UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

LIA FERRAZ DE ARRUDA SUCASAS

Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva

São Paulo
2011

LIA FERRAZ DE ARRUDA SUCASAS

Avaliação do resíduo do processamento de pescado para o desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente.

Orientador: Profª. Drª. Marília Oetterer

São Paulo

2011

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Sucasas, Lia Ferraz de Arruda
Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva / Lia Ferraz de Arruda Sucasas; orientadora Marília Oetterer. - - Piracicaba, 2011.
164 p.: fig.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Aquicultura 2. Contaminação 3. Desenvolvimento sustentável 4. Poluição ambiental 5. Processamento de alimentos 6. Ração 7. Rastreabilidade 8. Resíduos sólidos 9. Subprodutos para animais 10. Tilápia-do-Nilo I. Título

CDU 628.39:502.131.1

Dedico à Dra Marília Oetterer,
pois, na minha família, na qual orgulhosamente
represento a terceira geração de “esalqueanos”, sempre
aprendi que para ser Eng. Agronômo é preciso ter
vocação. Foi ela quem “*não me deu o peixe, mas me
ensinou a pescar”,* a maior responsável pela minha
vocação de pesquisadora.

E ao Willey, “*por tudo”*

Com amor.

Ofereço ao Dr. Paulo Vaz Pires que me transformou
em uma "*tripeira", cidadã e filha adotiva da*
inesquecível cidade do Porto.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por sempre estar ao meu lado me protegendo e orientando.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente (CENA) e ao Programa de Pós Graduação em Ciências do CENA-USP.

Ao meu marido Willey por todos os dias felizes da “nossa velha infância”.

Aos meus pais André e Cristina, minha irmã Andréa, à Maria de Fátima, à tia Rosana e aos meus “filhos”, com todo o meu amor e carinho.

À Profª Drª Marília Oetterer, pela orientação, amizade e afinidade desde a minha iniciação científica.

Ao Dr. Ricardo Borghesi pela parceria, amizade, sugestões e correções durante a realização da pesquisa e redação da tese.

Ao Dr. Rodrigo Ozorio pela amizade e por ser um “verdadeiro embaixador” para os brasileiros no CIIMAR.

Aos Professores Dr. Paulo Vaz Pires, Dr. José Fernando Gonçalves, pela amizade, acolhimento e sugestões durante a realização do estágio na Universidade do Porto.

À Profª Drª Marisa Aparecida Bismara Regitano d’Arce pelo exemplo de profissionalismo, por me incentivar para a realização do doutorado e por sempre ter me ensinado e apoiado durante os nossos encontros e e-mails.

À Profª Drª Julieta Engrácia Rodini de Moraes pela companhia, importante amizade e auxílio nas pesquisas realizadas em Portugal.

À Profª Drª Adriana P. Martinelli pelo exemplo de dedicação à PPG-CENA e por ter sido minha orientadora acadêmica.

Ao Prof. Dr. José Roberto Ferreira pelo carinho, paciência e amizade com que sempre me tratou.

Ao Prof. Dr. José Eurico Possebon Cyrino, que me ensinou a ter uma visão integrada de toda a cadeia produtiva do pescado, pelas sugestões e correções.

À Profª Drª Elizabete Maria Macedo Viegas pela amizade, ensinamentos e por ter me convidado para a realização de disciplina na FZEA/USP.

À Profª DrªAdriana Maria Nolasco, por ser responsável pela minha conscientização para a necessidade do aproveitamento dos resíduos agroindustriais.

À Profª Drª Maria Luiza Rodrigues de Souza Franco pela amizade e promissora parceria.

À Profª Drª. Marney Pascoli Cereda pelo exemplo, incentivo e amizade.

À Profª Drª Sonia M. Stefano Piedade pela amizade, ensinamentos e auxílio nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Urgel de Almeida Lima, pelo exemplo, sugestões e ensinamentos.

Aos amigos Aelson Aloir Santana Brum, Erika da Silva Maciel, Ingridy Simone Ribeiro Cabral, Juliana Antunes Galvão, Ligianne Din Shirahigue, Lika Anbe, Luciana Kimie Savay da Silva, Lucimeire Pilon, Maria Fernanda Angelini, Roberta Rizzo Benatto e Werner Martins pela amizade, apoio e incentivo.

Aos estagiários, Adriana Figueiredo da Silva, Priscila Eloi Martins, Talita Aparecida Dias Bombarde, Letícia Julião, Amanda de Freitas Vieira, Íris Gabrielle Alves Barbosa, Júlia Santos Vasconcelos, Luiz Gustavo Franzini Travagin, Tamires Zanin Celestino, Thiago Vilhena, Maria Anna Colucci Hill e Victor Campos Golegã.

Ao Bruno Ramos, pela amizade e auxílio na realização do experimento em Portugal.

Ao laboratório de análises químicas CBO Assessoria & Analises, principalmente à Sra Oneida Vasconcellos e Lisandre Maia da Cunha.

Ao Dr. Jorge Ferreira de Lara pela amizade e incentivo.

Às Pesquisadoras do Laboratório de Referência em Tecnologia do Pescado do Instituto de Pesca, Drª Érika Fabiane Furlan, Drª Rúbia Yuri Tomita, Drª Cristiane R. P. Neiva, Drª Marildes J. Lemos Neto e Drª Thais Moron Machado pela amizade, parceria e compreenssão.

À todos os docentes e funcionários do CENA/USP.

À todos os docentes e funcionários do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP.

Ao Sr. Francisco Leão por ceder sua propriedade para realização das coletas.

Aos secretários Neuda Fernandes de Oliveira, Claudia Marcia de F. Corrêa, Fábio Antonio de Souza Oliveira, Sônia Aparecida Barros de Campos, Márcia Regina Severino Bertarelli, Regina Célia Cardoso Marafon, Maria Amábile S. Vendemiatti e Fábio Benedito Rodrigues pela amizade e pela disposição em ajudar sempre que necessário.

Ao Ministério da Pesca e Aquicultura, ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e à à EMBRAPA pelo apoio financeiro.

À CAPES, pela bolsa concedida.

(...) Pois de tudo fica um pouco.
Fica um pouco de teu queixo
No queixo de tua filha.
De teu áspero silêncio
Um pouco ficou, um pouco
nos muros zangados,
nas folhas, mudas, que sobem.

Ficou um pouco de tudo
nos pires de porcelana,
dragão partido, flor branca,
ficou um pouco
de ruga na vossa testa,
retrato.

(....) E de tudo fica um pouco.

(Resíduo)

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

SUCASAS, L. F. A. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado para o desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva**. 2011. 164 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

Atualmente, os consumidores valorizam produtos com garantia de qualidade e que sejam obtidos de cadeias ecologicamente corretas e socialmente justas. A rastreabilidade da cadeia produtiva possui importância fundamental para o aumento do consumo de pescado. Um dos principais gargalos da cadeia produtiva é o reduzido aproveitamento do resíduo do processamento. A elaboração de silagem de pescado é uma alternativa para minimizar os problemas ambientais e de sanidade, provenientes do resíduo de pescado, porém esta deve ser preparada com agentes acidificantes sustentáveis e que sejam selecionados através de análise de mercado levando em consideração os riscos ambientais e para a saúde humana, o custo e a facilidade de compra do agente acidificante, um dos objetivos dessa pesquisa. A utilização do ácido cítrico aparentou ser a melhor escolha. Avaliou-se o desempenho de 180 alevinos de sargo (*Diplodus sargus*) (21,30 ± 0,87 g) alimentados com 6 dietas isoenergéticas (3.941 kcal/kg), contendo dois níveis de proteína bruta – PB (35 e 45%) e três níveis de inclusão (0, 10 e 20%) de silagem de resíduos provenientes da indústria conserveira da cidade do Porto, Portugal. Não houve mortalidade e as dietas experimentais foram bem aceitas. Não houve diferença ($P<0,05$) no consumo das rações, fator de condição, índice hepatossomático, índice de conversão alimentar e ganho de peso. É possível a inclusão de até 20% de silagem em dietas para o sargo e sugere-se a utilização das rações formuladas contendo 45% de PB por apresentarem menor custo de produção e empregarem maior quantidade de material residual proveniente do processamento de pescado. Em Portugal, o setor pesqueiro ocupa espaço destacado entre as atividades econômicas. A relevância desta cadeia produtiva resulta, essencialmente, do fato de que o pescado é componente fundamental da alimentação e responsável por elevado número de empregos da população. No Brasil, com o aumento do número de indústrias beneficiadoras, o resíduo desta atividade tornou-se um sério problema. Buscou-se classificar o resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus)*, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 10004:2004), foram coletadas vinte e quatro amostras; três em cada período (ago/07, set/2007, out/2007, dez/2007, fev/2008, mai/2008, jul/2008, ago/2008). Todas as amostras foram classificadas como Classe II, do tipo Não Inerte devido aos teores de chumbo, manganês, surfactantes e ferro. Esses resíduos devem ser destinados a aterros sanitários construídos conforme normas específicas. Entretanto, estão sendo descartados de forma irregular, diretamente em recursos hídricos ou enterrados sem tratamento com riscos ao ambiente e à saúde humana e animal pela possibilidade de lixiviação de metais.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Rastreabilidade. Resíduos. Desenvolvimento de co-produtos. Silagem de pescado. Contaminante químico. *Diplodus sargus. Oreochromis niloticus.*

ABSTRACT

SUCASAS, L. F.A **Evaluation of fish processing residue and development of co-products aiming increase the sustainability of production chain**. 2011. 164 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

Currently, consumers value products with assurance of quality and obtained from environmentally friendly and socially just chain. The traceability of the commodity chain has fundamental importance to increase the fish consumption. One of the main bottlenecks in the commodity chain is the reduced utilization of processing residue. The elaboration of fish silage is an alternative to minimize the environmental and sanity problems from fish residue. In order to select the most appropriate acid for the preparation of chemical fish silage, market analysis considering environmental and human risks, cost and supply of acidifying agent was performed. The use of citric acid seems to be the best choice. The performance of 180 bream fingerlings (21.30 ± 0.87 g) fed six isoenergetic diets (3,941 kcal/kg) containing two levels of crude protein - CP (35 and 45%) and three levels of inclusion of silage (0, 10 and 20%) was evaluated. There was no mortality and the experimental diets were well accepted. There was no difference ($P<0.05$) in diets intake, condition factor, hepatosomatic index, food conversion ratio and weight gain. Weight gain and food conversion ratio were 9.61 g and 2.77, 9.23 g and 2.99, 9.95 g and 3.04, 11.81 g and 2.86, 13.41 g and 2.14, and 11.36 g and 2.41 for treatments 1 (35% CP; 0% inclusion), 2 (35% CP, 10% inclusion), 3 (35% CP, 20% inclusion), 4 (45% CP; 0% inclusion), 5 (45% CP, 10% inclusion) and 6 (45% CP, 20% inclusion), respectively. Therefore, it is possible to include up to 20% of fish silage in diets for bream and suggests the use of diets containing 45% CP because of their lower cost of production and for using higher amount of residual material from fish processing. The fisheries sector occupies an important position in the economic activities in Portugal. Its relevance is due to fish being a fundamental component of food and responsible for employment opportunities. In Brazil, the increasing number of fish processing industries, the residue of this activity has become a serious problem. The residue from the processing of Nile tilapia (Oreochromis *niloticus*) was classified according to the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT NBR 10004:2004). A total of twenty-four samples were collected, three in each period (Aug/07, Sep/2007, Oct/2007, Dec/2007, Feb/2008, May/2008, Jul/2008, Aug/2008). All analyzed samples were classified as Class II, Non Inert, due to the lead, manganese, iron and surfactants levels. These wastes should be disposed of in landfills constructed according to environmental standards. However, they are being improperly disposed, dumped directly into water or buried without proper treatment, providing risk to the environment and human and animal health due to possible leaching of metals.

Keywords: Sustainability. Traceability. Residue. Co-products development. Fish silage. Chemical contaminant. *Diplodus sargus. Oreochromis niloticus*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19
2 DESENVOLVIMENTO DE CO-PRODUTOS DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DO PESCADO VISANDO O INCREMENTO DA SUSTENTABILIDADE NA AQÜICULTURA BRASILEIRA 21
Resumo 21
Abstract 21
2.1 Introdução 26
2.2 Resíduos agroindustriais 28
2.3 Resíduos do processamento do pescado 29
2.4 Importância do aproveitamento de resíduos gerados no processamento do pescado 36
2.5 Tecnologias emergentes para elaboração de co-produtos destinados à nutrição animal 41
2.6 Hidrolisados protéicos 38
2.7 Silagem de pescado 45
2.8 Conclusões 49
Referências 50
3 SELEÇÃO SUSTENTÁVEL DO AGENTE ACIDIFICANTE PARA ELABORAÇÃO DE SILAGEM DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE PESCADO 65
Resumo 65
Abstract 65
3.1 Introdução 66
3.2 Desenvolvimento 68
3.2.1 Resultados e discussão 71
3.2.1.1 Elaboração da silagem química de pescado 72
3.2.1.2 Soluções ácidas 68
3.2.1.3 Fatores de escolha do ácido para elaboração de silagem 74
3.2.1.3.1 Periculosidade 74
3.2.1.3.2 Risco ao meio ambiente 74
3.2.1.3.3 Risco à saúde 75
3.2.1.3 4 Acessibilidade 75

3.2.1.4 Custo 77
3.3 Conclusões 77
Referências 78
4 A CADEIA PRODUTIVA DO PESCADO EM PORTUGAL - POLÍTICAS PÚBLICAS E TENDÊNCIAS 85
Resumo 85
Abstract 85
4.1 Introdução 87
4.2 Desenvolvimento 88
4.2.1 Coleta e processamento das informações 88
4.2.2 Resultados e discussão 89
4.2.2.1 Setor pesqueiro português 89
4.2.2.2 Produção, espécies capturadas e tipos de captura 91
4.2.2.3 Importações e exportações 94
4.2.2.4 Comercialização *in natura* 95
4.2.2.5 Setor de processamento 96
4.2.2.6 Gestão e legislação 98
4.2.2.7 Os setores produtivos de Portugal e do Brasil 100
4.3 Conclusões 100
Referencias 101
5 SILAGEM DE DESCARTES DA INDÚSTRIA PORTUGUESA DE CONSERVAS DE PESCADO NA ALIMENTAÇÃO DO SARGO (*Diplodus sargus*) 99
Resumo 99
Abstract 99
5.1 Introdução 104
5.2 Desenvolvimento 108
5.2.1 Obtenção da silagem química de pescado 108
5.2.2 Condições experimentais 109
5.2.3 Dietas e programa alimentar 109
5.2.4 Procedimento experimental e amostragem 110
5.2.5 Análises químicas 111
5.2.6 Análise estatística 112
5.2.7 Levantamento do custo das rações 112
5.2.8 Resultados e discussão 112

5.2.8.1 Elaboração da silagem 112
5.2.8.2 Aspectos nutricionais da silagem 114
5.2.8.3 O Sargo (*Diplodus sargus)* 117
5.2.8.4 Parâmetros de crescimento e aceitação das dietas elaboradas 117
5.2.8.5 Aspectos econômicos das rações elaboradas 125
5.3 Conclusões 129
Referências 130
6 RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) – CLASSIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA E IMPLICAÇÕES AO AMBIENTE E À SAÚDE HUMANA E ANIMAL 141
Resumo 141
Abstract 141
6.1 Introdução 142
6.2 Desenvolvimento 145
6.2.1 Amostragem 145
6.2.2 Classificação do resíduo 146
6.2.3 Roteiro de estudo 146
6.2.4 Pesquisa de periculosidade 146
6.2.5 Pesquisa de solubilidade 147
6.2 6 Pesquisa de metais e contaminantes 147
6.2.7 Análise estatística 148
6.2.8 Identificação e caracterização do resíduo do processamento de tilápias 150
6.2.9 Avaliação dos resultados segundo as normas da ABNT para resíduos sólidos 150
6.3 Conclusão 158
Referências 158
7 CONCLUSÃO GERAL 163

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma costa marítima de 8.500 km de extensão e abriga 12% da reserva de água doce do planeta. No país, a produção da pesca e da aqüicultura, em 2009, conforme dados do Ministério da Pesca e Aqüicultura (BRASIL, 2010[1]) foi de 1.240.813 t sendo, a aqüicultura responsável por 415. 649 t. O país desponta como um grande produtor de pescado cultivado, atividade com índice de crescimento jamais observado na produção de outros recursos alimentícios de origem animal.

Paradoxalmente, apesar do crescimento acentuado da aqüicultura brasileira nos últimos anos e do aumento no consumo ocorrido em anos recentes, o consumo *per capita* é de 9,6 kg/ano (MPA, 2010). A preocupação com a qualidade alimentar do pescado sempre se constituiu em um entrave para o consumidor desse alimento de alto valor nutricional e que seria muito bem vindo como fonte protéica à população. Atualmente, surgiram novos fatores de diferenciação, o consumidor está mais exigente, valorizando produtos oriundos de cadeias produtivas ambientalmente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis.

Um sistema de rastreabilidade tem por função registrar todas as etapas da cadeia produtiva, além de ser um ferramenta que pode fornecer informações sobre quanto à sustentabilidade de sua produção. Preservando a identidade de atributos favoráveis ao longo da cadeia alimentícia, produtores de pescado podem contribuir positivamente à reputação do seu empreendimento, bem como proporcionar ao produto brasileiro um diferencial mercadológico no quesito ambiental.

A rastreabilidade ainda não possui espaço nas atividades de cultivo e captura do pescado; as dificuldades estão em grande parte na diversidade dos recursos pesqueiros e na complexidade do comércio. Análises de metais e contaminantes para o pescado têm sido exigidas pela Comunidade Européia sob pena de não permitir a importação do pescado brasileiro. O processamento incipiente, a falta de informações e o apreciável volume de resíduos tornam-se um problema crucial que interfere na certificação da cadeia produtiva.

---

[1] BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. **Produção pesqueira e aquícola, estatística 2008/2009***.* Brasília: MPA. 2010. 37 p. Disponível em: <www.mpa.gov.br>. Acesso em: 29 set. 2010.

O resíduo gerado pelas plantas beneficiadoras de pescado, principalmente na filetagem da tilápia, representa entre 50 e 70% da matéria-prima, sendo fundamental o aproveitamento deste material para a redução do impacto ambiental. O apreciável volume de resíduos torna-se um problema crucial que interfere na certificação da cadeia produtiva do pescado cultivado. Devido a forma como estão sendo dispostos, esse material é rapidamente degradado pela ação bacteriana, limitando as possibilidades para elaboração de co-produtos e aumentando os riscos de contaminação do ambiente.

Se for empregada uma tecnologia adequada, este material residual pode ser convertido em produtos comerciais ou matéria-prima para processos secundários. O aproveitamento desse material, que seria desperdiçado é de extrema importância, pois além de diminuir os custos e aumentar a eficiência de produção, também minimiza os problemas de poluição ambiental que seriam gerados pela falta de destino adequado.

O aproveitamento dos resíduos para produção de co-produtos não é uma prática corrente no setor produtivo brasileiro, embora seja prioridade por parte das entidades de pesquisa e dos órgãos de regulamentação sanitária e ambiental, se constituindo em uma realidade no ambito acadêmico da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, através da equipe do Laboratório de Tecnologia do Pescado.

A coleta seletiva dos resíduos das diferentes etapas, seu correto armazenamento e a utilização como matéria-prima para outros processos, são no entanto, práticas passíveis de serem conduzidas nas agroindústrias que beneficiam o pescado, particularmente os provenientes de cultivo, caso da tilápia. O aproveitamento dos resíduos da cadeia produtiva promove à ecoeficiência aliada à lucratividade do agronegócio.

Os resíduos ao serem destinados ao consumo humano – aparas e descartes comestíveis devem ser utilizados para produção de minced, concentrados proteícos e farinhas de peixe. Porém, o material que não possui qualidade para um destino nobre, pode ser utilizado para produção de silagem ácida de pescado e utilizado como fertilizante ou como ingrediente para ração animal em dietas para a aquicultura.

Para possibilitar a rastreabilidade dos resíduos, estes devem ser armazenados com o número do lote de peixes que os originou; deve ser feito o registro do fornecedor, espécie, operação geradora e tipo de resíduo.

O material residual destinado a outros estabelecimentos, novos processos industriais ou encaminhados à estações de tratamento ou aterros, deve ter um registro identificando o tipo e o número de documento fiscal utilizado na transação, a descrição e o código dos mesmos, os números de lotes e as respectivas quantidades. Para seleção do manejo adequado é necessário, incialmente, que os resíduos do sejam caracterizados quanto às características físico-quimicas, nutricionais e presença de contaminantes.

Caso seja possível a utilização do material para obtenção de co-produtos, este deverá apresentar na sua embalagem informações claras como: o respectivo número de lote de fabricação, os ingredientes e aditivos utilizados na composição. Todas as operações de produção devem ser documentadas e os registros disponíbilizados ao setor produtivo.

Esta pesquisa compõe projeto em desenvolvimento no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ-USP, de acordo com o edital Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) Aquicultura (Processo 01006019700), "Rastreabilidade da cadeia produtiva de pescado cultivado - Tilápia (*Oreochromis niloticus*)" o qual busca estabelecer parâmetros para implementar um sistema de rastreabilidade em uma fazenda de cultivo localizada no Estado de São Paulo e, desta forma, protocolar um padrão de qualidade para o produto da piscicultura, através da padronização de todas as etapas envolvidas na produção. As informações levantadas foram disponibilizadas para a formação de um banco de dados para um sistema informatizado de rastreabilidade aplicado à cadeia produtiva da tilápia do Nilo. Um sistema de rastreabilidade do pescado é útil para os produtores por ser uma ferramenta que auxilia no controle de qualidade, visto que é possível se rastrear a história do pescado, da coleta ou produção em tanque até o consumidor final.

A rastreabilidade da cadeia produtiva do pescado, além de ser uma ferramenta de extrema necessidade, é uma inovação tecnológica, visto que poucos países no mundo avançaram nesta direção. O Brasil precisa acompanhar esta tendência, principalmente devido à importância deste mercado para a nossa sociedade.

O trabalho foi estruturado em:

1 Introdução Geral

2 Desenvolvimento de co-produtos da indústria de processamento do pescado visando o incremento da sustentabilidade na aqüicultura brasileira.

3 Seleção sustentável do agente acidificante para elaboração de silagem resíduos do processamento de pescado.

4 A cadeia produtiva do pescado em Portugal – políticas públicas e tendências.

5 Silagem de descartes da indústria portuguesa de conservas de pescado na alimentação do sargo (*Diplodus sargus*)

6 Resíduo do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) – avaliação toxicológica, implicações para o ambiente e para a saúde humana e animal.

7 Conclusão Geral.

2 DESENVOLVIMENTO DE CO-PRODUTOS DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DO PESCADO VISANDO O INCREMENTO DA SUSTENTABILIDADE NA AQÜICULTURA BRASILEIRA

Resumo

O Brasil possui 13,7% da água doce mundial e 8.500 km de costa marítima. O país possui dez milhões de hectares de lâmina de água, disponíveis para a produção de pescado, provindas dos reservatórios de usinas hidrelétricas. Com a redução na captura mundial de pescado, o país apresenta-se como promissor fornecedor mundial de pescado proveniente da aquicultura. A produção da pesca e da aquicultura no país, em 2009, foi de 1.240.813 t sendo, a aqüicultura responsável por 415.649 t. A relevância deste setor levou ao desenvolvimento de uma política pesqueira comum endereçada para a conservação e regulamentação dos recursos pesqueiros e da aqüicultura, traduzida pela passagem da Secretaria Especial da Aqüicultura e Pesca da Presidência da República do Brasil - SEAP-PR, para Ministério da Pesca e Aqüicultura- MPA, ocorrida no mês de junho de 2009. Dentre as políticas de responsabilidade do ministério está a organização da cadeia produtiva do pescado com o objetivo de atender os mercados consumidores interno e externo. Neste sentido, ações específicas de natureza ambiental e ecológica, como a elaboração de co-produtos através de técnicas emergentes, devem ser propostas, com o objetivo de contribuir para a exploração sustentável e racional dos recursos, bem como para minimizar o impacto adverso que os resíduos gerados por esta atividade produzem no ambiente, buscando a gestão responsável e sustentável do agronegócio do pescado.

Abstract

Brazil has 13.7% of global fresh water and 8,500 km of coastline. The country has 10 million hectares of water available for fish production, originated from hydroelectric reservoirs. With the reduction in global fish catch, Brazil becomes a promising global supplier of fish from aquaculture. The fisheries and aquaculture production in the country in 2009 was 1,240,813 t, aquaculture accounted for 415,649 t. The relevance of this sector led to development of a common fishing policy for the conservation and regulation of fishery resources and aquaculture as reflected by the passage of the Special Secretariat of Aquaculture and Fisheries of the Presidency of the Republic of Brazil - SEAP-PR for the Ministry of Fisheries and Aquaculture - MPA, held in June 2009. The organization of the fish commodity chain in order to meet the domestic and foreign consumer markets is one of the political responsibilities of the government. Therefore, specific environmental and ecological actions, such as preparation of co-products through emerging techniques should be proposed in order to contribute to the sustainable use of resources as well as minimize the adverse impact produced by the residue in the environment, aiming the responsible and sustainable management of fish agribusiness.

2.1 Introdução

A aquicultura pode ser considerada uma importante fonte de alimento de origem animal. A produção aquícola mundial tem crescido acentuadamente nos últimos anos. Com uma produção menor que 1 milhão de t, no início dos anos 50, alcançou em 2006, aproximadamente 51,7 milhões de t, correspondendo ao valor de U$78,8 bilhões. A crescente importância da aquicultura justifica-se no fato desta atividade ser uma alternativa à pesca, a qual atingiu o seu limite máximo sustentável. Os estoques da principais espécies estão sobre-explorados e não possuem condições para possibilitar aumento da captura. Esta é a situação, por exemplo, da anchoveta (*Engraulius ringens*), cujos maiores estoques do Pacífico Sul, estão em situação de sobrepesca (FAO, 2009). Assim, com a produção pesqueira estabilizada, a aquicultura tem sido considerada como um dos caminhos mais eficientes para a redução do déficit entre a demanda e a oferta de pescado no mercado mundial.

A captura de pescado é importante não apenas para atender ao consumo humano, mas também, para a obtenção de ingredientes para rações. Cerca de um terço da produção mundial é destinada à produção de itens, como farinha e óleo de peixe. Em 2006, a quantidade aproximada de matéria-prima destinada à produção de farinha de peixe foi de 20,2 milhões de t, valor 14% inferior a 2005 e ainda menor que 1994, cujos índices foram de 30 milhões de t. A diminuição na produção de farinha de peixe nas últimas décadas reflete a situação de sobrepesca da anchoveta e a ocorrência de fatores climáticos indesejáveis como o El Niño no Peru (FAO, 2009).

O desenvolvimento da aqüicultura tem despertado interesse no que se refere à diminuição dos impactos sobre determinadas espécies de pescado provenientes da captura (DAILY, 2010). O setor produtivo e a comunidade científica têm buscado encontrar formas de minimizar os efeitos indesejáveis ao ambiente e proteger os recursos naturais, buscando a sustentabilidade. Uma vez sustentável, a cadeia produtiva do pescado poderá se firmar, e este alimento com excelente oferta nutricional, poderá chegar à mesa do consumidor com qualidade e baixo impacto ao ambiente.

O beneficiamento de pescado é um dos principais gargalos da cadeia produtiva aqüícola, uma vez que os produtores ainda vendem seus produtos *in*

natura, sem valor agregado ou manipulados empiricamente com baixa qualidade. O setor ressente-se da falta de transferência de técnicas de processamento geradas nas pesquisas, visando o aproveitamento adequado dos resíduos para obtenção de co-produtos, minimizando assim o impacto do descarte de resíduos no ambiente.

Usualmente, em dietas para peixes carnívoros, a maior parte da proteína é oriunda da farinha de peixe pela qualidade nutricional deste ingrediente. É considerada indispensável para a o crescimento adequado do animal, devido ao seu alto valor biológico, além de atuar como palatabilizante (FURUYA, 2000; PEZZATO, 1995; SALES; BRITZ, 2003; TACON, 1994). Com a progressiva escassez desse insumo no mercado mundial, a produção de uma ração comercial de qualidade dependerá, em um futuro próximo, da elaboração de um substituto adequado para a farinha de peixe, tanto no aspecto nutricional como quanto ao custo (CYRINO et al. 2006; NEW; CSAVAS, 1995; PEREIRA; OLIVA-TELES, 2004).

O rápido crescimento da aqüicultura tem aumentado a demanda por ingredientes de qualidade para ração, principalmente de farinha e óleo de peixe. A produção mundial de farinha de peixe na última década manteve-se entre 5,5 e 7,5 milhões de toneladas (FAO, 2009).

Em adição às considerações econômicas, o uso de farinha e óleo de peixe ocasiona forte pressão sobre as espécies forrageiras de pescado, ocasionando sobrepesca e até mesmo a depleção de alguns desses estoques. A produção de farinha de peixe envolve o aquecimento do material residual com geração de calor e odor da água residual causando impacto ambiental, através da poluição atmosférica e colaboração no aquecimento global. A substituição da farinha e do óleo de peixe por fontes alternativas serviria para amenizar a pressão sobre os estoques pesqueiros, além de contribuir para a redução dos custos de produção.

O crescimento da aquicultura, associado ao aumento de práticas de cultivo cada vez mais intensivas, vem gerando aumento na procura por alimentos de alta qualidade que permitam formular dietas de alto valor nutricional, economicamente viáveis e ambientalmente corretas (CYRINO et al., 2006; ESPE et al., 1999; GATLIN et al., 2007, WATANABE, 2002).

Na piscicultura, como em qualquer criação zootécnica, a alimentação representa alto percentual dos custos operacionais, em torno de 40 a 60%, sendo os ingredientes protéicos responsáveis pela maior parte desse custo (EL-SAYED, 1999; CHENG et al., 2003). Com isso, a produção de ração comercial de qualidade para a

aqüicultura dependerá, em futuro próximo, da elaboração de produtos adequados para substituição da farinha de peixe, tanto sob o aspecto nutricional quanto de custo. Diversas pesquisas vêm sendo realizadas no sentido de identificar fontes protéicas alternativas, disponíveis nas regiões de criação, como substitutos parciais ou totais da farinha de peixe, para permitir redução nos custos com alimentação (CHONG et al., 2002; FURUYA, 2000; GUZMÁN; VIANA, 1998; PORTZ, 2001; PORTZ; CYRINO, 2004; OZÓRIO et al., 2010).

A procura por ingredientes alternativos para a formulação de rações aponta para oportunidades de pesquisas inovadoras, uma vez que, a maioria das iniciativas de produção aquícola em águas brasileiras utiliza ração contendo farinha de peixe importada, de alto custo e com uma logística que deixa a desejar quanto ao abastecimento do mercado nacional.

Uma alternativa de grande potencial é o aproveitamento dos resíduos do processamento de animais, na forma de hidrolisados protéicos, que apresentam alto conteúdo de proteína, peptídios, aminoácidos livres e flavorizantes, além de ácidos graxos da série ômega-3, caracterizando-se como uma excelente fonte nutricional (FELTES et al., 2010). Se for empregada uma tecnologia adequada, este material residual pode ser convertido em produtos comerciais ou matéria-prima para processos secundários. Desta forma, ao serem adicionados como ingredientes em rações para organismos aquáticos, poderiam reduzir custos, ao mesmo tempo em que manteriam, ou até mesmo melhorariam, a qualidade nutricional e a atratividade das dietas. O aproveitamento desse material que seria desperdiçado é de extrema importância, pois além de diminuir os custos e aumentar a eficiência de produção, também minimiza os problemas de poluição ambiental que seriam gerados pela falta de destino adequado.

2.2 Resíduos agroindustriais

O desenvolvimento sustentável tem por base três fatores: o desenvolvimento tecnológico, a manutenção das condições ambientais adequadas para a existência das diferentes populações no planeta e a garantia da perpetuidade dos fatores tecnológicos e ambientais para as futuras gerações.

Segundo a Organizações das Nações Unidas (ONU), a população mundial é estimada em 6,8 bilhões de pessoas e projetada para 9 bilhões em 2050, com

expectativa de vida de 100 anos (FAO, 2009). Somado ao crescimento populacional, o desenvolvimento socioeconômico e a evolução dos hábitos e modos de vida, geram um consumo excessivo, conduzindo a um uso indiscriminado dos recursos e à geração de grandes volumes de resíduos (ZENI; PENDRAK, 2006).

Os recursos naturais para manter a população são limitados e somente um aproveitamento racional e eficiente poderá fazê-los produzir alimentos em quantidade e qualidade para suprir à demanda crescente. Acrescenta-se a essa sobrexploração do ambiente, milhões de toneladas de resíduos agroindustriais produzidos anualmente, e que, majoritariamente, são descartados na natureza, provocando um acúmulo excessivo de compostos nitrogenados no meio.

A questão dos resíduos sólidos recebeu atenção especial do Programa das Nações Unidas para o século XXI, mais conhecido como Agenda 21, elaborado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92), realizado no Rio de Janeiro, em 1992. Em 2002, durante a reunião da Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+10), realizada em Johannesburgo, África do Sul e, em 2009, durante a Conferência das Partes da Convenção do Clima (COP 15) em Copenhaguen, na Dinamarca, os Estados reiteraram o compromisso com o desenvolvimento sustentável.

Atualmente, a população tem se mostrado preocupada com o ambiente e, portanto, interessada em contribuir com as causas sociais e ambientais (GARBOSA; TRINDADE, 2007; PINTO, 2007). Em relação à sustentabilidade ambiental, vários aspectos têm sido valorizados por consumidores de vários países, tais como apresentar menor "*footprint*" de carbono, baixo impacto ambiental, não estar associada a maus tratos aos animais, apresentar rotulagem ambiental, implantar a rastreabilidade, e reciclar os resíduos do processo produtivo (AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA, 2009; BRASIL FOOD TRENDS 2020, 2010; EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORM ON FOOD FOR LIFE, 2007).

A geração de resíduos é inerente a qualquer setor produtivo, porém, o aumento da conscientização ecológica deixou claro que o grande desafio para as próximas décadas será equilibrar a produção de bens e serviços, no contexto de um crescimento econômico com sustentabilidade social e econômica. A crescente preocupação com o ambiente vem mobilizando órgãos governamentais e vários segmentos de mercado.

Constantes revisões têm ocorrido em resoluções brasileiras relacionadas a resíduos e ao ambiente, tais como a resolução 313/02 e a 358/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2002, 2005), a norma 10004 da Associação Brasileira de Normal Técnicas (ABNT, 2004) e, mais recentemente, a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Além da preocupação com as sanções legais, os empresários estão considerando a poluição como desperdício e o investimento em ambiente como uma estratégia "ganha-ganha". Algumas empresas adotaram o conceito de "Produção Mais Limpa" e, estão procurando controlar os efeitos ambientais de todo o seu processo de produção, desde a escolha da matéria-prima até o destino final do produto e dos resíduos (EPELBAUM, 2004).

A finalidade do processo industrial é a transformação da matéria-prima em produto, com isso agrega-se valor e se obtém lucro, que é o interesse real da empresa. No entanto, podem ser gerados, além do produto, outros materiais, os subprodutos, que possuem valor comercial e os resíduos industriais, cuja recuperação acarreta em ônus para a empresa (AQUARONE; BORZANI; LIMA, 2001; GARBOSA; TRINDADE, 2007).

Co-produtos e subprodutos são sinônimos e são definidos pelo dicionário eletronico de língua portugesa *Michaelis* como: “produto extraído ou fabricado de matéria da qual já se obteve um produto mais importante”. A diferença entre resíduo e co-produto, portanto, é relativa ao valor econômico que pode ser agregado ao segundo.

O resíduo industrial, depois de gerado, necessita de destino adequado, pois não pode ser acumulado indefinidamente no local em que foi produzido. A disposição dos resíduos no meio ambiente, por meio de emissões de matéria e de energia lançados na atmosfera, nas águas ou no solo deve ocorrer após os resíduos sofrerem tratamento e serem enquadrados nos padrões estabelecidos na legislação ambiental para não causarem poluição (AQUARONE; BORZANI; LIMA, 2001; GARBOSA; TRINDADE, 2007; PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007).

Resíduo é todo material descartado nas cadeias de produção e consumo que, por limitações tecnológicas ou de mercado, não apresenta valor de uso ou de mercado e, quando manejado de forma inadequada, pode resultar em impactos negativos ao ambiente (NOLASCO, 2000).

Resíduos sólidos diferenciam-se do termo lixo porque, enquanto este último não possui nenhum tipo de valor, já que é aquilo que deve apenas ser descartado, aqueles possuem valor econômico agregado, por possibilitarem reaproveitamento no próprio processo produtivo (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007; TIMOFIESCYK; PAWLOWSKY, 2000).

Além de criar potenciais problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias-primas e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição. Muitos dos tratamentos “fim de tubo” não eliminam realmente os resíduos gerados, apenas os transferem para outro meio que não os esperava (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007; TIMOFIESCYK; PAWLOWSKY, 2000). É interessante ressaltar a importância da Lei da Indestrutibilidade da Matéria e Energia, ou seja, após a remoção de uma substância de determinado local ou de um material, é imperativo, questionar seu destino final.

O aumento da produção de resíduos vem provocando impactos ambientais, pois a taxa de geração é muito maior que a taxa de degradação; dessa forma, é cada vez mais premente a necessidade de reduzir, reciclar e reaproveitar os resíduos, com o objetivo de recuperar matéria e energia (STRAUS; MENEZES, 1993), como uma alternativa capaz de contribuir para a utilização de matérias-primas alternativas, diminuindo os custos finais dos setores industriais gerados e consumidores dos resíduos (GIFFONI; LANGE, 2005).

Os conceitos e razões que direcionam as idéias para utilização dos resíduos são vários, muitas vezes têm vida curta, e freqüentemente são tidos como desperdício de investimento. Não raro, os aspectos científicos e tecnológicos são preteridos por razões de ordem econômica e política. O ideal seria utilizar a matéria-prima em toda sua extensão, e recuperar os subprodutos, evitando a própria formação do resíduo, ou então minimizando-o.

Contudo, deve-se atentar no sentido de que o objetivo de reciclar não é apenas a recuperação de elementos valiosos presentes nos resíduos orgânicos, mas deve-se levar em consideração a produção de alimentos, energia e outros benefícios, tais como o controle da poluição e melhores condições de saúde pública (FIORI; SCHOENHALS; FOLLADOR, 2008).

Para possibilitar o manejo adequado do material residual é necessário, inicialmente, um inventário completo, sua caracterização e classificação baseada em uma visão holística do setor de produção de alimentos. Um sistema de

rastreabilidade deve ser considerado como uma ferramenta para avaliação da geração e caracterização dos materiais residuais, pois possui como premissa, o registro de informações relacionadas aos produtos, co-produtos, e resíduos.

A rastreabilidade é definida, pela União Européia, como a capacidade de detectar a origem e de seguir o rastro de um gênero alimentício, de um alimento para animais, de um animal produtor de gênero alimentício ou de uma substância, destinada a ser incorporada em gêneros alimentícios ou alimentos para animais, ou com probabilidade de o ser ao longo de todas as fases da produção, transformação e distribuição (CEN, 2002). Embora não exista um sistema de rastreabilidade universal, algumas nações já possuem legislação que exige rotulagem obrigatória e, em alguns casos, a rastreabilidade completa de todos os produtos alimentícios.

Por serem os resíduos agroindustriais ricos em nutrientes, toda e qualquer técnica que vislumbre seu aproveitamento na alimentação animal ou agrícola torna-se interessante, tendo em vista, que a reciclagem desses nutrientes é recomendável. No caso de não ser possível ou recomendável o aproveitamento desse material ‘in natura’, técnicas de tratamento devem ser aplicadas com a finalidade de proporcionar transformações vantajosas em suas características químicas ou físicas (MATOS, 2005).

Os resíduos agroindustriais podem conter muitas substâncias de alto valor econômico e nutricional. Se for empregada uma tecnologia adequada, esse material pode ser reutilizado em produtos comerciais ou matérias para processos secundários. Numerosas substâncias e moléculas relacionadas às cadeias produtivas de alimentos podem ser recicladas ou fracionadas para novas formas de utilização (FRENCH; LAFORGE, 2006; LAUFENBERG et al., 2003).

Ao contrário do que acontecia no passado, quando resíduos eram dispostos em aterros sanitários ou empregados sem tratamento para ração animal ou adubo, atualmente, conceitos de minimização, recuperação, aproveitamento de subprodutos e bioconversão de resíduos são cada vez mais difundidos e necessários para a sustentabilidade das cadeias agroindustriais, sendo que diversos estudos vêm sendo realizados na última década com este enfoque (BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2008; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2009; PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007; SOUZA; PERES; MARTINS, 2007; ZHANG et al., 2006).

