UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANA PAULA BILLAR DOS SANTOS

**Caracterização e aproveitamento do resíduo de pescado junto aos
principais pontos de comercialização da Baixada Santista - SP**

Pirassununga

2016

ANA PAULA BILLAR DOS SANTOS

Caracterização e aproveitamento do resíduo de pescado junto aos principais pontos de comercialização da Baixada Santista - SP

Versão corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutora em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientadora: Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas

Pirassununga

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Billar dos Santos, Ana Paula

B237c Caracterização e aproveitamento do resíduo de
pescado junto aos principais pontos de
comercialização da Baixada Santista - SP / Ana Paula
Billar dos Santos; orientadora Elisabete Maria
Macedo Viegas. -- Pirassununga, 2016.

77 f.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia
de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Pescado. 2. Resíduos. 3. Composição. 4.
Valorização. 5. Impacto ambiental. I. Macedo Viegas,
Elisabete Maria, orient. II. Título.

Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - o autor

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Paulo e Vera, ao meu marido Fábio e ao meu filho Ramon, que apesar de toda dificuldade, me apoiaram em todos os momentos. Obrigada!

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas por brindar-me com a oportunidade de realizar o curso de doutorado e pelo apoio recebido ao longo deste processo de formação acadêmica.

À professora Dra. Giuliana Parisi pela inesquecível experiência acadêmica e pessoal que vivi na Itália.

Aos técnicos dos laboratórios da FZEA José Apolinário, Daflin e Guilherme pela presteza durante a execução das análises.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo pela formação acadêmica recebida e pelo apoio de sua estrutura laboratorial.

Às Profas. Dras. Judite Lapa Guimarães, Marta Kushida e Eliana Kamimura pelas orientações oportunas em muitas disciplinas.

À bibliotecária Vanessa Rodrigues pela valiosa orientação final.

Ao pessoal dos locais de coleta das cidades de Santos, São Vicente e Peruíbe, que se dispuseram a participar da pesquisa.

EPÍGRAFE

“Faça as coisas o mais simples que puder, porém não as mais simples”

Albert Einstein

RESUMO

SANTOS, A. P. B. dos. **Caracterização e aproveitamento do resíduo de pescado junto aos pontos de comercialização da Baixada Santista - SP**. 2016. 77 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

A atual destinação dos resíduos de pescado é uma problemática real que tem impactado o cenário ambiental, sobretudo em regiões litorâneas. Devido a sua elevada carga orgânica e inorgânica, os resíduos de pescado possuem acelerada atividade de deterioração e contribuem para a formação de compostos químicos, os quais podem contaminar e prejudicar substancialmente a qualidade do ar, do solo e dos corpos hídricos. A disposição inadequada dos resíduos de pescado relaciona-se direta e indiretamente com a ocorrência de enfermidades, sendo, portanto, uma relevante questão de saúde pública. As principais tecnologias envolvem a elaboração de farinha, óleo, adubo e silagem de pescado proveniente da aquicultura e industrialização. A necessidade de se obter diretivas e alternativas viáveis envolvendo os resíduos de pescado é de ordem econômica, social, cultural e ambiental e baseia-se em sua valorização e gerenciamento adequado e para isso, o conhecimento da origem e das características do material a ser aproveitado é necessário para que as operações sejam controladas e esse item não se torne um problema futuro. Os objetivos deste estudo foram caracterizar e comparar os resíduos do pescado provenientes dos principais pontos de comercialização das cidades de Santos, São Vicente e Peruíbe/SP, e prospectar alternativas para sua aplicação, além de avaliar o perfil dos geradores de resíduos envolvidos no estudo. Foram realizadas 10 coletas em cada município entre dezembro de 2015 e fevereiro de 2016. Recolheu-se aproximadamente 5kg de resíduos de cada ponto de coleta, formando um “pool” do qual foi retirada uma amostra de 5Kg. Foram realizadas análises de composição gravimétrica, microbiológicas (psicrotróficos totais, estafilococos coagulase positiva, coliformes fecais e *Escherichia coli* e determinação de *Salmonella sp*), físico-químicas (bases nitrogenadas voláteis, proteína bruta, umidade, cinza, lipídeos totais) e perfil de ácidos graxos. Além das análises laboratoriais, foi realizada pesquisa semiestruturada junto aos responsáveis pelos estabelecimentos estudados. Os dados gerados pelas análises físico-químicas, microbiológicas e pelas questões abordadas na entrevista foram

convertidos em médias percentuais e dispostos na forma de gráficos e tabelas. Foi calculado o desvio padrão para avaliação da dispersão dos resultados ao longo das repetidas coletas. Os resíduos caracterizaram-se em resíduos não comestíveis e apresentaram composição satisfatória para aplicação em produtos relacionados a alimentação animal e adubos orgânicos. Os teores de bases nitrogenadas voláteis e os resultados microbiológicos indicaram estágio avançado de deterioração dos resíduos. A quantidade diária de resíduo gerada informada no presente estudo foi bastante variável entre os pontos de coletas e também entre os períodos considerado alta e baixa temporada na região, limitando a aplicação para algumas tecnologias. Analisando-se os dados obtidos pela aplicação do questionário observou-se que, em geral, a estrutura do estabelecimento é precária e dificulta a conservação e aproveitamento dos resíduos por parte dos geradores.

Palavras-chave: Pescado. Resíduos. Composição. Valorização. Impacto ambiental.

ABSTRACT

SANTOS, A. P. B. dos. **Characterization and utilization of fish waste with the main marketing points of the metropolitan area of Santos - SP**. 2016. 77 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

The current destination of waste of fish is a real problem that has impacted the environmental scenario, especially in coastal regions. Due to its high organic and inorganic load, the waste of fish have accelerated activity of decay and contribute to the formation of chemical compounds, which can contaminate and substantially damage the quality of the air, soil and hydric bodies. The inadequate placement of the waste of fish is related directly and indirectly with the occurrence of illnesses, and is therefore a relevant public health issue. The main technologies involve the preparation of flour, oil, manure and silage of fish from aquaculture and industrialization. The need to obtain policies and viable alternatives involving the waste of fish is of economic, social, cultural and environmental system and are based on its valuation and proper management and for this reason, the knowledge of the origin and characteristics of the material to be used is necessary so that the operations are controlled and this item does not become a future problem. The objectives of this study were to characterize and compare the waste of fish from the main points of trading of the cities of Santos, São Vicente and Peruíbe/SP, and to prospect alternatives for its application, as well as to evaluate the profile of the waste generators involved in the study. Ten collections were performed in each municipality between December 2015 and February 2016. It was gathered approximately 5 kg of waste from each collection point, forming a "pool". It was removed a portion of 5Kg in this pool, which was considered "sample". Analyzes were carried out by gravimetric composition, microbiological (psychrotrophic total, coagulase positive staphylococci, fecal coliforms and *Escherichia coli* and determination of *Salmonella sp*), physical-chemical (volatile nitrogenous bases, crude protein, moisture, ash, total lipids) and fatty acids profile. In addition to the laboratory analysis, it was performed semi-structured research with those that are responsible for the establishments studied. The data generated by physical-chemical, microbiological analysis, and issues addressed in the interview were converted into average of the percentage and arranged in the form of charts and tables. It was calculated the standard deviations

for evaluation of the dispersion of results over the repeated collections. They have been characterized in waste that are not edible and showed satisfactory composition, suggesting routing for products related to animal feed and organic fertilizers. The levels of volatile nitrogen bases (VNB) and the results of microbiological indicate an advanced stage of deterioration of the waste. The daily amount of generated residue informed in this study was highly variable among the collection points and also the periods considered high and low season in the region, limiting the application to some technologies. In relation to the applied questionnaire, it was observed that, in general, the structure of the establishment is precarious and makes it difficult for the conservation and recovery of waste.

Keywords: Fish. Waste. Composition. Valorization. Environmental impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Principais etapas executadas.	37
Figura 2 – Continuação. Pesquisa semiestruturada aplicada aos responsáveis pelos estabelecimentos.	39
Figura 3 – Pesquisa semiestruturada aplicada aos responsáveis pelos estabelecimentos.	40
Figura 4 - Composição gravimétrica média dos resíduos de pescado envolvendo os municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe.	47
Figura 5 - Gráfico da porcentagem dos estabelecimentos de acordo com sua tipologia.	59
Figura 6 - Gráfico da porcentagem dos estabelecimentos de acordo com a forma de coleta externa e destinação dos resíduos de pescado.	62
Figura 7 – Gráfico da porcentagem dos estabelecimentos onde os responsáveis relataram estar ciente ou não dos impactos ambientais envolvendo os resíduos de pescado.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores da Composição centesimal de algumas espécies de peixes.	27
Tabela 2 - Composição dos ácidos graxos na fração lipídica de algumas espécies de pescado.....	28
Tabela 3 - Valores percentuais médios dos diferentes componentes presentes nos resíduos de pescado coletados nos municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe /SP.	46
Tabela 4 - Valores médios dos teores de bases nitrogenadas voláteis (BNV) presentes nos resíduos de pescado coletados nos municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe /SP.	48
Tabela 5 - Valores médios de Escherichia coli (UFC/g) obtidos após análises dos resíduos ao longo das 10 coletas realizadas no município de Santos, São Vicente e Peruíbe.....	50
Tabela 6 - Valores médios de coliformes fecais (UFC/g) obtidos após análises dos resíduos ao longo das 10 coletas realizadas no município de Santos, São Vicente e Peruíbe.....	51
Tabela 7 - Valores médios de Estafilococos coagulase positiva (UFC/g) obtidos após análises dos resíduos ao longo das 10 coletas realizadas no município de Santos, São Vicente e Peruíbe.	51
Tabela 8 - Comparação entre os resultados microbiológicos obtidos com os limites estabelecidos pela legislação para produtos similares.....	52
Tabela 9 – Valores médios para composição centesimal encontrados no presente estudo em comparação com resultados encontrados na literatura.	53
Tabela 10 - Índices de qualidade nutricional da fração lipídica de resíduos de pescado coletados nos municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe.....	57
Tabela 11 - Volume diário em quilogramas (Kg) de resíduos de pescados gerados, no verão e inverno, por cada estabelecimento entrevistado nos municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe e suas respectivas tipologias.....	58
Tabela 12 - Principais espécies comercializadas nos estabelecimentos e suas origens.	60
Tabela 13 – Atividades de beneficiamento mais citadas pelos comerciantes envolvidos na pesquisa.	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ENVOLVENDO O PESCADO	19
2.2 SITUAÇÃO ATUAL ACERCA DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PESCADO NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA	21
2.3 LEGISLAÇÃO ENVOLVENDO A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE PESCADO	22
2.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO RESÍDUO DE PESCADO E INDICADORES DE QUALIDADE	25
2.4.1 Valor nutricional	25
2.4.1 Indicadores químicos – Bases Nitrogenadas Voláteis (BNV)	29
2.4.2 Indicadores microbiológicos	30
2.5 ALTERNATIVAS PARA OS RESÍDUOS DE PESCADO	32
2.5.1 Farinha e óleo de pescado	33
2.5.2 Adubo de pescado	34
2.5.3 Silagem	34
3 OBJETIVOS	36
4 MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1 LOCAL DE OBTENÇÃO DOS RESÍDUOS E COLETA	37
4.2 AVALIAÇÃO DO PERFIL DOS GERADORES DE RESÍDUOS	38
4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS	41
4.3.1 Composição gravimétrica	41
4.3.2 Análises microbiológicas	41
4.3.2.1 Determinação de micro-organismos psicrotróficos	42
4.3.2.2 Determinação de estafilococos coagulase positiva	42
4.3.2.3 Determinação de coliformes fecais e <i>Escherichia coli</i>	42
4.3.2.4 Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp	42
4.3.3 Análises físico-químicas	43
4.3.3.1 Determinação de bases nitrogenadas voláteis (BNV)	43
4.3.3.2 Determinação de proteína bruta	43
4.3.3.3 Determinação de umidade	43
4.3.3.4 Cinza	44
4.3.3.5 Determinação de lipídeos totais	44
4.3.3.6 Composição em ácidos graxos e determinação dos índices de qualidade nutricional da fração lipídica	44
4.4 FORMA DE AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA	46
5.2 BASES NITROGENADAS VOLÁTEIS (BNV)	47
5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	49
5.4 ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO	52
5.5 ÁCIDOS GRAXOS E ÍNDICES DE QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA	53
5.6 PERFIL DOS GERADORES DE RESÍDUOS - INFORMAÇÕES GERAIS	57
5.6.1 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS E TIPOLOGIA DOS ESTABELECIMENTOS	57

