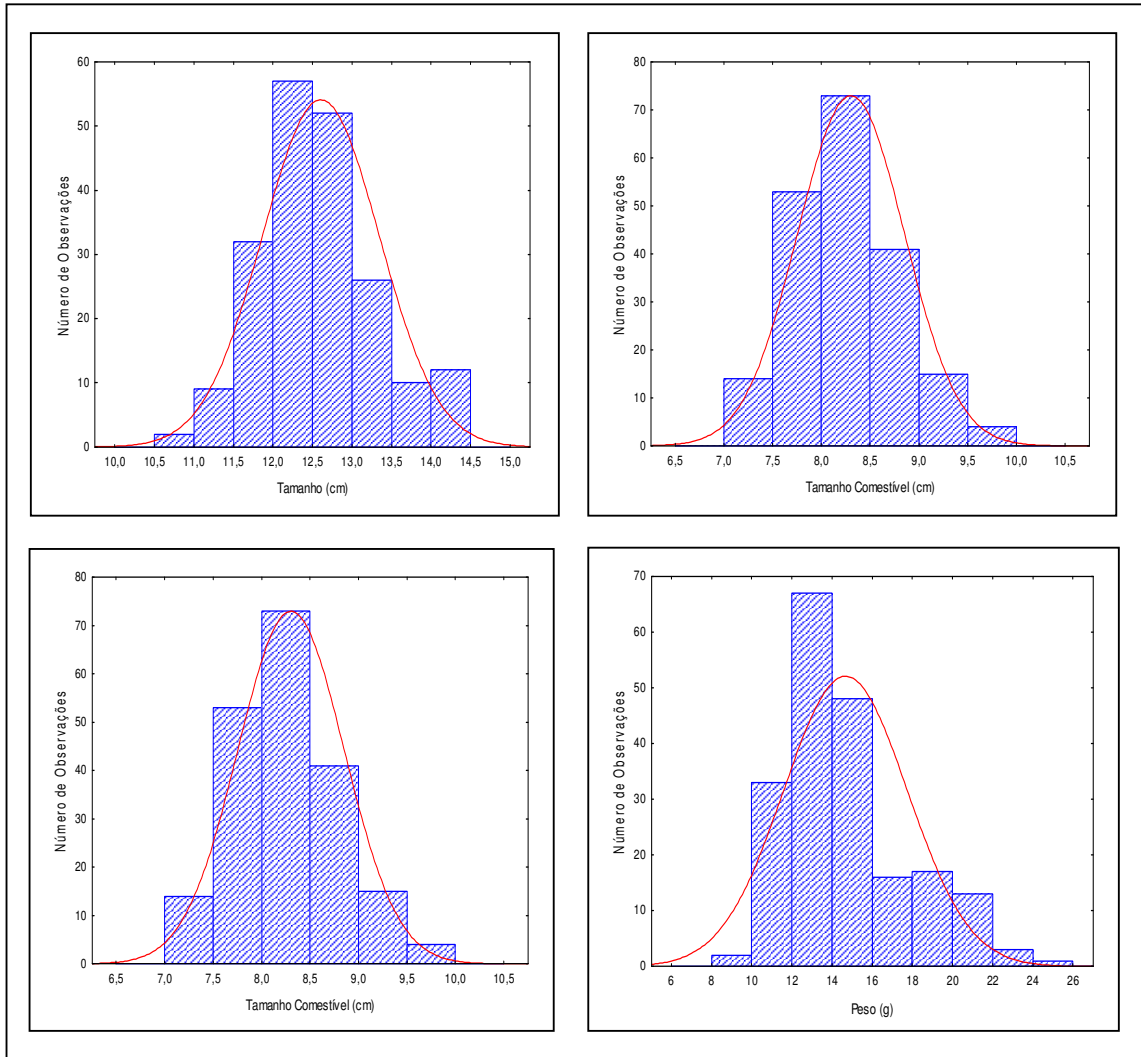
APÊNDICE A – Rede de meia água utilizada para captura da anchoita (*Engraulis anchoita*).