2.3 Resíduos do processamento do pescado

As atividades agropecuárias e de processamento de produtos agropecuários têm gerado sérios problemas de poluição no solo, em águas superficiais e em águas subterrâneas. Como os resíduos de atividades agroindustriais apresentam, em geral, grande concentração de material orgânico, o seu lançamento em corpos hídricos pode proporcionar decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nesse meio, cuja magnitude depende da concentração de carga orgânica e da quantidade lançada, além da vazão do curso d`água receptor (MATOS, 2005).

Problemas com contaminação do lençol freático têm sido relatados pela mídia, como conseqüência do descarte de resíduo de pescado no solo sem qualquer tratamento, em alguns estados brasileiros, onde o cultivo de camarões cresceu nos últimos anos.

Quando há o lançamento de grande quantidade de material orgânico oxidável no corpo hídrico, as bactérias aeróbias, para estabilizarem o material orgânico presente, passam a utilizar o oxigênio disponível no meio aquático, baixando sua concentração na água e podendo, com isso, provocar a morte por asfixia de peixes e outros animais aeróbios.

Em caso de lançamento de grandes cargas orgânicas, além de proporcionar a morte dos animais, pode ocorrer a exalação de odores fétidos, causar eutrofização de rios e lagos e dificultar o tratamento de água para o abastecimento público (MATOS, 2005).

Durante o processamento dos alimentos ocorre a geração da chamada água residuária e de resíduos sólidos. As águas residuárias podem ser o resultado da lavagem do produto, escaldamento, cozimento, resfriamento e lavagem de equipamentos e maquinário. Os resíduos sólidos são constituídos pelas sobras do processo, descartes e lixo proveniente de embalagens, lodos de sistemas de tratamento, além de lixo gerado no refeitório, pátio e escritório da agroindústria (MATOS, 2004).

Águas residuárias do processamento de produtos de origem animal, tal como as geradas nos laticínios, matadouros e curtumes, são poluidoras, uma vez que podem conter gordura, sólidos orgânicos e inorgânicos, além de substâncias químicas que podem ser adicionadas durante as operações de processamento (MATOS, 2004; VON SPERLING, 1996).

Na indústria de processamento de produtos cárneos gera-se sangue, gordura, sólidos orgânicos ou inorgânicos, sais e compostos químicos. Na industrialização do pescado, os resíduos sólidos são constituídos de pequenos pedaços de tecido muscular, cabeças, nadadeiras, escamas, conchas, vísceras, carcaças e pele.

Além da possível contaminação direta, os maiores impactos provocados pelos resíduos sólidos orgânicos, são decorrentes da putrefação do material, quando pode ocorrer a formação de compostos popularmente, denominados “chorume”, que é um líquido com elevada demanda biológica de oxigênio (DBO), produzido com a degradação do material e a lixiviação de substâncias tóxicas, com geração de maus odores e diminuição do oxigênio dissolvido em águas superficiais. A produção de gases fétidos provoca desconforto aos seres humanos e animais, além de atrair vetores de doenças. O material orgânico é *habitat* para proliferação de micro vetores como bactérias, fungos, vírus, protozoários e macrovetores como moscas, mosquitos, baratas e ratos.

A matéria orgânica é decomposta por ação de bactérias e fungos presentes na água, formando amônia, composto tóxico para os peixes. A decomposição continua, onde a amônia, por ação das bactérias do gênero *Nitrosomonas*, é oxidada a nitrito, também tóxico. Seguindo o ciclo, as bactérias do gênero *Nitrobacter* oxidam o nitrito a nitrato, relativamente menos tóxico que seus precursores, e que é utilizado como nutriente por algas e plantas, fechando o ciclo (PÁDUA, 2006).

A disposição indiscriminada de resíduos no solo pode causar poluição do ar por exalar odores, fumaça, gases tóxicos ou materiais particulados; poluição das águas superficiais pelo carreamento de resíduos pela ação das águas de chuva e poluição do solo e das águas subterrâneas pela infiltração de líquidos (DIAS, 2006).

A importância da preservação dos recursos hídricos tem levado à necessidade de monitorar e controlar a contaminação destes ambientes; os metais pesados estão entre os contaminantes tóxicos persistentes no ambiente aquático. Portanto, suas fontes precisam ser avaliadas (CAMPOS; BENDO; VIEL, 2002).

A cadeia produtiva do pescado apresenta quantidades consideráveis de materiais não aproveitados, que são produzidos durante os processos de produção, captura e comercialização do pescado, seja este proveniente de água doce ou de origem marinha (ARVANITOYANNIS; KASSAVETI, 2008). Normalmente, este resíduo, sem nenhuma forma de tratamento, é enterrado ou jogado em corpos d`água próximos aos locais de produção. Entretanto, em algumas regiões, quando é

logisticamente possível, o resíduo do processamento marinho é utilizado para fabricação de farinha de peixe, destinada à nutrição animal.

Os resíduos de matadouros bovinos são constituídos por esterco dos currais, conteúdo estomacal e intestinal, além de ossos e pele. O aproveitamento desse resíduo pela indústria de graxarias, é freqüente. Enquanto que, na industrialização do pescado, o rendimento é muito inferior e o resíduo, normalmente, não é aproveitado.

O resíduo gerado pelas plantas beneficiadoras de pescado, principalmente na filetagem da tilápia, representa entre 62,5 e 66,5% da matéria-prima, que é desperdiçado, sendo fundamental o aproveitamento deste material para a redução do impacto ambiental (BOSCOLO; HAYASHI; SOARES, 2001).

O material residual da cadeia produtiva do pescado interfere na sustentabilidade produtiva, uma vez que diminui a lucratividade industrial (ALVERSON et al., 1994; CATCHPOLE; GRAY, 2010; PASCOE, 1997), pela falta do aproveitamento integral da matéria-prima e pelo mau emprego energético, bem como, pela poluição ambiental (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2004; KELLEHER, 2005) provocada pela ausência de um destino final ambientalmente adequado.

Spillere e Beumord (2006) buscaram avaliar o impacto do parque industrial pesqueiro localizado em Itajaí e Navegantes no Estado de Santa Catarina, Brasil. Os autores identificaram a geração de efluentes líquidos decorrentes da manipulação do pescado, e também, dos processos de limpeza e a geração de resíduos sólidos do processamento. Na maioria das situações analisadas, esses efluentes são descartados diretamente no rio, sem tratamento prévio, resultando na redução da qualidade da água, devido ao aumento de matéria orgânica e substâncias químicas no corpo receptor. Em decorrência, outros impactos são gerados, como a modificação na abundância e diversidade da biota aquática, que reflete na perda de espécies de interesse ecológico-econômico e a modificação da paisagem, que tem como conseqüência a redução do interesse turístico da região. Também, identificou-se o aumento da pressão em unidades de disposição de resíduos sólidos, como por exemplo, os aterros sanitários.

2.4 Importância do aproveitamento de resíduos gerados no processamento do pescado

Segundo a Organizações das Nações Unidas (ONU), a população mundial é estimada em 6,8 bilhões de pessoas e projetada para 9 bilhões em 2050, com expectativa de vida de 100 anos. A sociedade busca formas para suprir a demanda crescente por fontes protéicas alimentícias dentro de um cenário de sustentabilidade ambiental. Na maioria dos países, a pesca continental constitui uma fonte primordial de proteína de origem animail (FAO, 2009).

O pescado produzido pela aquicultura corresponde a mais de um quarto de todo o pescado diretamente consumido pelos humanos. A produção aquícola, no Brasil, cresceu mais rapidamente que o crescimento populacional, sendo responsável pelo consumo de 7,8 kg per capita. A aqüicultura proporcionou 47% do abastecimento mundial de pescado para alimentação em 2006, e espera-se que a aqüicultura supere a pesca de captura como fonte de pescado para alimentação (FAO, 2009).

A contribuição da aquicultura para o abastecimento mundial de pescado chegou a 36% em 2006. Estima-se que um terço do total da produção mundial de pescado não é empregada para o consumo direto na alimentação humana, e sim na elaboração de subprodutos de pescado. Anualmente, mais de 50% do resíduo do processamento da pesca mundial, cerca de 120 milhões de toneladas, constituído de ossos, pele, nadadeira, vísceras e cabeça, são descartados no ambiente sem qualquer tratamento (JUN; PARK; JUNG, 2004).

Ultimamente, o Brasil tem dado um grande exemplo de aumento de produtividade no agronegócio, pois mantendo quase a mesma área cultivada (cerca de 42 milhões de hectares), em quinze anos passou de 36 milhões de toneladas de grãos produzidos para mais de 100 milhões de t, mostrando a força das tecnologias apropriadas e a disseminação de conhecimentos. Paradoxalmente, enquanto, o país desponta como um grande produtor de pescado cultivado, atividade com índice de crescimento jamais observado em outras do setor de produção animal no país, a comercialização do pescado brasileiro se constituiu em um entrave para a manutenção da qualidade do produto que chega ao consumidor, uma vez que o alto valor nutricional desse alimento seria muito bem vindo à população. No entanto, tem-se observado no país a significativa ocorrência especialmente de microrganismos

patogênicos, agroquímicos, parasitos, bem como, contaminantes inorgânicos aliados a deposição inadequada de resíduo agroindustrial, com evidentes perigos físicos, químicos e biológicos bastante danosos à saúde humana e ao ambiente, prejudicando assim a imagem do Brasil perante o mercado interno e externo.

O setor pesqueiro brasileiro é representativo, podendo contribuir com a expansão da riqueza fornecendo alimento, empregos, impostos e dividendos ao acionistas, porém enfrenta muitos desafios ao buscar ampliar e proporcionar um desenvolvimento sustentável.

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é a segunda espécie de maior importância na aqüicultura mundial, e a primeira em volume de produção no Brasil (BRASIL, 2010), com boa aceitação no mercado consumidor, destacando-se em cultivos, por apresentar crescimento rápido e rusticidade. A produção mundial de tilápia em 2007 atingiu 2,6 milhões de toneladas e, acredita-se que em 2010 alcance o patamar de 3 milhões de toneladas (FITZSIMMONS, 2009).

Unidades processadoras de filés de tilápia têm se instalado no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, aumentando o volume de resíduos não aproveitados. No processamento para obtenção de filés refrigerados ou congelados, o rendimento médio em filé é de aproximadamente 30%, apresentando 70% de resíduos que incluem, cabeça, carcaça, vísceras, pele e escamas (VIDOTTI; GONÇALVES, 2010).

O resíduo de pescado, junto aos postos de beneficiamento e comercialização, causa sérios problemas de poluição ambiental, pois nem sempre é economicamente viável o transporte dos mesmos para as fábricas de processamento de subprodutos. A criação de novos produtos no mercado do agronegócio pode ser viabilizada pela otimização e redução do volume de resíduos sólidos de pescado processado, oferecendo vantagens no aspecto econômico e social com o surgimento de alternativas tecnológicas com valor agregado (ESPÍNDOLA FILHO et al., 2001).

Os resíduos do processamento de pescado são considerados lixo e descartados sem tentativa de recuperação (GILDBERG, 2001). Os resíduos sólidos resultantes do processamento de pescado são vísceras, peles, escamas, ossos e tecido muscular, e podem apresentar volume de cerca de 70% da matéria-prima original (BENJAKUL; MORRISEY, 1997), sendo descritos como boa fonte de proteína, enzimas e lipídeos (GILDBERG, 2001).

Dessa forma, muitos estudos têm sido realizados para reciclar este material que possui um potencial nutritivo ainda inexplorado, com objetivo de aumentar sua utilização na elaboração de alimentos, alimentos funcionais para consumo humano e animal e produtos químicos; dentre eles podemos destacar os estudos realizados por Ferraz de Arruda et al*.* (2009), Borghesi, Ferraz de Arruda e Oetterer (2008), Boscolo, Hayashi e Soares (2004), Jun, Park e Jung (2004), Šližytė, Rustad e Storrø (2005). Entretanto, devido às suas características físico-químicas, quando não é adequadamente tratado, é rapidamente degradado pela ação bacteriana, limitando as possibilidades para elaboração de co-produtos e os riscos de contaminação do ambiente.

Baseado no fato do resíduo de pescado ser uma fonte de nutrientes de baixo custo, muitos estudos têm sido realizados para utilizar os elevados valores de proteína, óleo, minerais, presentes no resíduo da cadeia produtiva do pescado, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a rentabilidade da indústria (BENITES, 2003; BOSCOLO; HAYASHI; SOARES, 2004; SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003).

Ao aproveitar esse tipo de matéria-prima de alta qualidade pode-se obter diversos produtos tais como a farinha de pescado (BOSCOLO; HAYASHI; SOARES, 2004), hidrolisados protéicos, silagem ou o óleo de peixe (BORGHESI et al*.,* 2008; CREXI; SOUZA-SOARES; PINTO, 2009; FERRAZ DE ARRUDA; BORGHESI; OETTERER, 2007; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2009), os quais podem ser utilizados como ingredientes alternativos na alimentação animal, buscando dar subsídios para a produção de rações de baixo custo, com qualidade nutricional e sem afetar o desempenho produtivo quando compradas àquelas formuladas com alimentos convencionais. A pele do pescado também pode ser aproveitada como matéria-prima de qualidade na indústria de artefatos de couro (SOUZA, 2004) para elaboração de produtos como carteiras, sapatos, bolsas, entre outros.

A indústria do pescado representa um vasto potencial, pois seus descartes podem ser transformados em produtos com aproveitamento mercadológico. O resíduo oriundo do processamento de pescado pode ser transformado em silagem, hidrolisados, farinha para consumo animal ou humano, óleo para produção de suplementos nutricionais para humanos ou ainda, biocombustíveis (WIGGERS et al*.,* 2009; WISNIEWISKI JUNIOR et al., 2010).

Outra justificativa para o aproveitamento de ordem nutricional, relaciona-se ao resíduo de pescado ser uma fonte de nutrientes de baixo custo. Muitos estudos têm

sido realizados para utilizar os elevados valores de proteína, óleo, minerais, presentes no resíduo da cadeia produtiva do pescado, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a rentabilidade da indústria (BENITES, 2003; BOSCOLO; HAYASHI; SOARES, 2004; SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003, CREXI; SOUZA-SOARES; PINTO, 2009, FELTES et al., 2010).

A tecnologia de produção do biodiesel, a partir de óleo de resíduo da industrialização do pescado, pode ser uma fonte de energia alternativa, visto que sua obtenção se dá a partir de fontes totalmente renováveis, com a produção de menor quantidade de poluentes que o diesel do petróleo (FUKUDA; KONDO; NODA, 2001).

Grande parte da tecnologia conhecida para a utilização do resíduo das indústrias de pescado e elaboração da farinha não se mostra economicamente atrativa, em vista do elevado investimento inicial. Por outro lado, o descarte de efluentes diretamente em aterros sanitários e lagoas de tratamento não é alternativa recomendável, devido ao odor desagradável que provoca nas áreas costeiras ou de águas interiores, quase sempre exploradas como pólos de lazer. Devido a forma como estão sendo dispostos são rapidamente degradados pela ação bacteriana, limitando as possibilidades para elaboração de subprodutos e aumentando os riscos de contaminação do ambiente (BRASIL, 2000). O resíduo contaminado por microrganismos representa uma fonte potencial de poluição ambiental; é encaminhado ao aterro sanitário municipal, operação que acarreta custos elevados de disposição final.

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004) os resíduos da indústria da pesca podem ser classificados como: Classe I – Perigosos (apresentam propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que oferecem risco à saúde pública e ao meio ambiente, como resíduos de pescado contaminado); Classe II – Não Inertes (com propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, como resíduos de pescado não contaminado).

O beneficiamento de pescado é um dos principais gargalos da cadeia produtiva aqüícola, uma vez que os produtores ainda vendem seus produtos *in natura*, sem valor agregado e com baixa qualidade. O setor ressente-se da falta de transferência de técnicas de processamento, provindas das pesquisas, visando aproveitamento adequado dos resíduos para obtenção de co-produtos de qualidade e minimizando o impacto da produção de resíduos no ambiente. Fica evidente,

portanto, que o esforço conjunto dos setores produtivos e do governo para aumentar a sustentabilidade da cadeia produtiva do pescado é um passo fundamental para garantir ao Brasil uma posição de destaque no cenário internacional do agronegócio.

A criação de soluções para aumentar a sustentabilidade é considerada um imperativo global. Isto é particularmente verdadeiro quando se relaciona a recursos naturais renováveis, como o pescado, cuja produção, é intrinsicamente relacionada à capacidade de sustentação do meio. O conceito de eco-eficiência ao ser colocado em prática deverá promover a sustentabilidade, porém encontra-se em estágio inicial de desenvolvimento, principalmente nas indústrias de processamento de pescado (ILES, 2007; AYER et al., 2009).

A chamada ecoeficiência pode ser definida como a disponibilização de bens e serviços com preços competitivos para satisfazer as necessidades humanas, agregando qualidade à vida, enquanto, progressivamente, reduz os impactos ecológicos e a intensidade de utilização dos recursos naturais, ao mínimo, no patamar da capacidade de sustentatação do planeta (DE-SIMONE; POPOFF, 1997; VERFAILLIE; BIDWELL, 2000).

O conceito de ecoeficiência vem sendo adotado por empresas do mundo inteiro, assegurando que seus sistemas de produção, produtos e serviços comprometam-se com uma performance econômica e ambientalmente correta. A ecoeficiência estabelece condutas de minimização do consumo de matérias-primas, substituição por matérias recicladas e a redução de custos ambientais conforme o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2000). Tais atitudes tornam-se ainda mais sensatas quando relacionadas à conservação de recursos pesqueiros, fonte rica de proteínas e ácidos graxos essenciais à alimentação humana.

A utilização de subprodutos advindos do processamento de pescado e o uso de espécies subutilizadas são alternativas para resolver a escassez de produtos de origem protéica, além de aperfeiçoar a redução do volume de resíduos sólidos, oriundos do processamento de pescado, minimizando o impacto ambiental (SILVA: LANDELL FILHO, 2003).

2.5 Tecnologias emergentes para elaboração de co-produtos destinados à nutrição animal

O rápido crescimento da aqüicultura tem aumentado a demanda por alimentos de qualidade e, dessa forma, a necessidade de utilização de óleos e farinhas de peixes vem aumentando gradativamente devido às suas qualidades nutricionais (NAYLOR et al., 2000).

A produção mundial de farinha de peixe na última década, tem se mantido entre 5,5 e 7,5 milhões de toneladas (FAO, 2009). Porém, em anos de ocorrência do fenômeno “El Niño”, com a redução na captura de pequenos pelágicos na costa chilena, a produção de farinha de peixe diminui cerca de 20%, o que resulta em um aumento significativo do preço.

A procura por ingredientes alternativos à farinha de peixe para a formulação de rações para aquicultura é crescente, uma vez que, a maioria das iniciativas de produção aquícola em águas brasileiras utiliza ração contendo farinha de peixe importada e de alto custo, e que apresentam uma logística complexa quanto ao abastecimento do mercado nacional.

No Brasil, o aproveitamento dos resíduos do comércio de pescado é pequeno; na indústria enlatadora aproveita-se as sobras para preparo de farinha de peixe, porém a qualidade desta deixa a desejar devido ao armazenamento prolongado dos descartes, visando obter o volume necessário para o processamento da farinha. Um manejo adequado do material descartado, com separação das partes comestíveis e estocagem em condições ácidas possibilitaria à indústria brasileira a preparação de co-produtos e sua utilização na alimentação animal (VALÉRIO, 1994; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2005; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006a; BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2007, 2008; BORGHESI et al., 2007).

2.6 Hidrolisados protéicos

Uma alternativa de grande potencial é o aproveitamento dos resíduos do processamento de animais na forma de hidrolisados protéicos, que apresentam alto teor protéico, peptídios, aminoácidos livres e flavorizantes, caracterizando-se como uma excelente fonte nutricional (ASPMO; HORN; EIJSINK, 2005).

Hidrolisados podem ser definidos como proteínas que são clivadas em unidades peptídicas de vários tamanhos, mediante processo proteolítico enzimático, onde enzimas atuam com catalisadores biológicos acelerando a hidrólise. Estes peptídeos são aminoácidos unidos por ligações peptídicas, onde uma ou mais subunidades polipeptídicas constituem uma molécula de proteína. Podem ser liberados a partir de proteínas precursoras de enzimas digestivas durante a digestão gastrointestinal ou em processos proteolíticos *in vitro* com proteases exógenas (VIOQUE et al., 2006).

A modificação da estrutura da proteína é empregada com o intuito de melhorar as propriedades funcionais, devido a sua especificidade e capacidade de obter uma grande variedade de grupos funcionais (ZAVAREZE et al., 2009).

A hidrólise é um processo eficiente para a solubilização das proteínas de pescado. A produção de materiais solúveis se constitui no produto final da hidrólise, e depende de diversos fatores, tais como, reagentes químicos, tipo de enzima, substrato, pH, temperatura, tempo de incubação e concentração da enzima (ADLER-NISSEN, 1986).

A hidrólise deve ser realizada em condições brandas e controladas, para garantir a manutenção da qualidade nutricional dos hidrolisados e um perfil peptídico definido e reprodutível (ADLER-NISSEN, 1986; LAHL; BRAUN, 1994; MAHMOUD; MALONE; CORDLE, 1992; MAHMOUD, 1994). A ação proteolítica no processo hidrolítico é acelerada pela adição de enzimas à matéria-prima, controlando o pH, temperatura e outras variáveis (FURLAN; OETTERER, 2002), permitindo a disponibilização dos aminoácidos livres e o nitrogênio solúvel. A alcalase é uma enzima produzida por fermentação submersa dos microrganismos *Bacillus licheniformis*. É apontanda, por muitos pesquisadores, como a enzima de melhor desempenho usada para a preparação de hidrolisados protéicos (KRISTINSSON; RASCO, 2000).

O hidrolisado protéico de pescado (Fish Protein Hydrolysated – FPH), conforme designado pela Food and Agriculture Organization (FAO), apresenta-se como uma fonte de alto valor agregado por atingir uma concentração protéica de 90%, apresentando propriedades funcionais úteis para a indústria alimentícia (OETTERER, 2006).

A hidrólise é um processo eficiente para a solubilização das proteínas do pescado (ADLER-NISSEN, 1986), que passam a apresentar propriedades funcionais

específicas, maior digestibilidade e disponibilidade de aminoácidos (GARDNER, 1998), possibilitando a utilização na dieta humana e animal como fonte de peptídeos e aminoácidos (FURLAN; OETTERER, 2002).

Os hidrolisados protéicos de pescado surgem como tecnologia promissora devido à qualidade nutricional proporcionada pela proteína de origem animal e tem sido foco para o desenvolvimento de tecnologias que permitam melhor aproveitamento dos resíduos da cadeia produtiva do pescado.

No intuito de recuperar e modificar as proteínas para produção de diversos ingredientes alimentícios e produtos de uso industrial, é interessante conhecer as propriedades funcionais específicas dos hidrolisados de pescado, visando facilitar o direcionamento da sua aplicação, contribuindo para um melhor aproveitamento e resultando em produtos de maior qualidade tecnológica e nutricional. A relação do grau de hidrólise com alguma característica funcional específica do hidrolisado permite elaborar produtos com propriedades funcionais previamente definidas (CENTENARO et al., 2009).

As proteínas produzidas pelo processo de hidrólise tendem a ter melhores propriedades funcionais, tais como, dispersibilidade, alta solubilidade em água e emulsificação, do que as produzidas pelos métodos de obtenção da farinha de peixe, concentrado protéico ou silagem. Os hidrolisados provenientes do resíduo da corvina (*Micropogonias furnieri*) apresentaram excelentes propriedades funcionais. Assim, o resíduo desta espécie, que geralmente é utilizado para produzir farinha para ração animal, pode ser utilizado para a elaboração de um produto com maior valor agregado (MARTINS; COSTA; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2009).

Espécies aquáticas e subprodutos da indústria da aqüicultura podem ser importantes fontes de peptídeos antioxidantes. A fração de proteínas solúveis da silagem de vísceras de peixe é rica em aminoácidos essenciais e tem um alto valor nutricional. Trabalhos científicos demonstram que a utilização de músculo de carpas (*Cyprinus carpio*) para a produção de peptídeos com forte atividade antioxidante é possível (LI et al., 2006), bem como em proteínas hidrolisadas de atum (*Thunnus spp.)* (JE et al., 2007). As propriedades antioxidantes dos peptídeos do pescado indicam que o hidrolisado de proteínas de subprodutos de pescado poderá ter um potencial como suplemento de alimentos nutracêuticos.

Os peptídeos bioativos são cadeias seqüenciais de aminoácidos de pequeno tamanho que podem ser liberados, e exercer efeitos benéficos para o organismo

(VIOQUE et al., 2006). Uma vez liberados, apresentam propriedades moduladoras do metabolismo, anticâncer, antimicrobianas e opióides, bem como imunomoduladores (GILL et al., 1996; PIHLANTO–LEPPALA, 2001). Estes peptídeos podem ser úteis não só à saúde do indivíduo, mas também como antioxidantes naturais para a conservação de alimentos. No entanto, sua atividade irá depender da composição e seqüência de aminoácidos e de seu peso molecular.

Na preparação de hidrolisados protéicos, estes passam pelo processo de centrifugação resultando em três fases distintas: semi-sólida, que corresponde à parte inferior contendo proteínas insolúveis; fase líquida contendo proteínas solúveis e a fração superior constituída de lipídios. A parte líquida pode ser investigada para identificação de peptídeos bioativos. Nutrientes e outras substâncias bioativas de peixes podem ser utilizados como ingredientes para alimentos funcionais podendo ser explorados para aplicações biotecnológicas e farmacêuticas (CHO et al., 2008).

Os processos biológicos que utilizam adição de enzimas são mais promissores quando se deseja produtos com alta funcionalidade e valor nutritivo, sendo a alcalase uma endo-enzima efetiva na hidrólise do resíduo e de filé de corvina (*Micropogonias furnieir*) (MARTINS; COSTA; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2009).

Hidrolisados enzimáticos foram produzidos utilizando o linguado de cauda amarela (*Limanda aspera*), através de hidrólise com pepsina e enzimas endógenas, posteriormente o material foi purificado e caracterizado em cromatografia de troca iônica. Os autores determinaram a sequência de aminoácidos do peptídeo antioxidante isolado por ultrafiltração e verificaram que o mesmo apresentou 10 resíduos de aminoácidos, contendo resíduos de tirosina, que é um potente doador de hidrogênio, sendo que, o hidrolisado produzido com pepsina inibiu a peroxidação do ácido linoléico em 70% (JUN; PARK; JUNG, 2004).

2.7 Silagem de pescado

Muitas tecnologias têm surgido no intuito de utilizar o resíduo de pescado como alimento, transformando-o em produtos nutritivos e com boa aceitação no mercado. Uma alternativa viável seria destinar o resíduo para a fabricação da silagem de pescado, por ser um produto de fácil elaboração e que não exige alto investimento. A silagem química de pescado é uma forma de hidrolisado ácido de pescado e apresenta-se como alternativa pouco onerosa para o aproveitamento de resíduos, por não empregar equipamentos caros e grandes custos energéticos. Constitui-se em um produto liquefeito obtido da ação de ácidos ou por fermentação microbiana de peixes inteiros ou de resíduo do beneficiamento de pescado.

O produto apresenta nutrientes podendo, portanto, ser de grande utilidade para a alimentação animal sendo o aproveitamento ecologicamente recomendável, em razão da alta carga de matéria orgânica que seria descartada no ambiente, se esses resíduos não fossem aproveitados (VIDOTTI; GONÇALVES, 2010).

A silagem de pescado é um método tradicional de preservação da matéria orgânica, desenvolvido na Finlândia, por volta dos anos 20. Mais tarde, o método foi sendo adaptado para evitar o desperdício do pescado. Na ensilagem, a preservação pode ser feita quimicamente, através da acidificação direta utilizando ácidos orgânicos e/ou minerais, biologicamente, onde a acidificação é realizada por microrganismos produtores de ácido lático ou por processo misto onde há a combinação dos dois métodos (KOMPIANG, 1981; TATTERSON; WINDSOR, 1974).

A atividade das enzimas proteolíticas presentes no pescado, responsáveis pela autólise protéica e lipídica do material ensilado, é acelerada por meio da adição de ácidos fracos ou fortes, sendo que essas enzimas alcançam atividade mais alta em valores de pH na faixa de 2 a 4 (GILDBERG, 2004; SANTANA-DELGADO; AVILA; STELO, 2008).

As vantagens da produção da silagem em comparação à de farinha de pescado são as seguintes: o processo é virtualmente independente de escala; a tecnologia é simples; o capital necessário é pequeno; os efluentes e problemas com odor são reduzidos; o processo da ensilagem é rápido em climas tropicais e o produto pode ser utilizado no local, porém as desvantagens estão no fato do produto ser volumoso, se na forma pastosa, a não ser que seja utilizado desidratado como

ingrediente de rações, o que implica no custo adicional da secagem (KOMPIANG, 1981).

O processo para a obtenção do ensilado é simples, prático e econômico, não exigindo equipamentos e procedimentos onerosos, como os empregados na produção de farinha de peixe (COELLO; BRITO; NONUS, 2000; DISNEY et al., 1977; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006; 2009; GILDBERG, 1993; JACKSON; KERR; COWEY, 1984; JACKSON; KERR; BULLOCK, 1984; MARTIN; BEMISTER, 1994; MORALLES-ULLOA; OETTERER, 1997; OTTATI; GUTIERREZ; BELLO, 1990; RAA; GILDBERG, 1982; SANTANA-DELGADO; AVILA; STELO, 2008; TATTERSON; WINDSOR, 1974). Portanto, a silagem é uma forma de preservação para resíduo de pescado que deve ser considerada, principalmente, em local onde não exista fábrica de farinha de peixe ou que não seja viável economicamente sua instalação (BOWER; HIETALA, 2008).

Muitos autores acreditam que devido à semelhança com a matéria-prima e à facilidade do método, a silagem tenha elevado potencial em rações para aquicultura. Entretanto, devido à oxidação lipídica que pode comprometer o valor nutricional da silagem, recomenda-se a retirada da fração lipídica e adição de antioxidantes durante sua elaboração para que se obtenha maior estabilidade (BORGHESI et al*.,* 2007; BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2008; FAO, 2010; FERRAZ DE ARRUDA; BORGHESI; OETTERER, 2007; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2009).

O grau de hidrólise protéica e a oxidação lipídica são considerados indicadores da qualidade da silagem. Os lipídios de pescado contêm quantidade elevada de ácidos graxos insaturados, susceptíveis à oxidação. Essa reação pode ser retardada pela adição de antioxidantes que atuam rompendo a cadeia de radicais livres ou decompondo os peróxidos que se formam (BEIRÃO, 2003; FERRAZ DE ARRUDA; BORGHESI; OETTERER, 2007).

O aumento no tempo de armazenamento da silagem afeta negativamente o valor nutricional do produto final. Há relação direta entre o escurecimento provocado por reações dos lipídios e a perda do valor nutritivo. Quando as proteínas são expostas à ação de lipídios peroxidados, uma porção considerável destes complexa-se com proteínas mediante associações ou ligações de hidrogênio causando perda do valor nutritivo (SALES, 1995). Ligações covalentes entre produtos oxidados e proteínas podem destruir algum aminoácido como o triptofano, oxidar a metionina e

ligar a lisina a outros compostos tornando esses aminoácidos indisponíveis (NELSON; COX, 2000).

As condições do substrato utilizado estão diretamente relacionadas à qualidade da silagem resultante. Se a silagem é preparada a partir de material em processo de decomposição, o produto obtido se apresentará com níveis elevados de degradação (FAO, 2010). Em tais produtos haverá presença de aminoácidos livres que são precursores de aminas biogênicas como cadaverinas, histaminas e putrecinas. A utilização de materiais em putrefação pode promover um risco potencial à silagem de pescado (DAPKEVICIUS; NOUT; ROMBOUTS, 2000). Se este material for utilizado como ingrediente para ração animal, estes compostos tóxicos podem causar danos ao fígado e diminuição do desempenho dos animais (KRIZEK, 1991).

Uma combinação de ácidos minerais e orgânicos não promove o abaixamento excessivo do pH e permite alcançar a estabilidade rapidamente (BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2008; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006a, 2009; LO; LIAO; GAO, 1993; GODDARD; AL-YAHYAI, 2001; KOMPIANG, 1981, MORALLES-ULLOA; OETTERER, 1995, 1997; TATTERSON; WINDSOR, 1974). Porém, em temperaturas baixas, a liquefação ocorre de forma lenta, conforme relatado por Tatterson (1982).

Vários autores concluíram que o valor do pH da silagem, para que esta permaneça estável, deve ser inferior a 4,5 (BELLO, 2004; LIEN; PHUNG; LY, 2000), sendo necessário o controle contínuo para não constituir em um ponto crítico devido à deterioração da biomassa (OETTERER, 2002). A dissolução dos ossos durante a estocagem acarreta a perda da capacidade tampão, levando, conseqüentemente, à elevação do pH (UCCI, 2004).

A liquefação da massa aumenta gradativamente, resultando em um produto com característica líquido-pastosa de coloração marrom e aroma ácido (FERRAZ DE ARRUDA et al. 2006a, 2006b; 2009; MORALLES-ULLOA; OETTERER,1997). Este aspecto se deve à contínua hidrólise protéica que acontece na silagem devido à ação das enzimas proteolíticas, naturalmente presentes no pescado, principalmente nas vísceras (HARDY et al., 1983, STONE; HARDY, 1986; GODDARD; PERRET, 2005, OETTERER, 1993).

Com a utilização de ácidos orgânicos que possuem características antimicrobianas, o pH se mantém em torno de 4 (LO; LIAO; GAO, 1993). Uma excessiva redução do pH pode provocar a aceleração da hidrólise protéica e

alteração do valor nutricional da silagem, devido a alterações indesejadas nas frações lipídicas e protéicas durante o processo de hidrólise (DAPKEVICIUS et al., 1998). O grau de hidrólise pode ser usado como critério para avaliar a qualidade da silagem de pescado (ESPE; NJAA, 1989; ESPE; LIED, 1999).

Segundo Stone et al. (1989) e Goddard e Al-Yahyai (2001) o valor nutricional da silagem pode ser controlado, limitando a hidrólise das proteínas e polipeptídeos. Os autores constataram que os peptídeos de cadeia curta (di e tripeptídeos) são melhor absorvidos que os aminoácidos livres.

O valor nutricional da silagem está na digestibilidade protéica desta, que deve ser preservada, evitando-se estocagem prolongada. O preparo da silagem não causa perda imediata de aminoácidos, por não envolver aumento de temperatura. Entretanto, depois de uma semana, começam a ocorrer perdas nutricionais (FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006a; OETTERER, 2006; MORALLES-ULLOA; OETTERER, 1997; RAA; NJAA; 1989).

Altos níveis de aminoácidos livres na dieta interferem no mecanismo de absorção de aminoácidos e peptídeos de cadeia curta. Os peptídeos de cadeia curta quando absorvidos reduzem as flutuações do nível de aminoácidos no plasma e retornam disponíveis para a síntese protéica, por períodos mais longos do que os aminoácidos livres (STONE; HARDY, 1986).

A composição centesimal da silagem varia conforme a espécie de pescado utilizada e até entre a mesma espécie, dependendo da época do ano, tipo de alimentação, grau de maturação gonadal e sexo. A composição da silagem de pescado é semelhante à matéria-prima de origem (BORGHESI et al., 2007; DISNEY; TATTERSON; OLLEY, 1977; HAARD; KARIEL; HERZBERG, 1985; FERRAZ DE ARRUDA; BORGHESI; OETTERER, 2007; KOMPIANG, 1981).

Com relação à composição em aminoácidos, o ácido glutâmico, o ácido aspártico, a leucina e a lisina são os aminoácidos encontrados em maior concentração na silagem química produzida a partir de diferentes matérias-primas (BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER., 2008; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006a; JACKSON; KERR, COWEY, 1984, HASSAN; HEATH, 1987; MORALES-ULLOA; OETTERER, 1997; VIDOTTI; CARNEIRO; VIEGAS, 2002, 2003).

Normalmente, entre os aminoácidos essenciais, o triptofano apresenta-se em menor concentração na silagem, (ARRUDA, 2004; ESPE; RAA; NJAA, 1989; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006b; GÉRON et al., 2007; STROM; EGGUM, 1981;

VIDOTTI; VIEGAS; CARNEIRO, 2003). De acordo com Fagbenro e Bello-Olusoji (1997), Aranson (1994) e Santana Delgado, Avila e Stelo (2008), o triptofano é lábil em condições ácidas.

Avaliando a composição química e a qualidade nutricional das silagens ácida (SA), biológica (SB) e enzimática elaboradas do descarte de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Borghesi (2004), encontrou valores (base na matéria seca) de: 54,25; 33,00 e 54,50 g/100 g para a proteína bruta; 12,45; 12,25 e 12,17 g/100 g para lipídeos; 8,03; 7,33 e 8,58 g/100 g para o cálcio e 4,71; 2,86 e 4,85 g/100 g para o fósforo, respectivamente para SA, SB e SE.

A silagem não deve ser considerada como um produto competidor com a farinha de peixe, na alimentação animal (BORGHESI, 2004). No entanto, como nem sempre a farinha de peixe pode suprir a demanda para elaboração de ração, pois há casos de importação dela pelos países consumidores e, devido ao crescente aumento de resíduos da industrialização do pescado, a silagem aparece como vantajosa proposta, inclusive em nível de pequenas unidades comerciais.

O produto final do processo de silagem pode ser considerado como uma fonte alternativa de proteína, principalmente em situações onde a produção de farinha de peixe não é possível ou o custo desta fonte protéica é muito alto. A farinha de peixe é um dos produtos protéicos de origem animal mais utilizados nas rações. Sua produção exige grande empate de capital, equipamentos especiais e alto consumo energético, com capacidade ociosa em algumas épocas do ano, elevando o preço do produto.

O produto final da silagem ácida ou microbiana pode substituir, parcialmente, fontes convencionais de proteína, ou ainda, atuar como palatabilizante na formulação de rações para aquicultura.

2.8 Conclusões

A necessidade de se abordar o tema da sustentabilidade, através da percepção do incipiente processo das práticas existentes na industrialização do pescado, ocorre no intuito de possibilitar oportunidades de mobilização e apropriação de técnicas que não comprometam os sistemas ecológicos e sociais, e que acrescentem novas práticas de ações garantindo a estabilidade e o controle e melhoria do ambiente.

Todo esforço deve ser feito para aumentar o consumo humano de pescado, mas sempre haverá quantidade de peixes que são tidos como inadequados ou que estão em excesso à capacidade de processamento, bem como quanto mais pescado for processado, maior volume de resíduos será gerado.

É de suma importância o desenvolvimento de novas tecnologias com vistas à utilização desse material para elaboração de co-produtos, preferencialmente, para alimentação humana.

Há registro de pesquisas conduzidas com esse objetivo, mas, enquanto o fato não se efetiva, o caminho mais curto seria reverter essas perdas, transformando os resíduos em co-produtos para utilização agrícola ou em rações animais.

REFERÊNCIAS

ADLER–NISSEN, J. **Enzyme hydrolysis of food proteins**. Oxford: Elsevier Applied Science Publishers, 1986.

AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADTA. **Canadian food trends to 2020**: a long ranger consumer outlook. Otawa: Agriculture and Agri-Food Canada, 2005. 113 p. Disponível em: <http:www4.agr.grc.ca/resources/prod/dpc/agr/pdf/ft-ta_e.pdf. Acesso em: 23 abr. 2009.

ALVERSON, D.L.; FREEBURG, M.H.; MURAWSKI, S.A.; POPE, J.G. **A global assessment of fisheries bycacth and discards**. Rome: FAO, 1996. 233 p. (FOA Fisheries Technical Paper, 339).

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; LIMA, U.A. **Biotecnologia** - Fundamentos. São Paulo: Edgar Blucher, 2001, v. 1. 254 p.

ARANSON, S. Production of fish silage**.** In: MARTIN, A.M. (Ed.). **Fishering processing biotechnological applications**. London: Chapman and Hall, 1994. p. 245–271.

ARRUDA, L.F de. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. 2004. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ARVANITOYANNIS, I.S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potencial uses. **International Journal of Food Science and Technology**,Oxford, v.43, n. 4, p.726-745, 2008.

ASPMO, S.I.; HORN, S.J.; EIJSINK, V.G.H. Enzymatic hydrolysis of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) víscera. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 40, n. 5, p.1957-1966, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**; **ABNT NBR 10005**; **ABNT NBR 10006**; **ABNT NBR 10007**. Resíduos sólidos – Coletânea de Normas. São Paulo: ABNT, 2004.

AYER, N.; COTÉ, R.P.; TYEDMERS, P.H.; WILLISON, J.H.M. Sustainnability of seafood production and consumption: an introduction to the special issue. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v.17, n.3, p. 321-324, 2009.