5.6.2 ORIGEM DO PESCADO E ESPÉCIES ENVOLVIDAS.....	60
5.6.3 ATIVIDADES GERADORAS DE RESÍDUOS	61
5.6.4 SEGREGAÇÃO, FORMA DE ACONDICIONAMENTO E APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS ..	61
5.6.5 FORMA DE COLETA EXTERNA E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE PESCADO	62
5.6.6 PERCEPÇÃO SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS E INTERESSE EM MEDIDAS SUSTENTÁVEIS	63
5.6.7 AVALIAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE APROVEITAMENTO MEDIANTE OS RESULTADOS.....	64
8 CONCLUSOES.....	66
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A pesca é uma das atividades produtivas mais antigas da humanidade. Os recursos pesqueiros marítimos, costeiros e continentais constituem importante fonte de renda, geração de trabalho e alimento e têm contribuído para a permanência do homem no seu local de origem. Estima-se que 1 milhão de pessoas dependam da produção de pescado para sobreviver (BRASIL, 2011; GALVÃO; OETTERER, 2014).

Fontes de ácidos graxos essenciais, vitaminas e minerais que se relacionam principalmente com a boa atividade dos sistemas nervoso central e cardiovascular, os produtos da pesca e aquicultura são frequentes objetos de estudo e os benefícios do seu consumo regular para saúde humana são amplamente difundidos (LEE et al., 2008; TOPPE, 2008).

Alimento de inquestionável qualidade, fruto da atividade de um setor participativo na economia do país, o pescado é considerado um alimento dos extremos, pois pode ser motivo de grande preocupação quando nos deparamos com a problemática envolvendo seus resíduos, o qual representa, em média, 70% do peso total do pescado, incluindo cabeça, carcaça, vísceras, pele e escamas (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006). Matéria orgânica com características químicas que aceleram sua decomposição, seus resíduos podem acarretar prejuízos à qualidade socioambiental quando não gerenciados corretamente (ESPÍNDOLA; OETTERER; ASSIS, 2001).

Os locais de venda de pescado *in natura* constituem importantes fontes de resíduos em um dos principais gargalos da cadeia produtiva, pois o setor carece de tecnologias que poderiam ser aproveitadas para o processamento de subprodutos. Estima-se que todo ano mais de 50% dos resíduos do processamento do pescado capturado são descartados (GALVÃO; OETTERER, 2014).

Os resíduos da cadeia produtiva do pescado são geralmente constituídos por aparas do toalete, como carne escura, cabeças, carcaças e pele, além da fauna acompanhante (SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003). Esse material, rico em compostos orgânicos e inorgânicos, resultantes da atividade industrial, comercial e agrícola, apresenta particularidades que tornam inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água e são, portanto, definidos como resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

O descarte de resíduos orgânicos de forma indiscriminada no ambiente cria uma série de danos para a saúde pública e o acúmulo desse material atrai insetos e roedores capazes de transmitir desde diarreias a parasitoses, e podem tornar o ambiente propício para a proliferação de vetores, como o mosquito *Aedes Aegypti*, transmissor da Dengue, Chikungunya e Zika (BRASIL, 2016). Quando descartado diretamente nos rios, canais e oceanos ou quando este é contaminado pelo chorume, ocorre a proliferação e ação das bactérias aeróbias, que passam a utilizar o oxigênio disponível no meio aquático, provocando a morte de peixes e outros animais aquáticos aeróbios por asfixia, além de proporcionar a exalação de odores fétidos e de gases agressivos, causar eutrofização de rios e lagos e dificultar o tratamento da água para o abastecimento público (MATOS, 2005).

Desde 02 de agosto de 2010 vigora a Lei Federal 12.305 (BRASIL, 2010) que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual reúne conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. O aproveitamento dos resíduos da pesca faz com que seja necessária a caracterização de sua composição para que sejam fundamentadas possíveis aplicações (BRASIL, 2010). De acordo com o presidente da Associação Brasileira dos Membros do Ministério Público de Meio Ambiente (ABRAMPA), “a PNRS abriu espaço para os empreendimentos que reinserem os resíduos na cadeia de outros produtos e com isso, além de reduzirem o impacto sobre os recursos naturais, geram oportunidade de emprego e renda” (ABRELPE, 2016).

Estudos têm sido realizados na área de caracterização e aproveitamento dos resíduos gerados principalmente junto às indústrias processadoras e a aquicultura de diferentes espécies. As pesquisas direcionadas para aplicação do resíduo de pescado na alimentação humana sugerem principalmente a elaboração de concentrados proteicos e farinhas para preparo de variados subprodutos como sopas, *fishburguers*, *nuggets*, salsichas (BOCHI et al., 2008; BORDIGNON et al., 2010; GODOY et al., 2010; OLIVEIRA FILHO et al., 2010; STEVANATTO et al., 2007; VIDAL et al., 2011), Também tem sido propostas técnicas de extração de compostos e bioconversão dos resíduos do processamento para aproveitamento de suas propriedades e utilização de seus nutrientes para enriquecimento nutricional de novos produtos (MORALES-ULLOA; OETTERER, 1995; KUHN et al., 2003; PADILHA; AUGUSTO-RUIZ, 2010; AGUIAR, 2011; HAJ-ISA; CARVALHO, 2011;).

Para aproveitamento na alimentação animal, os estudos priorizam a avaliação do desempenho e digestibilidade dos nutrientes em animais alimentados com dietas à base de resíduos de peixes (YAMAMOTO et al., 2007; ABIMORAD et al., 2009; ARRUDA et al., 2009).

As pesquisas se estendem ainda para o cálculo do rendimento dos resíduos, planos de gerenciamento (MORALES-ULLOA; OETTERER, 1997; SOUZA; MARANHÃO, 2001; SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003; BEERLI; BEERLI; LOGATO, 2004; OETTERER; FERRAZ DE ARRUDA, 2005; FERRAZ DE ARRUDA, 2011) e outras propostas de aproveitamento, como a elaboração de biodiesel, produtos dietéticos, pigmentos naturais, embalagens alimentícias, cosméticos e fertilizantes (BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETERER, 2007; ARVANITOYANNIS; KASSAVETI, 2008).

Atualmente o governo visa proporcionar meios de incentivos financeiros para a eliminação de todos os lixões e aterros controlados no país, e para o desenvolvimento dos setores de reciclagem, educação ambiental, tratamento de efluentes, pesquisa, projetos de coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos (SEBRAE, 2012).

Dentre os programas e ações governamentais que visam fortalecer a cadeia produtiva do pescado e que podem contribuir para o gerenciamento dos resíduos da pesca artesanal, encontram-se a implantação da rede oficial de laboratórios para diagnóstico de enfermidades e análises de resíduos e contaminantes; Implantação de infraestruturas de recepção, distribuição e comercialização do pescado para promover a agregação de valor e a qualidade dos produtos pesqueiros nacionais; orientação à gestão da atividade pesqueira para a promoção da exploração sustentável dos recursos pesqueiros e capacitação profissional (BRASIL, 2012).

A destinação incorreta de resíduos e a ausência de planos que visem seu aproveitamento têm sido um dos principais desafios encontrados pelos municípios, que buscam minimizar os impactos causados ao meio ambiente e ao bem-estar público. Na região da Baixada Santista a preocupação se estende à poluição dos recursos hídricos causada pelo descarte desse material em locais que não se enquadram nas exigências da atual legislação brasileira (SÃO PAULO, 2016).

A Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), 15ª maior do país, onde vivem cerca de 1,7 milhões de habitantes (IBGE, 2015) é limitada a noroeste pela Serra do Mar e a sudoeste pela orla marítima, poucos metros acima do nível do mar.

Os nove municípios (Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente) que integram a Região Metropolitana da Baixada Santista foram responsáveis por aproximadamente 60% da produção pesqueira descarregada no estado de São Paulo no ano de 2015 (SÃO PAULO, 2015). Sua hidrografia é composta por rios com pequena bacia de contribuição com nascentes no planalto ou nas encostas da serra. O porto e a instalação do Parque Industrial de Cubatão foram os responsáveis pelo crescimento da Baixada Santista, além do turismo desenvolvido em função da extensa orla marítima situar-se próxima à Região Metropolitana de São Paulo. Conta com várias Unidades de Conservação Ambiental, como os Parques Estaduais da Serra do Mar, do Xixová-Japuí e Marinho da Lage de Santos; as áreas naturais tombadas da Serra do Mar e Paranapiacaba, Morro Manduba, Píntoe Juréia-Itatins, e as reservas indígenas Rio Silveiras, Rio Branco, Itaóca, Aguapeú e Bananal (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2012).

Na Baixada Santista, assim como em todo o litoral do Brasil, a obtenção de dados concisos envolvendo a atividade pesqueira é uma tarefa desafiadora, face às peculiaridades sociais que envolvem a categoria (BRASIL, 2011).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ENVOLVENDO O PESCADO

Em função do crescimento e desenvolvimento populacional e consequente aumento na produção e consumo dos bens e serviços, os resíduos sólidos urbanos têm sido alvo de estudos e um dos principais desafios da atualidade (ANGELIS NETO; ANGELIS, 1999; DEUS; LUCA; CLARKE, 2004; MUCELIN; BELLINI, 2008; SAER et al., 2013). De modo preocupante, observou-se um aumento três vezes maior de resíduos em comparação ao crescimento populacional (ABRELPE, 2016).

Os resíduos sólidos urbanos (RSU), nos termos da Lei Federal nº 12.305/10, englobam os resíduos domiciliares, isto é, aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana, quais sejam, os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, bem como de outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

De acordo com o Atlas Global de Gestão de Resíduos, lançado em 2015 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Unep) em parceria com a Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA), os mais de 7 bilhões de habitantes que vivem hoje no planeta geram por ano entre 7 e 10 bilhões de toneladas de resíduos sólidos. No Brasil, em 2014, a geração total de resíduos sólidos urbanos ultrapassou os 78 milhões de toneladas, um incremento de 2,9% na comparação com 2013, sendo 51% proveniente de matéria orgânica (ABRELPE, 2014).

Segundo Brasil (2010), os resíduos de pescado são considerados resíduos sólidos urbanos e, portanto, tratados como os demais resíduos desta categoria durante a atividade de limpeza urbana, que, embora seja de extrema importância para o meio ambiente e para a saúde pública e constitua uma das funções do saneamento básico, não considera as realidades diversas e peculiaridades em cada cidade, e portanto não se tem traduzido em ações efetivas que possibilitem mudanças qualitativas na situação negativa em que se encontram, de forma geral, os sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em toda a América Latina, inclusive no Brasil (FERREIRA; ANJOS, 2001).

Os resíduos sólidos urbanos com elevada carga orgânica, como é o caso dos resíduos alimentares em geral, apresentou um progressivo aumento nos últimos anos em todo o mundo (HALL et al., 2009; AHAMED et al., 2016). Estudos apontam que na China os resíduos alimentares corresponderam a 51% da produção de resíduos sólidos urbanos em 2010 e nos Estados Unidos, tais resíduos corresponderam por 21,1% dos resíduos urbanos descartados em 2012, sendo apontado por Saer et al. (2013) como o segundo maior componente dos resíduos gerados no país. No mundo todo, mais de 1,6 bilhões de toneladas é desperdiçada anualmente durante toda a cadeia produtiva de alimentos (FAO, 2013; AHAMED et al., 2016).