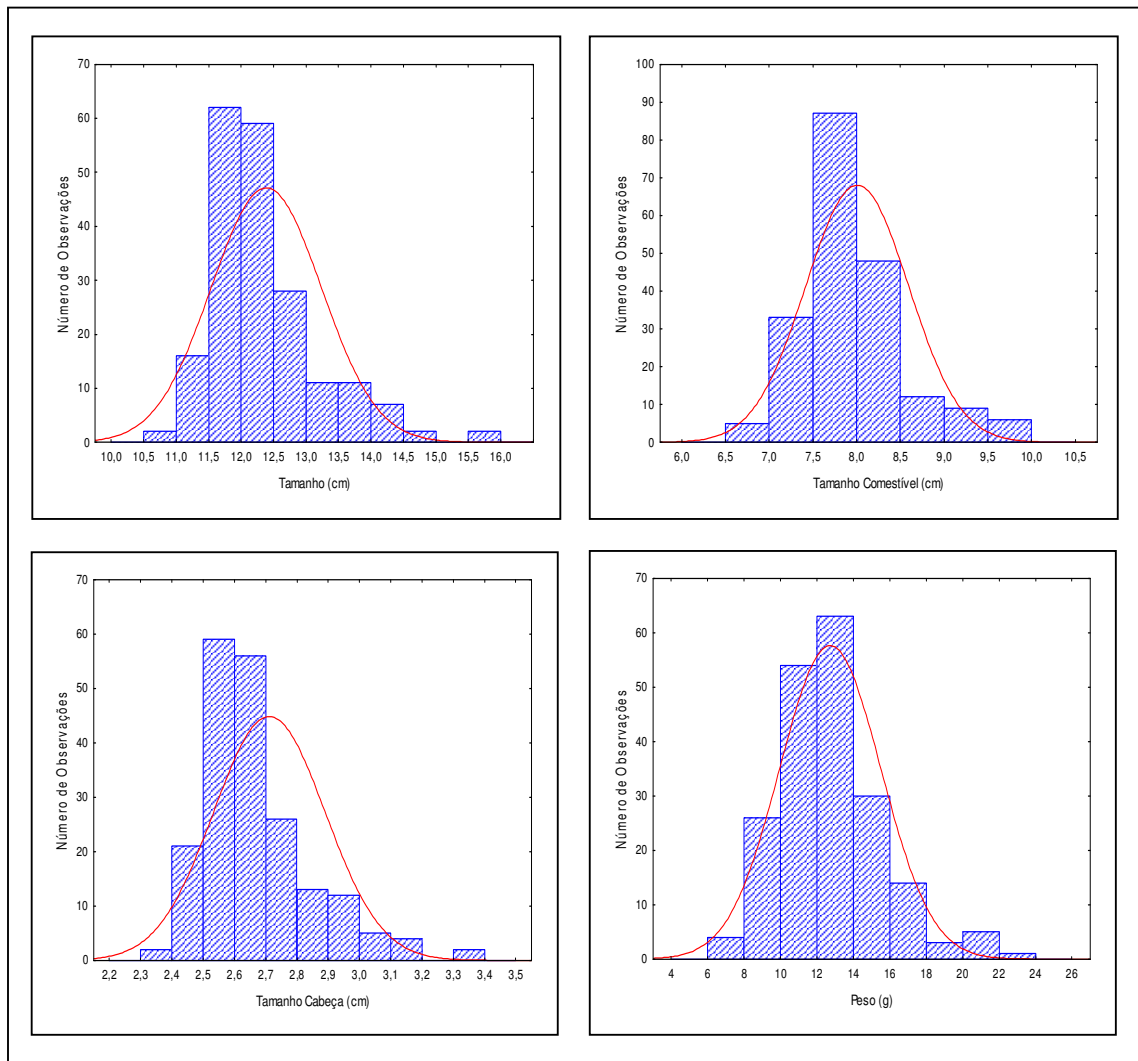
APÊNDICE B – Retirada do pescado da rede e armazenamento a bordo em gelo e água do mar (1:1).