BEIRÃO, L.H. Curso de Tecnologia para Aproveitamento Integral do Pescado. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Centro de Tecnologia de Carnes. II Curso de Tecnologia para Aproveitamento Integral do Pescado: 9-11 de junho 2003. Campinas: ITAL/CTC, 2003. 79 p.

BELLO, R.A. **Experiências com ensilado de pescado en Venezuela**. Instituto de Ciências Y Tecnologia de Alimentos. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2004. Disponível em: <http//www.fao.org/livestock/aphp134/cap1.html>. Acesso em 23 out. 2009.

BENITES, C.I. **Farinha de silagem de resíduo de pescado**: elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies. 2003. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos). – Fundação Universidade do Rio Grande, Departamento de Química, Rio Grande, 2003.

BENJAKUL, S.; MORRISSEY, M.T. Protein hydrolysates from Pacific whiting solid wastes. **Journal of Agriculture & Food Chemistry**, Davis , v. 45, n.9, p. 3423-3430, 1997.

BORGHESI, R. **Avaliação físico-química, nutricional e biológica das silagens ácida, biológica e enzimática elaboradas com descarte e resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. A Silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos - CEPPA**. Curitiba, v. 25, n. 2, p. 329-339, 2007.

BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. Fatty acid composition of acid, biological and enzymatic fish silage. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 205-212, 2008.

BORGHESI, R.; PORTZ, L.; OETTERER, M.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility coefficient of the protein and amino acids of acid, biologic and enzymatic fish silage for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford**,** v. 14, n. 4, p. 242-248, 2007.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem tailandesa e comum, nas fases iniciais e crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. Digestibilidade aparente da energia e proteínas das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da Corvina (*Plagioscion squamosissimu*) e farinha integral do Camarão Canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a Tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 8-13, 2004.

BOWER, C.K.; HIETALA, K.A. Acidification methods for stabilization and storage of salmon by-products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Binghamton, v. 17, n. 4, p. 459-477. 2008.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. São Paulo: FIESP, ITAL, 2010. 173 p. Disponível em: <http://www.brasilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.htm>. Acesso em: 21 de out. 2010.

BRASIL. Lei Federal n. 12305 de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aproveitamento de sub-produtos do pescado. Meta 11, Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da Pesca e Aquicultura no Sul do Brasil. Convênio MAPA/Universidade do Vale do Itajaí. 2000. 130p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 313 de 29 de outubro de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 2005. **Diário Oficial**, Brasília, 31 de outubro de 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 358 de 29 de abril de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 2005. **Diário Oficial**, Brasília, 04 de maio de 2005.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. 2010 **Produção pesqueira e aquícola, estatística 2008/2009***.* Brasília: MPA. 37 p. Disponível em: <HTTP://www.mpa.gov.br>. Acesso em: 29 set. 2010.

CAMPOS, M.L.A.M.; BENDO, A.; VIEL, F.C. Métodos de baixo custo para purificação de reagentes e controle da contaminação para a determinação de metais traços em águas naturais. **Quimica Nova***,* São Paulo*,* v. 25, n. 5, p. 808-813, 2002.

CATCHPOLE, T.L.; GRAY, T.S. Reducing discards of fish at sea: a review of European pilot projects. **Journal of Environmental Management**, London, v. 91, n.3, p. 717-723, 2010.

CENTENARO, G.S.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; SALAS-MELLADO, M.; NETTO, F.M. Efeito da concentração de enzima e de substrato no grau de hidrólise e nas propriedades funcionais de hidrolisados protéicos de corvina (*Micropogonias furnieri*). **Química Nova**, São Paulo**,** v. 32, n. 7, p. 1792-1798, 2009.

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W.; USRY, J.L. Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. **Aquaculture**, Amsterdam, v.215, n. 4, p. 255-265, 2003.

CHO, S.S.; LEE, H.K.; YU, C.Y.; KIM, M.J.; SEONG, E.S.; GHIMIRE, B.K.; SON, E.H.; CHOUNG, M.G.; LIM, J.D. Isolation and Charaterizationof Bioactive Peptides from Hwangtae (*yellowish dried Alaska Pollack*) Protein Hydrolysate. **Journal of Food Science and Nutrition**, London, v. 13, n. 3, p. 196-203, 2008.

CHONG, A.S.C.; HASHIM, R.; ALI, A.B. Assesment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodon aequifasciata*) using *in vivo* and *in vitro* methods. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3, p.229-238, 2002.

COELLO, N.; BRITO, L.; NONUS, M. Biosynthesis of L-lysine by Corynebacterium glutamicum grown on fish silage. **Bioresource Technology**, Essex, v. 73, n. 5, p. 221-225, 2000.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Comunication from the Comission to the Council and European Parliament: promoting more environmentally-friendly measures – the role of technical conservation measures**. Bruxelas: COM., 438 p., 2004.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. **Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo:IPT, 370 p, 2000.

CREXI, V.T.; SOUZA-SOARES, L.; PINTO, L.A.A. Carp (*Cyprinos carpio*) oils obtained by fishmeal and ensilage process: characteristic and lipid profiles. **International Journal of Food Science &Technology**, Oxford, v. 44, n. 1, p. 1642-1648, 2009.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.Produção de peixes e ambiente – a busca pela definição, formulação e uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., São Paulo, 2006. **Anais...** São Paulo: CBNA-AMENA, 2006. CD-ROM.

DAILY, G.E. Solutions to environmental: biodiversity loss. **Scientific American**, New York, p. 58-60, abril 2010. Disponível em: http://cop10.org/docs/SA-LivingonaNewPlanet.pdf. Acesso em: 20 maio 2010.

DAPKEVICIUS, M.L.E.; BATISTA,I.; NOUT; ROMBOUTS, F.M.; HOUBEN, J. H. Lipíds and protein changes during the ensilage of blue whiting (Micromesistius poutassou Risso) by acid and biological methods. **Food Chemistry**, Barking, v. 63, n. 1, p. 97-102, 1998.

DAPKEVICIUS, M.L.E.; NOUT, R.M.J.; ROMBOUTS, F.M. Biogenic amine formation and degradation by potencial fish silage starter microorganisms. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 57, n.1, p.107-114, 2000.

DeSIMONE, L.D.; POPOFF, F. **Eco-efficiency**: the business link to sustainability. Cambridge: MIT Presse; 1997.

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade.São Paulo: Atlas, 2006. 196 p.

DISNEY, J.G.; TATTERSON, I.N.; OLLEY, J. Recent developments in fish silage. In: CONFERENCE ON THE HANDLING, PROCESSING AND MARKETING OF TROPICAL FISH, London, 1976. **Proceedings...** London: Ministry of Oversea Development, 1977. p. 321-340.

EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, Amsterdam, v.179, n. 2, p. 149-168. 1999.

EPELBAUM, M. **A influência da gestão ambiental na competitividade e no sucesso empresarial**. 2004. 190 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ESPE, M.; LIED, E. Fish silage prepared from different cooked and uncooked raw materials: chemical changes during storage at different temperatures. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v.79, n. 2, p. 327-332, 1999.

ESPE, M.; RAA, J.; NJAA, L.R. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for young rats. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 49, n.3, p. 259–270, 1989.

ESPE, M.; SVEIER, H.; HOGOY, I.; LIED, E. Nutrient absorption and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed fish protein concentrate. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 174, n.2, p.119-137, 1999.

ESPÍNDOLA FILHO, A.; OETTERER, M.; TRANI, P.E. Processamento agroindustrial de resíduos de peixes, camarões, mexilhões e ostras pelo sistema cooperativo. **Revista de Educação Continuada do CRMV-SP**, São Paulo, v. 4. n. 1, p. 52-61, 2001.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION - CEN. 2002. Traceability of fishery products - specifications of the information to be recorded in captured fish distribution chains. CEN workshop agreement. CEN, Brussels, Belgium. Disponível em: <http://193.156.107.66/ff/po/EUTrace/WGCaptured/WGC_StandardFinal.doc.>. Acesso em: 13 set. 2005.

EUROPEAN TECHOLOGY PLATFORM ON FOOD FOR LIFE. **Strategic reserarch agenda 2007-2020.** Brussels: ETP/CIAA, 2007. 68 p. Diponível em: <http://www.cordis.europa.eu/technology-platfforms/pdf/foodforlife.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2009.

FAGBENRO, O.; BELLO-OLUSOJI, O. A. Preparation, nutrient composition and digestibility of fermented shrimp head silage. **Food Chemistry**, Barking, v. 60, n. 4, p. 489-493, 1997.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2008 (SOFIA)**. Roma:FAO, 2009. 196 p.

FAO. **Animal feed resources information system**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 30 set. 2010.

FELTES, M.C.; CORREIA, J.F.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M.; NINOW, J.; SPILLER, V. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.

FERRAZ de ARRUDA, L. BORGHESI, R.; PORTZ, L.; CYRINO, J. E. P.; OETTERER, M. Fish silage in black bass *(Micropterus salmoides)* feed as an alternative to fish meal. **Brazilian Archives of Biology and Technology,** Curitiba, v. 52, n. 5, p. 1261-1266, 2009.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; BRUM, A.; D´ARCE, M. A. B. R.; OETTERER, M. Nutritional aspects of Nile tilápia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 749-753, 2006a.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; BRUM, A.S.; D'ARCE, M.; OETTERER, M. Ácidos graxos em silagem de resíduos do processamento da tilápia do Nilo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., São Paulo, 2006. **Anais...** São Paulo: CBNA-AMENA, 2006b. CD-ROM.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Fish silage - a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 5, p. 879-886, 2007.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. Silagem ácida- uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado. **Aquicultura & Pesca**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 30-33, 2005.

FIORI, M.G.S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F.A.C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbica. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5. n. 3, p. 178-191, 2008.

FITZSIMMONS, K. Panorama do mercado mundial da tilápia. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro , v. 19, n. 111, p. 54-55, 2009.

FRENCH, M.L.; LAFORGE, R.L. Closed-loop supply chains in process industries: an emprical study of producer re-use issues. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 271-286, 2006.

FUKUDA, H.; KONDO, A.; NODA, H. Biodiesel fuel production by transesterification of oils. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Osaka, v. 92, n. 5, p. 405-416. 2001.

FURLAN, E.F.; OETTERER, M. Hidrolisado protéico de pescado. **Revista de Ciência & Tecnologia**, Piracicaba , v.10, n.19, p. 79-89, 2002.

FURUYA, W.M. Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela do farelo de soja com base em proteína ideal em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus***)**. 2000. 69 p. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2000.

GAO, Y.; LO, K.V.; LIAO, P.H. Utillization of salmon farm mortalities: fish silage. **Bioresource Technology**, Essex, v. 41, n. 2, p. 123-127, 1992.

GARBOSA, F.G.; TRINDADE, J.L. Bioconversão de resíduos agroindustriais – uma revisão. In: SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 5., 2007, Ponta Grossa, **Anais...** Ponta Grossa: Universidade Tecnológica do Paraná, v.02, n.1, 2007. Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/setal/docs/artigos/2008/a2/010.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2011.

GARDNER, M.L.G. Transmucosal passage of intact peptides. In: _____. **Peptides in mammalian protein metabolism**. London: Portland Press, 1998. cap. 1, p. 11-20.

GATLIN III, D.M.; BARROWS, F.T.; BROWN, P.; DABROWKKI, K.; GAYLORD, T.G.; HARDY, R.W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, Å.; NELSON, R.; OVERTURF, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E.J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 38, n. 3, p. 551-579, 2007.

GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R.M.; MATSUSHITA, M.; KAZAMA, R.; CALDAS NETO, S.F.; FERELI, F. Chemical characterization, dry mater and crude protein degradability and vitro intestinal digestion of acid and fermented silage from tilapia filleting residue. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 136, n. 3-4, p. 226-239, 2007.

GIFFONI, P.O.; LANGE, L.C. A utilização de borra de fosfato como matéria-prima alternativa para a fabricação de tijolos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p.128-136, 2005.

GILDBERG, A. Review: enzymic processing of marine raw materials. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 1-15, 1993.

GILDBERG, A. Utilization of male Artic capelin and Atlantic cod intestines for fish sauce production – evaluation of fermentatation conditions. **Bioresource Technology**, Essex, v.76, n. 2, p.119-123, 2001.

GILDBERG, A. Enzymes and bioactive peptides from fish waste related to fish silage, fish feed and fish sauce production. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Binghamton, v.13, n. 2, p. 3-11, 2004.

GILL, I.; LÓPEZ-FANDIÑO, R.; JORBA, X.; VULFSON, E.N. Biologically active peptides and enzymatic approaches to their production. **Enzyme and Microbial Technology**, Surrey, v. 18, p. 162-183, 1996.

GODDARD, J.S.; AL-YAHYAI, D.S.S. Chemical and nutritional characteristics of dried sardine silage. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Binghamton, v. 10, n. 4, p. 39-50, 2001.

GODDARD, J.S.; PERRET, J.S.M. Co-drying fish silage for use in aquafeeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.118, n.3, p. 337-342, 2005.

GÚZMAN, J.M.; VIANA, M.T. Growth of abalone *Haliotis fulgens* fed diets with and without fish meal, compared to a commercial diet. **Aquaculture**, London, v. 165, n. 4, p. 321-331, 1998.

HAARD, N.F.; KARIEL, N.; HERZBERG, G. Stabilization of protein and oil fish in silage for use as a ruminant feed supplements. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 36, n. 4, p. 229-241, 1985.

HARDY, R.W.; SHEARER, K.P.; STONE, F.E.; WIEG, D.H. Fish silage in aquaculture diets. **Journal of World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 14, n. 1, p. 695-703, 1983.

HASSAN, T.E.; HEATH, J.L. Chemical and nutritive characteristics of fish silage produced by biological fermentation. **Biological Wastes**, Barking, v. 20, n. 3, p. 187-201, 1987.

ILES, A. Making the seafood industry more sustentable: creating production chain transparency and accountability. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 15, n.6 p. 577-589, 2007.

JACKSON, A.J.; KERR, A.K.; BULLOCK, A.M. Fish silage as a dietary ingredient for salmon. II. Preliminary growth findings and nutritional pathology. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 40, n. 4, p. 283-291, 1984.

JACKSON, A.J.; KERR, A.K.; COWEY, C.B. Fish silage as a dietary ingredient for salmon. I. Nutritional and storage characteristics. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 38, n. 3, p. 211-220, 1984.

JE, J.Y.; QIAN, Z.J.; BYUN, H.G.; KIM, S.K. Purification and characterization of an antioxidative peptide from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis**. Process Biochemistry**, Oxford, v.42, n.5, p.840-846. 2007.

JUN, S.; PARK, P.; JUNG,W. Purification and characterization of an antioxidative peptide from enzymatic hydrolysate of yellowfin sole (*Limanda aspera*) frame protein. **European Food Research & Technology**, Heidelberg, v. 219, n. 1, p. 20–26, 2004.

KELLEHER, K. Discards in the world's marine fisheries: an update. Rome: FAO, 131 p., 2005. FAO Fisheries Technical Paper, 470.

KOMPIANG, I.P. Fish silage: its prospect and future in Indonesia. **Indonesia Agricultura Research & Development Journal**, Jakarta, v. 3, n. 1, p. 9-12, 1981.

KRISTINSSON, H.G., RASCO, B.A. Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical and Functional Properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 40, n. 1, p. 43-81, 2000.

KRIZEK, M. The determination of biogrnic amines in silage. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 41, n. 1, p. 97-104, 1991.

LAHL, W.J.; BRAUN, S.D. Enzymatic production of protein hydrolysates for food use. **Food Technology**, Chicago, v. 48, n. 10, p. 68–71, 1994.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) pratical implementations. **Bioresource Technology,** Essex, v. 87, n. 2, p. 167-198, 2003.

LI, L.; WANG, J.; ZHAO, M.; CUI, C.; JIANG, Y. Artificial Neural Network for Production of Antioxidant Peptides derived from Bighead Carp Muscles with Alcalase. **Food Technology and Biotechnology**, Zagreb, v. 44, n. 3, p. 441-448. 2006.

LIEN, L.V.; PHUNG, N.T.; LY, L.V. Ensiled fish by-products as a protein supplement for fattening pigs. In: WORKSHOP-SEMINAR MAKING BETTER USE OF LOCAL FEED RESOURCES, 2000, Cantho. **Resumes…** [S.1.]: SAREC/UAF, 2000.

LO, K.V.; LIAO, P.H.; GAO, Y. Effects of temperature on silage production from salmon farm mortalities. **Bioresource Technology**, Essex, v .44, n.1, p. 33–37, 1993.

MAHMOUD, M.I. Physicochemical and functional properties of protein hydrolysates in nutritional products. **Food Technology**, Chicago, v. 48, n.10, p. 89–95, 1994.

MAHMOUD, M.I.; MALONE, W.T.; CORDLE, C.T. Enzymatic hydrolysis of casein: effect of degree of hydrolysis on antigenicity and physical properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 5, p. 1223–1229, 1992.

MARTIN, A.M.; BEMISTER, P.L. Use of peat extract in the ensiling of fisheries wastes. **Waste Management and Research**, Thousand Oaks, v.12, n.6, p. 467-479, 1994.

MARTINS, V.G.; COSTA, J.A.V.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Hidrolisado Protéico de pescado obtido por vias química e enzimática a partir de Corvina (*Micropogonias furnieri*). **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 61-66, 2009.

MATOS, A.T. **Manejo e tratamento de resíduos agroindustriais**. Viçosa: AEAGRI. 128 p., 2005 (Série Cadernos Didáticos, 31).

MATOS, A.T**. Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos**. Viçosa: AEAGRI. 136 p., 2004 (Série Cadernos Didáticos, 38).

MICHAELIS dicionário eletronico de língua portugesa. 27 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MORALES-ULLOA, D.F.; OETTERER, M. Bioconversão de resíduos da indústria pesqueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 206-214, 1995.

MORALES-ULLOA, D.F.; OETTERER, M. Composição em aminoácidos de silagens químicas, biológicas e enzimáticas preparadas com resíduo de sardinha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 252-258, 1997.

NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R.J.; PRIMAVERA, J.H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M.C.M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, London, v. 405, n. 6790, p. 1017-1024, 2000.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger principles of biochemistry**. New York: Worth Publication, 2000. 145 p.

NEW, M.; CSAVAS, I. Will there be enough fish meal for fish meals? **Aquaculture Europe***,* Oostende, Belgium*,* v. 19, n. 3, p. 6-13, 1995.

NOLASCO, A.M. **Resíduos da colheira e beneficiamento da caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam) D.C.**: caracterização e perspectivas. 2000. 171 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaiba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 200p.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual do pescado. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 5, n. 1, p.119-134, 1993.

OETTERER, M. Proteínas do pescado - processamento com intervenção protéica. In: OETTERER, M.; REGITANO D´ARCE, M.A.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos***.* Barueri: Manole, 2006. p. 99-134.

OTTATI, M.; GUTIERREZ, M.; BELLO, R. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 4, n. 3, p. 408-425, 1990.

OZORIO, R.O.A.; TURINI, B.G.S.; MÔRO, G.V.; OLIVEIRA, L.S.T.; PORTZ, L.; CYRINO, J.E.P. Growth, nitrogen gain and indispensable amino acid retention of pacu (*Piaractus mesopotamicus,* Holmberg 1887) fed different brewers yeast (*Saccharomyces cerevisae)* levels. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 276-283, 2010.

PÁDUA, H.B. **Sabores e odores em sistemas aquáticos**. Disponível em: <http://www.serrano.neves.nom.br/helcias/019_helcias.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2006.

PASCOE, S. **Bycatch management and the economics of discarding**. Rome: FAO, 1997. 137 p. (FAO Fisheries Technical Paper, 370).

PELIZER, H.L.; PONTIERI, H.M.; MORAES, O.I. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. São Paulo: **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 2, n. 1, p.118-127, 2007.

PEREIRA, T.G.; OLIVA-TELES, A. Evaluation of micronized lupin seed meal as an alternative protein source in diets for gilthead sea bream *Sparus aurata* L. juveniles. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 35, n. 9, p. 828-835, 2004.

PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995, Campos de Jordão. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. p. 34-52.

PIHLANTO-LEPPÄLÄ, A. Bioactive peptides derived from bovine whey proteins: opioid and ace-inhibitory peptides. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 11, n. 9, p. 347-356, 2001.

PINTO, S.A.G. **Fermentação em estado sólido**: uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br?home/down/index.php?pub/cot_102.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2007.

PORTZ, L. **Utilização de diferentes fontes protéicas em dietas formuladas pelo conceito de proteína ideal para o "black bass" (*Micropterus salmoides*)**. 2001. 111p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PORTZ, L.; CYRINO, J.E. Digestibility of nutrients and amino acids of different protein sources in practical diets by largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 35, n. 4, p. 312-320, 2004.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish silage: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** Boca Raton, v.16, n.4, p.383-419, 1982.

RAA, M.E.J.; NJAA, L.R. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for young rats. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 49, n. 3, p. 259-270, 1989.

SALES, J.; BRITZ, P.J. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for South African abalone (*Haliotis midae* L.). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 55-64, 2003.

SALES, R.O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas experimentais com ratos**. 1995. 174 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SANTANA-DELGADO, H.; AVILA, E.; STELO, A. Preparation of silage from Spanish mackerel (*Scomveromorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 141, n. 2, p.129-141, 2008.

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 333-337, 2003.

SILVA, H.B.R.; LANDELL FILHO, L.C. Silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos em crescimento – parâmetro de desempenho e organolépticos. **Acta Scienctiarum**, Maringá, v. 25, n. 1, p.1137-1141, 2003.

ŠLIŽYTĖ, R.; RUSTAD, T.; STORRØ, T. Enzymatic hydrolysis of cod (*Gadus morhua*) by-products optimization of yield and properties of lipid and protein fractions. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 40, n. 12, p. 3680-3692, 2005.

SOUZA, L.F.; PERES, A.P.; MARTINS, B.V. **Estudo do desenvolvimento micelial através do cultivo da *Lentinula eclodes* em resíduos agroindustriais e de indústrias madeireiras da região de Ponta Grossa**. 2007. 65 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2007.

SOUZA, M.L.R. **Tecnologia para processamento das peles de peixe**. Maringá: Ed. da Universidade Estadual de Maringá, 2004. 59p. (Coleção Fundamentum, 11).

SPILLERE, L.C.; BEAUMORD, A.C. Formulação de uma hipótese global de situação de impacto para o parque industrial pesqueiro instalado em Itajaí Navegantes – SC. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 380-381, 2006.

STONE, F.E.; HARDY, R.W. Nutritional value of acid stabilised silage and liquefied fish protein. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 37, n. 8, p. 797-803, 1986.

STONE, F.E.; HARDY, R.W.; SHEARER, K.D.; SCOTT, T.M. Utilization of fish silage by rainbow trout. **Aquaculture,** Amsterdam, v. 83, n.2, p. 109-118, 1989.

STRAUS, E.L.; MENEZES, L.V.T. Minimização de resíduos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17., 1993, Natal. **Anais...** Natal: ABES, 1993, p. 212-225.

STROM, T.; EGGUM, B.O. Nutritional value of fish viscera silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 32, n. 2, p. 115-20, 1981.

TACON, A.G.J. **Feed ingredients for carnivorous fish species: alternatives to fish meal and other fisheries resources.** In: FAO Fisheries Circular, v.881. Roma: FAO, 1994. 35p.

TATTERSON, I.N. Fish Silage – preparation, properties and uses. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 7, n. 2, p. 153-159, 1982

TATTERSON, J.N.; WINDSOR, M.L. Fish silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 25, n. 1, p. 369-379, 1974 .

TIMOFIESCYK, F.R.; PAWLOWSKY, U. Minimização de resíduos na indústria de alimentos: revisão. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 221-236, 2000.

UCCI, P. **Produção de silagem de pescado a partir de resíduo de industrialização de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)**. 2004. 32 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) - Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2004.

VALÉRIO, A.C.R. **Elaboração de silagem enzimática de pescado como alternativa ao processo tradicional**. 1994. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

VERFAILLIE, H.A.; BIDWELL, R. **Measuring eco-efficiency, a guide to reporting company perfomance**. Geneva: WBCSD; 2000. 231 p. Disponível em: <http:www.wbcsd.org>. Acesso em 20 fev. 2011.

VIDOTTI, R.M.; CARNEIRO, D.J.; VIEGAS, E.M.M. Growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus)* fingerlings fed diets containing co-dried fish silage as replacement of fish meal. **Journal of Applied Aquaculture**, New York, v. 12, n. 4, p. 77-88, 2002.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. Disponível em: <www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2010.

VIDOTTI, R.M.; VIEGAS, E.M.M.; CARNEIRO, D.J. Amino acid composition of processed fish silage using diferent raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 105, n. 1-4, p. 199-204, 2003.

VIOQUE, J.; PEDROCHE, J.; YUST, M. M.; LQARI, H.; MEGÍAS, C.; GIRÓN-CALLE, J.; ALAIZ, M.; MILLÁN, F. Peptídeos bioativos em proteínas vegetais de reserva. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, p. 99-102, 2006.

Von SPERLING, M. Tratamento e destinação de efluentes líquidos da agroindústria. Brasília: ABEAS; Viçosa: DEA/UFV, 92 p., 1996. (Módulo 6.2)

WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, Tokyo, v. 68, n. 2, p. 242-252, 2002.

WEISFLOG, W. **Michaelis**: Dicionário Eletronico de Língua Portuguesa. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/. Acesso em: 25 jan. 2011.

WIGGERS, V.R.; WISNIEWSKY JUNIOR, A.; SIMIONATTO, E.L.; MEIER, H.F.; BARROS, A.A.C.; MADUREIRA, L.A.S. Biofuels from waste pyrolysis: Continous production in a pilot plant. **Fuel**, Guildford, v. 88, n. 11, p. 2135-2141, 2009.

WISNIEWSKY JUNIOR, A.; WIGGERS, V.R.; SIMIONATTO, E.L.; MEIER, H.F.; BARROS, A.A.C.; MADUREIRA, L.A.S. Biofuels from waste pyrolysis: chemical composition. **Fuel**, Guildford, v. 89, n. 3, p. 563-568, 2010.

YAMAMOTO, S.T.; SOBRINHO, A.G.S; VIDOTTI, R.M; JUNIOR, A.C.H; PINHEIROS, R.S.B; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1131-1139, 2007.

ZAVAREZE, E.R.; SILVA, C.M.; SALAS-MELLADO, M.; PRENTICE-HERNÁNDÉZ, C. Funcionalidade de hidrolisados protéicos de cabrinha (Prionotus punctatus) obtidos a partir de diferentes proteases microbianas. **Química Nova**, São Paulo , v. 32, n. 7, p. 1739-1742, 2009.

ZENI, G.; PENDRAK, I.P. **Bioconversão de celulose em proteína utilizando a levedura *Cândida utilis* e o fungo *Pleorotus ostreatus*.** 2006. 69 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2006.

ZHANG, R.; EL-MASHAD, H.M.; HARTMAN, K.; FENGYU, W.; LIU, G.; CHOAT, C.; GAMPLE, P. Characterization of food waste as feeedstock for anaerobic digestion. **Bioresource Technology**, Essex, v. 98, n. 4, p. 929-935, 2006.

3 SELEÇÃO SUSTENTÁVEL DO AGENTE ACIDIFICANTE PARA ELABORAÇÃO DE SILAGEM DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE PESCADO

Resumo

A elaboração da silagem de pescado é uma alternativa para aumentar a receita e a eficiência de produção da indústria e, conseqüentemente, minimizar os problemas ambientais e de sanidade, provenientes do resíduo de pescado. O objetivo desta pesquisa foi selecionar os ácidos mais adequados para elaborar a silagem química de pescado, levando em consideração os riscos ambientais e para a saúde humana, o custo e a acessibilidade do agente acidificante. Realizou-se uma revisão das principais pesquisas sobre produção de silagem química, para comparação entre os diferentes ácidos escolhidos e suas respectivas metodologias. Foi também, realizada uma análise de mercado na qual foi considerada a facilidade de acesso aos reagentes, assim como, a consulta das Fichas de Segurança do Produto Químico (FISPQ) para avaliar a periculosidade do ácido ao meio ambiente e à saúde humana. Nenhum dos ácidos utilizados nas pesquisas consultadas apresentam os três fatores concomitantemente satisfatórios: custo, acessibilidade e periculosidade para o ambiente e à saúde humana. A utilização do ácido cítrico anidro aparenta ser a melhor escolha; além de ser um ácido orgânico, ele não oferece riscos à saúde ou ao meio ambiente, não é um produto controlado e apresenta baixo custo.

Abstract

The elaboration of fish silage is an alternative to minimize the environmental and sanity problems from fish residue. The objective of this research was to select the most appropriate acid for the preparation of chemical fish silage; market analysis considering environmental and human risks, cost and supply of acidifying agent was performed. A review of major research on the production of acid silage was conducted to compare the different acids chosen and their respective methodologies. A market analysis considering the ease of acquisition of reagents as well as examination of the Material Safety Data Sheets (MSDS) was also conducted to assess the dangerousness of acid to the environment and human health. None of the acids used in research presents the three factors simultaneously satisfactory: cost, accessibility and hazardous to the environment and human health at the same time. The use of anhydrous citric acid seems to be the best choice; moreover, it is an organic acid, offers no major risks to health and environment, it is not a controlled product and has an affordable cost.

3.1 Introdução

A cadeia produtiva do pescado possui potencial para ocupar um espaço destacado entre as atividades econômicas brasileiras. Entretanto, ainda há muito a melhorar no setor pesqueiro para que se atinja uma situação ideal em relação à distribuição das unidades processadoras, logística de distribuição, produção de co-produtos e disposição e tratamento dos resíduos. Este último fator é preocupante do ponto de vista ambiental devido à possibilidade de contaminação do solo e recursos hídricos, com conseqüentes riscos à saúde humana e ambiental.

A gestão do resíduo de pescado é necessária por representar uma economia significativa de energia e financeira. Além disso, a utilização do resíduo de pescado como subproduto evita seu desperdício e sana um problema ambiental. Neste sentido, ações específicas de natureza ambiental e ecológica devem ser propostas com o objetivo de contribuir para a exploração sustentável e racional dos recursos, bem como para minimizar o impacto adverso que os resíduos gerados por esta atividade produzem no ambiente, buscando a gestão responsável e sustentável do agronegócio do pescado.

Dentre os impactos causados pelos resíduos sólidos de pescado, destacam-se os efeitos negativos causados pela biodeposição que se acumula sob e no entorno das áreas de cultivo; com subseqüente enriquecimento orgânico do leito com alterações da comunidade de invertebrados bentônicos frente ao estresse ambiental (CALLISTO, 2000). Portanto, estudos que priorizem a minimização dos resíduos e sua reciclagem ao longo da cadeia produtiva podem servir de suporte para definição de políticas públicas, que orientem a expansão da aquicultura dentro de bases ambientalmente sustentáveis no Brasil.

Os resíduos da industrialização do pescado podem ser encaminhados para vários tipos de aproveitamento e divididos em quatro categorias: alimentos para consumo humano, ração para animais, fertilizantes e produtos químicos. A maioria se destina à produção de farinha para consumo animal (OETTERER, 2002). Entretanto, a farinha de peixe produzida no Brasil possui um baixo valor nutricional, alto custo, além da sua produção ser sazonal (VIDOTTI, 2001). É uma tecnologia que utiliza grande quantidade de calor e promove a poluição, devido ao odor desagradável que provoca no locais de produção.

Uma alternativa seria destinar o material residual, após seleção das partes comestíveis, à elaboração da silagem de pescado. Este subproduto é definido como um produto líquido ou pastoso, produzido a partir do pescado inteiro ou partes dele, ao qual tenham sido adicionados ácidos (silagem ácida), enzimas (silagem enzimática) ou bactérias produtoras de ácido láctico (silagem biológica) (TATTERSON; WINDSOR, 1974).

As vantagens de realizar esta técnica estão na simplicidade tecnológica, baixo custo de produção, dispensa mão-de-obra especializada, apresenta odores e efluentes reduzidos, independe de escala, e por isso beneficia o pequeno produtor, o processo é rápido em clima tropical, o produto tem alto valor protéico e pode ser produzido e utilizado no local (BENITES; SOARES, 2003; BORGHESI, 2004; ESPÍNDOLA-FILHO, 1999; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2005). Entretanto, apresenta desvantagem em relação à produção de farinha de peixe devido ao grande volume do produto, dificultando o transporte e o armazenamento (BORGHESI, 2004; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2005).

A silagem não deve ser considerada como um substituto da farinha de peixe e sim uma alternativa (BEERLI, E.L.; BEERLI, K.M.C.; LOGATO, 2004; BENITES; SOARES, 2003; BOSCOLO et al., 2010; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2005). Há vários estudos comprovando a qualidade de formulações contendo silagem de pescado e que apresenta boa palatabilidade e digestibilidade (BOSCOLO et al., 2010; PIMENTA et al., 2008; GERÓN et al., 2006; GODDARD; PERRET, 2005; VIDOTTI, 2001).

O objetivo básico da silagem de pescado é acidificar o meio para garantir a conservação do material, evitando a putrefação bacteriológica (CARMO et al., 2008). O pH baixo favorece a ação das enzimas naturalmente presentes no pescado que são responsáveis pela hidrólise protéica (BORGHESI, 2004). No caso da silagem ácida, é necessário controlar o pH pois conforme o ácido utilizado, por exemplo, se utilizados apenas ácidos inorgânicos o pH deve ser em torno de 2,0 para evitar a ação bacteriana, necessitando de neutralização antes do uso como ingrediente (VIDOTTI, 2001). Porém, se forem utilizados ácidos orgânicos que possuem propriedades antibacterianas, o pH deverá estar entre 4 e 4,5 (LO; LIAO; GAO, 1993).

O insumo comumente utilizado para elaboração da silagem química é a solução ácida. A seleção do agente acidificante é importante e interfere na

performance da digestibilidade para liberação de peptídeos e nos custos da silagem elaborada. Benites e Soares (2003), preconizam a escolha baseada em três fatores: custo, disponibilidade e ação bactericida. Entretanto, para que este subproduto possa realmente ser considerado sustentável, além desses fatores, deve ser considerada a periculosidade do ácido ao ambiente e à saúde humana.

3.2 Desenvolvimento

Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre produção de silagem ácida, para comparação das metodologias e dos ácidos utilizados pelos vários autores. Foi realizada a análise de mercado e considerada a facilidade de acesso aos diferentes reagentes, através de consulta às empresas fornecedoras que disponibilizaram os valores praticados comercialmente na cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo – Brasil, em setembro de 2010, assim como, consulta às Fichas de Segurança do Produto Químico – FISPQ (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010f, 2010g; QUIMIDROL, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010f; SUPER QUÍMICA, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010f, 2010g) para avaliar a periculosidade do ácido ao meio ambiente e à saúde humana.

Foram selecionadas trinta e três publicações compreendendo os anos de 1974 a 2009, conforme apresentado no Quadro 1.

(continua)

ABIMORAD, E.G.; STRADA, W.L.; SCHALCH, S.H.C.; GARCIA, F.; CASTELLANI, D.; MANZATTO, M. R. Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44,n. 5, p. 519 – 525, 2009.

BEERLI, E.L.; BEERLI, K.M.C.; LOGATO, P.V.R. Silagem ácida de resíduos de truta (Oncorhynchus wykiss), com a utilização de ácido muriático. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 196-200, 2004.

BENITES, C.I. **Farinha de silagem de resíduo de pescado**: elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies. 2003. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Alimentos) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2003.

BORGHESI, R.; PORTZ, L.; OETTERER, M.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility coefficient of protein and amino acids of acid, biological and enzymatic silage for Nile tilapia (*Oreocromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 13, n.4, p. 1-7, 2007a.

BORGHESI, R.; OETTERER, M.; FERRAZ DE ARRUDA, L. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 329-339, 2007b.

BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. Fatty acid composition of biological and enzymatic silage. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 205-212, 2008.

BOSCOLO, W.R. ; SANTOS, A. M.; MARTINS, C. V. B.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A. A. Avaliação microbiológica e bromatológica da silagem ácida obtida de resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 515-522, Abr./Jun. 2010.

BUENO R.J. **Silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápias em dietas de alevinos de piauçu *Leporinus macrocephalus.*** 2006. 54 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006..

CARMO, J. R.; PIMENTA, C.J.; PIMENTA, M.E.S.G; OLIVEIRA, M. M.; LOGATO, P.V.R.; FERREIRA, L. R. O. Caracterização de silagens ácidas de resíduos de tilápia *(Oreochromis niloticus)*. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 5, p. 664-672, Set./Out. 2008. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/067V5N5P664_672_SET2008_.pdf>. Acesso em 26 ago. 2010.

COSTA, C.N.; PORTZ, L.; HISSANO, H.; DRUZIAN, J.I.; LEDO, C.A.S. Silagem ácida do resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* em rações para tilápia do Nilo**. Acta Scientiarum,** Maringá, v.31, n. 2, p. 161-167, 2009

DISNEY, J.G.; TATTERSON, I.N.; OLLEY, J. Recent developments in fish silage. In: PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE ON THE HANDLING, PROCESSING AND MARKETING OF TROPICAL FISH. London, 1976. Ministry of Overseas Development. 1977. p.231- 240.

ESPÍNDOLA-FILHO, A. **Utilização do resíduo sólido de peixe, camarão e bivalves como ingrediente de ração para aqüicultura** 1999. 196 p. Dissertação (Doutorado em Saneamento Ambiental) - Universidade Prebisteriana Mackenzie, São Paulo, 1999.

FERRAZ DE ARRUDA, L. , BORGHESI, R, BRUM, A.; D`ARCE, M. A. B. R., OETTERER, MNutritional aspects of nile tilapia (Oreochromis niloticus) silage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 26, n. 4 p. 749-753,Dez. 2006.

Quadro 1 – Referências selecionadas para apoio à seleção do agente acidificante

(continua)

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R., PORTZ, L., CYRINO, J. E. P., OETTERER, M. Fish silage in black bass (*Micropterus Salmoides*) feed as an alternative to fish meal. **Brazilian Archives of Biology and Technology**,Curitiba, v. 52, n. 5, p. 1261-1266, Out. 2009 .

FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. Silagem ácida- uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado. **Revista Aquicultura & Pesca**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 30-33, 2005.

GERON, L.J.V.;, ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R. M; GUIMARÃES, K.C.; KAZAMA, R. OLIVEIRA, F.C.L. Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações contendo silagens de resíduo da filetagem de tilápia. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 437-445, Out./Dez. 2006.

GERON, L.J.V; ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R.M.; MATSUSHITA, M., KAZAMA, R.; CALDAS NETO, S.; FERELI, F. Chemical characterization, dry matter and crude protein ruminal degradability and *in vitro* intestinal digestion of acid and fermented silage from tilapia filleting residue. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 136, n.3-4, p. 226-239, 2007.

GODDARD, J.S.; PERRET, J.S.M. Co-drying fish silage for use in aquafeeds. **Animal Feed Science and Tecnhnology**, Amsterdam, v. 118, n. 3-4, p. 337-342, 2005.

GODDARD, J.S.; AL-YAHYAI, D.S.S. Chemical and Nutritional Characteristics of Dried Sardine Silage'. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Binghamton, v. 10, n. 4, p. 39-50, 2001.

HAALAND, H.; NJAA, L.R. Total volatile nitrogen: a quality criterion for fish silage?, **Aquaculture**, Amsterdam, v. 79, n.1-4, p. 311-316, 1989.

KOMPIANG, I.P. Fish silage, its prospect and future in Indonesia. **Indonesian Agricultural Research & Development Journal**, Jakarta, v.3, n.1, p. 9-12, 1981.

KOTZAMANIS, Y.P. ; GISBERT, E. ; GATESOUPE, F.J. ; ZAMBONINO INFANTE, J.L. ; CAHU, C. Effects of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive enzymes, gut microbiota, and resistance to Vibrio anguillarum in European sea bass (Dicentrarchus labrax) larvae. **Comparative Biochemistry and Physiology**, part A, v. 147, p. 205-214, 2007.

LO, K.V.; LIAO P.H.; GAO, Y.; Effect of temperature on silage production from salmon farm mortalities. **Bioresource Technology**, Essex, v. 44, n. 1, p. 33-37, 1993.

MACHIN, D.H.; PANIGRAHI, S.; BAINTON, J.; MORRIS, T.R. Performance of broiler chicks fed in low and high oil fish silages in relation to changes taking place in lipid and protein components. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 3-4, p. 199-233, 1990.