A natureza heterogênea dos resíduos de pescado, ricos em compostos orgânicos e inorgânicos desafia seu gerenciamento e eleva os riscos ao ambiente e a saúde da população devido a sua acelerada atividade de deterioração ocasionada pelas ações das inúmeras enzimas proteolíticas existentes nos sucos digestivos, tecidos e peles desses organismos e dos micro-organismos naturalmente presentes (ESPÍNDOLA; OETTERER; ASSIS, 2001; SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003). A microbiota do pescado é influenciada pela qualidade da água de cultivo ou captura. Os gêneros de bactérias mais importantes na deterioração do pescado são *Pseudomonas* e *Shewanella*. A oxidação das gorduras insaturadas e o desenvolvimento microbiano, favorecido pelo pH próximo a neutralidade, composição química e temperatura inadequada, contribuem para a formação de compostos químicos voláteis como trimetilamina, amônia, metil e etilmercaptanas, dimetil-sulfeto, sulfeto de hidrogênio, diacetil, acetaldeído, butanal, etanal, acetona, metanol, etanol, além de ácidos acético, propiônico e butírico, os quais podem contaminar e prejudicar substancialmente a qualidade do ar, do solo e dos corpos hídricos (FRANCO; LANDGRAF, 2008). No ambiente aquático, o excesso de matéria orgânica pode ainda favorecer o crescimento de micro-organismos aeróbios, prejudicando e interferindo sobremaneira na vida dos organismos (MATOS, 2005; SEBRAE, 2012). A coleta e disposição final inadequada dos resíduos orgânicos tem relação direta e indireta na ocorrência de enfermidades, sendo, portanto, uma relevante questão de saúde pública. (FERREIRA; ANJOS, 2001; DEUS; LUCA; CLARKE, 2004).

Além dos riscos ocupacionais e ambientais, são expressivos também os problemas econômicos. Estima-se que o Brasil desperdiça anualmente R\$ 8 bilhões

por não fazer o manejo adequado dos resíduos sólidos urbanos (JARDIM et al., 2012).

2.2 SITUAÇÃO ATUAL ACERCA DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PESCADO NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA

No município de Santos, maior produtor pesqueiro da Região Metropolitana da Baixada Santista, o volume de pescado atingiu 12.229.340,41 Kg em 2015, segundo o Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca (PMAP). Os geradores de resíduos de pescado são principalmente as indústrias, comércio de grande e pequeno porte e feiras livres, sendo de responsabilidade dos municípios os resíduos provenientes das feiras-livres e comércio de pequeno porte, ficando a cargo do gerador o gerenciamento dos resíduos industriais e dos comércios que geram um volume elevado de resíduos (HARA et al., 2012; PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2012; SÃO PAULO, 2015). Ainda de acordo com Hara et al. (2012), a Rua do peixe e o mercado do peixe, principais centros de comercialização de pescado do município, geram em média 23,63 t semanais de resíduos, já os resíduos totais gerados pelas feiras-livres alcançam aproximadamente 64 toneladas semanais (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2014). Nos demais municípios da região, a atividade pesqueira é tipicamente artesanal e o volume em 2015 atingiu cerca de 3.764.398,27 Kg. Os resíduos de pescado são principalmente provenientes da sua comercialização e beneficiamento e não foram encontrados dados disponíveis acerca do seu volume.

De acordo com os diagnósticos expostos nos Planos de Gerenciamentos Integrados Municipais, a única menção sobre os resíduos do pescado os classificam como resíduos sólidos urbanos, relacionando sua origem às feiras livres que ocorrem nos municípios. Segundo o documento, os comerciantes devem manter recipientes para resíduo em seus pontos de vendas, os quais são coletados por veículo da coleta pública municipal e encaminhados para estação de transbordo tendo como destino final o aterro sanitário localizado na área continental da região. O gerenciamento desse tipo de resíduo não é realizado de forma particular em qualquer cidade da RMBS (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 2012; PREFEITURA MUNICIPAL DE CUBATÃO, 2012; PREFEITURA MUNICIPAL DE

MONGAGUÁ, 2013; PREFEITURA MUNICIPAL DE ITANHAÉM, 2014; PREFEITURA MUNICIPAL DE PRAIA GRANDE, 2014; PREFEITURA MUNICIPAL DE PERUÍBE, 2015; PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARUJÁ, 2015; PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO VICENTE, 2015; PREFEITURA MUNICIPAL DE BERTIOGA, 2016).

2.3 LEGISLAÇÃO ENVOLVENDO A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE PESCADO

No Brasil, destaca-se a Política Nacional de Meio Ambiente (1981), com a criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, com proposta de integração dos sistemas nos âmbitos federal, estadual e municipal; a Lei de Interesses Difusos (1985), que disciplina a Ação Civil Pública de Responsabilidade por Danos Causados ao Meio Ambiente, ao Consumidor, a Bens e Direitos de Valor Artístico, Estético, Histórico, Turístico; a Constituição Federal (1988), que traz de forma clara o princípio do desenvolvimento sustentável em seu artigo 225; a Política Nacional de Recursos Hídricos (1997), que evidencia a água como um recurso limitado e de valor econômico; a Lei de Crimes Ambientais (1998) dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, portanto, consolidando a questão processual relativa aos danos ambientais; a Política Nacional de Educação Ambiental (1999), insere a questão da educação ambiental como um componente estratégico na construção de modelo de desenvolvimento mais justo do ponto de vista socioambiental; o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (2000), reforçando a importância do zoneamento ambiental e da manutenção de áreas de interesse ecológico. A Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (2001), no contexto de um país com mais de 80% da população vivendo em áreas urbanas, e a Política Nacional de Saneamento Básico (2007), que consolida a proposta de universalização e

integração das ações de promoção dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana, e mais recentemente a revisão do Código Florestal, e finalmente a Política nacional de Resíduos Sólidos (2010) (FERNANDES et al., 2012, p.130).

Desde 02 de agosto de 2010 uma verdadeira revolução e mobilização social e governamental foi promovida pela Lei Federal 12.305 (BRASIL, 2010) que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual reúne conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações com vistas a disciplinar a gestão dos resíduos sólidos no Brasil. Um dos principais desafios da Lei é a implementação da responsabilidade compartilhada entre todos os atores envolvidos: poder público, setor produtivo, sociedade e consumidor individual, que terão que encontrar uma nova maneira de lidar com o que tradicionalmente tratavam como lixo (JARDIM et al., 2012).

A Lei 12.305 considerou alguns instrumentos que poderão ser utilizados pelos gerenciadores para auxiliar no cumprimento dos objetivos da PNRS. Dentre eles estão os Planos de Resíduos Sólidos que podem ser de competência e abrangência nacional, estadual, microrregional, intermunicipal ou municipal e é condição essencial para o Distrito Federal, Estados e os Municípios terem acesso a recursos da União destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010).

O RIISPOA (Regulamento Industrial de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal) esclarece definições sobre o tema. Segundo Art. 446 e 447 do Regulamento, derivados do pescado são os produtos e subprodutos, comestíveis ou não, com ele elaborados no todo ou em parte. O pescado recebido nos estabelecimentos industriais só poderá ser utilizado na elaboração de produtos comestíveis depois de submetido à inspeção sanitária e de acordo com o processo de sua elaboração, classificam-se em produtos em conserva e produtos curados. Os resíduos resultantes de manipulações de pescado, bem como o pescado condenado, devem ser destinados ao preparo de subprodutos não comestíveis, definidos no Art. 470 do RIISPOA por todo e qualquer resíduo devidamente

elaborado, que se enquadre nas denominações e especificações do Regulamento. O Art. 474 do mesmo Regulamento considera subprodutos não comestíveis do pescado: as farinhas destinadas à alimentação de animais, resíduos destinados a fertilizantes, o óleo de fígado de peixe, cola de peixe e outros que venham a ser elaborados nos estabelecimentos registrados pelo D.I.P.O.A (BRASIL, 1952).

De acordo com RIISPOA, "farinha de pescado" é o subproduto obtido pela cocção de pescado ou de seus resíduos mediante o emprego de vapor, convenientemente prensado, dessecado e triturado, o qual pode ser classificado em farinha de pescado de 1ª qualidade ou tipo comum e de 2ª qualidade. A farinha de pescado de 1ª qualidade ou tipo comum deve conter, no mínimo, 60% de proteína e no máximo 10%, 8%, 5% e 2% de umidade, gordura, cloretos expressos em NaCl e areia, respectivamente. A farinha de 2ª qualidade deve apresentar, no mínimo, 40% de proteína e no máximo 10%, 10%, 10% e 3% de umidade, gordura, cloretos expressos em NaCl e areia, respectivamente. Óleo de pescado é o subproduto líquido de cor amarelo-claro ou amarelo-âmbar, tolerando-se uma ligeira turvação, obtido pelo tratamento de matérias-primas pela cocção a vapor ou prensagem, separado por decantação ou centrifugação e filtração ou por qualquer outro processo adequado. Os óleos de pescado devem conter no máximo 1% de impurezas e no máximo 10% e 3% de umidade e acidez em ácido oleico respectivamente, além de não conter substâncias estranhas, outros óleos animais ou óleos vegetais. Cola de pescado define-se como o subproduto obtido pelo tratamento de matérias-primas ricas em substâncias colágenas (cabeça, pele, esqueleto, bexiga natatória, etc.) pela cocção a vapor ou em água fervente e a seguir convenientemente concentrado. Entende-se por adubo de pescado o subproduto que não atenda às especificações fixadas para farinha de pescado. Solúvel concentrado de pescado é o subproduto obtido pela evaporação e concentração da fração líquida resultante após separação do óleo. Deve conter no máximo 30% de proteína, no máximo 3% de gordura, e no máximo 10% de umidade. Pode ser aproveitado como matéria-prima a ser incorporada à farinha de pescado ou para fins industriais (BRASIL, 1952).

2.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO RESÍDUO DE PESCADO E INDICADORES DE QUALIDADE

De acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2010) resíduo é todo material descartado resultante da cadeia de produção e consumo, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, podendo resultar em impactos ambientais negativos.

Conhecer a característica do resíduo é um fator essencial para tomadas de decisões mais acertadas acerca do seu aproveitamento. No que diz respeito à elaboração e à conservação de subprodutos, estas informações fornecem subsídios à padronização da produção, por meio do acompanhamento dos processos e da escolha de equipamentos a serem utilizados (LIMA; MUJICA; LIMA, 2012).

O resíduo de pescado proveniente da atividade industrial e piscicultura gera um resíduo com características gerais “mais nobre”, por ser mais padronizado e possuir estrutura adequada para sua conservação e aproveitamento. O resíduo proveniente do comércio, geralmente, é considerado “menos nobre”, devido à heterogeneidade da sua composição, ausência de padronização e escassez de medidas que viabilizem seu aproveitamento e conservação no local. De maneira geral, o resíduo de pescado é composto de peixes inteiros, cabeças, vísceras, nadadeiras, escamas e ossos, advindos da seleção de espécies de maior interesse comercial e do processamento empregado – eviscerado, descabeçado, filetado, entre outros (PIMENTA; FREATO; OLIVEIRA, 2008; GALVÃO; OETTERER, 2014).