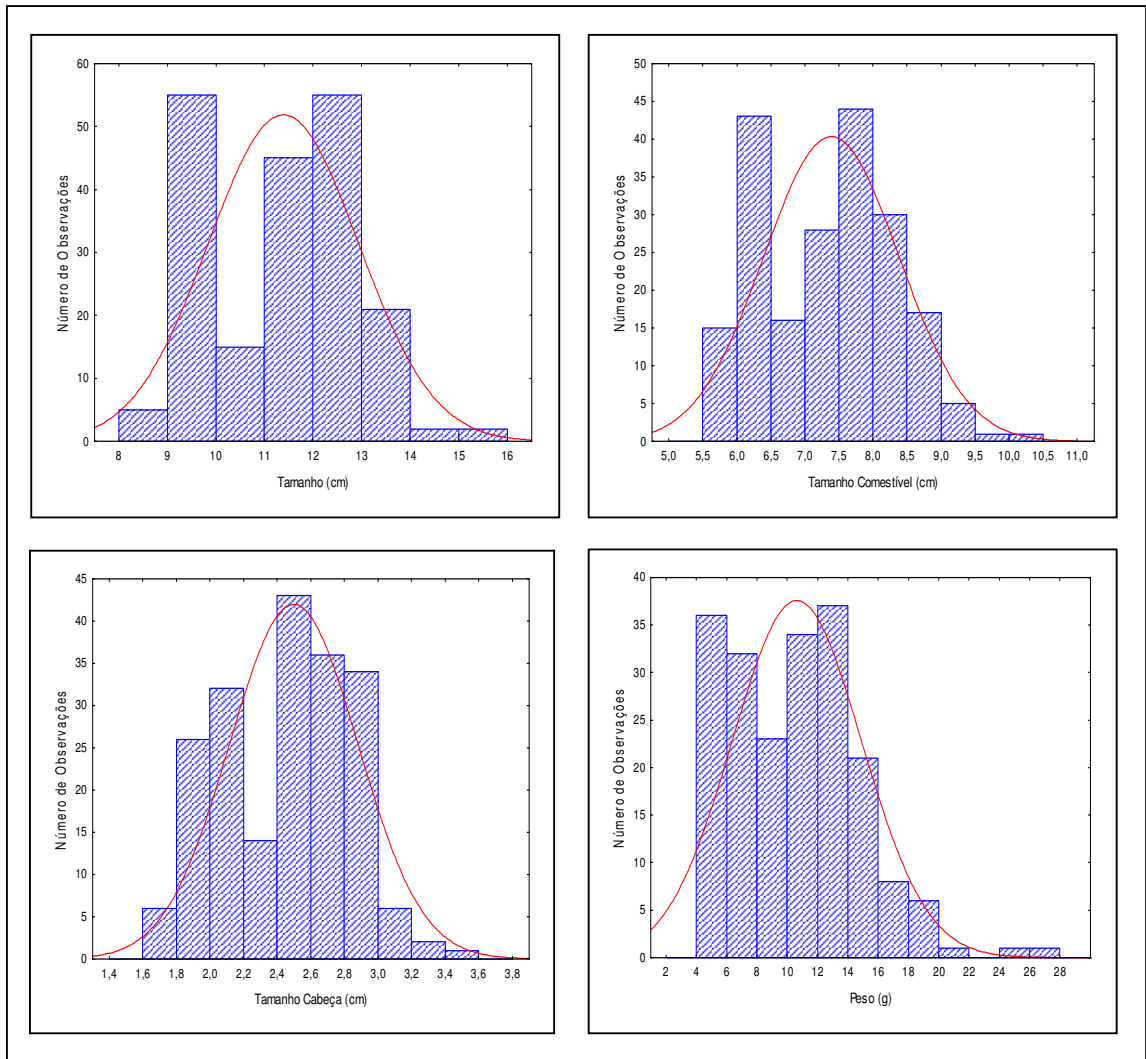
APÊNDICE C – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de julho.