MORALES-ULLOA, D.F.; OETTERER, M. Composição em aminoácidos de silagens químicas, biológicas e enzimáticas preparadas com resíduos de sardinha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.17, n. 3, p. 252-258, Dez. 1997.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 119-134, 1993/1994.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; PIMENTA, C.J.; CAMARGO, A.C.S.; FIORINI, J.E., LOGATO, P.V.R. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1196-1204, Dez. 2006.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; PIMENTA, C.J.; CAMARGO, A.C.S., FIORINI, J.E.; PIMENTA, C.J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - análise bromatológica, fisico-química e microbiológica. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1218-1223, Nov./Dez. 2006.
PIMENTA, M. E. S.J; OLIVEIRA, M.M.; LOGATO, P.V.R., PIMENTA, C. J.; FREATOS, T.A. Desempenho produtivo e digestibilidade pela tilápia do nilo *(Oreochromis niloticus linnaeus, 1758)* alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1953-1959, Nov./Dez. 2008.
SECCO, E.M.; STÉFANI, M.V.; VIDOTTI, R.M. Substituição da farinha de peixe pela silagem de peixe na alimentação de girinos rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3. p. 505-509, 2002.
SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 333-337, Jul./Dez., 2003.
TATTERSON, I.N.; WINDSOR, M.L. Fish silage. **Journal Science Food Agriculture,** Londres, v. 25, n. 1, p. 369-379, 1974.
VIDOTTI, R.M. **Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus)***. 2001. 65 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

Quadro 1 – Referências selecionadas para apoio à seleção do agente acidificante

(conclusão)

3.2.1 Resultados e discussão

Os romanos, por volta de 525 a.C., foram os primeiros a converterem os resíduos da pesca em um produto. O material constituído de brânquias e vísceras de grande variedade de espécies era acondicionado em recipientes herméticos onde ocorreria a decomposição, devido às enzimas proteolícas presentes nas vísceras. O material resultante, uma espécie de molho de peixe espesso, era denominado *garum*. A decantação desse material deixava um resíduo parcialmente hidrolisado, conhecido como *alec,* ao qual eram adicionados mais peixes e salmoura para produção de uma substância semi-sólida conhecida como *putrilage*. Ambos, *garum e putrilage*, tornaram-se iguarias que eram exportadas do sul da Itália para todo o Império Romano (MANDELLI, 1972; SALLES, 1995).

A silagem semelhante à produzida atualmente, foi desenvolvida em 1920, por A. I. Virtanen que utilizava ácidos clorídrico e sulfúrico no substrato constituído de vegetais (RAA; GILBERG, 1982). Pesquisas com peixes se iniciaram em 1936, na

Suécia, quando experimentos, utilizando ácidos clorídrico, sulfúrico, e fórmico, foram conduzidos (TATTERSON; WINDSOR, 1974).

3.2.1.1 Elaboração da silagem química de pescado

Para o preparo da silagem química, a matéria-prima deve se apresentar em pequenos pedaços ou estar moída. A seguir, adiciona-se o ácido para permitir a ação deste até a liqüefação ocorrer. Normalmente, emprega-se a temperatura ambiente e a estocagem desse sistema por um certo tempo levará às modificações bioquímicas desejadas. É importante revolver a mistura para que os peixes entrem em contato com o ácido, uma vez que partes do material sem tratamento podem entrar em decomposição. Após a mistura inicial, o processo de silagem inicia-se naturalmente, desde que seja feito revolvimento ocasional para proporcionar a uniformidade desejada (OETTERER, 1999).

3.2.1.2 Soluções ácidas

Disney, Tatterson e Olley (1977) concluíram em seus experimentos que a combinação de um ácido inorgânico e o ácido fórmico (combinando assim um baixo pH com uma ação bactericida) promoveram um tratamento econômico e eficiente. Várias concentrações do ácido fórmico foram testadas e os respectivos valores de pH alcançados dependiam das espécies de peixes utilizadas como matéria-prima e das concentrações das soluções acidificantes utilizadas.

Ácidos orgânicos, como o ácido fórmico, são geralmente mais onerosos que os inorgânicos, no entanto, produzem silagens menos ácidas e que não exigem neutralização antes do uso. A ação bactericida do ácido deve ser considerada. Uma mistura de ácidos fórmico e propiônico tem sido recomendada. No caso de se utilizar a proporção 1:1; fórmico- propiônico e adição de 3% volume/peso à biomassa, a silagem que se obtém é estável e com aroma acidificado (KOMPIANG, 1981).

Em pesquisa desenvolvida com sardinhas do Mediterrâneo (*Sardina pilchardus*), citada por Tatterson e Windsor (1974) indicou-se como a solução mais aceitável e de menor custo a mistura de 6:1, ácido sulfúrico e ácido fórmico.

Oetterer (1993, 2006) e Espíndola Filho (1999) sugerem o uso dos ácidos sulfúrico e hidroclorídrico, geralmente menos onerosos, mas com o incoveniente de produzirem silagens com pH muito baixos e, portanto exigem neutralização antes do uso, ou dos ácidos propiônico e fórmico, na proporção de 1:1 a 3% v/p. Estes são geralmente onerosos, porém proporcionam pH próximo de 4 dispensando a neutralização da silagem. A escolha do ácido propiônico também apresenta uma vantagem devido à atividade atividade fungicida deste.

A utilização do ácido fórmico para preservação de material residual destinado a rações iniciou após a Segunda Guerra, sendo que, Tatterson e Windsor (1974) recomendam o emprego apenas do ácido fórmico a 3,5% v/p.

A mistura do ácido sulfúrico com ácido fórmico ou com o ácido fosfórico na proporção de 3:1, ambos a 3,5%, mostrou ser eficiente na produção da silagem química. Esta possibilidade de substituição do ácido fórmico pelo ácido fosfórico é interessante, pois permite a manipulação dos custos de produção da silagem (ESPÍNDOLA FILHO, 1999).

Outros cinco trabalhos (BENITES; SOARES, 2003; GODDARD; PERRET, 2005; MORALLES-ULLOA; OETTERER, 1997; OLIVEIRA et al., 2006; PIMENTA et .al. 2008) selecionaram a solução ácida de acordo com citações de outros autores (NUNES, 2001; GODDARD; AL-YAHYAI, 2001; KOMPIANG, 1981;TATTERSON; WINDSOR, 1974).

Em 21, dos 33 trabalhos analisados, não há referências quanto ao critério de seleção do acidificante, assim como, para a proporção do volume de ácido utilizado pela massa de resíduo (v/p). Os ácidos mais comumente escolhidos são o ácido sulfúrico, ácido fórmico, ácido acético glacial e o ácido propiônico. Entre os trabalhos analisados, alguns autores como Bueno (2006), Benites e Soares (2003), Lo, Liao e Gao (1993) e Beerli, E.L., Beerli, K.M.C. e Logato (2004) utilizaram novas formulações buscando redução nos custos. Bueno (2006) utilizou o ácido fosfórico e o ácido acético; Benites e Soares (2003) utilizaram vinagre comercial devido ao seu baixo custo, Lo, Liao e Gao (1993) empregaram a combinação de ácido cítrico e ácido fórmico e Beerli, E.L., Beerli, K.M.C. e Logato (2004) utilizaram ácido muriático.

3.2.1.3 Fatores de escolha do ácido para elaboração de silagem

Foram considerados quatro fatores como prioridades de seleção de um ácido para produção de silagem de pescado: periculosidade para o ambiente, periculosidade para a saúde humana, acessibilidade e custo.

3.2.1.3.1 Periculosidade

Quanto à periculosidade, se tomadas as devidas providências de segurança, o risco de acidente pode ser minimizado. Entretanto, deve-se considerar em caso de acidente, qual ácido apresenta o menor perigo em relação ao ambiente (contaminação do ar, solo e água) e à saúde (seja por inalação, ingestão ou contato dérmico).

3.2.1.3.2 Risco ao meio ambiente

Todos os ácidos citados causam danos ao meio ambiente (Tabela 1). Os ecossistemas mais afetados são os aquáticos, devido às mudanças no pH que podem decorrer de eventuais acidentes envolvendo ácidos no processo da silagem.

Os ácidos orgânicos receberam Grau “2” devido à sua facilidade para degradarem-se no ambiente natural.

Os ácidos muriático e fosfórico apresentam Grau “3” de risco ao meio ambiente. O primeiro, devido à sua dificuldade em decompor-se no ambiente; o segundo, quando liberado em água, torna-se menos ácido naturalmente – entretanto, o fosfato pode persistir indefinidamente por bioacumulação, poluindo o solo.

O ácido sulfúrico recebe grau “4” por ser extremamente reativo na água, mesmo em baixas concentrações, tendendo a formar óxidos de enxofre com alto potencial de contaminação do solo e da água. Este tipo de composto, devido à sua natureza corrosiva, pode causar impactos negativos na fauna e na flora presentes no ecossistema contaminado.

3.2.1.3.3 Risco à saúde

Os principais males à saúde provindos da manipulação desses ácidos são a exposição ao vapor e o contato com a pele. Todos os ácidos em questão são corrosivos, podendo lesar a epiderme e exalar vapores que prejudicam o sistema respiratório, por isso receberam grau “3”, com exceção do ácido fosfórico de grau “2”, pois a inalação deste não é tão prejudicial. O ácido cítrico anidro recebeu grau “1” por não ser corrosivo ou perigoso. O ácido sulfúrico é de grau “4”, porque possui as mesmas características, só que mais intensas quando comparados com os outros ácidos. Nenhum dos ácidos descritos possui características carcinogênicas comprovadas, ao contrário do que afirmam Beerli, E.L., Beerli, K.M.C. e Logato (2004) sobre o ácido fórmico.

3.2.1.3 4 Acessibilidade

A acessibilidade de um ácido pode ser comprometida se este for controlado pela Polícia Federal, Polícia Civil ou o Exército Brasileiro. Deve também ser considerado o custo do ácido para otimizar o processo de produção da silagem. Quanto menor o custo do ácido menor o custo da produção da silagem.

Após realizadas a pesquisa de mercado, a pesquisa das FISPQs (CETESB, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010f, 2010g; QUIMIDROL, 2010 a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010f; SUPER QUÍMICA, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e, 2010f, 2010g) e a consulta de quais ácidos são controlados pelo governo foi elaborada a Tabela 1, que apresenta a relação dos fatores selecionados para eleger os ácidos ácidos a serem utilizados na elaboração da silagem.

Tabela 1 - Relação dos ácidos com o grau de risco, acessibilidade e custos

Ácidos	**Grau de risco ao ambiente**	**Grau de risco à saúde(*)**	**Produto controlado**	**Custo médio do litro**
Acético	2	3	Sim - PF	R$17,60
Cítrico Anidro	2	1	Não	R$19,00
Fórmico	2	3	Sim - PF	R$18,55
Fosfórico	3	2	Não	R$54,15
Muriático	3	3	Não	R$11,23
Propiônico	2	3	Não	R$187,53
Sulfúrico	4	4	Sim - PF	R$39,35

PF: Polícia Federal.
* 1: Risco pequeno; 2: Risco Moderado; 3: Risco severo; 4: Risco extremo.

Estão sujeitos ao controle pela Polícia Federal do Brasil os produtos químicos relacionados nas Listas I, II, III e IV e nos seus respectivos adendos do Anexo I conforme a Portaria nº 1.274/03 (BRASIL, 2003).

Os ácidos clorídrico (muriático) e sulfúrico constam da Lista II e os ácidos acético e fórmico da Lista III. O ácido muriático comercial utilizado por Beerli, E.L., Beerli, K.M.C. e Logato (2004) não é controlado por não ser comercializado puro ou com grau técnico de pureza (P.A.) e pode ser encontrado no comércio, caso contrário, se for P.A., será controlado.

Quando o reagente for controlado é necessário que seja feito o requerimento do Certificado de Registro Cadastral e do Certificado de Licença de Funcionamento. Além disso, deve ser anexado o comprovante de recolhimento da Taxa de Controle e Fiscalização de Produtos Químicos (sendo R$ 500,00 para o Certificado de Registro Cadastral e R$1.000,00 para o Certificado de Licença de Funcionamento). Também é obrigatório informar, em mapas específicos, à Polícia Federal, até o décimo dia útil de cada mês, as atividades desenvolvidas no mês anterior relativas à utilização, comercialização, compra, venda, aquisição, permuta, empréstimo, cessão, doação, importação, exportação, reexportação, transferência, remessa, distribuição e transporte, as especificações, quantidades, procedência e destino dos produtos químicos controlados.

Essas operações exigem um cuidado maior com os reagentes em questão, pois, caso o controle não seja feito corretamente, pode acarretar em

responsabilidade penal, variando desde advertência verbal até multa de no máximo R$ 1.064.100,00 (um milhão, sessenta e quatro mil e cem reais).

Entretanto, o controle da Polícia Federal para esses ácidos é apenas para consumo superior à dois litros por mês. Para uma produção de pequena escala o produtor ficaria isento à Portaria nº 1.274/03(BRASIL, 2003).

3.2.1.4 Custo

O custo dos reagentes varia bastante, com o mínimo de R$11,23 a R$187,53, o litro. O ácido menos oneroso é o ácido muriático conforme constatado por Beerli, E.L., Beerli, K.M.C. e Logato (2004), mas este é um reagente que pode causar danos severos à saúde e ao meio ambiente. O ácido propiônico não é controlado pela Polícia Federal e em comparação aos outros ácidos é o que possui menor risco ambiental, entretanto, é o mais oneroso.

O ácido sulfúrico possui um preço razoável como Oetterer (1993, 2006) e Espíndola-Filho (1999) já haviam relatado, porém, este ácido não deve ser empregado devido ao alto risco de dano ao meio ambiente e à saúde; por ser controlado pela Polícia Federal e necessitar de neutralização após seu uso na silagem de pescado.

3.3 Conclusões

Nenhum dos ácidos usados nas pesquisas consultadas apresenta os quatro fatores, periculosidade para o ambiente, periculosidade para a saúde humana, acessibilidade custo concomitantemente satisfatórios.

O fator custo é importante, mas não pode ser considerado isoladamente pois nem sempre o menos oneroso significa segurança.

Como o objetivo principal da silagem é reduzir o pH, estudos químicos com outros ácidos se fazem necessários.

A utilização do ácido cítrico anidro pode ser indicado, porque além de ser um ácido orgânico, oferece riscos pequenos ao ambiente e à saúde, não é um produto controlado e possui um preço acessível.

Referências

ABIMORAD, E.G.; STRADA, W.L.; SCHALCH, S.H.C.; GARCIA, F.; CASTELLANI, D.; MANZATTO, M.R. Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 5, p. 519-525, 2009.

BEERLI, E.L.; BEERLI, K.M.C.; LOGATO, P.V.R. Silagem ácida de resíduos de truta (Oncorhynchus wykiss), com a utilização de ácido muriático. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 196-200, 2004.

BENITES, C.I.; SOARES, L.A.S. **Farinha de silagem de resíduo de pescado**: elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies. 2003. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Alimentos) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2003.

BORGHESI, R. **Avaliação físico-química, nutricional e biológica das silagens ácida, biológica e enzimática elaboradas com descarte e resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. Fatty acid composition of biological and enzymatic silage. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos - CEPPA**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 205-212, 2008.

BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos - CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 329-339, 2007a.

BORGHESI, R.; PORTZ, L.; OETTERER, M.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility coefficient of protein and amino acids of acid, biological and enzymatic silage for Nile tilapia (*Oreocromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 14, n. 4, p. 1-7, 2007b.

BOSCOLO, W.R. ; SANTOS, A. M.; MARTINS, C. V. B.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A. Avaliação microbiológica e bromatológica da silagem ácida obtida de resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 515-522, abr./jun. 2010.

BRASIL, Portaria nº 12.74, de 25 de agosto de 2003. Submete a controle e fiscalização os produtos químicos relacionados nas Listas I, II, III, IV e nos seus respectivos Adendos. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 26 de agosto de 2003. Seção 1, Edição Extra 164, p. 1-2.

BUENO R.J. **Silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápias em dietas de alevinos de piauçu *leporinus macrocephalus.*** 2006. 54 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

CALLISTO, M. **Diversidade de macroinvertebrados bentônicos e sua utilização como indicadores de qualidade de água**. São Paulo: SBPC, 2000. Disponível em: htpp//www.icb.ufm.br/bioindicadores. Acesso em: 20 abr. 2009.

CARMO, J. R.; PIMENTA, C.J.; PIMENTA, M.E.S.G; OLIVEIRA, M. M.; LOGATO, P.V.R.; FERREIRA, L. R. O. Caracterização de silagens ácidas de resíduos de tilápia *(Oreochromis niloticus)*. **Revista Eletrônica Nitritime**, Viçosa, v. 5, n. 5, p. 664-672, 2008. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/067V5N5P664_672_SET2008_.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2010.

CATCHPOLE, T.L.; GRAY, T.S. Reducing discards of fish at sea: a review of European pilot projects. **Journal of Environmental Management**, London, v. 91, n. 3, p. 717-723, 2010.

CETESB, **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido propiônico**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ÁCIDO PROPIÔNICO&cod=1848>. Acesso em 29 set. 2010f.

CETESB. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido acético glacial**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL&cod=2789>. Acesso em: 29 set. 2010a.

CETESB. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido cítrico**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ÁCIDO CÍTRICO>. Acesso em: 29 set. 2010b.

CETESB. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido clorídrico**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ÁCIDO CLORÍDRICO&cod=1789>. Acesso em: 29 set. 2010c.

CETESB. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido fórmico**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ÁCIDO FÓRMICO&cod=1779>. Acesso em: 29 set. 2010d.

CETESB. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido fosfórico**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ÁCIDO FOSFÓRICO&cod=1805>. Acesso em: 29 set. 2010e.

CETESB. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido sulfúrico.** São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ÁCIDO SULFÚRICO&cod=1830>. Acesso em 29 set. 2010g.

COSTA, C.N.; PORTZ, L.; HISSANO, H.; DRUZIAN, J.I.; LEDO. Silagem ácida do resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* em rações para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 161-167, 2009.

DISNEY, J.G.; TATTERSON, I.N.; OLLEY, J. Recent developments in fish silage. In: CONFERENCE ON THE HANDLING, PROCESSING AND MARKETING OF TROPICAL FISH, 1976, London. **Proceedings...** London: Ministry of Overseas Development. 1977. p. 231- 240.

EMBRAPA. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido fórmico**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/fispq/pdf/AcidoFormico.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010.

ESPÍNDOLA-FILHO, A. **Utilização do resíduo sólido de peixe, camarão e bivalves como ingrediente de ração para aqüicultura** 1999. 196 p. Tese (Doutorado em Saneamento Ambiental) - Universidade Prebisteriana Mackenzie, São Paulo, 1999.

FELTES, M.C.; CORREIA, J.F.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M.; NINOW, J.; SPILLER, V. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; BRUM, A.; D´ARCE, M.A.B.R.; OETTERER, M. Nutritional aspects of nile tilapia (Oreochromis niloticus) silage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 26, n. 4, p. 749-753, dec. 2006.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; PORTZ, L.; CYRINO, J.E.P.; OETTERER, M. Fish silage in black bass (Micropterus Salmoides) feed as an alternative to fish meal. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 5, p. 1261-1266, out. 2009.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. Silagem ácida-uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado. **Revista Aquicultura & Pesca**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 30-33, 2005.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. Silagem: aproveitamento do resíduo do resíduo do processamento do pescado. In: _____. **Agregação de valor ao pescado**. São Paulo: Instituto de Pesca, 2006. p. 4-8.

GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R.M.; MATSUSHITA, M.; KAZAMA, R.; CALDAS NETO, S.F.; FERELI, F. Chemical characterization, dry matter and crude protein ruminal degradability and *in vitro* intestinal digestion of acid and fermented silage from tilapia filleting residue. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 136, n. 3-4, p. 226-239, 2007.

GERON, L.J.V.;, ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R. M; GUIMARÃES, K.C.; KAZAMA, R. OLIVEIRA, F.C.L Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações contendo silagens de resíduo da filetagem de tilápia. **Acta Science Animal Science**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 437-445, out./dez. 2006.

GERON, L.J.V.;, ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R. M; GUIMARÃES, K.C.; KAZAMA, R. OLIVEIRA, F.C.L. Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações contendo silagens de resíduo da filetagem de tilápia. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 437-445, Out./Dez. 2006

GODDARD, J.S.; AL-YAHYAI, D.S.S. Chemical and Nutritional Characteristics of Dried Sardine Silage, **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Binghamton, v. 10, n. 4, p. 39-50, 2001.

GODDARD, J.S.; PERRET, J.S.M. Co-drying fish silage for use in aquafeeds. **Animal Feed Science and Tecnhnology**, Amsterdam, v. 118, n. 3, p. 337-342, 2005.

HAALAND, H.; NJAA, L.R. Total volatile nitrogen: a quality criterion for fish silage? **Aquaculture**, Amsterdam, v. 79, p. 311-316, 1989.

KOMPIANG, I.P. Fish silage, its prospect and future in Indonesia. **Indonesian Agricultural Research & Development Journal**, Jakarta, v. 3, n. 1, p. 9-12, 1981.

KOTZAMANIS, Y.P.; GISBERT, E.; GATESOUPE, F.J.; ZAMBONINO INFANTE, J.; CAHU, C. Effects of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive enzymes, gut microbiota, and resistance to Vibrio anguillarum in European sea bass (Dicentrarchus labrax) larvae. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part A**, New York, v. 147, p. 205-214, 2007.

LO, K.V.; LIAO, P.H.; GAO, Y. Effect of temperature on silage production from salmon farm mortalities. **Bioresource Technology**, Essex, v. 44, n. 1, p. 33-37, 1993.

MACHIN, D.H.; PANIGRAHI, S.; BAINTON, J.; MORRIS, T.R. Performance of broiler chicks fed n low and high oil fish silages in relation to changes taking place in lipid and protein components. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 3-4, p. 199-233, 1990.

MANDELLI, M.Q. A preservação ácida no aproveitamento econômico do pescado e dos resíduos de sua industrialização. **Equipesca Jornal**, Campinas, v.44, p. 47-52, 1972.

MORALES-ULLOA, D.F.; OETTERER, M. Composição em aminoácidos de silagens químicas, biológicas e enzimáticas preparadas com resíduos de sardinha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 252-258, dez. 1997.

NUNES, J.A.R. **Estudo preliminar do aproveitamento de resíduo e descarte da industrialização de pescado a partir de silagem ácida**. 2001. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2001.

OETTERER, M. **Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado**: unidades modulares e polivalentes para implantação, com enfoque nos pontos críticos

higiênicos e nutricionais. 1999. 196 p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaiba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 200 p.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 5, n. 1, p.119-134, 1993/1994.

OETTERER. M. Proteínas do pescado- processamento com intervenção protéica. In: OETTERER, M.; REGITANO D´ARCE, M.A.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos***.* Barueri: Manole, 2006. p. 99-134.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; PIMENTA, C.J.; CAMARGO, A.C.S.; FIORINI, J.E., LOGATO, P.V.R. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do nilo (*oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - análise bromatológica, fisico-química e microbiológica. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1218-1223, 2006.

PIMENTA, M.E.S.G.; OLIVEIRA, M.M.; LOGATO, P.V.R; PIMENTA, C.J.; FREATOS, T.A. Desempenho produtivo e digestibilidade pela tilápia do nilo *(oreochromis niloticus linnaeus, 1758)* alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1953-1959, 2008.

QUIMIDROL. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido acético glacial**. Disponível em: <http://www.quimidrol.com.br/produtos/imgs/prd_72_espec.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010a.

QUIMIDROL. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido cítrico**. Disponível em: <http://www.quimidrol.com.br/produtos/imgs/prd_141_pdf.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010b.

QUIMIDROL. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido clorídrico**. Disponível em: <http://www.quimidrol.com.br/produtos/imgs/prd_71_espec.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010c.

QUIMIDROL. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido fórmico**. Disponível em: <http://www.quimidrol.com.br/produtos/imgs/prd_73_espec.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010d.

QUIMIDROL. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido fosfórico**. Disponível em: <http://www.quimidrol.com.br/produtos/imgs/prd_352_espec.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010e.

QUIMIDROL. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido sulfúrico**. Disponível em:

<http://www.quimidrol.com.br/produtos/imgs/prd_80_espec.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010f.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish silage: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** Boca Raton, v.16, n.4, p.383-419, 1982.

SALES, R.O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas experimentais com ratos**. 1995. 174 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SECCO, E.M.; STÉFANI, M.V.; VIDOTTI, R.M. Substituição da farinha de peixe pela silagem de peixe na alimentação de girinos rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 505-509, 2002.

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 333-337, 2003.

SUPER QUÍMICA. **Fcha de informação de segurança do produto químico ácido fosfórico**. Disponível em: <http://www.superquimica.com.br/fispq/1261401997.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010e.

SUPER QUÍMICA. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido acético glacial**. Disponível em: <http://www.superquimica.com.br/fispq/1261401704.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010a.

SUPER QUÍMICA. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido clorídrico**. Disponível em: <http://www.superquimica.com.br/fispq/1261401786.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010b.

SUPER QUÍMICA. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido cítrico anidro**. Disponível em: <http://www.superquimica.com.br/fispq/1250009452.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010c.

SUPER QUÍMICA. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido fórmico**. Disponível em: <http://www.superquimica.com.br/fispq/1261401969.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010d.

SUPER QUÍMICA. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido propiônico**. Disponível em: <http://www.superquimica.com.br/fispq/1261402550.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010f.

SUPER QUÍMICA. **Ficha de informação de segurança do produto químico ácido sulfúrico**. Disponível em: <http://www.superquimica.com.br/fispq/1261402611.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010g.

TATTERSON, I.N.; WINDSOR, M.L. Fish silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** London, v. 25, n.1, p. 369-379, 1974.

VIDOTTI, R.M. **Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*).** 2001. 65 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2001.

4 A CADEIA PRODUTIVA DO PESCADO EM PORTUGAL - POLÍTICAS PÚBLICAS E TENDÊNCIAS

Resumo

O setor pesqueiro ocupa espaço destacado entre as atividades econômicas de Portugal. A relevância desta cadeia produtiva resulta, essencialmente, do fato de que o pescado é componente fundamental da alimentação e responsável por elevado número de empregos da população. O setor agrícola, pesqueiro e de alimentos, em geral, tornou-se um pilar frágil entre as atividades econômicas do país; a sua sobrevivência depende agora de um nível elevado de capacidade e vontade política. As unidades de processamento de pescado distribuem-se por todo o território nacional com particular incidência nas áreas litorâneas. Os produtos "frescos e congelados" predominam na atividade de transformação, sendo, também, os que mais contribuem para o déficite comercial dos produtos da pesca. O setor das conservas é um dos mais importantes da indústria de processamento portuguesa, devido à tradição e importância econômica e por apresentar maior vocação para a utilização de matéria-prima de origem nacional, com maior destaque ao de conservas de sardinha. A indústria de processamento apresenta potencial relevante, pois os consumidores valorizam, de forma crescente, produtos inovadores e sustentáveis. No entanto, a pequena expressão do mercado atual facilita a entrada de empresas espanholas e de outras empresas no setor. Os empresários portugueses precisam fornecer produtos de qualidade assegurada e entrar corajosamente no mercado de exportação. Por outro lado, o Brasil, país de colonização portuguesa, apresenta consumo relativamente baixo de pescado, apesar deste apresentar elevada qualidade nutricional. Com a diminuição da captura, devido à redução dos estoques pesqueiros, os setores governamentais e os órgãos de pesquisa, em ambos os países, têm estimulado ações específicas de natureza ambiental e ecológica como a rastreabilidade, que contribuírão para a exploração sustentável e racional dos recursos, bem como, para o incremento da aquicultura.

Abstract

The fisheries sector occupies an important position in the economic activities in Portugal. Its relevance is due to fish being a fundamental component of food and responsible for employment opportunities. The agricultural sector, fisheries and food has become a fragile issue in the economic activities of the country. The permanence will depend on high political effort. The fish processing units are distributed throughout the country with particular focus on coastal areas. The fresh and frozen products predominate in the activity of transformation, being the main contributors to the trade deficit in fisheries products. The canning industry is the major Portuguese processing industry due to tradition and economic importance and ability to make use of domestic raw material, especially canned sardines. The processing industry has relevant potential due to the appreciation of innovative and sustainable products for customers. However, the inexpressive current market facilitates the entry of Spanish companies and other companies of the sector. Portuguese entrepreneurs must provide quality assured products in order to achieve the export market. On the other hand, Brazil, which has Portuguese colonization, has a relatively low consumption of

fish although it has a high nutritional quality. With the reduction in catch because of decline in fish stocks, government departments and research organizations in both countries have stimulated specific actions of environmental, ecological and traceability fields, which will contribute to the sustainable and rational utilization of resources as well as to increase aquaculture activity.

4.1 Introdução

Portugal é o país europeu com maior tradição em recursos vindo do mar, sua costa é um dos traços fundamentais da terra portuguesa, indissociável do seu passado histórico e do seu futuro. As atividades relacionadas com este recurso natural se constituem no principal meio de subsistência para a população litorânea (BRITO, 1994).

O país possui 2.830 km de extensão costeira e a zona econômica exclusiva compreende 1.656 mil km^2, abrigando a zona de Mar Territorial e a Plataforma Continental de 64.145 km^2 e 20.141 km^2, respectivamente. A costa marítima portuguesa está presente em toda a extensão da fronteira oeste (PORTUGAL, 2007a).

A indústria pesqueira ocupa espaço de destaque entre as atividades econômicas de Portugal (PORTUGAL, 2007a, 2007b). A importância da cadeia produtiva do pescado resulta, essencialmente, do fato de que o pescado é componente fundamental da alimentação e responsável por grande número de empregos da população, mais do que propriamente pela sua contribuição para a economia nacional, que tem decrescido ao longo dos anos (NORONHA VAZ, 2008; AGENCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2008).

Apesar da relevância do setor, os empregos diretos ou indiretos têm diminuído, desde os anos 90, como consequência das melhorias tecnológicas e industriais. O emprego no setor de pesca tem diminuído nos últimos anos, correspondendo a menos de 1% da população ativa (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA - INE/DGPA, 2008, 2010). No entanto, a porcentagem de pessoas que dependem da atividade da pesca é bastante superior, uma vez que cada posto de trabalho no mar gera vários postos de trabalho em terra, ou seja, na indústria de conservas, congelados e farinhas, na comercialização, no transporte, na administração, na investigação científica e formação profissional (BRITO, 1994).

Sendo assim, não é por meio de índices econômicos que deve ser medida a real importância desta atividade para Portugal. A relevância da pesca resulta, essencialmente, do fato de serem os recursos pesqueiros componentes fundamentais na alimentação diária da população portuguesa e também, fonte de emprego para diversas comunidades. O hábito de consumir pescado é cultural neste país.

4.2 Desenvolvimento

4.2.1 Coleta e processamento das informações

Este estudo buscou relatar aspectos de produção, consumo, processamento e tendências do setor pesqueiro português. A coleta e o processamento das informações foram realizadas durante o segundo semestre de 2008; primeiro semestre de 2009 e também, no segundo semestre de 2010, como parte do treinamento de pós-graduação realizado no Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR) da Universidade do Porto, Portugal.

A metodologia para obtenção das informações constou da realização de entrevistas junto aos pesquisadores do CIIMAR, na cidade do Porto e do Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas (INIAP-IPIMAR), em Lisboa. Para aplicação das entrevistas com pesquisadores foi elaborado um roteiro de perguntas padronizado para permitir a coleta de cada um dos entrevistados. Sendo, uma questão, relativa ao grau de importância do setor pesqueiro português para a população, a segunda, a respeito das tendências do setor e outra, sobre as principais fontes disponíveis de consulta da área.

Outras ferramentas utilizadas foram o levantamento bibliográfico, as consultas aos dados oficiais do Instituto Nacional de Estatística (INE), órgão pertencente à Direção-Geral das Pescas e Aqüicultura do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (DGPA/MADRP) de Portugal e visitas técnicas observacionais ao porto de Matosinhos, principal porto de desembarque português, para detectar as principais espécies capturadas e a proveniência dos recursos marinhos importados pelo país.

Foi realizada uma investigação junto às principais indústrias de processamento da região do Porto, através da aplicação de perguntas via correio eletrônico. As questões foram relativas aos tipos de produtos desenvolvidos, procedência da matéria-prima e destino da comercialização.

4.2.2 Resultados e discussão

4.2.2.1 Setor pesqueiro português

Em Portugal, a pesca é uma importante atividade econômica, porém, tem um peso reduzido no Produto Interno Bruto (PIB) do país, uma vez que, os valores deste indicador econômico situam-se abaixo de 1%. A diminuição da importância econômica deste setor na economia portuguesa, conforme informações do INE, órgão pertencente à DGPA/MADRP, pode ser atribuída ao decréscimo da quantidade de pescado descarregado, devido à redução global de recursos pesqueiros (INE/DGPA, 2010).

No ano de 2005, a produção de pescado foi de 221.721 t e 6.484 t provenientes da captura e da aquicultura, respectivamente. As importações de peixe, crustáceos e moluscos foram de 353.864 t, enquanto que 116.742 t foram exportadas. Contudo, a produção nacional atende apenas uma parte da demanda do consumo nacional, sendo necessário a importação de pescado, principalmente, da Espanha e países nórdicos.

A dieta do português é caracterizada por um consumo de pescado, *per capita*, de cerca de 55-60 kg/ano/habitante, o que torna Portugal o país com maior consumo *per capita* de pescado da União Européia, onde o valor médio, situa-se próximo a 22,7 kg *per capita* por ano (NORONHA VAZ, 2008). O hábito de consumir pescado em Portugal não se restringe à regiões de praia ou épocas de férias ou lazer. Consome-se pescado o ano inteiro, tanto em ambientes domiciliares quanto em restaurantes.

A produção portuguesa de pescado permite satisfazer níveis de consumo *per capita* da ordem dos 23 kg/ano, semelhante à média da Comunidade Europeia, porém, insuficientes face aos elevados níveis de consumo que colocam Portugal em 3º lugar, em âmbito mundial, depois do Japão e da Islândia (PORTUGAL, 2007b).

É possível estimar que o consumo de pescado represente cerca de 25% do aporte de alimentos de origem animal na dieta dos portugueses. O hábito de consumo dos produtos pesqueiros direciona-se para o peixe congelado e bacalhau salgado seco, bem como o pescado *in natura* ou em estado de “fresco”. O consumo de bacalhau é estimado em cerca de 30 kg *per capita* por ano, equivalente ao de peixe “fresco” (Figura 1).

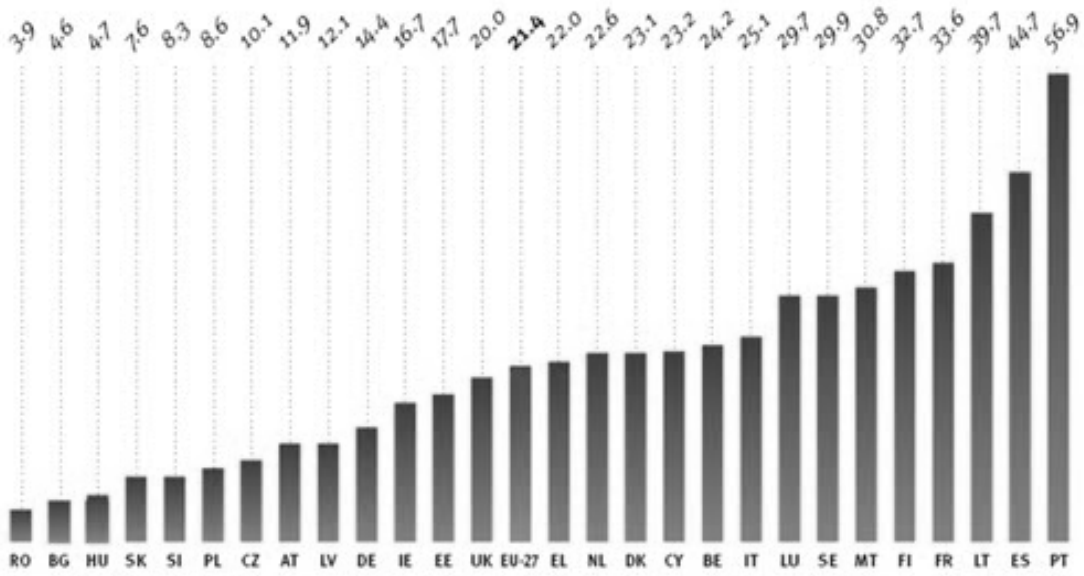

Figura 1 - Consumo *per capita* em kilograma de pescado nos países da Europa

Fonte: http://www.aqua.pt/sector/consumo, INE/DGPA (2010)

RO = Romênia, BG = Bulgária, HU = Hungria, SK = Eslováquia, SI = Eslovênia, PL = Polônia, CZ = República Tcheca, AT = Áustria, LV = Letónia, DE = Alemanha, IE = Irlanda, EE = Estônia, UK = Reino Unido, EU-27 = países pertencentes ao EU-27, EL = Grécia, NL = Holanda, DK = Dinamarca, CY = Chipre, BE = Bélgica, IT = Itália, LU = Luxemburgo, SE = Suécia, MT = Malta, FI = Finlândia, FR = França, LI = Lituânia, ES = Espanha e PT = Portugal.

Os pesquisadores entrevistados apontaram que a atividade da pesca funciona como um fator de fixação da população, existindo ao longo da costa muitas comunidades que têm na pesca a sua principal atividade. O setor da pesca assume, assim, uma relevância social, regional e local, substancialmente superior à sua expressão e dimensão entre os principais setores macroeconômicos nacionais. Contribui consideravelmente para o desenvolvimento local das comunidades costeiras, o emprego, a manutenção/criação de atividades econômicas, o abastecimento de peixe fresco e a manutenção das tradições culturais locais.

O setor de pesca representa uma importância estratégica para a situação sócio-econômica, para o abastecimento público de pescado e para o equilíbrio da balança alimentar dos diferentes países da União Europeia (PORTUGAL, 2007a).

O Plano Estratégico para a Pesca Nacional (PEN-PESCA), que estabelece a estratégia de desenvolvimento para a cadeia produtiva do pescado, para o período 2007-2013, salienta que o futuro do setor depende da aplicação de regimes de exploração sustentáveis, de uma melhor organização da produção, de formas mais eficazes de abordagem dos mercados, do fortalecimento da atividade produtiva e

empresarial, do valor agregado e da garantia de qualidade dos seus produtos (PORTUGAL, 2007b).

De fato, a importância do setor resultou no desenvolvimento de uma política pesqueira endereçada para a conservação e regulação dos recursos pesqueiros e da aquicultura. Neste sentido, conforme relatado pelos pesquisadores entrevistados, ações específicas de natureza ambiental e ecológica, como a produção de co-produtos e o aproveitamento de espécies de menor valor econômico, têm sido consideradas, uma tendência no país com o intuíto de contribuírem para a exploração sustentável e racional dos recursos, bem como, para minimizarem o impacto adverso que os resíduos gerados por esta atividade produziriam no ambiente. Outra inovação apontada pelos pesquisadores é o incremento das pesquisas aplicadas à maricultura com seleção de novas espécies.

Atualmente, mais de 80% do total de pescado capturado por Portugal provém de águas nacionais correspondendo a 184.000 t em 2006 e 150.883 t em 2009 (PORTUGAL, 2007b; INE/DGPA, 2010).

Depois da Segunda Guerra Mundial, a exploração dos recursos naturais, acompanhada do desenvolvimento tecnológico dos navios e dos equipamentos de pesca, traduziu-se no estado atual de sobrepesca e destruição dos outrora produtivos ecossistemas marinhos de Portugal. As capturas portuguesas têm diminuído, como resultado da substancial redução da pesca longínqua, sobretudo a do bacalhau, e à exaustão dos recursos costeiros próximos à costa portuguesa.

4.2.2.2 Produção, espécies capturadas e tipos de captura

Em 2006, Portugal encontrava-se no décimo lugar do *ranking* da União Europeia (UE) em termos de captura de pescado, liderado pela Espanha, Dinamarca, Reino Unido e França, que totalizaram mais da metade das capturas (INE/DGPA, 2008). Em consonância com os demais países da União Europeia, Portugal tem adotado medidas de recuperação da produção pesqueira. Estas medidas têm permitido a estabilização do volume de capturas a partir do ano 2000, uma vez que desde 1994 verificava-se uma diminuição da quantidade de pescado descarregado, como consequência da redução global de recursos pesqueiros.

Na categoria de peixes marinhos destacam-se, entre as espécies mais importantes no continente, a sardinha (*Sardina pilchardus)*, o carapau (*Trachurus*

trachurus), o peixe-espada-preto (*Aphanopus carbo*) e o crustáceo gamba-branca (*Parapenaeus longirostris*). Na categoria dos cefalópodes, o polvo (*Octopus vulgaris*) ocupa lugar de destaque, e nos bivalves a amêijoa-boa (*Ruditapes decussatus*) via aqüicultura extensiva e o berbigão (*Cerastoderma edule*) via captura, mantêm-se como as espécies mais relevantes. A maioria dos recursos explorados pelas frotas de pesca em águas territoriais portuguesas encontra-se em situação de sobreexploração.