2.4.1 Valor nutricional

Assim como o pescado, seu resíduo pode apresentar elevado potencial nutritivo e com capacidade de valorização, desde que inseridos em processos adequados e de reutilização consciente (LIMA, 2013). A qualidade nutricional do resíduo de pescado dependerá dos fatores intrínsecos de cada espécie envolvida, como o teor de umidade, proteínas, lipídeos, conteúdo mineral e composição de ácidos graxos, os quais podem ser bastante variáveis, conforme as Tabelas 1 e 2. O valor nutricional dos resíduos ainda pode sofrer variação em função da demanda comercial, estações do ano, período de defeso, entre outros fatores, bem como da condição de armazenamento e agilidade para o processo de reutilização. Alves

(2000) concluiu que há influência da sazonalidade para alguns parâmetros nutricionais, como teores de lipídeos e umidade, quando analisou as seguintes espécies populares: sardinha, corvina, tilápia, curimatá e camarão-sete-barbas.

O resíduo de pescado, em geral, constitui fonte de proteínas de alto valor biológico, ou seja, possui quantidade significativa de aminoácidos essenciais e peptídeos bioativos com atividade anti-hipertensiva, imunoreguladora e antioxidante (KIM; MENDES, 2006; RAI et al., 2010; GALVÃO; OETTERER, 2014). A qualidade da proteína varia em função da proporção de fibras musculares de cada espécie envolvida no material (PHILIPPI, 2008).

Ostras, mariscos, camarão, vísceras e peixes em geral são boas fontes alimentares de vitaminas B6 (piridoxina), B12 (cobalamina), niacina e minerais como cálcio ferro, cobre, cromo e zinco, fundamentais em diversas reações metabólicas importantes (INSTITUTE OF MEDICINE, 1998).

A fração lipídica do pescado é constantemente alvo de estudos, são particularmente importantes os fosfolipídios, esteróis e ácidos graxos altamente insaturados de cadeia longa das séries ômega 3 (n-3) e ômega 6 (n-6). Essencialmente fornecidos pela dieta, os ácidos n-3 e n-6 são precursores de outros ácidos graxos insaturados e de eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanas e leucotrienos), compostos que atuam na coagulação sanguínea, em processos anti-inflamatórios, desenvolvimento e funcionamento do sistema nervoso e reprodutivo e na resposta imune. Os compostos lipídicos mencionados podem ser encontrados principalmente em óleos de pescado marinho e constituem fonte de energia e veículos para vitaminas lipossolúveis E e K, as quais atuam respectivamente nos processos antioxidantes e na coagulação sanguínea (GUTIERREZ; SILVA, 1993; PHILIPPI, 2008).

Alguns índices são frequentemente calculados e relacionados com a qualidade nutricional dos lipídios presentes nos alimentos, como os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) além da razão entre a quantidade total de ômega 6 e ômega 3 (n-6/n-3) e razão dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e ácidos graxos saturados (AGS).

IA e IT têm sido utilizados para relacionar o perfil lipídico dos alimentos aos riscos de agregação plaquetária e conseqüentemente complicações cardiovasculares. São calculadas as razões entre os ácidos graxos que estimulam e inibem a agregação plaquetária, assim, embora não tenham valores recomendados

definidos, a saudabilidade dos alimentos têm sido relacionada a menor razão entre esses valores (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991).

Quantidades excessivas de ácidos graxos poli-insaturados ômega-6 na dieta em relação aos ácidos graxos poli-insaturados omega-3, foram relacionados a muitas doenças, incluindo doenças cardiovasculares, câncer, doenças inflamatórias e autoimunes. Por outro lado, o aumento dos níveis de ômega-3 e uma baixa razão ômega-6 / ômega-3 é mais desejável na redução do risco de muitas das doenças crônicas de elevada prevalência nas sociedades ocidental (SIMOPOULOS, 2002).

A razão das somatórias de AGPI/AGS é utilizada para avaliar a saudabilidade de alimentos. Quanto menor a razão entre esses valores, maior a proporção de ácidos graxos saturados, indicando alimentos poucos saudáveis, especialmente com relação às doenças cardiovasculares (MARTIN et al., 2006).

Tabela 1 - Valores da Composição centesimal de algumas espécies de peixes.

Espécies	Composição Corporal					
	Umidade	Energia	Proteína	Lipídeos	Carboidratos	Cinzas
	(%)	(kcal)	(g)	(g)	(g)	(g)
Atum, fresco	73,05	117,50	25,68	0,87	0,00	1,31
Bacalhau, salgado	47,89	135,89	29,04	1,32	0,00	22,50
Cação, posta	81,38	83,33	17,85	0,79	0,00	1,24
Camarão, Rio Grande	89,13	47,18	9,99	0,50	0,00	0,80
Corimba	75,64	128,16	17,37	5,99	-0,03	1,03
Corvina do mar	79,35	94,00	18,57	1,58	0,00	1,08
Lambari, congelado	71,89	130,84	16,81	6,55	0,00	3,57
Lambari, fresco	72,17	151,60	15,65	9,40	0,00	2,21
Merluza, filé	82,07	89,13	16,61	2,02	0,00	1,14
Pescada, branca	79,57	110,88	16,26	4,59	0,00	0,94
Pescada, filé	79,52	107,21	16,65	4,00	0,00	0,90
Pescadinha	80,62	76,41	15,48	1,14	0,00	2,02
Pintado	80,27	91,08	18,56	1,31	0,00	1,08
Porquinho	79,17	93,02	20,49	0,61	0,00	1,26
Salmão, sem pele, fresco	68,98	169,78	19,25	9,71	0,00	1,22
Sardinha, inteira	76,64	113,90	21,08	2,65	0,00	1,60

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos na Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos – TACO (2011).

Tabela 2 - Composição dos ácidos graxos na fração lipídica de algumas espécies de pescado.

Espécies	Ácidos graxos (g/100 de lipídios)																				
	Sat	Mono	Poli	12:0	14:0	16:0	18:0	20:0	22:0	24:0	16:1	18:1	20:1	18:2 n-6	18:3 n-3	20:4	20:5	22:5	22:6	18:1t	18:2t
Atum, fresco	0,50	0,20	Tr		0,01	0,27	0,17	Tr	Tr	Tr	0,02	0,18	Tr	0,01	0,01	Tr	Tr		0,01	Tr	
Bacalhau, salgado	0,60	0,30	0,20	Tr	0,03	0,43	0,14		Tr	Tr	0,03	0,28	Tr	0,02	0,08	0,03	0,02		0,06	Tr	
Cação, posta	0,10	0,10	0,20	Tr	Tr	0,07	0,07				Tr	0,06	0,01	Tr		0,02	0,02	0,02	0,10		
Camarão, Rio																					
Grande	0,10	0,10	0,20		Tr	0,08	0,04	Tr			0,02	0,06	Tr	0,02	Tr	0,02	0,08	0,01		Tr	
Corimba	2,50	2,30	0,30		0,30	1,57	0,31	0,01	0,02		1,21	1,02	0,01	0,09	0,12	0,03	0,04	0,01	0,03	0,04	
Corvina do mar	0,70	0,50	0,10		0,05	0,46	0,13	0,01	Tr	0,01	0,20	0,27	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,01	
Lambari, fresco	3,40	3,28	1,10	0,03	0,15	2,11	0,88	0,04	0,03	0,04	0,39	2,84	0,05	0,57		0,12	0,10	0,05	0,12	0,08	0,02
Merluza, filé	0,90	0,50	0,40		0,17	0,59	0,08	Tr		0,02	0,15	0,35	Tr	0,03	0,05	0,02	0,03	0,02	0,11		
Pescada, branca	0,80	2,40	0,90		0,04	0,40	0,22	0,02	0,01	0,01	0,75	1,61	Tr	0,04	0,05	0,05	0,18	0,13	0,43	0,01	
Pescada, filé	0,90	2,30	0,30		0,05	0,47	0,24	0,02	0,01	0,01	0,77	1,51	Tr	0,03	0,04	0,02	0,06	0,04	0,13	0,01	
Pescadinha	0,30	0,20	0,40		0,02	0,19	0,05			Tr	0,03	0,15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,01	0,23		
Pintado	0,60	0,40	0,10		0,03	0,40	0,12	Tr	Tr	Tr	0,12	0,32	Tr	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	Tr	
Porquinho	0,40	0,10	Tr	Tr	0,01	0,19	0,14	Tr	Tr	Tr	0,01	0,11	Tr	0,02	Tr	Tr	Tr		Tr	Tr	
Salmão, sem pele,																					
fresco	2,47	2,90	3,13	0,01	0,30	1,39	0,49	0,04	0,12	0,07	0,36	2,26	0,19	1,73	0,03	0,04	0,43	0,22	0,46		
Sardinha, inteira	1,70	0,50	0,20	Tr	0,21	1,00	0,27	0,02	0,01	0,01	0,13	0,28	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	Tr	0,06	Tr	

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos na Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos – TACO (2011).

Sat: Saturado. Mono: Monoinsaturado. Poli: Poli-insaturado. Tr: traços.

2.4.1 Indicadores químicos – Bases Nitrogenadas Voláteis (BNV)

Testes químicos, físico-químicos ou instrumentais, que reflitam a qualidade sensorial e microbiológica podem ser uma alternativa prática e segura na determinação do frescor do pescado e de outros alimentos (LAPA-GUIMARÃES, 1999). Muitos índices químicos para controle de qualidade de peixes, moluscos e crustáceos estão baseados nas alterações quantitativas ou qualitativas de compostos da fração nitrogenada não protéica do músculo (LAPA-GUIMARÃES; FELÍCIO; CONTRERAS, 2005).

A concentração de bases nitrogenadas voláteis (BNV) é um dos parâmetros mais utilizados para avaliar a decomposição do pescado devido a sua simplicidade analítica e razoável concordância com o estado de frescor (CONTRERAS-GUZMAN, 1994). Além da amônia, seu componente principal, as BNV incluem trimetilamina, dimetilamina (DEBEVERE; BOSKOU, 1996) e, provavelmente traços de monometilamina e propilamina, que se formariam em etapas mais avançadas da decomposição (MOLTENO et al., 1968). Amanajás (1985) relata que os métodos químicos que avaliam grupos de substâncias produzidas na deterioração representam melhor a condição geral do pescado, caso da determinação das BNV que permite quantificar uma ampla gama de metabólitos da atividade endógena (degradação autolítica) e exógena (degradação microbiana). O teor de bases nitrogenadas no músculo de pescado fresco, logo *após* a morte, em geral não excede o valor de 15 a 20mg de nitrogênio por 100g de músculo. O principal componente deste grupo é a amônia, particularmente no que se refere aos peixes de água doce (ZAITSEV et al., 1969; LISTON, 1982; SIKORSKI; KOLAKOWSKA; BURT, 1994). De acordo com Contreras-Guzman (1994), o aumento de amônia pode se originar da ação das aminoidrolases sobre os nucleotídeos, desenvolvimento microbiano e hidrólise de ureia. A amônia derivada de nucleotídeos é produzida logo após a captura e em alguns casos, no esforço anterior à captura, e não deve ser considerada um reflexo da deterioração, representando, apenas, uma decomposição autolítica que não pode ser evitada. Ao longo da estocagem em gelo, o conteúdo das BNV aumenta progressivamente em função dos processos enzimáticos e microbianos sendo, assim, útil na avaliação do frescor e da deterioração do pescado (SHEWAN et al., 1962).

A determinação de BNV em pescados, embora seja largamente utilizada, é causa de controvérsia entre os pesquisadores, principalmente quanto ao estabelecimento de limites de aceitação do produto. Segundo Ogawa et al. (1999) para peixes em excelente estado de frescor, o teor de BNV atinge 5 a 10mg/100 g de carne. No início da putrefação, este teor pode ir até 30 a 40mg/100g e, quando deteriorado, tal conteúdo deve encontrar-se acima de 50mg/100g de carne; peixes com frescor razoável podem atingir até 15 a 25mg/100g. Um valor próximo de 30mg por 100g tem se mostrado compatível com outros parâmetros de avaliação, levando alguns países, como Alemanha, Austrália e Japão a adotarem oficialmente este valor como limite máximo tolerável para a comercialização (SIKORSKI; KOLAKOWSKA; BURT, 1994). No Brasil, a Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento também estabelece o valor de 30mg/100g como limite máximo de BNV para pescado fresco, exceto para elasmobrânquios (BRASIL, 1997). Cornejo Mujica (2000) que estudou a formação de BNV em cação (*Prionace glauca*) comenta que parece problemático estender a adoção deste valor para todas as espécies de pescado, independentemente do conhecimento da sua composição. A Comunidade Europeia (EC) estabelece valores limites maiores que a legislação brasileira, sendo 35mg de BNV e 12mg de TMA por 100g de músculo de peixes nas diretivas 95/149/EEC e 91/493/EEC, respectivamente (RUIZ CAPILLAS; MORAL, 2001).