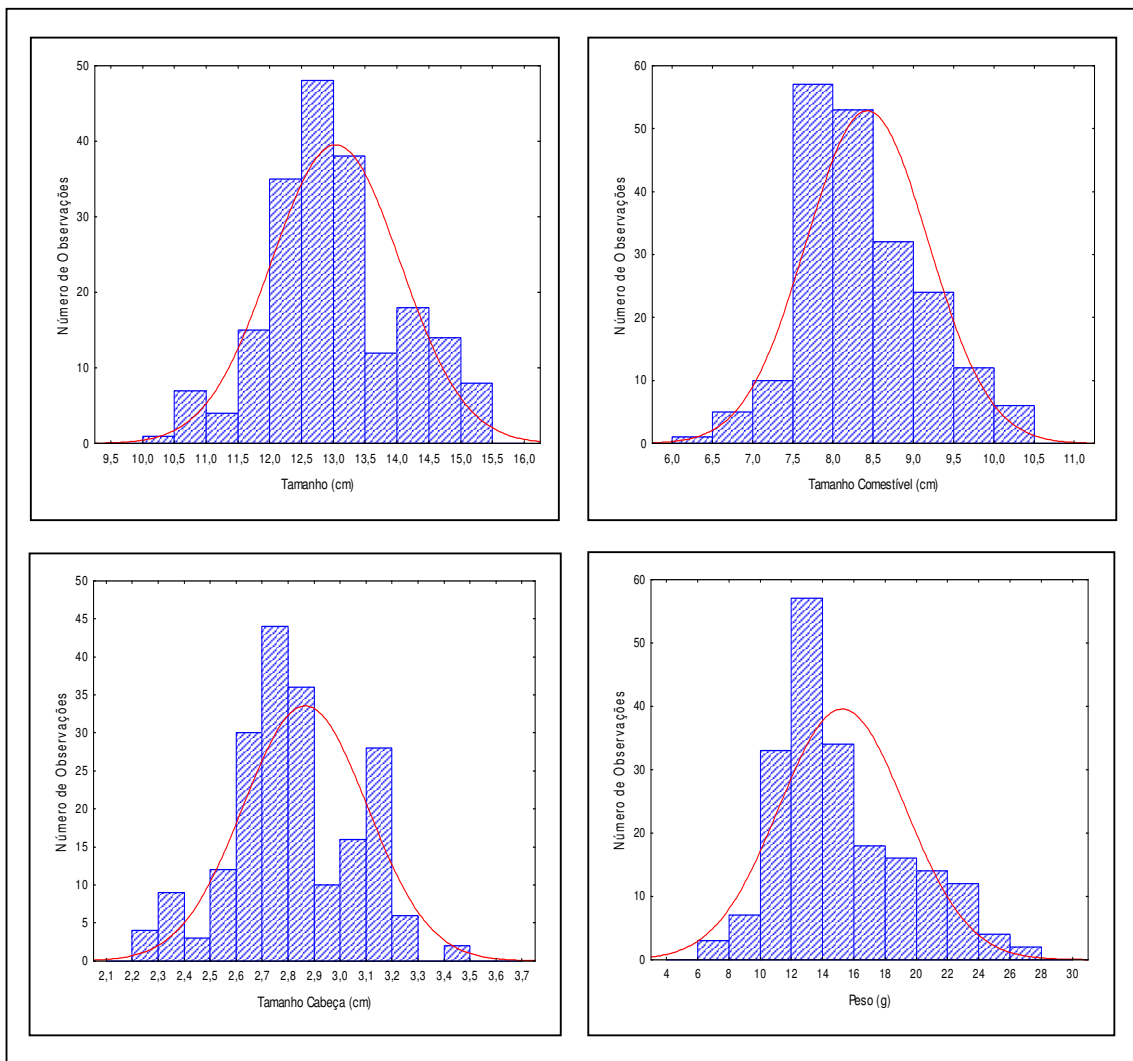
APÊNDICE D – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de agosto.