Em 2009, foram capturadas, em Portugal, 144.792 t de pescado, descarregado como fresco ou refrigerado, no valor de 254,831 milhões euros, o que representa um decréscimo de 14,9% no volume de capturas e de 13,7% no correspondente valor, relativo ao ano anterior. Para esta quebra, contribuiu de forma decisiva a menor captura de peixes marinhos (-14,8%, em quantidade e -6,3%, em valor), sobretudo de espécies como a sardinha (*Sardina pilchardus*) e a cavala (*Scombrus* spp.) (INE/DGPA, 2010). A estrutura de produção do setor de pesca, em valor, ao longo dos últimos vinte anos manteve-se relativamente estável, observando-se uma redução do peso relativo dos peixes marinhos (-5,1%) e dos crustáceos (-1,5%) e, em contrapartida, o crescimento da importância relativa dos cefalópodes e dos bivalves, com um reforço, respectivamente, de +5% e +2,1% (INE/DGPA, 2008).

Conforme informação dos responsáveis pela logística do porto de Matosinhos existem mais de 100 portos pesqueiros em Portugal, porém, a maioria do desembarque ocorre em Matosinhos, Aveiro, Peniche, Sesimbra, Portimão e Olhão. Estes portos recebem, aproximadamente, 75% da produção da frota continental. Atualmente, mais de 80% do total de pescado capturado por Portugal provém de águas nacionais.

Os principais peixes capturados em Portugal são pequenos pelágicos com alto conteúdo lipídico como a sardinha (*Sardina pilchardus)* (50%), cavala, (*Scomber* spp.*)* e carapau (*Trachurus trachurus)*. A sardinha é o recurso pesqueiro desembarcado mais importante, em quantidade, neste país, sendo muito apreciada e tradicional na culinária portuguesa, ao contrário do que acontece, por exemplo, no Brasil, onde é muitas vezes, depreciado e considerado um peixe destinado aos setores mais pobres da população (Figura 2).

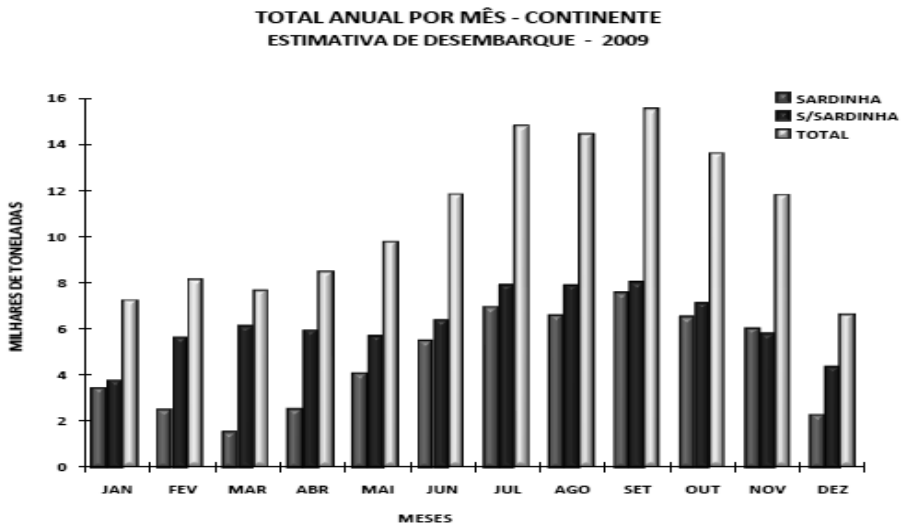

Figura 2 - Desembarque de pescado proveniente da captura em 2009

Fonte: INE/DGPA (2010)

Normalmente, a captura é feita por meio da “pesca de cerco” e o destino destes peixes é a indústria de conserva e o congelamento. Porém, o baixo valor comercial destas espécies e a reduzida remuneração desse tipo de pesca, têm originado comunidades pobres, devido à dependência da indústria, que tem se mostrado frágil, frente à concorrência ao mercado externo e à maior procura por produtos congelados. Entretanto, os estoques pesqueiros não apresentam sinais de diminuição (BRITO, 1994; INE/DGPA, 2010).

Além da “pesca de cerco”, há a pesca artesanal e algumas dezenas de embarcações industriais, responsáveis por cerca de 30% da produção em águas portuguesas de pescado “fresco” ou refrigerado com alta qualidade e valor comercial. A pesca de arrasto tem contribuído, com cerca de 15% do total de desembarques, capturando sobretudo o carapau (*Trachurus trachurus*).

Atualmente, a “pesca ao largo” é a que mais apresenta problemas, desde o estabelecimento nos anos 70, das Zonas Econômicas Exclusivas (ZEEs) de 200 milhas. Esta medida não trouxe benefícios que compensassem a exploração de espécies, como por exemplo, o bacalhau (*Gadus morhua*), em áreas longínquas da Escandinávia. A maioria da captura portuguesa, ocorre em áreas próximas à costa e não na grande extensão das águas oceânicas que constituem sua ZEE. Como consequência da ZEE e da redução das cotas atribuídas à Portugal, a produção ao “largo” tem decaído, principalmente, do bacalhau, e assim provocando o aumento das importações de pescado pelo país.

Portugal, embora disponha de fatores naturais favoráveis à aquicultura, não tem assistido ao aumento esperado da produção desta atividade, o que explica seu papel relativamente reduzido na produção total de pescado. Em 2005, a produção aquícola se aproximou das 6.500 t, correspondendo apenas a 5% dos desembarques de pescado fresco e refrigerado no continente e apenas a 3% da produção nacional de pescado (PORTUGAL, 2007a).

No ano de 2008, a produção em aquicultura foi de 7.987 t, representando um valor de 43,207 millhões de euros. Estes resultados traduzem, em relação a 2007, o crescimento em 7,3% e 6,5% em quantidade e valor, respectivamente (INE/DGPA, 2010).

A produção em águas salobras e marinhas continua a ser a mais importante, correspondendo a cerca de 88% da produção aqüícola total. A aquicultura em águas salobras e marinhas representa cerca de 39% da produção aqüícola total, sendo 86% constituída por “dourada” (*Sparus aurata*) e “robalo” (*Dicentrarchus labrax*). Os moluscos e crustáceos representam cerca de 49%, sendo a amêijoa a espécie mais produzida e permanecendo a região do Algarve como a de maior relevância (mais de 50%) na produção aquícola nacional (INE/DGPA, 2010). A Região Norte surge em 2º lugar devido à produção em água doce, sendo a truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) a principal espécie produzida (PORTUGAL, 2007a).

Em 2005 existiam 1.472 estabelecimentos de aquicultura (crescimento e engorda) dos quais 87% eram viveiros. A maioria localizada no Algarve, para o cultivo de moluscos bivalves, 11% eram tanques e 2% eram estruturas flutuantes, predominando os estabelecimentos explorados por estruturas familiares, em regime extensivo e semi-intensivo (PORTUGAL, 2007a).

4.2.2.3 Importações e exportações

Portugal tem aumentado as suas importações de pescado, sobretudo congelados, sendo estas, tanto em volume como em valor, superiores às exportações. Este saldo negativo apresenta tendência para se agravar. Com a adesão à Comunidade Econômica Européia (CEE), portanto, com maior concorrência de mercado, o país tem revelado, neste setor, uma balança comercial cada vez mais deficitária e desequilibrada, com as tradicionais conservas de sardinha perdendo posição na exportação, face aos congelados e, com o bacalhau

apresentando maior expressão nas importações (BRITO, 1994; INE/DGPA, 2008, 2010).

A abertura aos mercados europeus e internacionais trouxe para Portugal um grave problema, uma vez que a produção só é capaz de cobrir cerca de metade da sua demanda e a importação torna-se a principal alternativa. Como consequência, a balança comercial portuguesa para o setor pesqueiro tem se apresentado negativa nos últimos anos. Inversamente ao aumento das importações, as exportações dos produtos da pesca mostram diminuição de produtos “frescos”, congelados e de conservas.

O saldo do comércio internacional do setor pesqueiro, em 2009, registrou um déficit de 705,958 millões de euros, o que representou uma ligeira redução face a 2008. A taxa de cobertura foi de 42,7%, correspondendo a um aumento em relação ao ano anterior (+1,2 p.p) (INE/DGPA, 2008, 2010).

Quanto à origem, o maior valor de importação de pescado em 2009, proveio da Espanha, com valores próximos de 60%. Para os “peixes secos, salgados e defumados”, destaca-se a Suécia, donde provieram 32% da importação destes produtos. As exportações de “produtos da pesca ou relacionados com esta atividade” se aproximaram dos 525 millhões de euros, o que, comparativamente a 2008, constitui uma redução de 5,5% (INE/DGPA, 2010).

A Espanha é o principal destino das exportações portuguesas de produtos da pesca, principalmente, peixes “frescos” ou refrigerados e peixes congelados tendo recebido, respectivamente, 70% e 58% do valor total destas exportações. Os peixes secos, salgados e defumados tiveram o Brasil como principal importador, correspodendo a 37% do valor. Quanto aos produtos da indústria nacional de conservas, as preparações e conservas de peixe tiveram como destino principal a França, correspondendo a 31% do valor, enquanto os crustáceos e moluscos em conserva foram importados, sobretudo pelos Estados Unidos da América, que concentraram 48% do valor total deste grupo, em 2009 (INE/DGPA, 2010).

4.2.2.4 Comercialização *in natura*

Conforme observou-se no porto de Matosinhos, a primeira venda de pescado fresco em Portugal é obrigatoriamente realizada em “lota”, por sistema de leilão, com contagem em princípio decrescente. Entende-se como “lota” a infra-estrutura em

terra, implantada na área de um porto de pesca, ou em zona ribeirinha na sua influência, devidamente aprovada e licenciada para a realização de operações de recepção, leilão e entrega de pescado, bem como outras operações complementares, como por exemplo, manipulação, conservação e armazenamento do pescado.

As alterações mais significativas nos mercados de primeira venda de pescado têm sido relacionadas com sua qualidade e controle higiênico-sanitário e com a crescente informatização de todo o processo de primeira venda. Assim, destacam-se como evoluções mais relevantes, as instalações em ambiente com temperatura controlada, incluindo as áreas de recepção, de manipulação e de expedição de pescado, que asseguram a manutenção da cadeia de frio desde a descarga até a entrega ao comprador. Outros procedimentos importantes neste contexto são os referentes à introdução de processos de controle de qualidade crescentemente rigorosos, com generalização de procedimentos de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e, em alguns casos, com certificação do sistema de gestão da qualidade em conformidade com a norma ISO 9001/2000; à introdução de sistemas de rastreabilidade do pescado, assumindo a lota uma função estruturante em todo o processo e à introdução de sistemas de gestão informatizada das vendas, com leilão eletrônico, permitindo, em alguns casos, a compra à distância (PORTUGAL, 2007).

4.2.2.5 Setor de processamento

Conforme o questionário aplicado ao setor produtivo, o setor de processamento é formado por unidades que produzem bacalhau salgado e seco, indústrias conserveiras e de produtos congelados e processados. Essas benfeciadoras utlizam matéria-prima nacional nas fábricas de conservas e importada para produção de congelados e bacalhau salgado e seco.

O valor agregado, a ocorrência de salineiras e as condições climáticas do país favorecem a salga e a secagem estimulando a comercialização do bacalhau no mercado externo.

O setor de processamento é formado pelas indústrias de salga e secagem de bacalhau, indústrias de conservas e indústrias de produção de congelados e processados. A indústria transformadora de pescado caracteriza-se pela inovação

tecnológica, tanto para processos como equipamentos, e pela grande capacidade de adaptação para poder responder à evolução do mercado e melhorar a capacidade competitiva.

Os estabelecimentos industriais existentes, maioritariamente de micro, pequena e média dimensão (até 50 trabalhadores), empregam cerca de 6.300 pessoas e foram responsáveis por um volume de produção da ordem das 166 mil t em 2005, correspondente a um volume de negócios na ordem dos 640 milhões de euros (PORTUGAL, 2007a).

As unidades da indústria transformadora da pesca distribuem-se por todo o território nacional, mas com uma particular incidência nas áreas litorâneas. Uma análise por subsetor permite concluir que os produtos “frescos e congelados” predominam na atividade de transformação, sendo, também, o que mais contribui para o déficite comercial dos produtos da pesca. Indubitavelmente, o setor mais recente e com número crescente de indústrias é o setor de produção de peixes congelados e processados, sendo que as duas maiores companhias pertencem à região Norte e Central do país.

O setor das conservas, o único com um saldo positivo para a balança comercial, é o que apresenta maior vocação para a utilização de matéria-prima de origem nacional, com maior destaque ao de conservas de sardinha (PORTUGAL, 2007b). O setor é um dos mais importantes da indústria de processamento portuguesa, devido à tradição e importância econômica. As conservas são normalmente produzidas com peixes pelágicos, como a sardinha e o atum (*Thunnus* spp.) sendo que, existem, aproximadamente, 35 unidades industriais localizadas nas regiões de Póvoa de Varzim (Vila do Conde), Matosinhos (Leça da Palmeira), Aveiro (Gafanha da Nazaré), Peniche, Olhão e Vila Real.

A indústria de transformação de pescado no arquipélago de Açores, cuja produção se destina quase que, exclusivamente, à exportação para o continente europeu, é constituída por unidades de conservas de atum, que detêm cerca de 90% do número de empregos no setor de processamento de pescado (mais de 800 trabalhadores) e produção de 20.000 t (PORTUGAL, 2007b).

Conforme informações do anuário de Estatísticas da Pesca 2009, relativas à indústria de processamento portuguesa, a produção conjunta de congelados, salgados e secos e preparações e conservas totalizou 177.000 t, das quais foram absorvidas pelo mercado 149.000 t, isto é, cerca de 84% da produção nacional. O

valor das vendas não ultrapassou os 693 milhões de euros, refletindo uma queda de 7%, relativamente aos resultados do ano de 2007 (INE/DGPA, 2010).

Em 2008, a produção de salgados e secos (45.000 t) registrou um decréscimo significativo de 22,1%, devido a acentuada quebra na produção de “bacalhau salgado seco” (-22,8%), uma vez que a indústria optou pela produção preferencial de congelados em vez dos salgados e secos, e ao fechamento de algumas empresas. As indústrias de salga e secagem, situavam-se, tradicionalmente, entre as maiores no mundo. Entretanto, atualmente, existem apenas cerca de 30 a 40 unidades em Ílhavo (Aveiro) que processam bacalhau congelado ou salgado vindo da Noruega (INE/DGPA, 2010).

As preparações e conservas (42.000 t produzidas) apresentaram também uma quebra de 3,8% no volume total produzido, justificado sobretudo pela menor produção de conservas de sardinhas em azeite e conservas de atum em óleos vegetais. Ao contrário, os congelados (90.000 t) registraram um aumentode 4,3%, ocupando o primeiro lugar, contabilizando cerca de 51% da produção e 40% do valor das vendas; seguiu-se o grupo dos salgados e secos, que contribuíram apenas com 26% da quantidade produzida e 37% do valor de vendas. As preparações e conservas mantiveram a mesma posição do ano anterior, tendo representado cerca de 23% da quantidade produzida e 23% do valor total das vendas (INE/DGPA, 2010).

4.2.2.6 Gestão e legislação

A maior preocupação relacionada com a gestão da cadeia produtiva é manter o desenvolvimento sustentável do setor, portanto, as políticas têm metas direcionadas para a dimensão social, voltada à segurança alimentar e ambiental da atividade. O enquadramento jurídico português e as respectivas políticas são apoiadas pela Política Comum de Pesca da UE. Os instrumentos legais que têm sido introduzidos recentemente têm a intenção de fornecer economicamente, ambientalmente e socialmente, condições sustentáveis para a produção e captura de recursos biológicos.

Atualmente, há um sistema complexo de instrumentos para organizar e controlar o esforço de pesca na União Europeia (CE/UE, 2008). São exigidas autorizações administrativas prévias para a aquisição ou construção de novos navios

de pesca e para o uso de artes de pesca e licenças anuais para as atividades pesqueiras. As autoridades concedem licenças com base em critérios e requisitos estabelecidos em uma ordem emitida pelo governo e definem o número máximo de licenças que devem ser concedidas a cada ano. Quanto à aquicultura, a instalação e o funcionamento dos ecossistemas marinhos e recursos conexos, como os centros de transporte e instalações de depuração, também estão sujeitos à prévia autorização pelas autoridades (PORTUGAL, 2007b).

O Plano Estratégico para a Pesca Nacional (PEN-Pesca) destaca que a cadeia produtiva do pescado precisa encontrar formas de expandir a produção, porém, prioritariamente é necessário aumentar a competitividade e sustentabilidade por meio da estabilização e rentabilidade das empresas num contexto global de manutenção ou mesmo redução do esforço de pesca. É imprescindível produzir melhor, com menores custos e com mais qualidade, do que aumentar a captura (PORTUGAL, 2007b).

Em conformidade com a constituição portuguesa, que confere ao Estado o dever de promover o uso racional dos recursos naturais, protegendo a capacidade de renovação e estabilidade ecológica, as sanções e penalidades aplicadas às infrações são agora mais rigorosas. A legislação prioriza tamanhos mínimos de espécies comercialmente importantes, artes de pesca e períodos de defeso, para manter a coleta sustentável dos ecossistemas mais frágeis (Regulamento (CEE) nº 2847/93 de 12 de Outubro de 1993).

O atual sistema de gestão dos recursos da pesca baseia-se no regime comunitário multi-anual para gestão e recuperação de espécies ou áreas. Essas espécies são protegidas por restrições de capturas (tamanho e quotas) e esforço de pesca, publicados no Conselho da UE, anualmente (PORTUGAL, 2007b).

A responsabilidade pela aplicação da Política Nacional da Pesca está a cargo do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e da Pesca. Durante a última década, as medidas de política foram acompanhadas por fomento financeiro: o Programa para as Pescas (MARE), voltado à parte continental do país e para as ilhas; o Programa Operacional para o Desenvolvimento Económico e Social dos Açores (PRODESA) e o Programa Operacional Multifundos para a Região Autónoma da Madeira (III POPRAM) (PORTUGAL, 2007a).

4.2.2.7 O setor produtivo no Brasil

O Brasil possui 13,7% da água doce mundial, conta com 8.5 mil km de costa marítima e uma área equivalente à metade de seu território no Oceano Atlântico. Além disso, possui 10 milhões de hectares de lâmina de água disponíveis para a produção de pescado nos reservatórios de usinas hidrelétricas em propriedades particulares. Porém, as características territoriais do país, dificultam a logística de distribuição dos produtos e exigem uma cadeia de frio eficiente para possibilitar a comercialização do pescado com qualidade assegurada. A produção da pesca e da aqüicultura, em 2009, conforme dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) (BRASIL, 2010) foi de 1.240.813 t sendo, a aqüicultura responsável por 415.649 t. Entretanto, apesar do crescimento acentuado da aquicultura brasileira nos últimos anos, do aumento no consumo ocorrido em anos recentes e da colonização portuguesa, o consumo *per capita* é de 9,6 kg/ano (BRASIL, 2010).

A discrepância entre os valores de consumo, entre Portugal (55-60 kg/ano/habitante) e Brasil traduzem a necessidade de maiores incentivos ao setor produtivo brasileiro, de campanhas nacionais para conscientizar a população sobre a qualidade nutricional e gastronômica deste alimento e da importância do desenvolvimento de pesquisas para obtenção de produtos de pescado diversificados e com valor agregado.

Durante a realização deste intercâmbio científico, foi estabelecida parceria científica entre o Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental da Universidade do Porto (CIIMAR/UP) e as instituições brasileiras, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), pertencentes à Universidade de São Paulo para desenvolvimento de pesquisas que promovam a sustentabilidade da cadeia produtiva do pescado nestes dois países.

4.3 Conclusões

Embora a produção pesqueira portuguesa esteja diminuindo, é importante destacar que o nível de produtividade do setor está crescendo.

A indústria de processamento apresenta potencial relevante, pois os consumidores possuem o hábito frequente de consumir pescado. No entanto, a

pequena expressão do mercado português atual facilita a entrada de empresas espanholas e de outras empresas no setor.

As unidades de industrialização precisam fornecer produtos de qualidade assegurada e entrar corajosamente no mercado de exportação com produtos tradicionais portugueses como as conservas e o bacalhau salgado e seco.

O setor agrícola, pesqueiro e de alimentos, em geral, tornou-se um pilar frágil na diversidade das atividades econômicas do país; a sua sobrevivência, depende agora de um nível elevado de capacidade e vontade política.

Paradoxalmente, o Brasil, país de colonização portuguesa, apresenta índices de consumo de pescado considerados baixos e diversos gargalos na comercialização dos produtos. Entretanto, o setor produtivo tem experimentado um incremento acentuado, particularmente, devido à aquicultura.

Finalmente, em Portugal e no Brasil, a tendência é a implantação da rastreabilidade visando aumentar a sustentabilidade da cadeia produtiva do pescado.

REFERENCIAS

AGENCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. 2008. **Relatório do estado do ambiente – *REA 2007***. Amador: Agência Portuguesa do Ambiente. 281 p. Disponível em: <http://www.apambiente.pt>. Acesso em: 29 set. 2010.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. **Produção pesqueira e aquícola, estatística 2008/2009***.* Brasília, DF: MPA. 2010. 37 p. Disponível em: <www.mpa.gov.br>. Acesso em: 29 set. 2010.

BRITO, R.S. **Portugal**: perfil geográfico. Lisboa: Editorial Estampa. 1994. 200 p.

COMISSÃO EUROPÉIA - CE/UE. **Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comité das Regiões – Uma política marítima integrada para a União Européia***.* Bruxelas: CE, 2008. 16 p. Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0575:FIN:PT:PDF>. Acesso em: 29 set. 2010.

COMISSÃO EUROPÉIA - CE/UE. **Regulamento (CEE) Nº 2847/93 do Conselho de 12 de outubro de 1993 que institui um regime de controlo aplicável à política comum das pescas***.* Bruxelas: CE, 2003. 41 p. Disponível em: <http://www.drapal.min-agricultura.pt/pescas/regulamento_2847.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010.

INE/DGPA. **Estatísticas da Pesca 2007**. Lisboa: INE/DGPA, 2008. 98 p. Disponível em: <http://www.ine.pt>. Acesso em: 29 set. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA - INE/DGPA. **Estatísticas da Pesca 2009**. Lisboa: INE/DGPA, 2010. 101 p. Disponível em: <http://www.ine.pt>. Acesso em: 29 set. 2010.

NORONHA VAZ, T. **Portugal**: agriculture, fishery, food and sustainable rural development -The portuguese agriculture and fisheries at the start of the Millennium: is there a way out? Paris: CIHEAM. 2008. 25 p. *Disponível em: <www.* ciheam.org>. Acesso em: 29 set. 2010.

PORTUGAL. Direção-Geral das Pescas e Aquicultura, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas-DGPA/MADRP DGPA/MADRP. **Programa operacional para a pesca, 2007-2013**. Lisboa: DGPA, 2007a. 98 p. Disponível em: <ftp.infoeuropa.eurocid.pt/web/.../pt/2007/2007_PO%20Pesca.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010.

PORTUGAL. Direção-Geral das Pescas e Aquicultura, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas-DGPA/MADRP. **Plano estratégico nacional para a pesca 2007-2013**, Lisboa: DGPA, 2007b. 84 p. Disponível em: <ec.europa.eu/fisheries/cfp/eff/national_plans/list_of.../ portugal_pt.pdf>*.* Acesso em: 29 set. 2010.

PORTUGAL. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas - MADRP. **Estudo para a avaliação da comercialização de pescado fresco e refrigerado em Portugal Continental**: Relatório Final. Lisboa: MADRP, 2007. 194p.

5 SILAGEM DE DESCARTES DA INDÚSTRIA PORTUGUESA DE CONSERVAS DE PESCADO NA ALIMENTAÇÃO DO SARGO (*Diplodus sargus*)

Resumo

Os primeiros estudos de produção com o sargo (*Diplodus sargus*) ocorreram na década de 1980 e buscavam conhecer parâmetros relacionados ao ciclo reprodutivo e desenvolvimento larval dessa espécie. O resíduo da cadeia produtiva do pescado pode ser convertido em silagem e utilizado na indústria de alimentação animal, como alternativa prática, fácil e econômica à produção da farinha de peixe. O objetivo desta pesquisa foi utilizar a silagem química de pescado na formulação de rações para alimentação do sargo, uma vez que os aspectos nutricionais relativos ao cultivo desta espécie apenas recentemente começaram a ser estudados. Avaliou-se o desempenho de 180 alevinos de sargo (21,30 ± 0,87 g) alimentados com 6 dietas isoenergéticas (3.941 kcal/kg), contendo dois níveis de proteína bruta – PB (35 e 45%) e três níveis de inclusão de silagem (0, 10 e 20%). Não houve mortalidade e as dietas experimentais foram bem aceitas. Não houve diferença (P<0.05) no consumo das rações, fator de condição, índice hepatossomático, índice de conversão alimentar e ganho de peso. O ganho de peso (g) e o índice de conversão alimentar foram de 9,61 g e 2,77; 9,23 g e 2,99; 9,95 g e 3,04; 11,81 g e 2,86; 13,41 g e 2,14 e, 11,36 g e 2,41 para os tratamentos 1 (35% de PB; 0% de inclusão), 2 (35% de PB; 10% de inclusão), 3 (35% de PB; 20% de inclusão), 4 (45% de PB; 0% de inclusão), 5 (45% de PB; 10% de inclusão) e 6 (45% de PB; 20% de inclusão), respectivamente. Sendo assim, é possível a inclusão de até 20% de silagem em dietas para o sargo e sugere-se a utilização das rações formuladas contendo 45% de PB por apresentarem menor custo de produção e empregarem maior quantidade de material residual proveniente do processamento de pescado.

Abstract

Early studies of production of bream (*Diplodus sargus*) occurred in the 1980s and aimed to find parameters related to reproductive cycle and larval development of this species. The residue from fish processing industry can be converted into fish silage and used in animal feed industry as a practical alternative, easy and economical production of fishmeal. The aim of this research was to use the acid fish silage as feed ingredient in diets for bream, since the nutritional aspects relating to cultivation of this species has only recently begun to be studied. The performance of 180 bream fingerlings (21.30 ± 0.87 g) fed six isoenergetic diets (3,941 kcal kg^{-1}) containing two levels of crude protein - CP (35 and 45%) and three levels of inclusion of silage (0, 10 and 20%) was evaluated. There was no mortality and the experimental diets were well accepted. There was no difference (P<0.05) in diets intake, condition factor, hepatosomatic index, food conversion ratio and weight gain. Weight gain and food conversion ratio were 9.61 g and 2.77, 9.23 g and 2.99, 9.95 g and 3.04, 11.81 g and 2.86, 13.41 g and 2.14, and 11.36 g and 2.41 for treatments 1 (35% CP; 0% inclusion), 2 (35% CP, 10% inclusion), 3 (35% CP, 20% inclusion), 4 (45% CP; 0% inclusion), 5 (45% CP, 10% inclusion) and 6 (45% CP, 20% inclusion), respectively. Therefore, it is possible to include up to 20% of silage in diets for bream and suggests the use of diets containing 45% CP because of their lower production cost and apply higher amount of residual material from the fish processing.

5.1 Introdução

A produção total da aquicultura e da pesca em 2006 foi de 143 milhões de toneladas, sendo 110 milhões de t utilizados para consumo humano e 33,3 milhões de t transformados em subprodutos para alimentação animal ou descartados como resíduo. A aquicultura é uma importante fonte de alimento de origem animal e sua produção tem crescido acentuadamente nos últimos anos. A produção de aproximadamente 1 milhão de t no início dos anos 50, aumentou em 2006, para 51,7 milhões de t com valor de US$78,8 bilhões (FAO, 2009).

A crescente importância da aquicultura baseia-se no fato desta atividade ser uma alternativa à pesca, a qual chegou ao seu limite máximo sustentável. Os estoques das principais espécies não possuem condições para possibilitar aumento da captura. Esta é a situação, por exemplo, da anchoveta (*Engraulius ringens*), cujos maiores estoques no Pacífico Sul, estão em sobrepesca.

Entretanto, a captura de pescado é importante não apenas para consumo humano, mas também, para a obtenção de ingredientes para rações. Cerca de um terço da produção mundial de pescado é destinado à elaboração de produtos não alimentícios, como farinha e óleo de peixe. Em 2006, a quantidade aproximada de matéria-prima destinada à produção de farinha de peixe foi de 20,2 milhões de t, valor 14% inferior ao de 2005 e ainda menor que o de 1994, de cerca de 30 milhões de t. A produção de farinha de peixe nas últimas décadas ocorreu de maneira irregular, refletindo a situação de sobrepesca da anchoveta e a ocorrência de fatores climáticos como o El Niño no Peru (FAO, 2009).

Ao longo dos anos, a farinha de peixe tem sido considerada a fonte protéica de origem animal mais utilizada em dietas balanceadas para peixes, sendo considerada indispensável para a obtenção de crescimento adequado devido ao seu alto valor biológico, graças ao adequado perfil de aminoácidos, além de atuar como palatabilizante (FURUYA, 2000; FURUYA et al*.,* 1996; PEZZATO, 1995; PEZZATO; BARROS; FURUYA, 2009; SALES; BRITZ, 2003; TACON, 1994).

O aumento da demanda no mercado internacional e a progressiva escassez da farinha de peixe impulsionaram o aumento de preço deste insumo e a busca por soluções através de estudos de fontes protéicas alternativas (CYRINO et al*.*, 2006; NEW; CSAVAS, 1995; PEREIRA; OLIVA-TELES, 2004).

O crescimento da aquicultura, associado ao aumento de práticas de cultivo cada vez mais intensivas, vem gerando aumento na procura por alimentos de alta qualidade que permitam formular dietas de alto valor nutricional, economicamente viáveis e ambientalmente corretas (BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA: OETTERER, 2008; ESPE et al., 1999; GATLIN et al., 2007; WATANABE, 2002).

Na piscicultura, como em qualquer criação zootécnica, a alimentação representa alto percentual dos custos operacionais, em torno de 40 a 60%, sendo os ingredientes protéicos responsáveis pela maior parte desse custo (EL-SAYED, 1999; CHENG; HARDY; USRY, 2003). Com isso a produção de ração comercial de qualidade para a aquicultura dependerá, em futuro próximo, da elaboração de produtos adequados para substituição da farinha de peixe, tanto sob o aspecto nutricional quanto de custo (BORGHESI, 2004).

A alimentação representa entre 40 e 70% do custo operacional da piscicultura e o nutriente mais caro é a proteína (EL-SAYED, 1999; CHENG; HARDY; USRY, 2003; TACON, 1994). O alto custo das fontes protéicas, associado à poluição ambiental, exige reavaliação tanto das fontes como dos níveis de proteína utilizados nas rações comerciais (DE SILVA; ANDERSON, 1998).

A farinha de peixe é uma das principais fontes de proteína utilizada em rações para peixes. As farinhas oriundas da pesca marinha, como as produzidas no Chile e Peru são as de melhor qualidade. Um grande problema enfrentado atualmente é o aumento na demanda por farinha de peixe, devido ao crescimento da aquicultura, causando uma menor disponibilidade de produto no mercado mundial e, consequentemente, o aumento do seu custo. Além disto, a excessiva exploração dos recursos oceânicos para produção de farinha de peixe pode contribuir para o colapso dos estoques pesqueiros mundiais (NAYLOR et al., 2000).

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas no sentido de identificar fontes protéicas alternativas, disponíveis nas regiões de criação, como substitutos parciais ou totais da farinha de peixe para permitir redução nos custos com alimentação (BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2007; BORGHESI et al., 2007; CHONG; HASHIM; ALI, 2002; FERRAZ DE ARRUDA; BORGHESI; OETTERER, 2007, FERRAZ DE ARRUDA et al., 2009; GUZMÁN; VIANA, 1998; PORTZ; CYRINO, 2004; OZORIO et al., 2010).

Em Portugal, uma possível fonte protéica para a aquicultura, é a silagem obtida do resíduo da indústria de pescado (GONÇALVES et al., 1989). O setor de

conservas é um dos mais importantes da indústria de processamento portuguesa devido à sua tradição e importância econômica. As conservas são normalmente produzidas com peixes pelágicos e geram cerca de 20 a 40% de resíduo constituído por cabeças, vísceras, pele, ossos e tecidos musculares retirados durante a operação de acabamento dos peixes para enlatamento. O país possui tecnologia disponível para obtenção de co-produtos como a silagem de pescado, hidrolisados protéicos, gelatina, sulfato de condroitina e óleo de pescado, inclusive dispondo de protótipos de máquinas para processamento já desenvolvidas (PROJECTO BE-FAIR, 2010).

Os resíduos de origem animal são uma vasta fonte de energia e de nutrientes, que podem ser convertidos em ingredientes para a indústria de alimentação animal. Alternativa com grande potencial é o aproveitamento das perdas de captura e resíduos do processamento do pescado, que podem chegar a 60% do total que é capturado, para a elaboração de silagem de pescado, produto nobre e com alto valor biológico (BEERLI, E.L.; BEERLI, K.M.C.; LOGATO, 2004; BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2007; CARVALHO et al., 2006; VIDOTTI; VIEGAS; CARNEIRO, 2003).

A silagem de pescado pode ser considerada uma importante fonte alternativa de proteína na alimentação animal, principalmente em situações em que a produção de farinha de peixe não é viável ou o custo é muito alto (BORGHESI, 2004). A silagem é uma técnica de preservação que deve ser considerada, principalmente em locais onde não existam fábricas de farinha de peixe ou que seja economicamente inviável a instalação destas (BOWER; HIETALA, 2008).

A silagem apresenta vantagens em relação à farinha de peixe, como a possiblidade de se produzida, de acordo com a demanda, emprego de mão-de-obra não especializada, baixo investimento de capital e tecnologia simples, além da rapidez e simplicidade do processo de produção em climas tropicais (MAIA JUNIOR et al., 2000). Ainda, o baixo consumo de energia durante o processamento e as enzimas presentes melhoram a aceitabilidade e digestibilidade do produto, além de contribuir para evitar a deterioração. Entretanto, as desvantagens, como a estocagem e transporte difíceis e alto teor de gordura de muitos peixes tropicais, que podem prejudicar o produto, também devem ser consideradas (OETTERER, 1993).

A silagem é uma boa alternativa não apenas para o resíduo do processamento de pescado, mas também, para a utilização de espécies e indivíduos

com tamanhos não comerciais. O aproveitamento deste material residual possibilita a redução da poluição ambiental (BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2008; VIDOTTI; GONÇALVES, 2010; SANTANA-DELGADO; AVILA; SOTELO, 2008) e o incremento da sustentabilidade da cadeia produtiva do pescado (ARVANITOYANNIS; KASSAVETI, 2008; SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003).

A expansão da produção de peixes no mundo, para atender a crescente demanda dos últimos anos por alimentos mais saudáveis, segurança alimentar e produção sustentável, tem exigido grande investimento em pesquisa. A identificação de espécies com potencial para a aqüicultura tem sido uma preocupação freqüente de diversos pesquisadores que buscam aumentar a sustentabilidade da cadeia produtiva.

Até o presente, a maricultura européia tem se concentrado em poucas espécies, tais como, o salmão do Atlântico (*Salmo salar*), a dourada (*Sparus aurata*), o robalo (*Dicentrarchus labrax*) e o “turbot” (*Scophthalmus maximus*). Obviamente é necessário que se desenvolvam novas estratégias para diversificação da aqüicultura na Europa (QUEMENER et al., 2002). Atualmente, cerca de 25 espécies estão sendo investigadas na região do Mediterrâneo, incluindo o linguado (*Solea solea)*, o goraz (*Pagellus bogaraveo*) e o sargo (*Diplodus sargus*) (QUEMENER et al., 2002; OZORIO et al., 2004).

O sargo (*Diplodus sargus*) é uma espécie onívora da família *Sparidae*, presente no Mediterrâneo e no Atlântico Leste, incluindo os arquipélagos da Madeira, Canárias e Cabo Verde (PEREZ et al., 2007), sendo considerada uma das espécies mais apreciadas e com maior valor comercial em Portugal.

O sargo é um dos principais recursos pesqueiros da costa sul de Portugal, onde o seu valor comercial aumentou consideravelmente no período entre 1996 e 2004 (ABECASIS, 2008). A carne desta espécie é muito apreciada e possui um alto valor comercial na Europa (COSTA; CATAUDELLA, 2007). Apesar do sargo ser considerado um potencial candidato para a aquicultura intensiva mediterrânea (ABELLAN; GARCIA-ALCAZAR, 1995), pela preferência de mercado, valor econômico e qualidade, problemas ainda precisam ser solucionados, como seu crescimento lento (ABELLAN et al., 1994; CEJAS et al., 1993, 2003; 2004a; DIVANACH; KENTOURI; PARIS, 1982) e elevada deposição lipídica (CEJAS et al., 2004b). Entretanto, apenas recentemente as exigências desta espécie começaram a serem investigadas através de pesquisas a respeito de desempenho, nutrição e

reprodução visando viabilizar seu cultivo (DIVANACH; KENTOURI; PARIS, 1982; DIVANACH et al., 1993; MAZZOLA et al., 1983; CEJAS et al., 2003; ABELLAN; GARCIA-ALCAZAR, 1995; MORDENTI et al., 1996; OZORIO et al., 2006).

O objetivo desta pesquisa foi estimar a exigência protéica e a utilização da silagem química de resíduo do processamento de sardinhas, produzido na região do Porto - Portugal, como ingrediente protéico na formulação de ração e seus efeitos no desempenho e na composição corporal do sargo (*Diplodus sargus*).

Esta pesquisa foi realizada após concessão de bolsa de mobilidade de pós-graduação do Programa Santander. Foi estabelecida parceria científica entre o Centro de Investigação Marinha e Ambiental da Universidade do Porto – Portugal (CIIMAR – UP), o Centro de Energia Nuclear na Agricultura e a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo – Brasil.

5.2 Desenvolvimento

5.2.1 Obtenção da silagem química de pescado

A matéria-prima utilizada para produção da silagem foi proveniente da indústria de conservas da cidade do Porto, em Portugal, e constituída de tecido muscular descartado no processamento de sardinhas (*Sardina pilchardus*). A indústria encaminha as cabeças dos peixes para fábricas de farinha de peixe, produz hidrolisado proteíco com as vísceras e realiza estudos visando o aproveitamento dos descartes da operação de enlatamento. O material foi retirado diretamente no fluxo de produção, acondicionado em caixa isotérmica contendo gelo de água potável e encaminhado diretamente ao Laboratório de Qualidade Alimentar, no Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto (ICBAS – UP). O material foi moído e adicionado da solução ácida comercial Lupro-Cid (ácidos fórmico e propiônico 3:1) na proporção de 3% do volume da solução em relação ao peso, com revolvimento da massa, objetivando manter o pH inferior a 4. (Figura 1).

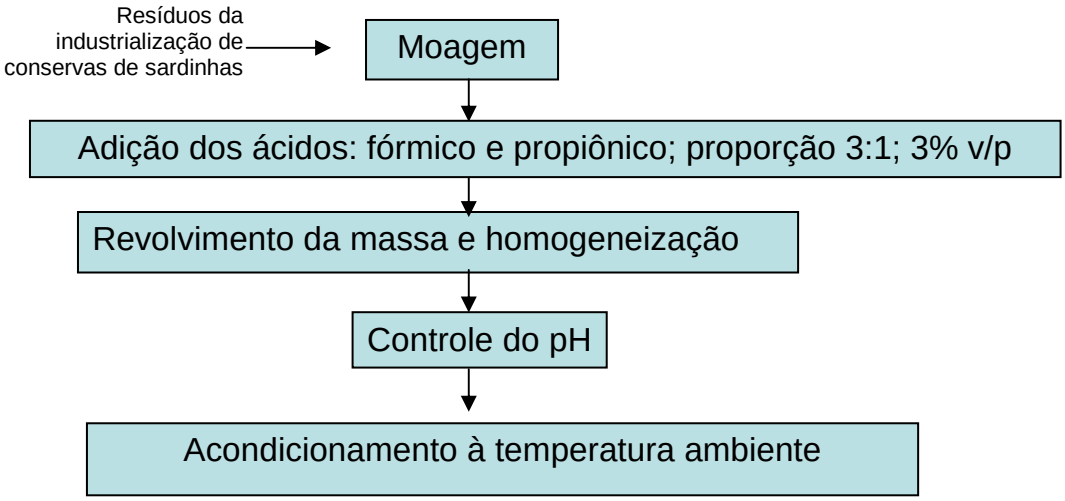

Figura 1 - Fluxograma de obtenção da silagem

5.2.2 Condições experimentais

Foram utilizados 180 sargos (21,30 ± 0,87 g) acondicionados em 12 tanques de fibra de vidro (90 × 47 × 50 cm) providos de um aerador e cobertos por placa de PVC para impedir eventuais fugas dos peixes. O ensaio experimental foi realizado no Laboratório de Engenharia Aquática do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, em Portugal que possui sistema fechado de recirculação de água constituído de dois filtros biológicos, filtro mecânico, aparelho para retirada de espuma, sistema de esterilização ultravioleta, refrigerador e ar condicionado.