2.4.2 Indicadores microbiológicos

Em relação à inocuidade de peixes e derivados, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece pela Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, que para amostras indicativas de pescado, ovas de peixes, crustáceos e moluscos cefalópodes *in natura*, resfriados ou congelados não consumidos crus, as tolerâncias para *Estafilococos* coagulase positiva e *Salmonella* sp são de 10^3 UFC/g e ausência em 25g, respectivamente. Não há limite definido para coliformes para a categoria de pescado descrito acima, embora haja limite para todos os outros produtos derivados de pescado (BRASIL, 2001).

Os micro-organismos presentes no pescado são aqueles presentes naturalmente na microbiota ou amplamente distribuídos no ambiente aquático e aqueles que contaminam o pescado por diversos fatores já conhecidos ao longo da

cadeia produtiva. A temperatura da água tem naturalmente um efeito seletivo, sendo assim, as condições são mais favoráveis ao desenvolvimento de uma microbiota psicrófila do que a uma estritamente mesófila (HUSS; KAI; MORAIS, 1997; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

A carga microbiana inicial dependerá do grau de contaminação da água do mar, espécie do pescado e da arte de pesca utilizada para a captura. Segundo Frazier (1988) o número de bactérias do muco e da pele de peixes marinhos pode variar de 100 UFC a vários milhões por cm² e o fluido intestinal pode conter de 10³ a 10⁸ UFC/mL.

Coliformes fecais agrupam bactérias pertencentes aos coliformes totais que são capazes de continuar fermentando lactose com produção de gás quando incubadas a temperatura de 45°C (FRANCO; LANDGRAF, 2008), são utilizadas como indicadores de higiene de alimentos. *Escherichia coli* é a principal representante dos coliformes fecais, sua presença fornece informações sobre contaminação microbiana de origem fecal, pois fazem parte da flora intestinal de animais de sangue quente e, portanto, condições sanitárias insatisfatórias, além de indicar possível presença de enteropatógeno (BRASIL, 2001). Higiene pessoal, educação sanitária dos manipuladores de alimentos, tratamento adequado da água e a eliminação sanitária dos esgotos constituem aspectos essenciais num programa de controle (HUSS; KAI; MORAIS, 1997).

A *Salmonella sp* não existe originalmente no pescado, seu principal reservatório é o trato intestinal de homens e de animais, no entanto o consumo de pescado contaminado por esse patógeno já causou inúmeras infecções alimentares e sua presença também está relacionada a condições de higiene inadequada (SIKORSKI; KOLAKOWSKA; BURT, 1994).

Os *Staphylococcus aureus* são organismos que se encontram por toda a parte e podem ser encontrados na água, ar, poeira, esgotos, chão, superfícies e todos os materiais que entram em contato com o homem. Contudo, a cavidade nasal é o principal habitat no homem. A proporção de portadores humanos pode atingir 60% dos indivíduos saudáveis, havendo uma média de 25 a 30% da população que é portadora de estirpes produtoras de enterotoxinas (HUSS; KAI; MORAIS, 1997). A presença de números elevados de *S. aureus* é uma indicação de higienização questionável, além de perigo potencial à saúde pública devido à formação de enterotoxina estafilocócica. Acredita-se que sejam necessárias entre 10⁵ e 10⁶

unidades formadoras de colônias (UFC) de *S. aureus* por grama de alimento para que a toxina seja formada em níveis capazes de causar intoxicação (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Segundo Huss, Kai e Moraes (1997), essas toxinas são muito resistentes a enzimas proteolíticas e ao calor e que temperaturas de cozimento atingidas no preparo doméstico não são suficientes para destruí-las.

2.5 ALTERNATIVAS PARA OS RESÍDUOS DE PESCADO

A necessidade de se obter diretivas e alternativas viáveis envolvendo os resíduos de pescado é de ordem econômica, social, cultural e ambiental e baseiam-se em sua valorização e gerenciamento adequado.

As principais medidas que visam reaproveitar e agregar valor ao pescado envolvem a devida elaboração de subprodutos a partir dos resíduos, que de acordo com Vidotti (2011), podem ser divididos em dois grupos, um destinado à elaboração de subprodutos não comestíveis, empregados na produção animal e vegetal, e o outro para a elaboração de subprodutos comestíveis, destinados a alimentação humana. O primeiro grupo é composto pelos resíduos considerados menos nobres (vísceras, escamas, pele e esqueleto, incluindo a cabeça). Estes geralmente são descartados ou utilizados na produção de farinhas, óleos, silagens e compostagens de peixes, e/ou como fertilizantes. O segundo grupo inclui os resíduos com características mais nobres, os quais podem ser submetidos a processos para a obtenção de matéria-prima destinada à elaboração de produtos de valor agregado (empanados, formatados, embutidos, entre outros) para uso na alimentação humana. O principal resíduo utilizado para esta finalidade é a carcaça com carne aderida após a retirada do filé para obtenção da polpa, além das aparas obtidas durante a toalete de filés (BRASIL, 1952; LEE, 1963; SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003; CAVALCANTE JÚNIOR et al., 2005; ARVANITOYANNIS; KASSAVETI, 2008; PIRES et al., 2014).

Diversos fatores precisam ser considerados para se avaliar a viabilidade de elaboração de subprodutos, como a qualidade da matéria prima, cuidados na manipulação e conservação em baixas temperaturas, para que seja possível sua utilização e também os impactos sociais, econômicos e ambientais provenientes das atividades de valorização (LOPES et al., 2015; ESPÍNDOLA FILHO; OETTERER; ASSIS, 2001).

A seguir serão brevemente citadas as alternativas tecnológicas mais difundidas para o aproveitamento dos resíduos não comestíveis de pescado, visando à obtenção de produtos que possam ser inseridos em outros processamentos, agregando valor, gerando oportunidade de emprego e renda, e principalmente, reduzindo o impacto sobre os recursos naturais.

2.5.1 Farinha e óleo de pescado

A produção de farinha é uma das principais formas de aproveitamento dos resíduos de pescado, embora também possa ser produzida a partir de peixes inteiros. Fonte de proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos essenciais, sais minerais e vitaminas, a farinha de pescado é considerada a principal fonte de proteína dietética empregada no enriquecimento de produtos para alimentação humana e animal, atuando também como palatilizantes (MORAIS et al., 2001; PESSATTI, 2001; ARRUDA et al., 2009; FELTES et al., 2010; GODOY et al., 2010). Embora tenha um considerável potencial nutritivo, a elaboração deste subproduto se revela problemática em alguns aspectos. Geralmente o produto final é instável e não apresenta boa qualidade nutricional (STEVANATO et al., 2007; DILEEP et al., 2010). Proporciona baixo retorno econômico, frente à necessidade de grande investimento em equipamentos e alto consumo energético durante o processo, além de ser inviável sua elaboração em quantidades abaixo de 10t/dia. Devido às desvantagens há o encorajamento em pesquisar outras alternativas economicamente mais vantajosas, entre as quais destaca-se a produção de silagem (PESSATTI, 2001; ARRUDA et al., 2009).

Os resultados da comparação entre a valorização dos resíduos, na forma de farinha de peixe, e a implementação dos diferentes tratamentos dos resíduos realizada por Lopes et al. (2015) encorajam o processo de valorização dos subprodutos de peixe, embora ambos tenham apresentado impactos ambientais semelhantes.

O óleo de pescado é um importante subproduto obtido na mesma linha de processamento da farinha de pescado. Fonte industrial de ácido ômega-3, como o ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosahexanoico (DHA), o óleo de peixe, por exemplo, é muito utilizado na fortificação de alimentos destinados ao consumo humano, na alimentação animal e também como matéria-prima para o preparo de

cosméticos, detergentes, tintas, vernizes e biodiesel (BARROW et al., 2007; BOSCOLO, 2007; EFSA, 2010; PIRES et al., 2014).

2.5.2 Adubo de pescado

Uma alternativa viável para os resíduos orgânicos é a elaboração de fertilizante orgânico, utilizado como alternativa aos insumos químicos que causam danos ao homem e o meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2013). Nesse caso, a compostagem, corretamente manejada, oferece condições para se obter a rápida estabilização dos componentes poluentes e os possibilitam retornar ao solo como um fertilizante natural, livre de bactérias patogênicas, vírus e parasitas (HAY, 1996; KIEHL, 1998).

O processo de compostagem envolve a participação de quatro elementos básicos: fonte de carbono, material fermentativo, umidade e oxigênio. A fonte de carbono é representada por um resíduo vegetal seco. O material fermentativo é o ingrediente para a decomposição e, também, a principal fonte de nitrogênio no adubo orgânico. Peixes mortos, doentes ou descartados da produção aquícola e os resíduos provenientes das etapas do beneficiamento (vísceras, escamas, carcaças e peles) são alguns exemplos de materiais fermentativos que poderiam ser indicados para a prática da compostagem. A umidade é considerada como agente catalisador das reações químicas e é introduzida no processo por meio da adição de água em proporções conhecidas. Por fim, o oxigênio, obtido com o revolvimento periódico do composto, é necessário para a manutenção do ambiente aeróbico, importante para as reações microbianas e para a prevenção de maus odores (LIMA, 2013).

2.5.3 Silagem

Os resíduos do beneficiamento de peixe podem ser valorizados mediante a hidrólise da biomassa para a obtenção de silagem de peixe (MORALES-ULLOA; OETTERER, 1997; GUERARD; GUIMAS; BINET, 2002; SEIBEL; SOUZA- SOARES, 2003; ARRUDA et al., 2006). Trata-se de um produto liquefeito de consistência semipastosa obtido pela ação de ácidos adicionados (silagem ácida), de micro-organismos fermentativos induzidos pela adição de carboidratos (silagem microbiológica) ou de enzimas naturalmente presentes nos peixes ou adicionadas

para acelerar o processo (silagem enzimática) (GALVÃO; OETTERER, 2014). Com grande valor nutritivo, visto a presença de peptídeos de cadeia curta e aminoácidos, a silagem apresenta grande potencial para enriquecer a ração animal (VIDOTTI; 2011). Além das vantagens nutricionais, a silagem química se destaca por não requerer equipamentos caros e elevados gastos energéticos (GALVÃO; OETTERER, 2014).

3 OBJETIVOS

1º - Caracterizar os resíduos do pescado proveniente dos principais pontos de comercialização das cidades de Santos, São Vicente e Peruíbe/SP, localizadas na Região Metropolitana da Baixada Santista.

2º - Avaliar perfil dos geradores de resíduos estudados, via aplicação de questionário contendo questões gerais acerca da atividade de comercialização.

3º - Prospectar alternativas para o aproveitamento dos resíduos, diante das características avaliadas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi sediado pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), campus Pirassununga – SP, da Universidade de São Paulo (USP) e as amostras coletadas na Baixada Santista, litoral do estado de São Paulo.

Sistematicamente, o estudo pode ser representado conforme Figura 1.

Figura 1- Principais etapas executadas.

Fonte: Própria autoria

4.1 LOCAL DE OBTENÇÃO DOS RESÍDUOS E COLETA

Os resíduos foram obtidos nas cidades de Santos, São Vicente e Peruíbe, indicadas na Figura 2 com os números 1, 2 e 3 respectivamente, cidades da região que se destacaram em relação ao volume de produção pesqueira de acordo com o Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Marinho, entre os anos de 2010 e 2015.