APÊNDICE E – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de setembro.



APÊNDICE F – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de outubro.



APÊNDICE G – Distribuição biométrica para os exemplares capturados no mês de novembro.



## APÊNDICE H – Número de julgamentos para cada termo descrito.

Grupos	Termos	Nº de Julgamento
Gramma	Gramma	40
	Verde	40
	Folha verde	24
	Terra	16
	Capim	19
	Folhas secas	19
	Serragem	8
	Mofo	23
	Fungo	15
	Tempero	21
	Legume velho	13
Pescado Assado	Pescado	40
	Pescado com gordura	8
	Pescado assado	26
	Pescado salgado	12
	Pescado cozido	19
	Pescado em conserva	17
	Conserva de sardinha	19
	Óleo de pescado	40
Maresia	Sal	40
	Mar	22
	Maresia	7
	Água do mar	19
	Salgado	10
	Água salgada	19
Penetrante	Ácido	13
	Álcool	14
	Couro	11
	Penetrante	22
	Vinagre	14
	Doce	8
	Molho	17
	Fábrica de pescado	15

## APÊNDICE I – Resultados brutos individuais para cada padrão de referência

Grupo de Odores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1- Penetrante																				
Vinagre	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	0	5	5	1	0	5	5	1
P. fermentado	0	3	1	5	1	5	1	0	1	1	5	1	5	3	5	3	3	1	1	1
P. fermentado (1:1)	0	1	1	0	1	0	1	0	0	3	1	3	1	1	0	1	0	3	1	3
Couro	0	3	3	5	1	1	0	0	5	1	1	5	0	0	1	3	3	1	3	1
Somatório	5	12	10	15	8	11	7	1	11	10	12	14	6	9	11	8	6	10	10	6
2 – Maresia																				
Água do mar	3	1	5	5	1	1	1	0	1	1	1	1	0	3	1	1	1	1	1	0
Peixe fresco	3	3	5	5	3	1	3	0	1	5	1	1	3	3	1	1	1	5	1	0
Peixe fresco (1:1)	0	1	1	5	5	3	3	5	5	5	3	5	3	3	1	1	5	5	5	1
Marisco	1	3	1	5	3	3	3	0	5	3	3	5	1	3	3	1	1	0	5	3
Somatório	7	8	12	20	12	8	10	5	12	14	8	12	7	12	6	4	8	11	12	4
3 – Pescado																				
Assado																				
Peixe cozido	1	1	1	5	3	5	0	1	1	1	5	3	3	3	5	1	0	3	1	1
Peixe cozido (1:1)	3	1	3	1	1	3	1	0	1	1	5	5	3	1	1	3	0	1	5	1
Óleo de peixe	1	1	5	5	1	5	5	3	5	5	5	5	1	1	5	5	5	5	5	3
Óleo de peixe (1:1)	1	3	5	3	3	1	0	5	5	5	3	5	1	1	1	1	3	1	1	1
Somatório	6	6	14	14	8	16	7	4	12	12	20	16	12	6	12	10	8	10	12	6
4- Grama																				
Folha verde	0	1	5	5	0	5	5	0	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	0
Alface	5	5	5	5	1	5	1	1	5	3	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5
Couve	3	3	5	3	3	3	1	5	5	1	3	1	0	3	1	1	1	1	1	3
Cogumelo	1	0	5	5	5	5	1	0	5	5	5	5	3	0	5	5	5	5	1	0
Somatório	9	9	20	18	9	18	8	6	20	14	18	16	9	8	16	16	16	16	12	8