No início do experimento, os sargos foram pesados individualmente e distribuídos em 12 tanques, para constituir seis tratamentos sendo dois tanques por tratamento e 15 peixes por tanque de acordo com a dieta fornecida. Os parâmetros para análise da água foram monitorados diariamente e apresentaram os seguintes valores: temperatura 21,5 ± 0,5 ºC, pH 7,3 ± 0,1, o oxigênio dissolvido 7,0 ± 0,4 mg/L, concentrações de amônia ionizada 0,6 ± 0,8 mg/L e nitritos 1,5 ± 0, 5 mg/L.

5.2.3 Dietas e programa alimentar

Os peixes foram alimentados diariamente, em duas refeições (9:00h e 16:30h), até saciedade aparente. Na preparação das dietas peletizadas foi utilizada

uma matriz de formulação (Brill Formulations®), sendo os valores de proteína e aminoácidos calculados segundo Ulloa e Verreth (2002) e Ozório et al. (2002). As dietas foram formuladas para conter dois níveis de silagem de sardinha (10 e 20%), e dois níveis de proteína bruta, 35 e 45% e, posteriormente peletizadas. Os demais ingredientes foram ajustados automaticamente pela matriz formuladora. Duas rações controle com 35% de proteína e 0% de silagem e 45% de proteína e 0% de silagem, foram utilizadas como tratamentos-referência (Tabela 1).

Tabela 1- Ingredientes e composição centesimal (%) das dietas experimentais contendo 35% e 45% de proteína

	35% PB			**45% PB**		
Silagem (%)	**0**	**10**	**20**	**0**	**10**	**20**
Ingredientes (%)						
Farinha de peixe (71% PB)	25,2	22,5	19,8	46,1	43,4	40,7
Dextrina	15	15	12	10	10,1	7
Glúten de trigo	15	15	15	10	10	10
Farinha de trigo	15	20	20	10,6	10,7	10,7
Óleo de peixe	11,9	10,4	8,8	10,3	8,7	7,2
Suplemento vitamínico	1	1	1	1	1	1
Suplemento mineral	1	1	1	1	1	1
Carboximetilcelulose	0,1	0,4	0,8	-	-	-,8
Colina	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Gelatina	1	1	1	1	1	1
Água	9,1	3,1	0	9,4	3,4	0
Silagem	-	10	20	-	10	20
Gelatina	1	1	1	1	1	1
Composição Centesimal (%)						
Matéria Seca	80	80,1	80,1	80,1	80,2	80,2
Proteína bruta(PB)	35,1	35,2	35,2	45,4	45,5	45,5
Lipídios	15,0	15,2	15,3	15,1	15,3	15,2
Cinza	9,4	9,5	9,7	10,8	11,1	11,2
Energia bruta (kcal/kg)	3941,	3941,8	3942,1	3941,7	3941,9	3942,2
Carboidratos[1]	20,5	20,2	19,9	8,8	8,3	8,3

Fonte: Association of American Feed Control Officials – AAFCO (2004)
[1] Cálculo: 100 – (% PB + % lipídios +% umidade + % cinza)

5.2.4 Procedimento experimental e amostragem

O experimento teve duração de 59 dias. Anteriormente à distribuição nos tanques, foram coletados 20 peixes, abatidos por hipotermia, compondo a amostra inicial que foi armazenada sob congelamento. Para a realização destas amostragens

os peixes foram mantidos em jejum durante 24 horas. No fim do experimento procedeu-se a biometria final, na qual foram pesados, medidos e sacrificados por hipoterrmia 48 sargos (4 peixes/tanque). Em seguida foi feita a pesagem do fígado, a identificação e o armazenamento das amostras a -20 ºC até posterior processamento. O experimento foi conduzido de acordo com a Diretiva Européia 86/609/CEE (CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2008) que protege os direitos dos animais usados em experiências ou outros fins científicos.

Foram determinados os seguintes parâmetros de desempenho:

- Ganho de Peso (g): **GP** = peso final − peso inicial
- Consumo Alimentar Diário: **CAD (%)** = 100 x [total de alimento consumido ÷ (peso corporal médio x período em dias)]
- Índice de Conversão Alimentar: **ICA** = Consumo de alimento seco (g de Matéria Seca / Ganho de peso (g)
- Taxa de Crescimento Específico: **TCE =** 100 x [(ln Peso médio final– ln Peso médio inicial) ÷ período em dias]
- Peso Médio Corporal (g): **PMC** = (Peso médio inicial + Peso médio final) / 2
- Índice Hepatossomático: **IHS** = 100 x (Peso do fígado ÷ peso corporal médio)
- Taxa de Eficiência Proteíca: **TEP** = (Ganho de Peso ÷ Proteína Bruta Consumida)
- Índice de Crescimento Diário (%/dia): **ICD** = 100 × [(Peso médio final)$^{1/3}$ – (Peso médio inicial)$^{1/3}$] / período em dias
- Consumo Voluntário de Alimento (%): **CVA** = (Consumo de alimento / Peso médio corporal /período em dias) × 100
- Fator de Condição: **K** = 100 × Peso (g) / Comprimento (cm)^3

5.2.5 Análises químicas

Foram recolhidas amostras da matéria-prima utilizada para elaboração da silagem e da silagem após sua estabilização; também, foram utilizados, no início e no fim do experimento, peixes inteiros para análise de composição centesimal. Para a amostragem inicial foram triturados 20 peixes coletados anteriormente ao início do ensaio; para a amostragem final foram triturados 4 peixes de cada tanque,

totalizando 48 indíviduos. Todas as amostras foram liofilizadas e utilizadas para determinação da composição centesimal, bem como, as 6 dietas experimentais, em triplicatas, quanto aos teores em matéria seca; proteína; cinza e lipídios (AOAC, 2000). Os valores para energia bruta foram obtidos por bomba calorimétrica IKA-C-700 (OZORIO et al., 2002).

5.2.6 Análise estatística

Todos os resultados foram avaliados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) a dois fatores (% Protéina Bruta e inclusão da silagem), “Two Way ANOVA”. Em todas as análises estatísticas realizadas os efeitos foram considerados significativos quando $P<0,05$. Sempre que os testes revelaram significância ($P<0,05$) as médias individuais foram comparadas por meio de um teste de Tukey utilizando o sistema computacional estatístico SAS (SAS, 2002).

5.2.7 Levantamento do custo das rações

Os custos das dietas elaboradas foram calculados a partir da cotação dos ingredientes utilizados na elaboração das rações, realizando consultas às empresas fornecedoras que disponibilizaram os valores praticados comercialmente na cidade do Porto, em Portugal, em outubro de 2010.

5.2.8 Resultados e discussão

5.2.8.1 Elaboração da silagem

Com o aumento do número de indústrias beneficiadoras, o resíduo proveniente desta atividade tornou-se um sério problema. Assim, em muitos casos, a produção de silagem de pescado poderia ser uma solução, pois a sua obtenção é simples e de baixo custo, além de poder agregar valor ao produto e contribuir para a redução da poluição ambiental e do custo das rações, como corroborado por esta pesquisa e por diversos autores (BORGHESI et al., 2006; GUZMÁN; VIANA, 1998). O processo para a obtenção da silagem química de pescado mostrou-se simples,

prático e econômico, não exigindo equipamentos e procedimentos custosos, como os empregados na produção de farinha de peixe (COELLO et al., 2000; DISNEY et al., 1977; FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006, 2009; GILDBERG, 1993; JACKSON et al., 1984a, 1984b; MARTIN; BEMISTER, 1994; MORALLES-ULLOA; OETTERER, 1997; OTTATI et al., 1990; RAA; GILBERG, 1982; SANTANA-DELGADO; AVILA; SOTELO, 2008; TATTERSON; WINDSOR, 1974).

As condições da matéria-prima utilizada estão diretamente relacionadas à qualidade da silagem resultante. Se a silagem é preparada a partir de material em processo de decomposição, o produto obtido vai se apresentar com níveis elevados de degradação (FAO, 2008). Em tais produtos os aminoácidos livres são precursores de aminas biogênicas como cadaverinas, histaminas, putrescinas (DAPKEVICIUS; NOUT; ROMBOUTS, 2000).

Para a elaboração da silagem, a matéria-prima foi coletada diretamente na linha de produção industrial e constituiu-se de resíduo do processamento de sardinhas, portanto, com características físico-químicas e microbiológicas adequadas ao consumo humano. O resíduo foi obtido da operação de acabamento do produto para enlatamento e constituído de tecido muscular. O material apresentou valor de 6,3 para pH e a seguinte composição, em g/100g de matéria seca: 51,28 de proteína bruta (PB); 46,16 de lipídios e 2,33 de cinza. Os valores de proteína bruta foram próximos aos encontrados por Zahar et al. (2002) 49,8 g/100g, porém, diferiram dos obtidos por estes autores para lipídios e cinza (20,1 e 24,4 g/100g, respectivamente). Estas diferenças podem ser explicadas pela constituição diversa do resíduo coletado nas pesquisas. Os autores utilizaram como matéria-prima, cabeças, vísceras e nadadeiras, portanto, contendo material ósseo que provavelmente, influenciou na fração cinza relatada. Com relação à fração lipídica, as diferenças podem ser atribuídas à diversidade na constituição do resíduo; variações sazonais, dietéticas ou estágio de desenvolvimento dos peixes.

Os valores de pH para a silagem elaborada foram: 3,37; 3,49; 3,76 e 3,76, nos 4 dias consecutivos à sua elaboração, não havendo crescimento fúngico; a estabilidade foi atingida no terceiro dia. Tais características devem ser atribuídas à solução ácida utilizada (ácidos fórmico e propiônico; 3:1) que foi escolhida conforme experimentos anteriores realizados por Ferraz de Arruda (2009) e que demonstraram sua viabilidade na produção de silagem estável e com pH adequado. Esta combinação de ácidos permite alcançar a estabilidade rapidamente (BORGHESI;

FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2008, FERRAZ DE ARRUDA et al., 2005, 2006, 2007, 2009; GAO; LO; LIAO, 1992; LO; LIAO; GAO, 1993; KOMPIANG, 1981, MORALLES-ULLOA; OETTERER, 1995, 1997; TATTERSON; WINDSOR, 1974).

A silagem foi armazenada à temperatura ambiente (23 ℃). A liquefação foi favorecida, uma vez que as enzimas presentes caracterizam-se por apresentar maior atividade em pH ácido e sob temperaturas entre 20-40 ℃. Em temperaturas inferiores, a liquefação ocorre de forma lenta conforme relatado por Tatterson (1982).

Pelo exame visual da silagem foi obdervado que a liquefação da massa iniciou-se no segundo dia e aumentou gradativamente, resultando em um produto com característica líquido-pastosa de coloração marrom e aroma ácido, conforme descrito por Ferraz de Arruda et al. (2006, 2009) e Moralles-Ulloa e Oetterer (1997). Este aspecto deve-se à contínua hidrólise protéica que acontece na silagem pela ação das enzimas proteolíticas naturalmente presentes no pescado (ESPE; RAA; NJAA, 1989; ESPE; LIED, 1999; HARDY et al., 1983; STONE; HARDY, 1986; GODDARD; PERRET, 2005; OETTERER, 1994).

5.2.8.2 Aspectos nutricionais da silagem

O valor nutricional da silagem pode ser controlado limitando a hidrólise das proteínas e polipeptídeos em aminoácidos livres. Os pesquisadores relatam que os peptídeos de cadeia curta (di e tripeptídeos) são mais facilmente absorvidos que os aminoácidos livres. Níveis elevados de aminoácidos livres na dieta interferem no mecanismo de absorção de aminoácidos e peptídeos de cadeia curta (STONE et al.,1989; GODDARD; AL-YAHYAI, 2001) e estes, quando absorvidos reduzem as flutuações do nível de aminoácidos no plasma e retornam disponíveis para a síntese protéica por períodos mais longos do que os aminoácidos livres (STONE; HARDY, 1986).

O valor nutricional da silagem está na sua digestibilidade protéica que deve ser preservada, evitando-se estocagem prolongada. O preparo da silagem não causa perda imediata de aminoácidos, por não envolver aumento de temperatura. Entretanto, depois de uma semana, começam a ocorrer perdas nutricionais (MORALLES-ULLOA; OETTERER, 1997). A utilização da silagem neste trabalho foi feita imediatamente após a liquefação da massa e a estabilização do pH, conforme

recomendado em trabalhos anteriores (FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006; OETTERER, 2006; RAA; NJAA; 1989).

A composição centesimal da silagem, em g/100g de matéria seca, foi 51,69 de proteína bruta; 45,87 de lipídios e 2,28 de cinza. Estes valores não apresentaram diferença (P>0,05), em relação à composição da matéria-prima utilizada. Entretanto, a composição centesimal varia de uma espécie de pescado para outra e até dentro da mesma espécie, dependendo da época do ano, tipo de alimentação, grau de maturação gonadal e sexo. Além disso, pode apresentar variação no mesmo peixe, dependendo da parte analisada (SALES, 1995). Comparando-se os resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se afirmar que a composição da silagem está diretamente relacionada com o material que lhe deu origem. A composição aproximada da silagem de pescado é semelhante à da matéria-prima (BORGHESI et al., 2007, DISNEY; TATTERSON; OLLEY, 1976; HAARD et al., 1985; FERRAZ DE ARRUDA; BORGHESI; OETTERER, 2007; KOMPIANG, 1981).

O teor lipídico da silagem é elevado, porém semelhante ao encontrado na matéria-prima, podendo esta ser considerada fonte de ácidos graxos poliinsaturados. Porém, a concentração lipídica é considerada um ponto crítico para manutenção da qualidade nutricional da silagem (FERRAZ DE ARRUDA; BORGHESI; OETTERER, 2007). Sendo assim, torna-se necessária a rápida utilização da silagem elaborada.

O valor de proteína bruta da silagem deste experimento é semelhante aos encontrados por Boscolo et al. (2008) e Sugiura, Dong e Rathbone (1998) para farinhas de peixe, da ordem de 50,37; e 46,90 g/100g, respectivamente, portanto, a silagem pode ser considerada uma fonte protéica potencial.

O tempo de armazenamento prolongado da silagem pode piorar a conversão alimentar e reduzir o valor nutricional, havendo relação direta entre o escurecimento provocado por reações envolvendo os lipídios e a perda do valor nutritivo (KOMPIANG, 1981). Quando as proteínas são expostas a lipídios peroxidados, uma porção considerável destes complexa-se com proteínas mediante associações e/ou ligações de hidrogênio causando perda do valor nutritivo (SALES, 1995). Ligações covalentes entre produtos oxidados e proteínas podem destruir aminoácidos como o triptofano, oxidar a metionina e ligar a lisina a outros compostos tornando esses aminoácidos indisponíveis (NELSON; COX, 2000).

Com relação à composição em aminoácidos, o ácido glutâmico, o ácido aspártico, a leucina e a lisina foram os aminoácidos encontrados em maior

concentração na silagem (Tabela 2), confirmando o que foi relatado por Borghesi, Ferraz de Arruda e Oetterer (2008), Ferraz de Arruda et al., (2006); Jackson, Kerr e Cowey, (1984) e Jackson, Kerr e Bullock (1984), Hassan e Heath (1987); Morales-Ulloa e Oetterer (1997) e Vidotti, Carneiro e Viegas (2002), Vidotti, Viegas e Carneiro (2003) para silagens produzidas a partir de diferentes matérias-primas.

Tabela 2 - Composição em aminoácidos na silagem química de resíduos de sardinha comparados com o padrão da FAO, em g/100g de proteína

Aminoácidos*	**g/100g**	**FAO g/100g**
Ácido aspártico	10,61±0,4	-
Treonina	4,41±0,21	4
Serina	3,8±0,13	_
Ácido glutâmico	13,5±0,35	_
Prolina	4,3±0,18	_
Glicina	5,97±0,24	_
Alanina	7,52±0,29	_
Cistina	2,14±0,2	_
Valina	5,75±0,31	5
Metionina	3,4±0,18	3,5
Isoleucina	5,41±0,17	4
Leucina	8,31±0,26	7
Fenilalanina + Tirosina	9,1±0,14	6
Lisina	6,46±0,21	5,5
Histidina	4,5±0,32	_
Arginina	6,2±0,28	_
Triptofano	0,67±0,11	1

**Fonte: FAO (1985)
*Média e desvio-padrão de 3 repetições.

A silagem apresentou valores semelhantes ou maiores ao padrão da FAO (1985) para todos os aminoácidos essenciais, com exceções do triptofano e da metionina, que se apresentam com 67% e 97%, respectivamente, do teor do padrão (Tabela 2). Os valores mais elevados para os aminoácidos essenciais foram para a leucina e para a lisina.

Entre os aminoácidos essenciais, o triptofano apresentou menor concentração na silagem, corroborando com Strom e Eggum (1981), Espe, Raa e Njaa (1989), Ferraz de Arruda et al. (2006), Géron et al. (2007) e Vidotti, Viegas e Carneiro (2003). De acordo com Fagbenro e Bello-Olusoji (1997), Aranson (1994) e Santana Delgado, Avila e Stelo (2008), o triptofano é lábil em condições ácidas.

5.2.8.3 O Sargo (*Diplodus sargus)*

O sargo tem sido relatado como uma espécie onívora (CEJAS et al., 1993; SALA; BALLESTEROS, 1997), embora outros autores considerem os juvenis como onívoros e os adultos como carnívoros (ABELLAN; GARCIA-ALCAZAR, 1995). As exigências nutricionais desta espécie em cativeiro ainda são desconhecidas. Os animais são normalmente alimentados com rações comerciais desenvolvidas para outras espécies marinhas. No entanto, essas dietas podem não ser apropriadas, fato que poderia explicar o menor desempenho relatado para esta espécie (CEJAS et al., 1993; DIVANACH et al., 1993; ABELLAN; GARCIA-ALCAZAR, 1995).

Conforme Ozório et al. (2006), trabalhando com espécie do mesmo gênero, o *Diplodus vulgaris,* a exigência protéica estaria entre 35 e 45%. Como existem poucos trabalhos com o *Diplodus sargus*, os valores de crescimento e conversão alimentar são, normalmente, utilizados e comparados com os disponíveis para os Sparídeos.

5.2.8.4 Parâmetros de crescimento e aceitação das dietas elaboradas

O consumo de ração não diminuiu com a inclusão da silagem ácida e não apresentou diferença entre os tratamentos (P>0,05) (Tabela 3). A inclusão da silagem não diminuiu a aceitação das rações formuladas em relação às rações controle (0% de silagem). Durante o período experimental, os animais que foram alimentados com ração contendo silagem eram mais ativos no momento do fornecimento da dieta, demonstrando que a presença da mesma auxiliou na atratividade, conforme descrito também por Ferraz de Arruda et al. (2009).

A Tabela 3 apresenta os valores médios, de duas repetições, para Ganho de Peso (GP), Consumo Alimentar Diário (CAD) , Índice de Conversão Alimentar (ICA) e Taxa de Crescimento Específico (TCE) obtidos no ensaio de desempenho.

Tabela 3 - Ganho de peso, consumo alimentar diário, índice de conversão alimentar e taxa de cresimento específico do sargo (*Diplodus sargus*)

Dieta	Silagem	PB	PI	PF	GP	CAD	ICA	TCE
	(%)	(%)	(g)	(g)	(g)	(%)		(%)
1	**0**	**35**	20,67	30,28	9,61	33,24	3,49	0,64
2	**0**	**45**	21,27	30,51	9,23	31,69	3,22	0,71
3	**10**	**35**	20,9	30,85	9,95	33,7	3,64	0,6
4	**10**	**45**	21,78	33,58	11,8	30,29	2,61	0,81
5	**20**	**35**	21,84	35,25	13,41	36,98	3,70	0,65
6	**20**	**45**	21,35	33,01	11,36	32,82	2,94	0,73
Erro Padrão da média			1,02	3,42	2,91	3,87	0,87	0,14
Médias Agrupadas								
	0(n=4)		21,56	32,88	11,32	34,90	3,35	0,71
	10(n=4)		21,22	31,93	10,79	32,47	3,32	0,69
	20(n=4)		21,12	31,92	10,7	31,99	3,12	0,68
		35(n=6)	21,65	33,94	12,28	3,61	0,75	34,64
		45(n=6)	20,95	30,55	9,60	2,92	0,63	31,6
Análise de Variância – ANOVA (Pr>F)								
SIL			0,82	0,90	0,94	0,55	0,92	0,96
PB			0,27	0,13	0,16	0,22	0,22	0,19
SIL × PB			0,89	0,86	0,82	0,88	0,83	0,77

PB = proteína bruta; PI = peso inicial; PF = peso final; GP = ganho de peso; CAD = consumo alimentar diário; ICA = índice conversão alimentar; TCE = taxa de crescimento específico.
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (α = 0,05).

A palatabilidade das rações formuladas foi de fundamental importância na aceitação do alimento pelos peixes. O resultado da sobrevivência dos animais foi 100% para todos os tratamentos, indicando ausência de substâncias tóxicas ou prejudiciais aos peixes.

Ozorio et al. (2006) pesquisaram o efeito de diferentes níveis protéicos e lipídicos no crescimento e na composição de carcaças de sargo. Os peixes (10,7 ± 0,2 g) foram alimentados até a saciedade aparente com 4 dietas, compostas com 15 e 28% de PB e 12 e 16% de lipídios. Os melhores índices de crescimento foram

observados nos peixes alimentados com maior nível protéico. Os níveis lipídicos não afetaram o desempenho. Registrou-se 10% de mortalidade devido provavelmente ao estresse por se tratar de uma espécie não domesticada e altamente sensível ao manejo.

O índice de sobrevivência da presente pesquisa foi semelhante ao apresentado por Enke et al. (2009) que utilizaram farinha de silagem ácida de peixe em dietas para o jundiá (*Rhamdia quelen*). Boscolo et al. (2005) não encontraram diferenças para sobrevivência dos juvenis de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) alimentados com dieta contendo 0, 5, 10, 15% de inclusão de silagem de resíduos de filetagem de tilápias (*Oreochromis niloticus*). Da mesma forma, Carvalho et al. (2006), quando avaliaram a sobrevivência de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo 0 a 30% de inclusão de silagem de resíduos da filetagem de tilápia, não encontraram diferença significativa (P>0,01).

Conforme Oliveira et al. (2006) e Pimenta et al. (2008), a palatabilidade e a atratividade de rações contendo silagem de pescado estão relacionadas às substâncias solúveis disponíveis na silagem ácida de pescado, consideradas estimulantes do consumo. Estes autores estudaram o desempenho e a digestibilidade de alevinos de tilápias com dietas contendo níveis crescentes de silagem ácida de pescado e afirmaram que durante o período experimental não houve disfunção física e comportamental; os autores e não observaram mortalidade.

Papoutsoglou et al. (2006) avaliaram os efeitos da densidade (10, 15, 20, 25, 30 e 35 peixes/tanque) sobre o crescimento, ação de neurotransmissores e composição de ácidos graxos do fígado de juvenis de sargo. Os autores relataram os melhores valores de desempenho e menor índice hepatossomático nos tanques contendo menores densidades. Na atual pesquisa durante o período experimental, não houve presença de comportamento agressivo, provavelmente, porque a alimentação foi oferecida até saciedade aparente e sua formulação atendeu às exigências nutricionais da espécie, diminuindo a competição e o estresse para consumo. Além disso, os animais experimentais possuíam baixa heterogeneidade quanto ao tamanho. Segundo os autores, o sargo desenvolve dominância hierárquica e agressividade contra indivíduos da mesma espécie. Para a densidade de 15 peixes/tanque, semelhante, ao do presente estudo, os autores encontraram maiores taxas de mortalidade (23,3 ± 10%), porém menor relação hepatossomática (0,72 ± 0,03%).

Os índices hepatossomáticos (IHS) determinados para o sargo, alimentados com diferentes concentrações de proteína bruta e níveis de inclusão de silagem, não apresentaram variação estatística, com valores entre 1,41 e 1,47%, portanto, não afetados pelos diferentes tratamentos e próximos aos valores apresentados por Ozorio et al. (2006) e Hernandez et al. (2003) para essa faixa de peso. A diferença entre os valores deste índice e o apresentado por Papoutsoglou et al. (2006) deve ser relacionada ao maior tamanho dos peixes utilizados por esses pesquisadores (32,7 ± 1,4 g). Elevados valores para IHS poderiam ser correlacionados com exposição à substâncias tóxicas presentes na água, com o consumo alimentar ou com a utilização de rações desbalanceadas em energia e proteína.

Mouine et al. (2007) estudando a biologia reprodutiva do *Diplodus sargus* no Golfo de Túnes (Mediterrâneo) analisaram mensalmente o IHS de indivíduos selvagens (n=247) e os valores variaram de 0,87 a 1,54% para machos e 0,66 a 1,13% para fêmeas, ou seja, os valores da presente pesquisa estão inseridos nas faixas encontradas por esses pesquisadores. Estes autores também relataram diferenças significativas nestes valores em várias pesquisas que buscaram avaliar o tamanho do sargo ao alcançar a maturidade sexual. As diferenças de idade e crescimento para atingir a maturidade estariam, provavelmente, relacionadas a diferenças populacionais e afetadas por fatores ambientais como temperatura, qualidade e disponibilidade de alimentos, estrutura demográfica e predação por tamanho.

Enke et al. (2009) obtiveram médias de ganho de peso maiores em dietas com inclusão de farinha de silagem, indicando que a silagem na dieta possivelmente influenciaria a palatabilidade, atratividade e digestibilidade das rações fornecidas aos juvenis de jundiá. Oliveira e Cyrino (2004) avaliaram o uso da silagem de pescado como palatabilizante para o “black bass” (*Micropterus salmoides*), comparando-a com o produto comercial FISHARON® (farinha de peixe e proteína solúvel de peixe). Os autores relataram que os peixes alimentados com a dieta contendo o produto comercial obtiveram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos (P>0,05).

Para as enguias (*Anguilla anguilla)*, de grande importância em toda a Europa, o gasto com alimentação representa cerca de 50% do total dos custos. Portanto, a formulação de uma dieta econômica e nutritiva é de grande necessidade. Sendo assim, estes autores estudaram o uso da silagem na formulação de dietas para as

enguias e constataram que as dietas contendo silagem proporcionaram melhor conversão alimentar e maior ganho de peso, além de serem mais atrativas que as dietas controle e comercial testadas e que não possuíam silagem na sua composição (GONÇALVES et al., 1989).

Viana et al. (1996) avaliaram a utilização da silagem como um alimento alternativo para o abalone (*Haliotis fulgens*) cujo alimento natural é uma microalga com alto custo. Os autores concluíram que a silagem de peixe é muito atrativa, mas não muito palatável, por isto, recomendam o uso da silagem combinada com outro ingrediente mais palatável, como a farinha de milho, por exemplo. A viabilidade do uso da silagem como palatabilizante torna-se importante pelo alto custo do produto comercial.

Abellan e Garcia-Alcazar (1995) estudaram o desempenho do sargo comum (*Diplodus sargus*) e do sargo bicudo (*Diplodus puntazzo*) comparando os resultados encontrados com os valores da dourada (*Sparus aurata*). A menor taxa de crescimento do sargo levou os autores a afirmarem que essa espécie não seria apropriada para aquicultura intensiva. Os sargos com 3 g de peso inicial precisaram de 18 semanas para atingir 20 g. Após atingirem 20 g, as taxas de conversão alimentar se mantiveram altas para essa espécie, com valor de 5,5, superiores aos determinados na presente pesquisa.

Ozorio et al. (2006) relataram diminuição no consumo com aumento do nível de proteína bruta na dieta (PB), mesmo com diferentes níveis lipídicos. Segundo os autores, a conversão alimentar melhorou com o aumento protéico e lipídico, sem afetar a composição da carcaça. Além disso, a taxa de eficiência protéica (TEP) foi maior em rações contendo mais PB.

No presente experimento não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos, para os parâmetros de conversão alimentar e não houve diferença na composição corporal dos indivíduos. Entretanto, os valores dos parâmetros de desempenho foram menores do que os encontrados por Ozorio et al. (2006).

O sargo comum apresentou menores índices de crescimento que os relatados para indivíduos da mesma espécie e tamanho aproximado para vários autores, como Abellan e Garcia-Alcazar (1995), Cejas et al. (1993), Dikel, Kiris e Alev (2002), Ozorio et al. (2006), Sá, Pousão-Ferreira e Oliva-Teles (2002, 2003). O sargo também demonstrou menor crescimento que o reportado para outros esparídeos, como a dourada *Sparus aurata* (GOMEZ-REQUENI et al., 2004; PEREIRA; OLIVA-

TELES, 2004), sargo bicudo *Diplodus puntazzo* (ATIENZA; CHATZIFOTIS; DIVANACH, 2004) e sargo vermelho *Pagrus major* (OGATA; OKU; MURAL, 2002). Entretanto, a adição de silagem não foi o fator determinante para o baixo desempenho da espécie neste experimento.

Diversos fatores relacionados com a linhagem, fase de crescimento, manejo, estado fisiológico, parâmetros físico-químicos da água, e, principalmente, o tipo de alimento e sua proporção na composição das rações, podem influenciar as exigências nutricionais dos peixes. Tais fatores fazem com que ocorram diferenças nos resultados de experimentos relativos à determinação de exigências nutricionais.

A variabilidade de resultados e parâmetros estudados, em diversos trabalhos científicos, pode ser atribuída à necessidade de se considerar as exigências nutricionais quantitativas e qualitativas para a espécie e seu estágio de desenvolvimento durante a formulação das dietas, uma vez que os peixes possuem hábitos e necessidades nutricionais diferentes. Além disso, as exigências nutricionais e os parâmetros abióticos para o sargo ainda estão sendo estudados e discutidos.

A maioria dos estudos sobre a exigência em aminoácidos para essa espécie foi realizada para o estágio larval. Entretanto, para elevar os parâmetros de crescimento é necessário, não apenas determinar o aporte protéico, mas também, o conteúdo e a digestibilidade dos aminoácidos presentes, para atender às exigências de máximo desempenho.

Esta espécie tem sido analisada recentemente e a maioria dos trabalhos relata valores diferentes de desempenho. No entanto, os indivíduos ainda não estão domesticados e os estudos genéticos estão em sua fase inicial, o que poderia explicar o menor crescimento em cativeiro. Considerando que, não foram notados sinais clínicos e comportamentais, além dos parâmetros não apresentarem diferenças significativas entre os tratamentos, as razões para os baixos índices relatados seriam o fato da espécie ainda não estar totalmente domesticada, bem como a alta sensibilidade ao manejo (CASTRO; CABALLERO, 2004) e a suscetibilidade ao estresse dos indivíduos.

A Tabela 4 apresenta os parâmetors de desempenho em valores médios para Índice de crescimento diário (ICD), Fator de Condição (K); Consumo Voluntário de Alimento (CVA) e Taxa de eficiência protéica (TEP).

Tabela 4 - Parâmetros de desempenho para juvenis de sargo (*Diplodus sargus*). Valores médios para as duas repetições

Dieta	Silagem	PB	ICD	K	CVA	TEP
	(%)	(%)	(g)		(g)	(%)
1	**0**	**35**	0,64	1,78	0, 55	0,81
2	**0**	**45**	0,71	1,84	0,52	0,78
3	**10**	**35**	0,6	1,76	0,54	0,79
4	**10**	**45**	0,81	1,81	0,51	0,86
5	**20**	**35**	0,65	1,79	0,58	0,8
6	**20**	**45**	0,73	1,76	0,52	0,76
Erro Padrão da média			0,142	0,07	0,04	0,21
Médias Agrupadas						
	0(n=4)		0,71	1,81	0,55	0,83
	10(n=4)		0,69	1,78	0,53	0,8
	20(n=4)		0,68	1,78	0,52	0,78
		35(n=6)	0,75	1,80	0,56	0,8
		45(n=6)	0,63	1,78	0,52	0,8
Análise de Variância – ANOVA (Pr>F)						
SIL			0,96	0,79	0,06	0,94
PB			0,19	0,53	0,17	0,98
SIL × PB			0,77	0,64	0,94	0,92

PB = proteína bruta; ICD = Índice de Crescimento Diário; K = Fator de Condição; CVA = Consumo Voluntário de Alimento; TEP = Taxa de Eficiência Protéica.
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (α = 0,05).

A Tabela 5 contém os resultados das análises físico-químicas de composição centesimal (g/100g) para as amostras de carcaças analisadas em triplicatas.

Tabela 5 - Composição centesimal (%) da carcaça de juvenis de sargo (*Diplodus sargus*)

Dieta	Silagem	PB	M. Seca	Proteína	Cinza	Lipídios
	(%)	(%)	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
1	**0**	**35**	33,43±0,98*	50,87±0,47	15,81±2,79	30,19±0,11
2	**0**	**45**	34,03±0,03	50,28±0,61	14,49±0,87	30,14±0,07
3	**10**	**35**	33,78±2,01	49,68±3,06	17,54±0,12	30,42±0,11
4	**10**	**45**	33,11±0,62	51,53±0,57	15,87±1,75	29,49±0,67
5	**20**	**35**	32,62±1,2	52,63±1,8	14,26±0,99	29,94±0,73
6	**20**	**45**	32,78±1,23	52,04±1,6	16,42±0,98	30,09±0,82
Erro Padrão da média			**1,18**	**1,64**	**1,50**	**0,53**
Médias Agrupadas						
	0(n=4)		33,73	52,34	16,7	30,17
	10(n=4)		33,45	50,61	15,34	30,02
	20(n=4)		32,70	50,58	15,152	29,96
		35(n=6)	33,31	51,29	15,87	30,19
		45(n=6)	33,27	51,06	15,59	29,91
Análise de Variância – ANOVA (Pr>F)						
SIL			0,48	0,29	0,34	0,85
PB			0,96	0,82	0,75	0,4
SIL × PB			0,75	0,51	0,22	0,38

PB = proteína bruta; M. Seca = Matéria Seca.
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (α = 0,05).

Não houve diferença (P>0,05), entre os tratamentos para nenhum dos parâmetros de desempenho e composição corporal (Tabelas 4 e 5) indicando que é possível a inclusão de 20% de silagem ácida do resíduo do processamento de sardinhas na formulação de rações para o sargo, sem alterar o desempenho ou provocar alteração na composição corporal dos indivíduos. Estes dados são semelhantes aos relatados por Ferraz de Arruda et al. (2009) que utilizaram níveis

crescentes de inclusão da silagem ácida de pescado (0; 7,5; 10; 12 e 15%). Os autores não encontraram diferenças entre os tratamentos para ganho de peso, conversão alimentar, taxas de eficiência protéica e crescimento específico (P>0,05). Para a composição corporal, também, não houve diferença (P>0,05) para umidade, cinza e lipídios.

Oliveira et al. (2006) ao estudarem o desempenho de alevinos de tilápias alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de silagem ácida de pescado em substituição à farinha de peixe (0, 10, 20, 30 e 40%) não observaram diferença (P>0,05) para ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e acréscimo em altura. Porém, observou-se aumento linear (P<0,01) para o comprimento à medida que houve aumento na substituição da farinha de peixe pela silagem.

Abimorad et al. (2009) avaliaram o emprego de ração artesanal à base de silagem de resíduo da filetagem de pescado na criação de tilápia do Nilo. Foram analisados os parâmetros de desempenho produtivo (sobrevivência, ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico e coeficiente de variação do peso final), as variáveis de qualidade da água (oxigênio dissolvido, transparência, fósforo e nitrogênio total), o custo de arraçoamento e a composição corporal. Não houve diferença (P>0,05) entre as rações para todos os parâmetros analisados. O custo, por quilograma, de peixe produzido com ração artesanal foi aproximadamente 42% menor que o de peixe produzido com ração comercial. Os peixes alimentados com ração artesanal apresentaram teor de lipídios significativamente menor na carcaça, porém não houve diferença entre os tratamentos para umidade, proteína e cinza. A ração artesanal mostrou-se mais adequada às necessidades nutricionais da tilápia. Verificou-se maior eutrofização da água dos viveiros onde os peixes receberam ração artesanal, este fato pode ser atribuído à ração artesanal produzida por Abimorad et al. (2009), que foi fornecida úmida (aproximadamente 49% de umidade) sem processamento.

5.2.8.5 Aspectos econômicos das rações elaboradas

Estimando-se que os maiores custos de produção em aquicultura se devem ao manejo alimentar (CHENG; HARDY; USRY, 2003; TACON, 1994; PEZZATO; EL-SAYED, 1999) com a redução dos custos das rações por meio da utilização dos

resíduos do processamento, haverá diminuição do preço de pescado ofertado e maior facilidade de aquisição pelo consumidor.

Os custos para a formulação das dietas foram baseados em cada ingrediente, visto que a ração foi produzida experimentalmente. Para a silagem foi considerado custo zero para a matéria-prima (resíduo do processamento de sardinha). Desta forma, para a elaboração da silagem apenas o valor do ácido é adicionado ao cálculo. Assim, o quilograma de Lupro-Cid® (solução de 63,75% de ácido fórmico e 25% de propiônico) teve o custo de € 1,22. Alguns ingredientes são adquiridos em toneladas, como a farinha de peixe, o glúten, a farinha de trigo e o óleo de peixe. A compra em grandes quantidades dilui o valor de cada um desses ingredientes quando calculados para 1 kg (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6 - Custo dos ingredientes para formulação de dieta com 35% de proteína bruta

DIETA com 35% de Proteína Bruta							
Silagem		**0%**		**10%**		**20%**	
Ingredientes (%)	**€/kg**	**%**	**€**	**%**	**€**	**%**	**€**
Farinha de peixe (71% PB)	1,17	25,2	0,29	22,5	0,26	19,8	0,23
Dextrina	6,50	15	0,98	15	0,98	12	0,78
Glúten de trigo	1,30	15	0,20	15	0,20	15	0,20
Farinha de trigo	0,23	15	0,03	20	0,05	20	0,05
Óleo de peixe	0,88	11,9	0,10	10,4	0,09	8,8	0,08
Suplemento vitamínico	8,00	1	0,08	1	0,08	1	0,08
Suplemento mineral	5,00	1	0,05	1	0,05	1	0,05
Carboximethylcelulose	23,20	0,1	0,02	0,4	0,09	0,8	0,19
Colina	3,00	0,5	0,02	0,5	0,02	0,5	0,02
Gelatina	2,50	1	0,03	1	0,03	1	0,03
Água	-	9,1	-	3,1	-	-	-
Silagem	0,04	-	0	10	0	20	0,01
		Total €	**1,80**	**Total €**	**1,84**	**Total €**	**1,69**

Tabela 7 - Custo dos ingredientes para formulação de dieta com 45% de proteína bruta

DIETA com 45% de Proteína Bruta							
Silagem		**0%**		**10%**		**20%**	
Ingredientes (%)	**€/ kg**	**%**	**€**	**%**	**€**	**%**	**€**
Farinha de peixe (71% PB)	1,17	46,1	0,54	43,4	0,51	40,7	0,48
Dextrina	6,50	10	0,65	10,1	0,66	7	0,46
Glúten de trigo	1,30	10	0,13	10	0,13	10	0,13
Farinha de trigo	0,23	10,6	0,02	10,7	0,02	10,7	0,02
Óleo de peixe	0,88	10,3	0,09	8,7	0,08	7,2	0,06
Suplemento vitamínico	8,00	1	0,08	1	0,08	1	0,08
Suplemento mineral	5,00	1	0,05	1	0,05	1	0,05
Carboximethylcelulose	23,20	-	-	-	-	0,8	0,19
Colina	3,00	0,5	0,02	0,5	0,02	0,5	0,02
Gelatina	2,50	1	0,03	1	0,03	1	0,03
Água	-	9,4	-	3,4	-	-	-
Silagem	0,04	-	0	10	0	20	0,01
		Total	**€ 1,60**	**Total**	**€ 1,57**	**Total**	**€ 1,51**

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas no sentido de identificar fontes protéicas alternativas, disponíveis nas regiões de produção, como substitutos parciais ou totais da farinha de peixe, para permitir redução nos custos com alimentação (CHONG; HASHIM; ALI, 2002; FURUYA, 2000; GUZMÁN; VIANA, 1998; OZÓRIO et al., 2010).

O custo da farinha de peixe também se mostrou como diferencial no valor final da ração, as dietas que foram formuladas com maior concentração de farinha de peixe são mais onerosas. Assim, as dietas que possuem uma maior concentração de silagem (20%) na sua formulação são menos onerosas. A ração

contendo 45% de PB e 20% de silagem apresentou custo de € 0,9, ou seja 5,62 % inferior à formulação com 45% de PB e 0% de silagem.

As rações com 45% de PB apresentaram valores em média de € 0,21, inferiores aos das rações com 35% de PB, correspondendo a uma redução de 11,86% nos custos das rações. As rações com 20% de silagem e 45% de PB apresentaram valores 10,65% menores que as rações contendo 20% de silagem e 35% de PB. A concentração de proteína bruta na dieta interfere no custo final da ração, a dieta preparada com 45% de PB, é mais econômica, uma vez que a quantidade de aditivos é menor.