Optou-se por coletar amostras em locais tradicionais de venda de pescado *in natura*, onde o recolhimento dos resíduos é de responsabilidade do município e o mesmo é encaminhado ao aterro sanitário. Dessa maneira, os locais selecionados foram aqueles próximos às praias, que tradicionalmente atraem grande número de consumidores.

Figura 2 - Imagem em representação da localização da Região da Baixada Santista, com destaque para as cidades de Santos (1), São Vicente (2) e Peruíbe (3)

Fonte: Disponível em: <www.google.com/maps>. Acesso em: 10 jan. 2016.

Em Santos e Peruíbe, foram selecionados os locais denominados mercados de peixe, os quais são constituídos por aproximadamente 30 boxes que comercializam, já em São Vicente, os locais selecionados foram 3 peixarias. Esses estabelecimentos comerciais foram chamados de “pontos de coleta” no presente estudo.

4.2 AVALIAÇÃO DO PERFIL DOS GERADORES DE RESÍDUOS

Após a definição dos locais a serem pesquisados realizou-se o primeiro contato visando informar aos responsáveis de cada estabelecimento sobre o estudo de caracterização dos resíduos e analisar o perfil de cada um, via aplicação de questionário semiestruturado (Figura 3). Aceitaram responder o questionário 23 estabelecimentos, sendo 10 em Santos, 3 em São Vicente e 10 em Peruíbe.

O questionário seguiu um roteiro previamente contendo questões gerais sobre a tipologia do estabelecimento, origem do pescado comercializado, volume de resíduo gerado, forma de armazenamento, coleta externa e destinação final dos resíduos, espécies mais comercializadas e tipo de beneficiamento. O questionário ainda continha os itens “qual” e “por que” em algumas questões permitindo explicações mais embasadas e maior interação pesquisador-entrevistado.

Figura 3 – Pesquisa semiestruturada aplicada aos responsáveis pelos estabelecimentos.

1. Qual a tipologia do estabelecimento?			
() Box de mercado	() Peixaria	()	Outro
Qual? _____			
2. Qual é a comercialização média diária de pescado (kg/dia)? _____			
3. Quais as espécies mais trabalhadas? _____			
4. Qual a origem do pescado que é vendido no seu estabelecimento?			
() Pesca	() Aquicultura		
5. Qual o período de maior e menor volume de comercialização? _____			
6. Quais dessas atividades geram mais resíduos no seu estabelecimento?			
() Descamação	() Evisceração	() Outra	
() Descabeçamento	() Filetagem		
Qual? _____			
7. Qual é a geração média diária de resíduos no seu estabelecimento (kg/dia)? _____			
8. Qual a forma de coleta externa dos resíduos de pescado?			
() Coleta pública	() Coleta particular	()	Outro
Qual? _____			
9. Qual é o destino dos resíduos de pescado gerados pelo seu estabelecimento?			
() Aterro sanitário	() Diretamente no mar	() Venda	
() Compostagem	() Diretamente no solo	() Outros	
Qual? _____			
10. Qual a forma de acondicionamento dos resíduos até que eles sejam retirados do local?			
() caixas plásticas	() Caixas de madeira	()	outro
() Bombonas plásticas	() Sacos plásticos		
Qual? _____			

Figura 3– Pesquisa semiestruturada aplicada aos responsáveis pelos estabelecimentos.
conclusão

11. No seu estabelecimento, existe local para armazenamento interno refrigerado dos resíduos?

() Sim () Não

12. Atualmente, seu estabelecimento realiza a separação dos resíduos de pescado em relação aos de outra natureza?

() Sim () Não

13. O entrevistado acredita que o resíduo do pescado, quando mal gerenciado, pode causar algum impacto ao meio ambiente?

() Sim () Não

14. Atualmente é realizado algum tipo de aproveitamento dos resíduos no local?

() Sim () Não

15. Existe o interesse em aproveitar os resíduos de uma forma sustentável?

() Sim () Não

16. O responsável concordaria em participar de uma pesquisa envolvendo a coleta dos resíduos de pescado, para que sejam avaliadas suas características, visando seu aproveitamento ou sua destinação ambientalmente correta, onde o pesquisador se compromete a manter sob anonimato os responsáveis e os estabelecimentos participantes e utilizar os dados apenas com a autorização dos responsáveis?

() Sim () Não () Talvez

Por que? _____

Fonte: Própria autoria

4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Aceitaram participar do estudo de caracterização dos resíduos 13 pontos de coleta. Em cada cidade foram recolhidos aproximadamente 5kg de resíduos de cada ponto de coleta, os quais foram acondicionados em sacos plásticos e misturados, formando um “pool”. Foi retirado uma porção de 5Kg desse pool, a qual foi considerada “amostra” do município no presente estudo. Ao todo, foram realizadas 10 coletas em cada município. As amostras foram coletadas de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, NBR 1007:2004) e ocorreram entre dezembro e fevereiro de 2015/2016, meses de maior volume de comercialização, de acordo com pesquisa semiestruturada realizada *in loco* nos 13 estabelecimentos participantes. O material foi acondicionado em saco plástico estéril, acondicionado em caixa isotérmica com gelo e levado de carro ao Laboratório de Aquicultura da FZEA, em Pirassununga, para caracterização.

4.3.1 Composição gravimétrica

A verificação da composição gravimétrica, com o objetivo de identificar o percentual de cabeças, vísceras, nadadeiras, espinhos e aparas em geral, foi realizada em relação a amostra de aproximadamente 5Kg retirada por quarteamento do pool de resíduos.

4.3.2 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas compreenderam: contagem de micro-organismos psicrotróficos totais, estafilococos coagulase positiva, coliformes fecais e *Escherechia coli* e determinação de *Salmonella sp.*

Para todas as análises, alíquotas de 25g de cada amostra foram retiradas de deferentes partes, às quais foram adicionados 225mL de solução salina peptonada 0,1%. Fez-se a homogeneização adequada e prepararam-se as devidas diluições decimais. Todas as análises foram feitas em duplicata.

4.3.2.1 Determinação de micro-organismos psicrotróficos

Foram utilizadas placas do kit Compact Dry “Nissui” TC fabricado pela Nissui Pharmaceutical Company LTD. As placas foram inoculadas com alíquotas de 1,0 mL e incubadas a 20°C por 3 dias, de acordo com o método descrito por Vanderzant e Splittstoesses (1992) e então efetuada a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) de acordo com informações do fabricante.

4.3.2.2 Determinação de estafilococos coagulase positiva

Foram utilizadas placas do kit Compact Dry “Nissui” X-SA fabricado pela Nissui Pharmaceutical Company LTDA. As placas foram inoculadas com alíquotas de 1,0 mL e incubadas por 24h a 35°C. Os resultados foram interpretados e as unidades formadoras colônias (UFC) foram contadas de acordo com informações do fabricante.

4.3.2.3 Determinação de coliformes fecais e *Escherichia coli*

Nesta análise foram utilizadas placas do kit Compact Dry “Nissui” EC fabricado pela Nissui Pharmaceutical Company LTD. As placas foram inoculadas com alíquotas de 1,0 mL incubadas por 24h a 35°C. O resultado foi interpretado, conforme orientação do fabricante: colônias vermelho/cor-de-rosa indicam presença de coliformes, exceto E.coli, enquanto colônias azul/violeta indicam a presença de E.coli. A soma das colônias vermelhas e azuis representa o número total do grupo coliformes.

4.3.2.4 Pesquisa de *Salmonella sp*

Foi realizada de acordo com a metodologia tradicional, baseada no pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo, isolamento e seleção, identificação bioquímica e prova de soroaglutinação (BRASIL, 2003).

4.3.3 Análises físico-químicas

Após as coletas, as amostras foram trituradas, homogeneizadas e congeladas a -18°C por 60 dias para realização das análises físico-químicas: bases nitrogenadas voláteis (BNV), proteína bruta, umidade, cinza, lipídio e perfil de ácidos graxos.

4.3.3.1 Determinação de bases nitrogenadas voláteis (BNV)

Seguiu-se o método de Howgate (1976), o qual permite determinar o teor de substâncias básicas voláteis, geralmente amônia e aminas de cadeia curta, como dimetilamina e trimetilamina, que se acumulam nos músculos dos pescados após a morte. Após alcalinizar e destilar o extrato desproteínizado em TCA 5%, ocorre a recuperação das BNVs em forma de amônia. Em seguida, uma titulação com HCl padronizado permitiu a quantificação das BNV.

4.3.3.2 Determinação de proteína bruta

A análise foi realizada pelo método de Kjeldahl, onde a porcentagem de nitrogênio obtida é multiplicada pelo fator 6,25 e então expressa como Proteína Bruta. O método é dividido em três etapas principais: a digestão, destilação e titulação. Baseia-se na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio através da digestão com ácido sulfúrico e posterior destilação com liberação da amônia, que é fixada em solução ácida e titulada (BRASIL, 1981).

4.3.3.3 Determinação de umidade

O princípio fundamenta-se na perda de água e substâncias voláteis em estufa a 105°C até peso constante e posterior cálculo por diferença gravimétrica (BRASIL, 1981).

4.3.3.4 Cinza

O método fundamenta-se na eliminação da matéria volátil orgânica e inorgânica em mufla à temperatura de 550°C até peso constante, seguida de determinação gravimétrica. O produto obtido é denominado resíduo mineral fixo (BRASIL, 1981).

4.3.3.5 Determinação de lipídeos totais

Utilizou-se o extrator Soxhlet para extração dos lipídeos em solvente orgânico e posterior determinação gravimétrica (BRASIL, 1981).

4.3.3.6 Composição em ácidos graxos e determinação dos índices de qualidade nutricional da fração lipídica

Aproximadamente 30g de cada amostra destinada para as análises físico-químicas foram liofilizadas por 72 horas. Posteriormente congeladas a -18°C e transportadas ao Departamento de Ciência de Produção Agroalimentar e do Ambiente – Dipartimento di Scienze delle Produzione Agroalimentari e dell'Ambiente (DIISPAA) – da Universidade de Florença, Itália.

Para extração lipídica seguiu-se a metodologia de “Folch” para amostras liofilizadas. Utilizou-se uma mistura de clorofórmio e metanol (2:1 v/v), seguida pela adição de solução de cloreto de potássio 0,88%. Após a separação das fases e recuperação do extrato lipídico purificado, destilou-se o solvente e diluiu-se o extrato lipídico em 5mL de clorofórmio (FOLCH; LEES; STANLEY, 1957).

A determinação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada seguindo a metodologia modificada de Morrison e Smith (1964). Baseia-se em 3 fases: saponificação, esterificação e análise cromatográfica. Na primeira fase os lipídeos foram saponificados com KOH 0,5M metanólico e os ácidos graxos hidrolisados por adição de HCl 2M. Adicionou-se éter de petróleo e após a separação das fases o solvente foi eliminado por evaporação. Na segunda fase, os ésteres metílicos foram liberados adicionando ciclohexano e BF₃-metanol 14%. Os ácidos graxos foram dissolvidos em éter de petróleo e recuperados em hexano. Na terceira fase, os ésteres metílicos foram analisados em cromatógrafo a gás, marca Varian, modelo

GC 430 com detector de ionização de chama e uma coluna capilar Supelco Omegawax 320, de 30m, com diâmetro interno de 0,32mm e filme com espessura de 0,25µm. A programação da temperatura do forno foi: T 1 = 130 °C e elevação de 3 °C/min até T 2 = 220 °C por 10 minutos. O gás de arraste utilizado foi o hélio.

Para avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica dos resíduos de pescado, foram calculados 5 índices. Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) foram calculados seguindo a eq. (1) e eq. (2) (ULBRICHTH; SOUTHGATE, 1991). A razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH), razão entre ômega 6 e ômega 3 (n-6/n-3) e a razão entre ácidos graxos poliinsaturados e ácidos graxos saturados (AGPI/AGS) foram calculadas segundo eq.(3), eq.(4) e eq.(5) respectivamente (SANTOS-SILVA; BESSA; SANTOS-SILVA, 2002).

$$(IA) = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)]/(\Sigma AGMI + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3) \quad (1)$$

$$(IT) = (C14:0 + C16:0 + C18:0)/[(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma \omega 6 + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3/\Sigma \omega 6))] \quad (2)$$

$$(HH) = (C18:1cis9 + C18:2\omega 6 + C20:4\omega 6 + C18:3\omega 3 + C20:5\omega 3 + C22:5\omega 3 + C22:6\omega 3)/(C14:0 + 16:0) \quad (3)$$

$$n-6/n-3 = \Sigma n-6/\Sigma n-3 \quad (4)$$

$$AGPI/AGS = \Sigma AGPI/\Sigma AGS \quad (5)$$

4.4 FORMA DE AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados gerados pelas análises físico-químicas, microbiológicas e pelas questões abordadas na entrevista foram convertidos em médias percentuais e dispostos na forma de gráficos e tabelas. Foi calculado o desvio padrão para avaliação da dispersão dos resultados ao longo das repetidas coletas. Para avaliar diferenças estatísticas entre os municípios pesquisados, com relação aos parâmetros analisados, foi aplicada a análise de variância – ANOVA $p < 0,05$).

Após a finalização da etapa analítica da fração lipídica, os cromatogramas foram analisados e operados com o auxílio do software Galaxie Chromatography Data System 1.9.302.952 (Agilent). A concentração do analito foi calculada pelo Excel® por meio dos resultados de área e os valores de concentração dos padrões analisados na corrida da amostra. Os padrões analíticos possuem valores conhecidos, o que permite o cálculo de inclinação e interceptação (coeficientes a e b) da reta de regressão. Após determinada sua concentração os ácidos graxos foram expressos em porcentagem em função dos lipídios Totais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA

Classificou-se os componentes encontrados nos resíduos em “cabeça”, “vísceras”, “ossos”, “nadadeiras” e “outros”. Denominou-se “outros”, os resíduos que não se enquadraram nas classificações pré-determinadas, incluiu-se nessa categoria: peles, aparas, escamas, outros organismos diferentes de peixes, líquido exsudado.

Em Santos, os resíduos coletados apresentaram a seguinte composição gravimétrica média: 38,73%±4,2 cabeças, 15,4%±3,8 vísceras, 17,47%±2,9 ossos, 18,95%±3,6 nadadeiras e 10,31% ±4,8 outros. Em São Vicente a composição média foi: 43,22%±6,54 cabeças, 14,02%±3,17 vísceras, 19,54%±4,05 ossos, 18,4%±4 nadadeiras e 6,9%±3,85 outros. Em Peruíbe: 38,77% ±3,75 cabeça, 19,07%±4,51 vísceras, 21,19%±3,94 ossos, 15,47%±4,05 nadadeiras e 6,78%±2,98 outros (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores percentuais médios dos diferentes componentes presentes nos resíduos de pescado coletados nos municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe /SP.

%	Cabeça	Vísceras	Ossos	Nadadeiras	Outros
Santos	38,73 ±4,21	15,4 ±3,8	17,47 ±2,95	18,95 ±3,58	10,31 ±2,74
São Vicente	43,2 ±8,7 2	14,02 ±3,67	19,54 ±3,91	18,4 ±3,68	±3,68 6,9
Peruíbe	38,7 ±4,87 7	19,07 ±4,66	21,19 ±4,24	15,4 ±4,24 7	6,78 ±2,75

Fonte: Própria autoria

A média geral de cada componente avaliado considerando-se todas as coletas e municípios apresentou-se da seguinte forma: 40% cabeças, 16% vísceras, 19% ossos, 17% nadadeiras e 8% outros, conforme Figura 4.

Figura 4 - Composição gravimétrica média dos resíduos de pescado envolvendo os municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe.

Fonte: Própria autoria

Não foi encontrado estudo similar envolvendo a composição gravimétrica dos resíduos provenientes de estabelecimentos que comercializam pescado *in natura* para que comparações mais efetivas pudessem ser realizadas. Contudo, os estudos disponíveis atualmente relacionados com o rendimento de filés, sugerem que durante o processo de filetagem da tilápia os resíduos gerados constituam-se por aproximadamente 71% cabeças + carcaças + vísceras, 14% peles, 1,4% escamas e 7,1% aparas do filé (VIDOTTI; BORINI, 2006). A composição do resíduo está intimamente relacionada com o rendimento do pescado em questão. O rendimento, por sua vez, relaciona-se com a forma do pescado, proporção de cabeça, vísceras, pele e nadadeiras, além da habilidade do operário que se encontra na atividade de beneficiamento (CONTRERAS-GUZMAN, 1994).

Embora os resíduos analisados no presente estudo tenham se mostrado heterogêneos em sua composição gravimétrica, não foi encontrada diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as composições coletadas durante os meses de dezembro de 2015 e fevereiro de 2016, sugerindo que as proporções dos diferentes componentes se mantiveram durante todo o período avaliado.

5.2 BASES NITROGENADAS VOLÁTEIS (BNV)

Os teores variaram de 35,77 a 96,11mg/100g nos resíduos de Santos, de 35,56 a 88,48mg/100g nos resíduos de São Vicente e de 20,02 a 60,55mg/g nos

resíduos de Peruíbe. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p>0,05$), concluindo-se, portanto, que não há evidências sobre a influência dos municípios na composição em BNV dos resíduos analisados. Os valores médios dos teores de BNV nos resíduos de cada município podem ser observadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores médios dos teores de bases nitrogenadas voláteis (BNV) presentes nos resíduos de pescado coletados nos municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe /SP.

Município	BNV (mg/100g)
Santos	47,39 $\pm$ 20,58
São Vicente	52,99 $\pm$ 16,43
Peruíbe	48,86 $\pm$ 12,25
Média geral	49,74

Fonte: Própria autoria

Segundo Brasil (2014), bases nitrogenadas voláteis (BNV) compreendem compostos como amônia, trimetilamina e dimetilamina que se formam durante o processo degradativo do pescado. A amônia, originária dos produtos da desaminação dos derivados do ATP, é a base mais representativa na fase inicial, ocasião em que o teor de BNV ultrapassa 30 mg.100g⁻¹, podendo ultrapassar 50 mg.100g⁻¹ quando o produto está bastante deteriorado.

No presente estudo os teores de BNV encontrados foram acima de 30 mg.100g⁻¹ para 96,6% das amostras analisadas, e acima de 50 mg.100g⁻¹ para 60% das amostras analisadas. Os resultados encontrados nos resíduos coletados em São Vicente indicaram uma redução entre a primeira e oitava coleta, coincidindo com o período de maior demanda de pescado na região. Todavia, os municípios de Santos e Peruíbe apresentaram teores de BNV menores na maioria das amostras analisadas, sugerindo maior frescor dos resíduos em relação as amostras coletadas no município de São Vicente.

5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Para se avaliar a contaminação microbiológica dos resíduos de pescado, utilizou-se como parâmetros os limites microbiológicos estabelecidos nacionalmente para categoria de produtos similares, ou quando ausentes, utilizou-se limites considerados seguros segundo parâmetros internacionais, uma vez que não são preconizados limites para o material estudado. Os valores médios encontrados para determinação da bactéria *Escherichia coli* variaram de $1,90\text{E}+01$ a $4,00\text{E}+01\text{UFC/g}$ em Santos; de $1,50\text{E}+01$ a $3,20\text{E}+01\text{UFC/g}$ em São Vicente e de $1,90\text{E}+01$ a $4,50\text{E}+01\text{UFC/g}$ em Peruíbe, conforme Tabela 5. A contagem das bactérias pertencentes ao grupo “coliformes fecais” variou entre $1,50\text{E}+03$ e $3,60\text{E}+03\text{UFC/g}$ em Santos; $2,20\text{E}+03$ e $4,00\text{E}+03\text{UFC/g}$ em São Vicente e $1,90\text{E}+03$ e $4,00\text{E}+03\text{UFC/g}$ em Peruíbe, conforme Tabela 6. A enumeração de estafilococos coagulase positiva variou de $6,00\text{E}+01$ a $1,30\text{E}+02\text{UFC/g}$ em Santos; de $5,40\text{E}+01$ a $1,10\text{E}+02\text{UFC/g}$ em São Vicente e de $4,00$ a $2,00\text{E}+01\text{UFC/g}$ em Peruíbe, conforme Tabela 7. Para todos os municípios avaliados, as contagens de micro-organismos psicrótróficos totais foram superiores a $1,00\text{E}+09\text{UFC/g}$ em todas as amostras, assim como foi unânime a ausência de *Salmonella* sp em 25g. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p>0,05$) entre as amostras analisadas, não havendo evidências sobre a influência dos municípios nos resultados. A média geral envolvendo os três municípios pode ser verificada na tabela 8.

Segundo os limites estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para a categoria “pescado, ovas de peixes, crustáceos, moluscos cefalópodes *in natura*, moluscos bivalves *in natura*, resfriados ou congelados, não consumido cru”, os resultados analíticos encontrados estão abaixo aos estabelecidos para amostra indicativa, para estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp, cujas recomendações máximas aceitáveis são 10^3UFC/g e ausência em 25g, respectivamente, conforme especificado no Anexo I do Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos - RDC nº 12.

Em relação ao micro-organismo indicador de contaminação fecal, *Escherichia coli*, os valores encontrados foram considerados aceitáveis quando utilizado o limite nacional de 10^2UFC g^{-1} estabelecido para produtos derivados de pescado,

refrigerado (BRASIL, 2001) e também quando comparada ao limite internacional, 500UFC/g estabelecido para peixe fresco (ICMSF, 1986).

A contagem total de micro-organismos indicadores de qualidade geral, cujo limite também não é estabelecido pela legislação nacional, revelou valores elevados para todas as amostras, acima dos limites estabelecidos pelos padrões internacionais para micro-organismos psicrótrófos na superfície muscular do peixe fresco (10^7 UFC/g) (ICMSF, 1986). Tal valor indica um grau acelerado de deterioração podendo comprometer a vida de prateleira, a qualidade e segurança do produto.

Embora estejam dentro dos padrões legais nacionais existentes atualmente, os indicadores microbiológicos encontrados nos resíduos analisados deixam claro que a forma atual de se manipular, recolher e armazenar esse material não contribuem para manutenção da sua qualidade. O controle de todo o processo de geração do resíduo, o qual visa ser aproveitado, é essencial para que se tenha um produto de característica valorizada, seja qual for sua aplicação futura.

Tabela 5 - Valores médios de *Escherichia coli* (UFC/g) obtidos após análises dos resíduos ao longo das 10 coletas realizadas no município de Santos, São Vicente e Peruíbe

	Origem dos Resíduos		
	Santos	São Vicente	Peruibe
1	2,00E+01	2,50E+01	2,30E+01
2	3,00E+01	2,70E+01	1,90E+01
3	2,00E+01	2,30E+01	1,80E+01
4	4,00E+01	3,20E+01	2,00E+01
5	3,50E+01	3,10E+01	2,20E+01
6	1,90E+01	1,50E+01	2,40E+01
7	2,00E+01	1,90E+01	2,50E+01
8	2,40E+01	2,90E+01	2,80E+01
9	2,30E+01	2,80E+01	3,50E+01
10	1,90E+01	2,90E+01	4,50E+01

Fonte: Própria autoria

Tabela 6 - Valores médios de coliformes fecais (UFC/g) obtidos após análises dos resíduos ao longo das 10 coletas realizadas no município de Santos, São Vicente e Peruíbe

	Origem dos Resíduos		
	Santos	São Vicente	Peruibe
1	3,60E+03	3,00E+03	3,60E+03
2	2,50E+03	2,70E+03	1,00E+02
3	1,50E+03	4,00E+03	4,00E+03
4	2,40E+03	3,20E+03	2,70E+03
5	2,70E+03	3,00E+03	3,20E+03
6	3,20E+03	3,70E+03	1,90E+03
7	3,00E+03	2,50E+03	2,10E+03
8	2,50E+03	2,50E+03	2,50E+01
9	1,90E+03	3,00E+03	3,70E+03
10	1,80E+03	2,20E+03	2,60E+01

Fonte: Própria autoria

Tabela 7 - Valores médios de Estafilococos coagulase positiva (UFC/g) obtidos após análises dos resíduos ao longo das 10 coletas realizadas no município de Santos, São Vicente e Peruíbe.