Em rações formuladas para uso em experimentos, os ingredientes são purificados para permitir o ajuste dos componentes químicos da formulação final. A dextrina funciona como fonte de carboidratos, o óleo de peixe, que fornece ácidos graxos n-3, e de vegetais que proveem n-6, celulose purificada como fonte de fibra bruta, carboximetilcelulose (CMC) como aglutinante para aumentar a estabilidade na água e, pré-misturas de vitaminas e minerais (VÁSQUEZ-TORRES, 2002). A purificação torna a ração mais onerosa. Em rações comerciais não é comum o uso de ingredientes como a dextrina e a celulose. Esses ingredientes são substituídos, geralmente, por farinha de trigo que é um componente menos oneroso. Assim, as rações que possuem maior quantidade de PB (45%) proveniente da silagem, com custo de € 0,04, tornam-se mais econômicas, pois a concentração dos outros ingredientes é menor.

O aproveitamento do resíduo é um importante fator econômico para as indústrias de produtos de pescado, assim como para diminuição dos custos de rações para peixes. A utilização de 45% de PB e 20% de silagem química em rações para o sargo comum mostrou-se a mais adequada economicamente, sem afetar os índices de desempenho.

Apesar dos menores índices de crescimento e da importância da taxa de crescimento para avaliação do potencial da espécie para utilização em aquicultura intensiva, estes não devem ser os únicos critérios. A diversificação e o valor econômico são considerados boas estratégias para aumentar a competitividade. Somado a este fato, alguns parâmetros, como baixa mortalidade e alto valor agregado tornam o sargo, digno de novas investigações.

A espécie utilizada, o *Diplodus sargus,* ainda não possui suas exigências nutricionais e de manejo plenamente estabelecidas. Estão em fase inicial a

domesticação e os estudos genéticos da espécie. Portanto, apesar dos resultados apontarem menor desempenho da espécie, faz-se necessário, maiores estudos para definição correta dos níveis nutricionais, antes de se realizarem estudos de viabilidade econômica. A redução do custo das rações devido à substituição parcial da farinha de peixe pela silagem ganha importância para o sargo, uma vez que esta espécie apresenta lento crescimento. A diminuição dos gastos durante o cultivo da espécie poderia compensar o maior tempo para alcançar o tamanho de abate. É preciso realizar pesquisas que busquem a exigência nutricional adequada das rações para viabilizar o aproveitamento dos ingredientes dietéticos e, desta forma, proporcionar rendimentos econômicos para esta espécie.

Os maiores custos de produção em aquicultura se devem principalmente ao manejo alimentar. O preço do pescado ofertado poderá diminuir com a redução dos custos das rações por meio da utilização dos resíduos do processamento para formulações de rações. Mais pesquisas devem ser desenvolvidas para se encontrar a quantidade ideal de inclusão da silagem na elaboração de rações, bem como para aferir as exigências nutricionais dos organismos aquáticos.

Além da contribuição nutricional da silagem na dieta de peixes, a utilização desta incrementa a sustentabilidade da cadeia produtiva de pescado, mais do que o benefício econômico propiciado ao produtor, o uso da silagem representa a tomada de consciência sob o aspecto ecológico e de sustentabilidade da produção do pescado cultivado.

5.3 Conclusões

O resíduo do processamento de conservas de sardinha (*Sardina pilchardus*) pode ser convertido em silagem e utilizado na formulação de rações para alimentação do sargo (*Diplodus sargus*).

A utilização da ração contendo 20% de silagem e 45% de PB teve alta aceitabilidade, não houve mortalidade e não causou prejuízo ao desempenho de juvenis de sargo, tendo propiciado ganho de peso de 11,36 g e índice de conversão alimentar de 2,41.

A ração com inclusão da silagem apresentou menor custo de produção, em relação à elaborada apenas com farinha de peixe comercial, além de colaborar para a sustentabilidade da cadeia produtiva ao empregar maior quantidade de material

residual proveniente do processamento de pescado, podendo ser sugerida como alternativa ao produto comercial.

REFERÊNCIAS

ABECASIS, D.M.A. **Aplicação de marcação convencional e telemetria no estudo dos movimentos de quatro espécies de esparídeos na Ria Formosa**. 2008. 93 p. Dissertação (Mestrado em Estudos Marinhos e Costeiros) – Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade do Algarve, Faro, 2008.

ABELLAN, E.; GARCIA-ALCAZAR, A. Pre-growout experiences with white seabream (*Diplodus sargus sargus*, Linnaeus, 1758) and sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*, Cetti, 1977). In: SEMINAR OF THE CIHEAM NETWORK ON TECHNOLOGY OF AQUACULTURE IN MEDITERRANEAN (TECAM), 1995, Nicosia. **Marine aquaculture finfish species diversification; proceedings...** Zaragoza: CIHEAM, 1995. cap. 16, p. 57–63.

ABELLAN, E.; GARCIA-ALCAZAR, A.; ORTEGA, A.; GARCIA-ALCAZAR, S.; MARTIN, P. **Cultivo de nuevas especies de esparideos mediterraneos**: Experiencias de preengorde y engorde del Sargo comun (*Diplodus sargus*, Linnaeus, 1758) y el Sargo picudo (*Diplodus puntazzo*, Cetti, 1977). Madrid: Spanish Institute of Oceanography, 1994. 11 p. (Technical Reporto, 148).

ABIMORAD, E.; STRADA, W.L.; SCHALCH, S.H.C.; GARCIA, F.; CASTELLANI, D.; MANZATTO, M.R. Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 5, p. 519-525, 2009.

ARANSON, S. Production of fish silage. In: MARTIN, A.M. (Ed.). **Fishering processing biotechnological applications**. London: Chapman and Hall, 1994. p. 245–271.

ARRUDA, L.F. de. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. 2004. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ARVANITOYANNIS, I.S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, envinmental impacts, current and potencial uses. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 43, n. 4, p. 726-745, 2008.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). **Official Publication**. Atlanta: The Association, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS. **Official methods of analysis.** 13. ed. Arlington: AOAC, 2000. 989 p.

ATIENZA, M.T.; CHATZIFOTIS, S.; DIVANACH, P. Macronutrient selection by sharp snout seabream (*Diplodus puntazzo*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 232, n. 1-4, p. 481-491, 2004.

BEERLI, E.L.; BEERLI, K.M.C.; LOGATO, P.V.R.. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com utilização de ácido muriático. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 195-198, 2004.

BORGHESI, R.; ARRUDA, L. de; PORTZ, L.; OETTERER. M. Coeficiente de digestibilidade aparente para proteína e aminoácidos das silagens ácida, biológica e enzimática pela tilápia do Nilo. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., São Paulo, 2006. **Anais...** São Paulo: CBNA-AMENA, 2006. 1 CD-ROM.

BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 329-339, 2007a.

BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. Fatty acid composition of acid, biological and enzymatic fish silage. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 205-212, 2008.

BORGHESI, R.; PORTZ, L.; OETTERER, M.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility coefficient of the protein and amino acids of acid, biologic and enzymatic fish silage for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 14, n. 4, p. 242-248, 2007b.

BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A.; SHAEFER, L.A.; REIDEL, A. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 819-1827, 2005.

BOWER, C.K.; HIETALA, K.A. Acidification methods for stabilization and storage of salmon by-products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Binghamton, v. 17, n. 4, p. 459-477, 2008.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; CARVALHO, B.M.A. Silagem de resíduo de peixe em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 126-130, 2006.

CASTRO, J.J.; CABALLERO, C. Efect of the light intensity upon the agonistic behaviour of juvenile white-seabream (*Diplodus sargus*). **Aggressive Behavior**, Hoboken, v. 30, n. 4, p. 313-318, 2004.

CEJAS, J.; SAMPER, M.; JEREZ, S.; FORES, R.; VILLAMANDOS, J. Perspectivas de cultivo de breca (Pagellus erythrinus) y sargo (Diplodus sargus); primeros resultados de crecimiento comparado con la dorada (Sparus aurata). In: CONGRESSO NACIONAL DE ACUICULTURA, 4., 1993, Vilanova de Arousa. **Actas...** Vilanova de Arousa, 1993. p. 127–132.

CEJAS, J.R.; ALMANSA, E.; JEREZ, S.; BOLANOS, A.; FELIPE, B.; LORENZO, A. Changes in lipid class and fatty acid composition during development in white seabream (*Diplodus sargus*) eggs and larvae. **Comparative Biochemistry and Physiology B - Biochemistry and Molecular Biology**, New York, v. 139, n.2, p. 209-216, 2004a.

CEJAS, J.R.; ALMANSA, E.; JEREZ, S.; BOLANOS, A.; SAMPER, M.; LORENZO, A. Lipid and fatty acid composition of muscle and liver from wild and captive mature female brood-stocks of white seabrem, *Diplodus sargus*. **Comparative Biochemistry Physiology B - Biochemistry and Molecular Biology**, New York, v. 138, n.2, p. 91-102, 2004b.

CEJAS, J.R.; ALMANSA, E.; VILLAMANDOS, J.E.; BADIA, P.; BOLANOS, A.; LORENZO, A. Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of white sea bream (*Diplodus sargus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 216, n. 1-4, p. 299-313, 2003.

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W.; USRY, J.L. Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 215, n.1-4, p. 255-265, 2003.

CHONG, A.S.C.; HASHIM, R.; ALI, A.B. Assesment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodon aequifasciata*) using *in vivo* and *in vitro* methods. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3 p. 229-238, 2002.

COELLO, N.; BRITO, L.; NONUS, M. Biosynthesis of L-lysine by Corynebacterium glutamicum grown on fish silage. **Bioresource Technology**, Essex, v. 73, n. 5, p. 221-225, 2000.

CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS. **European directive 86/609/CEE. 1986**. Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&numdoc=31986L0609&model=guichett&lg=pt>. Acesso em: 24 nov. 2008.

COSTA, C.; CATAUDELLA, E.S. Relationship between shape and trophic ecology of selected species of Sparids of the Caprolace coastal lagoon (Central Tyrrhenian Sea). **Environmental Biology of Fishes**, The Hague, v. 78, n. 2, p. 115–123, 2007.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y., BORGHESI, R. Produção de peixes e ambiente – a busca pela definição, formulação e uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA-AMENA, 2006. 1 CD-ROM.

DAPKEVICIUS, M.L.E.; NOUT, R.M.J.; ROMBOUTS, F.M. Biogenic amine formation and degradation by potencial fish silage starter microorganisms. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 57, n. 1, p. 107-114, 2000.

DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1998. 319 p.

DIKEL, S.; KIRIS, G.A.; ALEV, M.V. The rearing of white bream (Diplodus sargus Linnaeus, 1758) in glass tank in Yumurtalik, Adana. **Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 19, p. 419-423, 2002.

DISNEY, J.G.; TATTERSON, I.N.; OLLEY, J. Recent developments in fish silage. In: CONFERENCE ON THE HANDLING, PROCESSING AND MARKETING OF TROPICAL FISH, 1976, London. **Proceedings…** London: Ministry of Oversea Development, 1977. p. 321- 340.

DIVANACH, P.; KENTOURI, M.; CHARALAMBAKIS, G.; POUGET, F.; STERIOTI, A. Comparison of growth performance of six Mediterranean fish species reared under intensive farming conditions in Crete (Greece), in raceways with the use of self-feeders. In: BORDEAUX AQUACULTURE' 92, 1993, Ghent, Belgium. **Production, environment and quality**. Ghent, Belgium: EAS, 1993. p. 285-297. (Special Publication).

DIVANACH, P.; KENTOURI, M.; PARIS, J. Etapes du d´eveloppement ambryonnaire et larvaire du sar, *Diplodus sargus* L., en elevage. **Aquaculture,** Amsterdam, v. 27, n. 4, p. 339–353, 1982.

EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, n. 1-4, p. 149-168, 1999.

ENKE, D.B.S.; LOPES, P.S.; KICH, H.A.; BRITTO, A.P.; SOQUETTA, M.; POUEY, J.L.O.F. Utilização de farinha de silagem de pescado em dietas para o jundiá na fase juvenil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 871-877, 2009.

ESPE, M.; LIED, E. Fish silage prepared from different cooked and uncooked raw materials: Chemical changes during storage at different temperatures. **Journal of the Science Food and Agriculture**, Amsterdam, v. 79, n. 2, p. 327-332, 1999.

ESPE, M.; RAA, J.; NJAA, L.R. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for young rats. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v. 49, n. 3, p. 259–270, 1989.

ESPE, M.; SVEIER, H.; HOGOY, I.; LIED, E. Nutrient absorption and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed fish protein concentrate. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 174, n. 1-2, p.119-137, 1999.

FAGBENRO, O.; BELLO-OLUSOJI, O.A. Preparation, nutrient composition and digestibility of fermented shrimp head silage. **Food Chemistry**, Barking, v. 60, n. 40, p. 489-493, 1997.

FAO. **Animal feed resources information system**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 29 nov. 2009.

FAO. Report of joint FAO/WHO/ONU Expert Consulation Technical Report. **Energy and protein requeriments**. Geneve: FAO/WHO and the United Nations University, 1985. (FAO Series, 724).

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2008 (SOFIA)**. Roma, 2009. 196 p.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; BRUM, A.; D´ARCE, M.A.B.R.; OETTERER, M. Nutritional aspects of Nile tilápia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 749-753, 2006.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Fish silage - a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 5, p. 879-886. 2007.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; PORTZ, L.; CYRINO, J.E.P..; OETTERER, M. Fish silage in black bass *(Micropterus salmoides)* feed as an alternative to fish meal – **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 5, p. 1261-1266, 2009.

FURUYA, W.M. **Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela do farelo de soja com base em proteína ideal em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2000. 69 p. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2000.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; MURAKAMI, A.E.; RIBEIRO, R.P.; SAKAGUTI, E.P. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.)*,* na fase juvenil. **Revista Unimar**, Maringá, v. 18, n. 2, p. 307-319, 1996.

GAO, Y.; LO, K.V.; LIAO, P.H. Utillization of salmon farm mortalities: fish silage. **Bioresource Technology**, Essex, v. 41, n. 2, p. 123-127, 1992.

GATLIN III, D.M.; BARROWS, F.T.; BROWN, P.; DABROWKKI, K.; GAYLORD, T.G.; HARDY, R.W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, Å.; NELSON, R.; OVERTURF, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E.J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 38, n. 6, p. 551-579, 2007.

GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R.M.; MATSUSHITA, M.; KAZAMA, R.; CALDAS NETO, S.F.; FERELI, F. Chemical characterization, dry mater and crude protein degradability and vitro intestinal digestion of acid and fermented silage from tilapia filleting residue. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 136, n. 3-4, p. 226-239, 2007.

GILDBERG, A. Review: enzymic processing of marine raw materials. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 1-15, 1993.

GODDARD, J.S.; AL-YAHYAI, D.S.S. Chemical and nutritional characteristics of dried sardine silage. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Binghamton, v. 10, n. 4, p. 39-50, 2001.

GODDARD, J.S.; PERRET, J.S.M. Co-drying fish silage fo use in aquafeeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 118, p. 337-342, 2005.

GOMEZ-REQUENI, P.; MINGARRO, M.; CALDUCH-GINER, J.A.; MEDALE, F.; MARTIN, S.A.M.; HOULIHAN, D.F.; KAUSHIK, S.; PEREZ-SANCHEZ, J. Protein growth performance, amino acid utilisation and somatotropic axis responsiveness to fish meal replacement by plant protein sources in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 232, n. 1-4, p. 493-510, 2004.

GONÇALVES, J.F.; SANTOS, S.; PEREIRA, V.S., BAPTISTA, I.; COIMBRA, J. The use of fish silage as an ingredient for eel fingerling nutritition. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 80, n. 1-2, p.135-146, 1989.

GÚZMAN, J.M.; VIANA, M.T. Growth of abalone *Haliotis fulgens* fed diets with and without fish meal, compared to a commercial diet. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 165, n. 4, p. 321-331, 1998.

HAARD, N.F.; KARIEL, N.; HERZBERG, G.; FELTHAM, L.A.W.; WINTER, K. Stabilization of protein and oil fish in silage for use as a ruminant feed supplements. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 36, n. 4, p. 229-241, 1985.

HARDY, R.W.; SHEARER, K.P.; STONE, F.E.; WIEG, D.H. Fish silage in aquaculture diets. **Journal of World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 14, n.1, p. 695-703, 1983.

HASSAN, T.E.; HEATH, J.L. Chemical and nutritive characteristics of fish silage produced by biological fermentation. **Biological Wastes**, Barking, v. 20, n. 3, p. 187-201, 1987.

HERNANDEZ, M.D.; EGEA, M.A.; RUEDA, F.M.; MARTINEZ, F.J.; GARCIA, B.G. Seasonal condition and body composition changes in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo)* raised in captivity. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 220, n. 1-4, p.569-580, 2003.

HISANO, H.; PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 8, n. 1, p. 42-45, 2007.

JACKSON, A.J.; KERR, A.K.; BULLOCK, A.M. Fish silage as a dietary ingredient for salmon. II. Preliminary growth findings and nutritional pathology. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 40, n. 4, p. 283-291, 1984b.

JACKSON, A.J.; KERR, A.K.; COWEY, C.B. Fish silage as a dietary ingredient for salmon. I. Nutritional and storage characteristics. **Aquaculture**, Amsterdam , v. 38, n. 3, p. 211-220, 1984a.

KOMPIANG, I.P. Fish silage: its prospect and future in Indonesia. **Indonesia Agricultura Research & Development Journal**, Jakarta, v. 3, n. 1, p. 9-12, 1981.

LO, K.V.; LIAO, P.H.; GAO, Y. Effects of temperature on silage production from salmon farm mortalities. **Bioresource Technology**, Essex, v. 44, n.1, p. 33–37, 1993.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: AVI, 1989. 260 p.

MAIA JUNIOR, W.M.; NARAIN, N.; BORA, P.S. NUNES, M. L. **Aminoacid composition of tilapia (*Oreochromis niloticus*) residue silage**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Anais…** Rio de Janeiro: Panorama da Aqüicultura Magazine, 2000. p. 446-450.

MARTIN, A.M.; BEMISTER, P.L. Use of peat extract in the ensiling of fisheries wastes. **Waste Management and Research**, Thousand Oaks, v. 12, n. 6, p. 467-479, 1994.

MAZZOLA, A.; RALLO, B.; GILIBERTO, S.; CECCARELLII, E. Report on artificial reproduction and first stage of the breeding of the sargo (*Diplodus sargus* L.). In: STICKNEY, R.R.; MAYRS, S.P. (Ed.). **Warm water fish culture**. London: World Mariculture Society, 1983. v. 3, p. 124–132.

MORALES-ULLOA, D.F.; OETTERER, M. Bioconversão de resíduos da indústria pesqueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 206-214, 1995.

MORALES-ULLOA, D.F.; OETTERER, M. Composição em aminoácidos de silagens químicas, biológicas e enzimáticas preparadas com resíduos de sardinha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 252-258, 1997.

MORDENTI, O.; RONCARATI, A.; MELOTTI, P.; GENNARI, L.; DEES, A. Breeding and feeding of juveniles of the white seabream (*Diplodus sargus* L.). **Biologia Marina Mediterranea**, Devon, v. 1, p. 425–426, 1996.

MOUINE, N.; FRANCOUR, P.;HÉDIKTARI, M. CHAKROUN-MARZOUK, N. The reproductive biology of *Diplodus sargus sargus* in the Gulf of Tunis (central Mediterranean). **Scientia Marina**, Barcelona, v. 71, n. 3, p. 461-469 Sep. 2007.

NAYLOR, R.; GOLDBURG, R.; PRIMAVERA, J.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, London, v. 405, n. 29, p. 1017-1024, 2000.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger principles of biochemistry**. New York: Worth Publication, 2000. 145 p.

NEW, M.; CSAVAS, I. Will there be enough fish meal for fish meals? **Aquaculture Europe**, Oostende, Belgium, v. 19, n. 3, p. 6-13, 1995.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual do pescado. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 119-134, 1993.

OETTERER. M. Proteínas do pescado - processamento com intervenção protéica. In: OETTERER, M.; REGITANO D´ARCE, M.A.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. p. 99-134.

OGATA, H.Y.; OKU, H.; MURAI, T. Growth performance and macronutrient retention of o¡spring from wild and selected red sea bream (*Pagrus major*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 206, n. 3-4, p. 279-287, 2002.

OLIVEIRA, A.M.B.S.; CYRINO, J.E.P. Attractants in plant protein-based diets for the carnivorous largemouth bass *Micropterus salmoides*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 326-331, 2004.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; CAMARGO, A.C.S.; FIORINI, J.E.; LOGATO, P.V.R. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1196-1204, 2006.

OTTATI, M.; GUTIERREZ, M.; BELLO, R. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 4, n. 3, p. 408-425, 1990.

OZORIO, R.O.A.; BOOMS, G.H.R.; HUISMAN, E.A.; VERRETH, J.A.J. Changes in amino acid composition in the tissues of African catfish (*Clarias gariepinus*) as a consequence of dietary L-carnitine supplements. **Journal of Applied Ichthyology**, Berlin, v. 18, n. 3, p. 140-147, 2002.

OZORIO, R.O.A.; GOUVEIA, N.; ANDRADE, C.A.P.; TIMÓTEO, V.M.F.A.; CONCEIÇÃO, L.E.C.; PELETEIRO, T.; GOMES, E.F.S.; VALENTE, L.M.P. Perfomance of blackspot seabrem (*Pagellus bogaraveo,* Brunnich 1768) in different protein/lipid ratios: a potential new species for aquaculture. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITION AND FEEDING IN FISH, 11., 2004, Phuket. **Proceedings…** Phuket: Was, 2004. p. 117.

OZORIO, R.O.A.; TURINI, B.G.S.; MÔRO, G.V.; OLIVEIRA, L.S.T.; PORTZ, L.; CYRINO, J.E.P. Growth, nitrogen gain and indispensable amino acid retention of pacu (*Piaractus mesopotamicus,* Holmberg 1887) fed different brewers yeast (*Saccharomyces cerevisae)* levels. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 16, n 3, p. 276-283, 2010.

OZORIO, R.O.A.; VALENTE, L.M.P.; POUSÃO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A. Growth performance and body composition of white seabream (*Diplodus sargus*) juveniles fed diets with different protein and lipid levels. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 37, n. 3, p.255-263, 2006.

PAPOUTSOGLOU, S.E.; KARAKATSOULI, N.; PIZZONIA, G.; DALLA, C.; POLISSIDIS, A.; PAPADOPOULOU-DAIFOTI, Z. Effects of rearing density on growth, brain neurotransmitters and liver fatty acid composition of juvenile white sea

bream *Diplodus sargus* L. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 37, n. 1, p. 87-95, 2006.

PEREIRA, T.G.; OLIVA-TELES, A. Evaluation of micronized lupin seed meal as an alternative protein source in diets for gilthead sea bream *Sparus aurata* L. juveniles. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 35, n. 9, p. 828-835, 2004.

PEREZ, L.M.J.; RODRIGUES, C.; BADIA, P.; CEJAS, J.R.; JEREZ, S.; LORENZO, A. Lipid and fatty acid content in wild white seabream (*Diplodus sargus*) broodstock at different stages of the reproductive cycle. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 146, n.2, p.187-196, 2007.

PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995, Campos de Jordão. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. p. 34-52.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. esp. p. 43-51, 2009.

PIMENTA, M.E.S.G.; OLIVEIRA, M.M.; LOGATO, P.V.R.; PIMENTA, C.J.; FREATOS, T.A. Desempenho produtivo e digestibilidade pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1953-1959, 2008.

PORTZ, L.; CYRINO, J.E. Digestibility of nutrients and amino acids of different protein sources in practical diets by largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Aquaculture Research**, Oxford , v. 35, n. 4, p. 312-320, 2004.

PROJECTO BE-FAIR. **Benign and environmentally friendly fish processing practices to provide added value and innovative solutions for a responsible and sustainable management of fisheries**. Disponível em: <http://www.befairproject.com/pt/>. Acesso em: 10 nov. 2010.

QUEMENER, L., SUQUET, M.; MERO, D.; GAIGNON, J.L. Selection method of new candidates for fish aquaculture: the case of the French Atlantic, the Channel and the North Sea coasts. **Aquatic Living Resources**, Paris, v. 15, n. 5, p. 293-302, 2002.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish silage: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 61, n.4, p. 383-419, 1982.

RAA, M.E.J.; NJAA, L.R. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for young rats. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 49, n. 3, p.259-270, 1989.

SÁ, R.; POUSÃO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A. Dietary protein requirements of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON

NUTRITION AND FEEDING IN FISH, 10., 2002, Rhodes, **Proceedings…** Rhodes: WAS, 2002. 165p.

SÁ, R.; POUSÃO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A. Influência do teor protéico e lipídico da dieta no crescimento e na atividade de enzimas no metabolismo protéico de juvenis de Sargo (*Diplodus sargus*). In: ENCONTRO CIMAR, 2., 2003, Santarém, Portugal. **Proceedings...** Santarém: Laboratório Associado Santarén, 2003. p. 55.

SALA, E.; BALLESTEROS, E. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus Diplodus (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. **Marine Ecology. Progress Series**, Oldendorf, v. 152, n. 2, p. 273–283. 1997.

SALES, J.; BRITZ, P.J. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for South African abalone (*Haliotis midae* L.). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 9, n.1, p. 55-64, 2003.

SALES, R.O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas experimentais com ratos**. 1995. 174 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SANTANA-DELGADO, H.; AVILA, E.; SOTELO, A. Preparation of silage from Spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 141, n. 1-2, p. 129–140, 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user`s guide**: statistics version 9.1. Cary, NC: SAS Institute, 2002.

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L. A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo , v. 6, n. 2, p. 333-337, 2003.

STONE, F.E.; HARDY, R.W. Nutritional value of acid stabilised silage and liquefied fish protein. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 37, n.8, p. 797-803, 1986.

STONE, F.E.; HARDY, R.W.; SHEARER, K.D.; SCOTT, T.M. Utilization of fish silage by rainbow trout. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 83, n. 2, p. 109- 118, 1989.

STROM, T.; EGGUM, B.O. Nutritional value of fish viscera silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 32, n. 2, p.115-20, 1981.

SUGIURA, S.H.; DONG, F.M.; RATHBONE, C.K.; Hardy, R.W. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. **Aquaculture**, Amsterdam , v. 159, n.3-4, ,p. 177-202, 1998.

TACON, A.G.J. **Feed ingredients for carnivorous fish species**: alternatives to fish meal and other fisheries resources. Roma: FAO, 1994. 35 p. (FAO Fisheries Circular, 881).

TATTERSON, I.N. Fish Silage – preparation, properties and uses. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.7, n. 2, p. 153-159, 1982.

TATTERSON, I.N.; WINDSOR, M.L. Fish silage. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v.25 , n. 4, p. 369-379, 1974.

ULLOA J.B.; VERRETH, J.A.J. Growth, feed utilization and nutrient digestibility in tilapia fingerlings (Oreochromis aureus Steindachner) fed diets containing bacteria-treated coffee pulp. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 33, n. 3, p. 189-195, 2002.

VIANA, M.T; LOPEZ, L.M; GARCIA-ESQUIVEL, Z; MENDEZ, E. The use of silage made from fish and abalone viscera as an ingredient in abalone feed. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 140, n. 12, p. 87-98, 1996.

VIDOTTI, R.M.; CARNEIRO, D.J.; VIEGAS, E.M.M. Growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus)* fingerlings fed diets containing co-dried fish silage as replacement of fish meal. **Journal of Applied Aquaculture**, New York, v. 12, n. 4, p. 77-88, 2002.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2010.

VIDOTTI, R.M.; VIEGAS, E.M.M.; CARNEIRO, D.J. Amino acid composition of processed fish silage using diferent raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 105, n. 1-4, p. 199-204, 2003.

WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, Tokyo, v. 68, p. 242-252, 2002.

YAMAMOTO, S.T.; SOBRINHO, A.G.S.; VIDOTTI, R.M.; JUNIOR, A.C.H.; PINHEIROS, R.S.B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1131-1139, 2007.

ZAHAR, M.; BENKERROUM, N.; GUEROUALI, A.; LARAKI, Y.; El-YAKOUBI, K. Effect of temperature, anaerobiosis, stirring and salt addition on natural fermentation silage of sardine and sardine wastes in sugarcane molasses. **Bioresource Technology**, Essex, v. 82, p. 171-176.

6 RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) – CLASSIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA E IMPLICAÇÕES AO AMBIENTE E À SAÚDE HUMANA E ANIMAL

Resumo

O crescimento do agronegócio do pescado no Brasil intensificou a preocupação com a sustentabilidade do setor. Com o aumento do número de indústrias beneficiadoras, o resíduo desta atividade tornou-se um sério problema pela falta de um destino adequado. Para que um resíduo seja disposto corretamente, é necessário classificá-lo conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 10.004. Esta pesquisa teve como objetivo classificar o resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus)*, proveniente de um estabelecimento de cultivo a ser padronizado como modelo de qualidade total na piscicultura avaliando a provável ocorrência de componentes tóxicos com possíveis efeitos ao ambiente e para à saúde humana e animal. Foram coletadas vinte e quatro amostras; três em cada período (ago/07, set/2007, out/2007, dez/2007, fev/2008, mai/2008, jul/2008, ago/2008). Todas as amostras analisadas foram classificadas como Classe II, do tipo Não Inerte devido aos teores de chumbo, manganês, surfactantes e ferro. Esses resíduos devem ser destinados a aterros sanitários construídos conforme normas ambientais. Entretanto, estão sendo descartados de forma irregular, diretamente em recursos hídricos ou enterrados sem tratamento adequado com riscos ao ambiente e para à saúde humana e animal pela possibilidade de lixiviação dos metais.

Abstract

The growth of the aquaculture sector in Brazil has intensified concern about the sustainability of the sector. With the increasing number of fish processing industries, the residue of this activity has become a serious problem. For proper disposal of residue, it is necessary to classify it according to the Brazilian Association of Technical Standards by NBR 10004. Thus, the objective of this study was to classify the processing residue of Nile tilapia from a fish farm cultivation that will be standardized as a model of total quality in fish culture. The possible occurrence of toxic compounds with possible effects on the environment and human and animal health was evaluated. A total of twenty-four samples were collected, three in each period (aug/07, sep/2007, oct/2007, dec/2007, feb/2008, may/2008, jul/2008, aug/2008). All analyzed samples were classified as Class II, Non Inert, due to the lead, manganese, iron and surfactants levels. These residues should be disposed of in landfills constructed according to environmental standards. However, they are being improperly disposed, dumped directly into water or buried without proper treatment, providing risk to the environment and human and animal health due to possible leaching of metals.

6.1 Introdução

A questão dos resíduos sólidos recebeu atenção especial do Programa das Nações Unidas para o século XXI, mais conhecido como Agenda 21, elaborado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92), realizado no Rio de Janeiro, em 1992. Em 2002, durante a reunião da Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+10), realizada em Johanesburgo, África do Sul e, em 2009, durante a Conferência das Partes da Convenção do Clima (COP 15) em Copenhaguen, na Dinamarca, os Estados reiteraram o compromisso com o desenvolvimento sustentável.

De acordo com Nolasco (2000), constitui-se resíduo o material descartado nas cadeias de produção e consumo que por limitações tecnológicas ou de mercado, não apresenta valor de uso ou de mercado e, quando manejado de forma inadequada, pode resultar em impactos negativos ao ambiente.

O processo produtivo, na maioria das vezes, tem como conseqüência a geração de resíduos que precisam de tratamento e destino adequados, uma vez que podem conter substâncias tóxicas com capacidade de acumulação em seres vivos. O gerenciamento adequado dos resíduos agroindustriais é considerado um imperativo global. Isto é, particularmente verdadeiro, quando relacionado aos recursos naturais renováveis.

A disposição indiscriminada de certos resíduos no solo pode causar poluição do ar por exalar odores desagradáveis, produção de fumaça, gases tóxicos ou materiais particulados, vindo a causar poluição do ar; por meio do carreamento de resíduos pela ação das águas de chuva, poluição das águas superficiais, e poluição do solo e das águas subterrâneas pela infiltração de líquidos (DIAS, 2006). A importância da preservação dos recursos hídricos tem levado à necessidade de monitorar e controlar a contaminação destes ambientes; os metais pesados estão entre os contaminantes tóxicos persistentes no ambiente aquático, portanto, suas fontes precisam ser avaliadas (CAMPOS; BENDO; VIEL, 2002).

O termo metal pesado se refere a uma classe de elementos químicos, muitos dos quais nocivos aos seres humanos (BAIRD, 2002). Os metais pesados possuem densidades altas em relação a outros metais comuns, e metais pesados como o cádmio, chumbo, cobre, cromo, manganês, mercúrio e zinco podem ser citados como os mais estudados devido aos seus efeitos nocivos à saúde humana

(SEGURA-MUÑOZ, 2002). A presença de metais pesados pode estar relacionada com resíduos industriais e domésticos, bem como provir da própria atmosfera, especialmente no caso do mercúrio, que possui significativa parte de seu ciclo biogeoquímico presente neste compartimento.

A cadeia produtiva do pescado apresenta quantidades consideráveis de materiais não aproveitados, que são gerados durante os processos de produção, captura e comercialização do pescado, seja este proveniente de água doce ou marinha (ARVANITOYANNIS; KASSAVETI, 2008). Normalmente, este resíduo, sem nenhuma forma de tratamento, é enterrado ou jogado em corpos d`água próximos aos locais de produção.

O excesso de material orgânico acelera a degradação da qualidade da água, levando à eutrofização, podendo prejudicar o crescimento e sobrevivência dos peixes devido à incidência de baixos níveis de oxigênio dissolvido na água, mudanças bruscas de pH e à proliferação de parasitas e patógenos (PEREIRA, 2004). A água atua, por conseqüência de sua contaminação, como importante veículo de inúmeras doenças aos homens e aos animais, por carrear substâncias químicas nocivas à saúde humana. Esse substrato, rico em matéria orgânica, rica em nitrogênio e minerais como cálcio e fósforo, pode levar à eutrofização e ao acúmulo de metabólitos nitrogenados prejudicando a qualidade da água desses locais. A matéria orgânica acumulada nos locais de produção é decomposta por ação de bactérias e fungos presentes na água, formando a amônia, composto tóxico para os peixes. A decomposição continua, onde a amônia, por ação das bactérias do gênero *Nitrosomonas*, é oxidada a nitrito, também tóxico. Seguindo o ciclo, as bactérias do gênero *Nitrobacter* oxidam o nitrito a nitrato relativamente bem menos tóxico que seus precursores e que é utilizado como nutriente por algas e plantas, fechando o ciclo (PÁDUA, 2006). Assim, a eutrofização é o processo de enriquecimento das massas de água em nutrientes, tendo como conseqüência o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas. Na aqüicultura, a eutrofização pode ocorrer pelo excesso de adubação ou elevado arraçoamento e aporte de fezes e excretas nitrogenados em sistemas com alta densidade de estocagem. A proliferação depende da matéria orgânica presente na água, portanto a entrada de material rico em nitrogênio reduz o oxigênio e eleva a demanda bioquímica de oxigênio - DBO. Além disso, aumenta também a concentração de gás carbônico, diminui o pH verificando-se dissolução dos carbonatos (PEREIRA, 1999).

A contaminação que vem ocorrendo ao longo dos anos, causada pelo desenvolvimento industrial, pelo crescimento demográfico e pela ocupação do solo de forma intensa e acelerada, aumenta consideravelmente o risco de doenças de transmissão de origem hídrica. A relação da qualidade da água com as doenças vem sendo observada desde a antiguidade, porém só foi comprovada cientificamente, em 1854 por John Snow, que demonstrou que a epidemia de cólera em Londres ocorreu devido à veiculação hídrica (GUILHERME; SILVA; OTTO, 2000).

O resíduo gerado pelas plantas beneficiadoras de pescado, principalmente na filetagem da tilápia, representa entre 62,5 e 66,5% da matéria-prima, que é desperdiçado, sendo fundamental o aproveitamento deste material para a redução do impacto ambiental (BOSCOLO; HAYASHI; SOARES, 2001). Outra justificativa, porém de ordem nutricional, assenta-se ao fato de o resíduo de pescado ser uma fonte de nutrientes de baixo custo (OETTERER, 2006). Entretanto, devido a forma como estão sendo dispostos são rapidamente degradados pela ação bacteriana, limitando as possibilidades para elaboração de subprodutos e aumentando os riscos de contaminação do ambiente (BRASIL, 2000).

O material residual interfere na sustentabilidade produtiva, uma vez que diminui a lucratividade industrial (ALVERSON et al., 1994; CATCHPOLE; GRAY, 2010; PASCOE, 1997), pela falta do aproveitamento integral da matéria-prima, mau emprego energético, bem como, pela poluição ambiental (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2004; KELLEHER, 2005) provocada pela ausência de um destino final ambientalmente adequado.

Com o aumento da fiscalização, sob pena de sanções ao “poluidor-pagador” através da implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) e com as tendências de “sustentabilidade” e “ética” vários aspectos têm sido valorizados por consumidores de gêneros alimentícios, tais como uma menor “pegada” de carbono (*carbon footprint*), baixo impacto ambiental, bem estar animal, presença de rotulagem ambiental e reciclagem de resíduos do processo produtivo (AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA, 2009; BRASIL FOOD TRENDS 2020, 2010; EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORM ON FOOD FOR LIFE, 2007).

A ABNT - NBR 10004 – Resíduos Sólidos- Classificação- foi elaborada em 1987 e revisada em 2004. Esta norma tem por objetivo classificar os resíduos sólidos quanto à sua periculosidade, considerando seus riscos potenciais ao

ambiente e à saúde pública para que possam ser gerenciados adequadamente. A escolha de uma alternativa para a disposição de um resíduo sólido depende de sua composição química, do teor de contaminantes, do estado físico e possibilidade de aproveitamento e reciclagem do material.

A ABNT - NBR 10004 (2004) não objetiva permitir a utilização de resíduos sólidos, cabendo a essa norma, apenas classificá-los como perigosos ou não perigosos, e assim servir como uma ferramenta aos diversos setores envolvidos com o gerenciamento de resíduos sólidos (RIBEIRO et al., 2011).

Nesse sentido, considerando a escassez de dados relacionados, este estudo buscou classificar o resíduo do processamento de pescado segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, cuja principal normatização é a ABNT- NBR 10004 (2004), avaliando a ocorrência de componentes tóxicos com possíveis efeitos ao ambiente e à saúde humana ou animal e sugerir o gerenciamento adequado do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo, proveniente de um estabelecimento de cultivo a ser padronizado como modelo de qualidade total na piscicultura.

6.2 Desenvolvimento

6.2.1 Amostragem

Vinte e quatro amostras de resíduo proveniente do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram analisadas de acordo com a NBR 10004. O material residual foi coletado durante processamento experimental realizado em planta piloto do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Campus Piracicaba, Estado de São Paulo.

Os peixes, em média 75 indíviduos pesando cerca de 500 g, em cada processamento, foram provenientes de um estabelecimento de cultivo a ser padronizado como modelo de qualidade total na piscicultura, sediado no município de Igaratá, interior do Estado de São Paulo. Esta propriedade foi eleita por ser parceira do projeto temático “Rastreabilidade na cadeia produtiva do pescado cultivado *Oreochromis niloticus”*, financiado pela FINEP/MCT/SEAP – Edital Aquicultura – Ação Transversal 12/2005, no qual, essa pesquisa encontra-se incluida.

Foram realizadas 8 coletas (ago/07, set/2007, out/2007, dez/2007, fev/2008, mai/2008, jul/2008, ago/2008), sendo as amostras retiradas da forma mais representativa possível, conforme preconiza a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 10007, 2004). O resíduo foi integralmente triturado, para permitir a homogeneização, em equipamento industrial Metvisa (Modelo CUT 2.5e), sendo retiradas 3 amostras de 3 kg em cada dia de coleta, perfazendo um total de 24 amostras.

6.2.2 Classificação do resíduo

As amostras retiradas foram analisadas, em triplicata, conforme a ABNT (NBR 10004:2004) para classificação de resíduos sólidos. O procedimento de retirada de alíquotas para realização de análises seguiu a norma da ABNT – NBR 10007:2004 e os métodos utilizados nas análises químicas seguiram as recomendações do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" da APHA/AWWA/WEF (1995) e do conjunto de Normas da ABNT (NBR 10004, 2004; NBR 10005, 2004; NBR 10006, 2004).

6.2.3 Roteiro de estudo

Seguindo os critérios descritos nas normas citadas anteriormente foi estabelecido o seguinte roteiro de estudo:

6.2.4 Pesquisa de periculosidade

Para consulta de periculosidade e determinação da presença de possíveis contaminantes foi realizado um levantamento de informações no local de produção dos peixes utilizados no processamento. Essas informações possibilitaram a identificação da origem do resíduo, seleção dos parâmetros físico-químicos a serem analisados e a consulta às Listagens 1 e 2 da ABNT - NBR 10004 (2004).

Para caracterizar a periculosidade das amostras foi realizado o teste de lixiviação conforme a metodologia ABNT NBR 10005:2004, sendo utilizada a solução de extração de nº1. A solução foi preparada através da adição de 5,7 mL de ácido acético e 64,3 mL de NaOH 1,0M à água deionizada até completar 1000 mL.

Para o processo de lixiviação, foram adicionados 100g da massa úmida de cada amostra a uma solução de extração. Após o início da agitação, o pH foi medido e os valores acima de 5, corrigidos mediante adição de ácido acético,0,5M. Seguiu-se agitação por 24 hs e posterior filtragem em membrana de tipo GF/F (fibra de vidro) de aproximadamente 0,45µm de porosidade. Esse ensaio baseia-se na determinação da capacidade de transferência de substancias orgânicas e inorgânicas, presentes no resíduo sólido, por meio de dissolução no meio extrator e permite diferenciar os resíduos como classe I – perigosos – e classe II – não perigosos, através da comparação dos resultados com os limites preconizados no Anexo F da ABNT - NBR 10004 (2004).

6.2.5 Pesquisa de solubilidade

Para classificação do resíduo classe II, como inerte ou não inerte, foi realizado o procedimento de obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, conforme procedimento da ABNT - NBR 10006 (2004). Este procedimento tem por finalidade demonstrar que, uma vez em contato com a água, o resíduo não modificaria a qualidade dos padrões de potabilidade deste substrato. O processo de solubilização constitui-se na adição de 250 g de amostra seca do resíduo a 1000 mL de água deionizada. O material é agitado por 5 minutos a baixa velocidade, seguido de repouso e coberto por filme plástico, durante 7 dias. Após este período, filtrado em membrana de fibra de vidro de 0,45 µm de porosidade, originando o extrato solubilizado.

Após a obtenção do extrato solubilizado, realiza-se a medição do pH, diretamente no material. Os valores de pH sendo determinados nas amostras pelo método EPA 9045c, no qual são homogeneizados 20 g da amostra com 20mL de água deionizada. A mistura é agitada por 5 minutos e, após repouso de 15 minutos, o pH do sobrenadante medido (EPA, 1996).

6.2 6 Pesquisa de metais e contaminantes

Posteriormente, foram retiradas alíquotas, em triplicata, para determinação dos parâmetros químicos nos extratos solubilizados e lixiviados. O tratamento preliminar das amostras constou de digestão com HNO_3 (50 mL do extrato + 5 mL

de ácido) conforme o método EPA 3015 (EPA, 1996), utilizando-se a técnica de digestão por microondas em sistema fechado (CEM, 2000).

A determinação das dosagens dos metais nos extratos digeridos foi realizada em Espectrofotômetro de Absorção Atômica Varian-Zeeman (Modelo 640-Z), equipado com forno de grafite e gerador de vapor frio (EAA–FG). As determinações iniciadas com a construção da curva de calibração, utilizando-se um controle (branco) e padrões, sendo que os padrões foram preparados a partir da solução intermediária de 50 mg/L (Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Na, e Zn) e 50 mg/L (Al e Ba). Em seguida, o aparelho foi zerado aspirando-se na chama água destilada e deionizada. As concentrações padrões de trabalho foram repassadas ao equipamento e aspiradas, sendo o branco e os padrões em ordem crescente de concentração; após a leitura do último padrão, o equipamento imprimiu automaticamente a curva de calibração. Na seqüência, as amostras foram aspiradas e o resultado em mg/L emitido automaticamente.

As análises foram conduzidas de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA/USEPA – SW 846, 1995). Para analises de surfactantes foi empregado o método das substâncias ativas ao azul de metileno (método 5540 C). Cloretos e nitratos foram analisados por colorimetria (métodos 4500-Cl – B, 4500-NO3 E). A determinação de sulfatos foi realizada pelo método turbidimétrico (método 4500 –SO42- E). Após o cálculo das médias e desvio-padrão, os resultados foram comparados com o Anexo G da ABNT - NBR 10004 (2004).

6.2.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise da variância de acordo com modelo apropriado para delineamento inteiramente aleatorizado e, posteriormente, ao teste para comparações de médias de Tukey com nível de significância previamente estabelecido em 5% ($p<0,05$). As análise foram realizadas usando-se o sistema computacional estatístico SAS (SAS, 2002).

Resultados e discussão

Os resultados foram avaliados, para classificação, conforme a Figura 1.

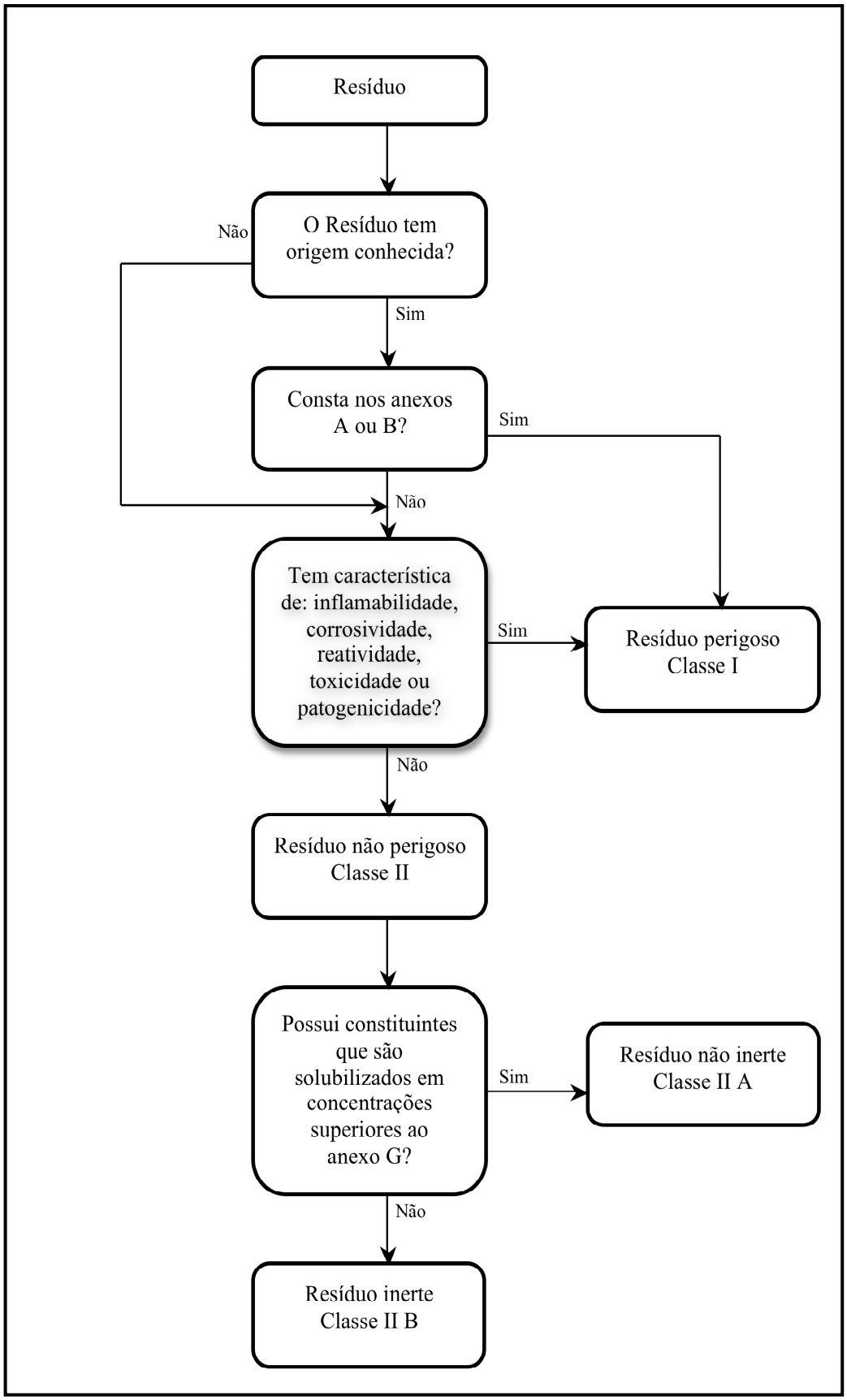

Figura 1 - Fluxograma para Classificação dos Resíduos Sólidos – (ABNT - NBR 10004, 2004).

6.2.8 Identificação e caracterização do resíduo do processamento de tilápias

As amostras de resíduos do processamento de tilápias, constituído de cabeças, carcaças, vísceras, nadadeiras e escamas, foram retiradas durante as operações de obtenção de filés de tilápias, portanto, dentro dos padrões microbiológicos e físico-químicos exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001).

Com relação à origem e condições de produção dos peixes utilizados, não havia a utilização no local e adjacências de antibióticos e agroquímicos que tivessem contaminado os locais de cultivo e, conseqüentemente os animais. Por isso, apesar dos contaminantes orgânicos (aldrin; cianeto; clordano; 2,4 D; DDT; endrin; heptacloro; hexaclorobenzeno; lindano e metóxicloro) estarem listados nos anexos G e H da ABNT - NBR 10006 (2004), estes não foram determinados.

6.2.9 Avaliação dos resultados segundo as normas da ABNT para resíduos sólidos

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é a segunda espécie de maior importância na aquicultura mundial, a produção mundial em 2007 atingiu 2,6 milhões de toneladas e, acredita-se que em 2010 alcance o patamar de 3 milhões de toneladas (FITZSIMMONS, 2009). A produção brasileira de tilápia em 2009 chegou a 139.957,8 t. A produção de tilápia representa 39% do pescado proveniente da piscicultura continental no país (BRASIL, 2010).

Unidades processadoras de filés de tilápia têm se instalado no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, aumentando o volume de resíduos não aproveitados. Entretanto, no processamento para obtenção de filés frescos ou congelados, o rendimento médio em filé é de 30% aproximadamente, apresentando 70% de resíduos que incluem: cabeça, carcaça, vísceras, pele e escamas (VIDOTTI; GONÇALVES, 2010). Portanto, a quantidade de resíduo agroindustrial gerado durante o processamento de tilápias é extremamente expressivo e precisa de gerenciamento adequado.

Muitas unidades processadoras procedem de forma correta no registro e declaração aos órgãos competentes sobre os resíduos gerados durante processo produtivo, e os destinam aos locais indicados pelos órgãos municipais. Apesar de o gerador ser o responsável pelo destino de seus resíduos, a escassez de

informações, de alternativas disponíveis e a carência de técnicos especializados contribuem para que algumas empresas dispensem pouca ou nenhuma atenção a tal responsabilidade (SISSINO, 2003). Desta forma, estas agroindústrias colaboram para o agravamento do quadro de degradação ambiental observado nas áreas de disposição de resíduos, além de não contribuir para a sustentabilidade agroindustrial.

Na cadeia produtiva do pescado essa situação é ainda mais freqüente e torna-se preocupante devido ao crescimento da atividade e, consequentemente do volume de resíduo gerado.

Os resíduos de origem animal advindos da produção de alimentos de origem animal não constam das Listagens 1 e 2 da ABNT- NBR 10004 (2004). Além disso, devido à sua origem conhecida e características de obtenção, não possuem características de corrosividade, inflamabilidade e patogenicidade.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros da ABNT - NBR 10004 (2004), o valor médio e o desvio padrão para as três amostras coletadas, em cada período, para o extrato lixiviado e a Tabela 2 apresenta os parâmetros da ABNT - NBR 10.004 (2004), o valor médio e o desvio padrão para as três amostras coletadas, em cada período, para o extrato solubilizado.

Tabela 1 - Valores de pH, concentração de metais e contaminantes (mg/L) no extrato lixiviado de resíduo de pescado, resultante da amostragem realizada no período de agosto de 2007 a agosto de 2008.

	Amostragem								
Parâm.	**Ago/07**	**Set/07**	**Out/07**	**Dez/07**	**Fev/08**	**Mai/08**	**Jul/08**	**Ago/08**	**LM*****
pH	5,71± 0,32	5,87± 0,26	5,89±0,39	5,75±0,45	6,20±0,21	5,69±0,38	5,70±0,43	5,75±0,41	**2– 12**
	CARACTERIZAÇÃO LIXIVIADO (solução de extração Nº1)								
Parâm.	**ago/07**	**Set/07**	**out/07**	**dez/07**	**fev/08**	**mai/08**	**jul/08**	**ago/08**	**mg/L**
Arsênio	< 0,30 **	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	**1,00**
Bario	0,54 ± 0,10	0,58 ± 0,05	0,61 ± 0,07	0,63 ± 0,09	0,57 ± 0,13	0,49 ± 0,06	0,52 ± 0,10	0, 59 ± 0,08	**70,00**
Cádmio	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	**0,50**
Chumbo	0,07±0,01	0,06±0,02	0,07±0,01	0,06±0,01	0,06±0,02	0 ,07±0,04	0,08±0,03	0,07±0,02	**1,00**
Cromo	0,59 ± 0,08	0,5 ± 0,10	0,52 ± 0,07	0,49 ± 0,12	0,51 ± 0,10	0,6 ± 0,07	0,6 ± 0,1	0,58 ± 0,07	**5,00**
Mercúrio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	**0,10**
Prata	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	**5,00**
Selênio	0,03 ±0,01	0,02 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0 ,01	0,02±0,01	0,02±0,02	0,03±0,01	**1,00**

*Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente a 5% no teste de Tukey. Entretanto, valores seguidos de letras diferentes entre si, diferem.
** Valores posteriores ao símbolo (<) significam que os resultados foram menores que os limites de detecção da metodologia.
*** L M: Limites máximos conforme o Anexo F da ABNT - NBR 10.004 (2004) (mg/L).
Nota: O Anexo F não se restringe apenas aos poluentes citados nesta tabela.

Tabela 2 - Concentração de metais e contaminantes (mg/L) no extrato solubilizado de resíduo de pescado, resultante da amostragem realizada no período de agosto de 2007 a agosto de 2008.

	Amostragem								
Parâm.	**Ago/07**	**Set/07**	**Out/07**	**Dez/07**	**Fev/08**	**Mai/08**	**Jul/08**	**Ago/08**	**LM**
Alumínio	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,02	0,02±0,01	0, 02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02±0,02	0,20
Arsênio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Bário	0,33±0,04	0,32±0,03	0,33±0,06	0,32±0,02	0,34± 0,03	0,33±0,05	0,33±0,05	0,34±0,04	0,70
Cádmio	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Chumbo	**0,05±0,01**	**0,04±0,03**	**0,06±0,03**	**0,05±0,04**	**0,05±0,02**	**0,06±0,04**	**0,05±0,03**	**0,05±0,02**	**0,01**
Cromo	0,05±0,03	0,05±0,04	0,04±0,03	0,05±0,01	0,05± 0,03	0,06±0,01	0,06±0,07	0,05±0,02	0,05
Cobre	1,96±0,10	1,97±0,09	1,92±0,13	1,95±0,07	1,93± 0,04	1,94±0,10	1,95±0,08	1,96±0,07	2,00
Manganês	**52,26±0,17**	**54,78±0,22**	**59,56 ±0,34**	**56,62±0,25**	**54,68±0,32**	**55,32±0,19**	**52,45±0,24**	**53,37±0,24**	**0,10**
Prata	0,05±0,01	0,04±0,03	0,05±0,03	0,02±0,03	0,03± 0,02	0,04±0,04	0,05±0,03	0,05±0,02	0,05
Selênio	0,0021±0,02	0,0020±0,01	0,0024±0,03	0,0020±0,01	0,0021±0,03	0,0021±0,03	0,0020±0,02	0,0018±0,03	0,01
Sódio	125,25±1,23	127,13±2,34	124,45±1,88	125,76±0,94	133,62±0,79	131,32±1,97	127,39±1,71	125,25±1,2	200,00
Zinco	2,23±0,24	2,34±0,45	2,89±0,74	3,01±0,64	3,11± 0,62	2,76±0,47	2,67±0,31	2,27±0,42	5,00
Cloretos	198,63± 1,16	197,43± 1,32	198,89± 1,87	195,83±2,34	196,34± 1,70	194,99± 2,12	197,84± 1,12	198,12± 1,13	250,00
Nitratos	8,00±0,10	7,89±0,21	8,06±0,29	8,02±0,18	8, 32±0,20	8,09±0,10	7,94±0,16	8,01±0,15	10,00
So_{4-}	175,36±2,15	171,48±1,87	173,89±1,34	175,75±1,94	174,83±1,84	175,29±0,78	171,67±1,58	174,55±0,42	250,00
Surfactantes	**1,04±0,11**	**1,00±0,23**	**1,05±0,18**	**1,07±0,28**	**0,98±0,12**	**0,93±0,51**	**0,99±0,26**	**1,03±0,27**	**0,50**
Ferro	**55,69±2,41**	**54,89±3,47**	**52,33±3,68**	**53,91±1,96**	**55,12±1,86**	**59,21±3,64**	**58,21±1,34**	**56,31±2,03**	**0,30**
Mecúrio	<0,001**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001

*Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente a 5% no teste de Tukey. Entretanto, valores seguidos de letras diferentes entre si, diferem;
** Valores posteriores ao símbolo (<) significam que os resultados foram menores que os limites de detecção da metodologia.
*** L M: Limites máximos conforme o Anexo G da ABNT - NBR 10.004 (2004) (mg/L).
Nota: O Anexo G não se restringe apenas aos poluentes citados nesta tabela.

Analisando o fluxograma de Classificação de Resíduos Sólidos (Figura 1) e os resultados obtidos no extrato lixiviado (Tabela 1) é possível observar que estes estão abaixo dos limites do Anexo F da ABNT - NBR 10.004 (2004), indicando que as amostras analisadas não deverão ser consideradas como resíduo perigoso.

Verificou-se que as concentrações de chumbo, manganês, ferro e surfactantes no extrato solubilizado foram superiores aos estabelecidos no Anexo G da ABNT - NBR 10.004 (2004) (Tabela 2). Portanto, todas as amostras de resíduos do processamento de tilápias (*Oreochromis niloticus*) analisadas podem ser classificadas como Resíduo Classe II do “tipo não inerte”.

Os resíduos não inertes são passíveis de serem dispostos em aterros controlados junto com resíduos urbanos. Entretanto, os resíduos industriais não inertes não devem ser depositados livremente em aterros sem os cuidados necessários (SISSINO, 2003). Esses resíduos apresentam propriedades como a solubilidade em água, que podem comprometer a área na qual o aterro está localizado e áreas sob sua influência (ABNT - NBR 10004, 2004). As principais formas de tratamento dos resíduos não inertes são a reciclagem, a estocagem na própria indústria e o despejo em aterros sanitários municipais (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE – FEEMA, 2000).

Apesar das amostras não estarem contaminadas por patógenos ou elevada carga microbiana, uma vez que são provenientes do processo produtivo de alimentos, possuem características nutricionais e elevada atividade de água (FERRAZ DE ARRUDA et al., 2006) que facilitam o desenvolvimento microbiano e a contaminação posterior do material, transformando-se em fontes potenciais de contaminação e de riscos à saúde humana. Considerando que a fazenda que cedeu os peixes utilizados no processamento, pretende instalar uma unidade de processamento próxima aos tanques de produção, a gestão inadequada desses resíduos pode comprometer a qualidade da água, do solo e dos peixes cultivados no local.

Os contaminantes podem ser transportados pela água por longas distâncias. O trajeto percorrido pelos contaminantes dependem de sua estabilidade e estado físico e do fluxo do corpo d`água. Compostos mais estáveis e em solução tendem a percorrer distâncias maiores (CHASIN; PEDROSO, 2003).

A prática ainda comum de enterrar o material residual diretamente no solo ou ainda, jogá-lo diretamente em ambientes hídricos contribui para que as substâncias

químicas de interesse toxicológico possam ser acumuladas ou exportadas a partir desses locais, promovendo riscos ambientais e à saúde pública. Muitos desses locais são áreas próximas a núcleos populacionais e ecossistemas de interesse ecológico, agrícola ou zootécnico. Atualmente, com o aumento do número de plantas de processamento junto aos locais de produção aquícola, tais práticas podem comprometer a qualidade da água e o manejo da produção.

A água em condições inadequadas, além de prejudicar os índices zootécnicos e a qualidade sanitária do pescado, pode interferir nas características organolépticas, favorecendo o surgimento de sabores ou odores indesejáveis que acabam por comprometer a aceitação do pescado e a conseqüente comercialização (GALVÃO et al., 2009).

A concentração de metais e contaminantes presentes na amostra não apresentou diferença (P>0,05) durante todo o período de coleta tanto no extrato solubilizado, quanto no extrato lixiviado, sendo a concentração de manganês, chumbo, surfactantes e ferro, 530, 5, 2 e 186 vezes maiores que os limites máximos permitidos, respectivamente. Apesar das condições climáticas terem sido diferentes, uma vez que a amostragem foi realizada de forma a apresentar dados de todas as estações do ano (agosto de 2007 a agosto de 2008), as amostras coletadas não sofreram influência de fatores como temperatura e pluviosidade.

As concentrações de prata e cromo estiveram no limite estabelecido pela ABNT - NBR 10.004 (2004) e a de cobre muito próxima ao valor máximo demonstrando a necessidade do monitoramento das concentrações de metais dos resíduos.

As concentrações de ferro determinadas nas amostras de resíduos analisadas podem ser decorrentes da ocorrência deste elemento, principalmente, nas vísceras dos peixes, como constituinte do sangue ou podem ter origem nos sulfatos e cloretos de ferro e magnésio, comumente utilizados nos processos de tratamento de água (BRAILE; CAVALCANTE, 1993). Os valores para o chumbo podem ser originados de processos bioacumulativos devido à contaminação do local de cultivo, podendo ter origem em esgotos domésticos e industriais.

Os substratos mais comuns nos leitos e sedimentos de rios são o óxido de ferro e manganês, matéria orgânica e argilo-minerais (COTTA, 2003). O ferro está presente em grande quantidade no solo, na água, na atmosfera e em processos industriais (BIRUNGI et al., 2007). Este elemento participa de processos hepáticos, e

também, está associado ao transporte de hemoglobina, sendo considerado um dos elementos mais importantes para o processo respiratório.

Por serem onívoras, as tilápias se alimentam de todas as faixas da coluna de água, portanto os metais podem se acumular nas vísceras dos peixes corroborando para os resultados apresentados para esses metais.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies mais comuns de água doce, utilizada em estudos toxicológicos sendo indicadora em programas de biomonitoramento. As vísceras desses peixes são utilizadas para análises de metais devido ao processo de bioacumulação (SOUZA et al., 2009).

O ferro esta presente em grande quantidade no solo, na água, na atmosfera e em processos industriais (BIRUNGI et al., 2007). Este elemento participa de processos hepáticos, e também, está associado ao transporte de hemoglobina, sendo considerados um dos elementos mais importantes para o processo respiratório.

Os valores de pH das amostras de resíduos de processamento de pescado não apresentaram diferenças (P>0,05) ao longo do período de coleta. Os valores encontrados de no máximo 6,2 mostram-se dentro da faixa preconizada pelo Regulamento de Inspeção Sanitária e Industrial de Produtos de Origem Animal (RIISPOA, 1952) para a parte interna do pescado fresco (<6,5) e também, inferiores aos limites máximos preconizados pela ABNT NBR 10004 (2004).

Entre os parâmetros que apresentaram concentrações superiores às recomendadas para o extrato solubilizado pela ABNT NBR10004 (2004) podem ser destacados o manganês e o chumbo por suas características tóxicas. Tais resultados são preocupantes, pois se não houver a disposição correta de resíduos com tais características pode ocorrer a contaminação de águas subterrâneas, através da solubilização e lixiviação. A constatação dos altos níveis desses metais nos resíduos do processamento de tilápias evidencia a necessidade de monitoramento e disposição adequada desse material residual, considerando-se os efeitos tóxicos e bioacumulativos desses elementos.

A solubilidade de alguns compostos, principalmente, metais em águas subterrâneas e superficiais é influenciada por interações com outros constituintes da matriz do solo, pela adsorção em minerais de argila, em hidróxidos de ferro e na matéria orgânica (FREEZE; CHERRY, 1979). Conforme Stauber e Florence (1985),

o manganês assim como o ferro, são eficientes captadores de metais em ambientes aquáticos através da adsorção, troca iônica e co-precipitação.

Na hipótese de que a lixiviação e solubilização dos metais contidos nos resíduos ocorressem no ambiente, pode-se verificar pelos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, (BRASIL, 2005) (Tabela 3), que apenas o manganês com 54,88 mg/L (valor médio para as amostras) e o ferro com 55,70 mg/L (valor médio para as amostras) estariam acima dos limites determinados pela legislação, respectivamente, 1 e 15 mg/L, respectivamente.

Metais como manganês e chumbo são considerados neurotóxicos, capazes de induzir disfunções neurais ou causar lesões no sistema periférico. A exposição a esses elementos desencandeia uma ampla variedade de exposições clinicas que vão desde disfunções motoras e mudanças comportamentais até psicoses (CANDURRA et al., 2000; SEGURA-MUÑOZ et al., 2003; ALVES et al., 2010). A contaminação de manganês em águas para consumo humano merece atenção, pois este metal está relacionado ao desenvolvimento de doenças degenerativas do sistema nervoso central (RICHARDSON; GANGOLLI, 1992; SISSINO, 2003).

A tendência à precipitação em óxidos do manganês em águas reduz consideravelmente sua disponibilidade aos organismos aquáticos e, consequentemente, a possibilidade de causar efeitos tóxicos diretos (FOSTER; GOMES, 1989; FUNDAÇÃO DE APOIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – FAURGS, 2003). O manganês pode indisponibilizar metais, como o cádmio, zinco e cobre, pois adere-se à membrana celular e adsorve outros metais impedindo sua absorção celular (FRANKLIN et al., 2002, ARENZON; RAYA-RODRIGUEZ, 2006).

Portanto, a classificação de um resíduo sólido, por si só, não deve impedir o estudo de alternativas para sua utilização. No entanto, é essa classificação que orienta os cuidados especiais no gerenciamento do resíduo sólido, os quais podem inviabilizar sua utilização quando não se puder garantir segurança à saúde pública ou ao ambiente (JUNQUEIRA et al., 2011).

Para a utilização de um resíduo sólido na fabricação de um novo produto ou para outras finalidades, este deve estar em conformidade com os requisitos estabelecidos pelos órgãos responsáveis pela liberação do produto (RIBEIRO et al., 2011). Portanto, para que o resíduo industrial tenha disposição final, transporte ou

processamento corretos, é importante que o gerador do resíduo forneça informações a respeito das características dos contaminantes presentes.

É necessário que a preocupação com o gerenciamento adequado dos resíduos agroindustriais esteja presente em todas as esferas envolvidas na cadeia produtiva, inclusive nos órgãos legisladores e fiscalizadores. Assim sendo, é primordial que o Ministério da Pesca e Aquicultura promova o desenvolvimento e o incentivo de uma política de gerenciamento de resíduos do agronegócio do pescado, assegure opções de aproveitamento e destino adequado dos resíduos para possibilitar ações integradas, que proporcionem a melhoria da situação vigente e a diminuição dos riscos associados à disposição inadequada dos resíduos, bem como para que o produto brasileiro tenha um diferencial mercadológico no quesito ambiental, quanto à sustentabilidade de sua produção.

6.3 Conclusão

As amostras de resíduo do processamento de tilápias classificam-se como Classe II do “tipo não inerte”, conforme os teores de chumbo, manganês, surfactantes e ferro, uma vez que as concentrações desses poluentes estiveram acima dos limites preconizados pela ABNT - NBR10004 (2004).

Esses resíduos devem ser destinados a aterros sanitários construídos conforme normas ambientais. Entretanto, estão sendo descartados de forma irregular, diretamente em recursos hídricos ou enterrados sem tratamento adequado, com a possibilidade da ocorrência de lixiviação dos metais que encerram com riscos ao ambiente e à saúde humana e animal.

REFERÊNCIAS

ALVERSON, D.L.; FREEBURG, M.H.; MURAWSKI, S.A.; POPE, J.G. A global assessment of fisheries bycacth and discards. FAO, Rome, 1996. 233p. 1994. (FOA Fisheries Technical Paper, 339).

ALVES, R.I.S.; TONANI, K.A.A; NIKAIDO, M.; CARDOSO, O.O.; TRIVELATO, T. M.B.; SEGURA-MUÑOZ, S.I. Avaliação das concentrações de metais pesados em águas superficiais e sedimentos do Córrego Monte Alegre e afluentes, Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 122-132, 2010.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and watestewater**. 19. ed. Washington. APHA, 1995. 875p.

ARENZON, A.; RAYA-RODRIGUEZ, M.T. Influência do manganês em ensaios de toxicidade com algas em amostras ambientais. **Journal of Brazilian Society of Ecotoxicology**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 7-11, 2006.

ARVANITOYANNIS, I.S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potencial uses. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 43, n. 4, p. 726-745, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos sólidos – Coletânea de Normas (ABNT NBR 10004; ABNT NBR 10005; ABNT NBR 10006; ABNT NBR 10007). São Paulo: ABNT, 2004.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Bookman, 2002. 622 p.

BIRUNGI, Z.; MASOLA, B.; ZARANYIKA, M.F.; NAIAGAGA, I.; MARSHAL, B. Active biomonitoring of trace heavy metals using fish (*Oreoochromis niloticus*) as a bioindicator species. The case of Nakivubo wetland along Lake Victoria. **Physics and Chemistry to the Earth**, London, v. 32, n. 15-18, p. 1350-1358, 2007.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem tailandesa e comum, nas fases iniciais e crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

BRAILE, P.M.; CAVALCANTI, E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1993. 764 p.

BRASIL FOOD TENDS 2020. São Paulo: FIESP, ITAL, 2010. 173 p. Disponível em: <http://www.brasilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.htm. Acesso em: 22/ 03/ 2010.

BRASIL, Lei Federal n. 12305 de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**. Brasília, 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 357 de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 2005. **Diário Oficial**. Brasília, 18 de março de 2005. Seção 1, p. 58-63.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial Sanitária de Produtos Origem Animal (RIISPOA)**, 1952, 207 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilancia Sanitária. **Resolução RDC n°12 de 02 de janeiro de 2001** : regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos, Brasília, 2001. Disponível em: <http.www.anvisa.gov./legis/resol.1201redc.html>. Acesso em: 7 jan. 2009.

CAMPOS, M.L.A.M.; BENDO, A.; VIEL, F.C. Métodos de baixo custo para purificação de reagentes e controle da contaminação para a determinação de metais traços em águas naturais. **Quimica Nova***,* São Paulo, v. 25, n. 5, p. 808-813, 2002.

CANDURRA, S.M.; BUTERA, R.; GANDINI, C.; LOCATELLI, C.; TAGLIANI, M.; FASOLA, D.; MANZO, L. Ocupational poisoning with psychiatri manifestations. **Giornale Italiano de Medicina del Lavoro ed Ergonomia**, Roma, v. 22, n. 1, p. 52-61, 2000.

CATCHPOLE, T.L.; GRAY, T.S. Reducing discards of fish at sea: a review of European pilot projects. **Journal of Environmental Management**, London, v. 91, n. 4, p. 717-723, 2010.

CHASIN, A.A.; PEDROSO, M.F.M. O estudo da toxicologia. In: AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. (Ed.). **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Carlos: RiMa, p.1-25, 2003.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Comunication from the Comission to the Council and European Parliament**: promoting more environmentally-friendly measures – the role of technical conservation measures. COM., 2004. 438 p.

COTTA, J.A.O. **Diagnóstico ambiental do solo e sedimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)**. 2003. 120 p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. Atlas: São Paulo, 2006. 196 p.

EUROPEAN TECHOLOGY PLATFORM ON FOOD FOR LIFE. **Strategic research agenda 2007-2020.** Brussels: ETP/CIAA, 2007. 68 p. Diponível em: <http://www.cordis.europa.eu/technology-platfforms/pdf/foodforlife.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2009.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Test methods for evaluating solid waste physical/chemical methods –SW846. Richmond: EPA/National Technical Information Service., 1996.

FUNDAÇÃO DE APOIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - FAURGS. **Avaliação da contaminação por hidrocarbonetos e metais pesados no solo e água subterrânea e instalações de poços de monitoramento na Refinaria Alberto Pasqualini - REFAP S.A**. Canoas: FAURG, 2003. 172 p. Relatório Técnico, Etapa II.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; BRUM,.A.; D´ARCE, M.A.B.R.; OETTERER, M. Nutritional aspects of Nile tilápia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 749-753, 2006.

FITZSIMMONS, K. Panorama do mercado mundial da tilápia. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 111, p. 54-55, 2009.

FOSTER, S.; GOMES, D.C. **Monitoreo de la calidad de lãs águas sbterráneas**: uma evaluacíon de métodos e costos. Lima, Centro Panamericano de Ingeneria Sanitaria y Ciencias del Medio Ambiente – CEPIS. 1989. Disponível em: http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind46/monito/monito.html. Acesso em 28 out. 2008.

FRANKLIN, N.M.; STAUBER, J.L.; LIM, R.P.; PETOZCZ , P. Toxicity of metal mixtures to a tropical freshwater alga (*Clorella sp.*): the effect of interactions between cooper, cadmium, and zinc on metal cell binding and uptake. **Environnmental Toxicology Chemistry**, London, v. 21, n. 11, p. 2412-2422, 2002.

FREEZE, R.A.; CHERRY, J.A. **Groundwater**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1979. 604 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE – FEEMA. **Gestão de resíduos**. Rio de Janeiro: FEEMA, 2000, 187 p. Relatório semestral de atividades do programa de despoluição da Baía de Guanabara – 2000.

GALVÃO, J.A.; OETTERER, M.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; GOUVÊA-BARROS, S.; HILLER, S.; ERLER, K.; LUCKAS, B.; PINTO, E.; KUJBIDA, P. Saxitoxins acumulation by freshwater tilapia (*Oreochromis niloticus*) for human consumption. **Toxicon**, Oxford, v. 54, n. 6, p. 891-894, 2009.

GUILHERME, E.F.M.; SILVA, J.A.M.; OTTO, S.S. Pseudomona aureginosa, como indicador de contaminação hídrica. **Higiene Alimentar**, São Paulo , v. 14, n. 76, p. 43-47. set. 2000.

RIBEIRO, J.C.J.; GARCIA, R.L.; ABREU, G.M.R.A.; LESSA, M.M.; STRAUS, E.L. **Utilização de resíduos sólidos**. Disponível em:http://www.abnt.org.br>. Acesso em: 26 jan. 2011.

KELLEHER, K. Discards in the world's marine fisheries: an update. Rome: FAO, 2005. 131 P. (Fisheries Technical Paper, 470).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aproveitamento de sub-produtos do pescado. Meta 11, Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da Pesca e Aquicultura no Sul do Brasil. Convênio MAPA/Universidade do Vale do Itajaí. 2000. 130 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. **Produção pesqueira e aquícola, estatística 2008/2009**. Brasília: MPA. 37 p. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br>. Acesso em: 29 set. 2010.

NOLASCO, A.M. **Resíduos da colheira e beneficiamento da caixeta – *Tabebui cassinoides* (Lam) D.C.**: caracterização e perspectivas. 2000. 171 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

OETTERER. M. Proteínas do pescado- processamento com intervenção protéica. In: OETTERER, M.; REGITANO D´ARCE, M.A.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri: Manole, 2006. p. 99-134.

PÁDUA, H.B. **Sabores e odores em sistemas aquáticos**. Disponível em: <http://www.serrano.neves.nom.br/helcias/019_helcias.pdf>. Acesso em 23 nov. 2006.

PASCOE, S. Bycatch Management and the Economics of Discarding. Rome: FAO, 1997. 137 p. (FAO Fisheries Technical Paper, 370)

PEREIRA, G.P.C.; PEQUITO, M.M.A.; COSTA, P.C.R.C. **O impacto do incremento das cianobactérias como indicador de toxidade, 1999**. Disponível em <http://www.fmv.utl.pt/democ/sht/sem9899/G005.htm>. Acesso em: 18 set. 2009.

RICHARDSON, M.I.; GANGOLLI, S. **The dictionary of substances and their effects**. Northamotoshire: Royal Society of Chemistrry. 1992 -1994. v.3 Cambridge 760p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user`s guide - statistics version 9.1. Cary, 2002. 1 CD-ROM.

SEGURA-MUÑOZ, S.I. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto**: uma avaliação dos níveis de metais pesados, 2002. 150 p. Tese (Doutorado em Enfermagem em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.

SEGURA-MUÑOZ, S.I.; TREVILATO, T.M.M.; TAKAYANAGUI, A.M.M.; HERING, S.E.; CUPO, P. Metales pesados em agua de bedores de presión. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 53, n. 1, p. 59-64, 2003.

SISINNO, C.L.S. Disposição em aterros controlados de resíduos sólidos industriais não inertes: avaliação dos componentes tóxicos e implicações para o ambiente e para a saúde humana. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 369-374, 2003.

SOUZA, G.R.; GARCEZ, M.A.P.; SANTOS, V.C.G.; SILVA, D.B.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D.C. Quantificação de metais pesados em peixes de um pesqueiro localizado na cidade de Umuarama. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**. Umuarama, v. 12, n. 1, p. 61-66, jan./jun. 2009.

STAUBER, J.L.; FLORENCE, T.M. Interactions of cooper and manganese: a mechanism by manganese alleviates cooper toxicity to the marine diatom, Nitzchia closterium (Ehrenberg), **Aquatic Toxicolology**, Oxford, v. 7, n.4, p. 241-254, 1985.

VIDOTTI R, M.; GONÇALVES, G.S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2010

7 CONCLUSÃO GERAL

Esta pesquisa constatou que a implementação de um programa de rastreabilidade para a cadeia produtiva da tilápia requer o registro do destino dos resíduos do processamento, no entanto, no Brasil esta prática é incipiente, fator que torna o país excludente em termos de competitividade internacional.

O gerenciamento adequado dos resíduos do processamento de pescado é necessário para aumentar a sustentabilidade do setor. Através da revisão bibliográfica são apresentadas possíveis soluções para a utilização desse material como matéria-prima em processos secundários.

A silagem ácida de pescado também pode servir como forma de conservação do material antes da destinação final. Para sua produção o emprego do ácido cítrico é adequado quanto aos riscos à saúde humana e ambiental e fatores como custo e acessibilidade.

Os descartes da indústria portuguesa de conservas pode ser convertido em silagem ácida de pescado e utilizado na formulação de rações para o Sargo (*Diplodus sargus*).

Constatou-se que as rações contendo silagem de pescado apresentaram boa aceitação e não houve mortalidade. A utilização de ração contendo 20% de silagem e 45% de PB não causou prejuízo ao desempenho de juvenis de sargo, tendo propiciado ganho de peso de 11,36 g e índice de conversão alimentar de 2,41.

É viável a elaboração da silagem ácida de pescado em formulações para o sargo. As rações formuladas com 45% de PB e 20 % de silagem apresentaram menor custo de produção e empregaram maior quantidade de material residual proveniente do processamento de pescado.

Como em todo processo produtivo, há a formação de resíduos, para o gerenciamento correto é necessária a avaliação da presença de riscos ambientais e a sua classificação conforme a ABNT NBR 10004.

O resíduo do beneficiamento da tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi classificado como Classe II, do “tipo não inerte” devido aos teores de chumbo, manganês, surfactantes e ferro.

A concentração de metais e contaminantes presentes na amostra não apresentou diferença ($P>0,05$) durante todo o período de coleta tanto no extrato solubilizado, quanto no extrato lixiviado, sendo a concentração de manganês,

chumbo, surfactantes e ferro, 530, 5, 2 e 186 vezes maiores que os limites máximos permitidos, respectivamente. Apesar das condições climáticas terem sido diferentes, uma vez que a amostragem foi realizada de forma a apresentar dados de todas as estações do ano (agosto de 2007 a agosto de 2008), as amostras coletadas não sofreram influência de fatores como temperatura e pluviosidade. Os resultados das análises realizadas conforme preconiza a ABNT NBR:10004 forneceram subsídios para o gerenciamento adequado dos resíduos do processamento da tilápia.

As concentrações de prata e cromo estiveram no limite estabelecido pela NBR 10.004: 2004 e a de cobre muito próxima ao valor limite demonstrando a necessidade do monitoramento das concentrações de metais dos resíduos.

Os resíduos do processamento da tilápia não podem ser descartados em recursos hídricos ou enterrados, como vem sendo praticado no setor produtivo.

Se não for realizada a disposição correta, esse material pode sofrer lixiviação com riscos à saúde animal e humana, bem como prejuizos ao ambiente.

O material residual deve ser encaminhado para aterros sanitários construídos conforme recomendações de normas ambientais específicas.

As concentração de metais e contaminantes (mg/L) nos extratos lixiviado solubilizado de resíduo de pescado foram disponibilizadas para a formação de um banco de dados e devem permitir a implantação do sistema de rastreabilidade para a cadeia produtiva da tilápia.