	Origem dos Resíduos		
	Santos	São Vicente	Peruibe
1	1,10E+02	9,70E+01	9,00E+00
2	1,30E+02	1,10E+02	4,00E+00
3	1,10E+02	8,50E+01	9,00E+00
4	1,20E+02	8,30E+01	7,00E+00
5	1,50E+02	9,70E+01	1,00E+01
6	9,00E+01	9,50E+01	1,20E+01
7	8,00E+01	7,80E+01	1,30E+01
8	6,00E+01	5,40E+01	6,00E+00
9	9,00E+01	9,00E+01	8,00E+00
10	1,00E+02	1,00E+02	9,00E+00

Fonte: Própria autoria

Tabela 8 - Comparação entre os resultados microbiológicos obtidos com os limites estabelecidos pela legislação para produtos similares.

Origem dos Resíduos	<i>E. coli</i> (UFC/g)	Coliformes totais	Estaf.coag. positiva/g	<i>Salmonella</i> sp/25g	Psicrotróficos (UFC/g)
Santos	2,75E+01	2,50E+03	1,05E+02	Aus	>1,00E+09
São Vicente	2,75E+01	3,00E+03	9,25E+01	Aus	>1,00E+09
Peruíbe	2,35E+01	2,40E+03	9,00E+00	Aus	>1,00E+09
Média geral	2,75E+01	2,50E+03	9,25E+01	-----	-----
ANVISA*	1,00E+02	-----	1,00E+03	Aus	-----
ICMSF**	5,00E+02	-----	-----	-----	1,00E+07

*tolerância para amostra indicativa segundo a ANVISA.

**Tolerância para amostra indicativa segundo ICMSF.

----- Limites não estabelecidos

Fonte: Própria autoria

5.4 ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO

Ao longo das 10 coletas efetuadas de dezembro de 2015 a fevereiro de 2016 os teores de umidade variaram de 65,66 a 81,85%. Os teores de proteínas variaram de 9,85 a 22,04%. Os teores de lipídios variaram de 1,55 a 6,98%. Os teores de cinzas variaram de 2,52 a 6,50%. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p>0,05$) entre os municípios, concluindo-se, portanto, que não há evidências sobre a influência dos municípios na composição centesimal dos resíduos analisados.

As médias gerais, envolvendo os três municípios foram $74,85\pm0,98\%$ de umidade, $15,20\pm0,68\%$ de proteína, $4,88\pm0,32\%$ de lipídios e $4,11\pm0,22\%$ de cinzas. Os valores médios encontrados no presente estudo estão comparados com os valores encontrados por outros autores na avaliação da composição centesimal envolvendo diferentes resíduos de pescado, conforme pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9 – Valores médios para composição centesimal encontrados no presente estudo em comparação com resultados encontrados na literatura.

Origem dos Resíduos	Composição centesimal				Autor
	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	
Vísceras	71,68	18,00	9,00	1,30	Bery, 2012
Resíduos de filés de tilápia	77,13	19,36	2,60	1,09	Simões et al., 2007
Vísceras de tilápia	64,40	6,30	18,00	1,30	Souza et al., 2005
Vísceras de atum	63,00	24,00	6,00	7,00	Bruschi, 2001
Peixes marinhos inteiros descartados	71,38	23,04	1,68	5,01	Vidotti e Gonçalves, 2006
Resíduos do processamento do peixe sapo	90,84	5,89	0,07	2,33	Vidotti e Gonçalves, 2006
CMS tilápia	73,00	15,87	10,23	1,17	Vidotti e
Aparas dorsais do ventre do filé de tilápia	73,30	12,60	15,00	0,60	Gonçalves, 2006 Vidotti e Borini, 2006
Resultados do presente estudo					
Origem dos Resíduos	Umidade %	Proteína bruta %	Lipídios %	Cinzas %	
Santos	74,85 ± 4,17	15,55 ± 3,30	4,88 ± 1,78	4,32 ± 1,28	
São Vicente	76,35 ± 2,39	14,24 ± 3,32	5,02 ± 1,68	4,11 ± 1,28	
Peruíbe	74,51 ± 7,95	15,20 ± 3,34	4,41 ± 1,57	3,87 ± 1,27	
Média geral	74,85±0,98	15,20±0,68	4,88±0,32	4,11±0,22	

Fonte: Própria autoria

5.5 ÁCIDOS GRAXOS E ÍNDICES DE QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA

Com relação à composição lipídica, foram identificados 46 ácidos graxos (AG) nas amostras de resíduos de pescado, contendo de 12 a 24 átomos de carbonos. Os ácidos graxos mais relevantes em termos de quantidades estão apresentados na tabela 10. A média de ácidos graxos saturados (AGS) totais encontrados foi de

36,65% nos resíduos de Santos, 25,19% em São Vicente e 37,72% em Peruíbe. O maior percentual foi encontrado para o ácido palmítico (C16:0) com 24,24%, 17,24% e 30,36% respectivamente para Santos, São Vicente e Peruíbe. Os valores médios de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) totais encontrados foi de 41,18%, nos resíduos de Santos, 44,56% em São Vicente e 43,78% Peruíbe. Dentre os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), destaca-se o ácido oleico (C18:1 n-9) com percentuais de 25,86%, 24,52%, 32,60% respectivamente para Santos, São Vicente e Peruíbe. Os valores médios de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) totais encontrados foi de 22,17% nos resíduos de Santos, 32,31% em São Vicente e 20,30% em Peruíbe. Dentre os ácidos graxos poli-insaturados, o maior percentual foi encontrado para o ácido docosahexanoico - DHA (22:6n-3) com 7,88% e 7,52% respectivamente para os resíduos de Santos e Peruíbe. Já para os resíduos de pescado de São Vicente, dentre os AGPI, o destaque foi para o ácido (C20:3-n3) com 2,56%. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p>0,05$) nos teores de ácidos graxos dos resíduos dentro dos municípios e entre os municípios, concluindo-se, portanto, que não há evidências sobre a influência dos municípios na composição de ácidos graxos dos resíduos analisados.

Tabela 10 - Perfil de ácidos graxos em resíduos de pescado coletados nos municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe (g/100g de lipídios).

Ácidos graxos	Origem dos Resíduos		
	Santos	São Vicente	Peruíbe
C14:0	4,26 ± 0,12	2,22 ± 1,97	5,47 ± 1,98
C16:0	24,26 ± 0,63	17,24 ± 9,44	30,36 ± 11,12
C16:1-n7	8,14 ± 0,45	11,63 ± 2,80	10,12 ± 2,05
C18:0	5,65 ± 0,07	5,46 ± 0,94	6,94 ± 1,31
C18:1-n9	25,86 ± 0,59	24,52 ± 4,53	32,60 ± 7,64
C18:1-n7	3,38 ± 0,02	3,25 ± 0,54	4,09 ± 0,59
C18:2-n6cis	4,11 ± 0,23	1,79 ± 1,58	5,23 ± 3,54
C20:1-n9	1,28 ± 0,04	0,12 ± 0,02	1,64 ± 0,51
C20:1-n7	0,18 ± 0,04	1,08 ± 0,34	0,13 ± 0,07
C20:4-n6	1,87 ± 0,18	N.D	1,97 ± 0,27
C20:3-n3	0,14 ± 0,02	2,56 ± 0,44	0,14 ± 0,02
C20:4-n3	0,24 ± 0,08	0,16 ± 0,02	0,18 ± 0,11
C20:5-n3	3,34 ± 0,81	0,29 ± 0,11	3,00 ± 0,99
C22:0	0,12 ± 0,00	4,66 ± 1,02	0,13 ± 0,03
C22:5-n3	1,41 ± 0,51	0,51 ± 0,13	1,16 ± 1,01
C24:0	0,08 ± 0,01	2,31 ± 0,99	0,12 ± 0,06
C22:6-n3	7,88 ± 1,76	0,15 ± 0,08	7,52 ± 2,67
ΣAGS	36,65 ± 1,31	25,19 ± 10,09	37,72 ± 9,03
ΣAGMI	41,18 ± 1,85	44,56 ± 3,55	43,78 ± 4,10
ΣAGPI	22,17 ± 3,05	32,31 ± 9,67	20,30 ± 5,64
Σn-6	7,55 ± 0,27	7,02 ± 2,29	7,91 ± 2,30
Σn-3	14,27 ± 2,77	24,69 ± 11,11	10,39 ± 6,63

ΣAGS: somatória dos ácidos graxos saturados; ΣAGMI: somatória dos ácidos graxos monoinsaturados; ΣAGPI: somatória dos ácidos graxos poli-insaturados; Σn-6: somatória dos ácidos graxos da série ômega6; Σn-3: somatória dos ácidos graxos da série ômega3.

Não houve diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância entre os valores analisados. N.D: valores não determinados.

Fonte: Própria autoria

A determinação da composição de ácidos graxos permitiu avaliação da qualidade nutricional da fração lipídica dos resíduos de pescado por meio de cinco índices nutricionais relacionados na Tabela 11. Foi calculado o índice de aterogenicidade (IA), índice de trombogenicidade (IT), razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH), razão entre ômega6 e ômega3 (n-6/n-3) e a razão entre ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos saturados (AGPI/AGS).

Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, isto é, quanto menores os valores de IA e IT, maior é a quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos presentes na fração lipídica (TURAN; SÖNMEZ; KAYA, 2007). Como não existem recomendações para tais índices, esses são mais utilizados em estudos que buscam sua redução. Nos resíduos provenientes de Santos, São Vicente e Peruíbe os valores do IA foram 0,65, 0,34 e 0,84 respectivamente. Os valores de IT para resíduos provenientes de Santos, São Vicente e Peruíbe foram 0,49, 0,24 e 0,73 respectivamente. Para o salmão (*Salmo salar* L.), peixe considerado fonte de lipídios nobres, Tonial et al. (2010) encontraram valores de IA e IT iguais a 0,56 e 0,23 respectivamente.

As razões HH encontradas para os resíduos de Santos, São Vicente e Peruíbe foram respectivamente 1,58, 1,41 e 1,55. Quanto maior o valor, mais qualidade nutricional tem o lipídio, sendo que para produtos cárneos o ideal é que este valor esteja próximo de 2 (SANTOS-SILVA; BESSA; SANTOS, 2002).

As razões n-6/n-3 para os resíduos dos diferentes municípios foram: Santos (0,53), São Vicente (0,28) e Peruíbe (0,76), abaixo do intervalo de 4 a 5:1, valor recomendado por diversos países para pescado (???), segundo Martin et al. (2006).

Neste trabalho, as relações de AGPI/AGS para os resíduos dos diferentes municípios foram: Santos (0,60), São Vicente (1,28) e Peruíbe (0,54). Os valores foram superiores a 0,40, conforme recomendação do Departamento de Saúde da Inglaterra, segundo Enser et al. (1998).

Tabela 10 - Índices de qualidade nutricional da fração lipídica de resíduos de pescado coletados nos municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe.

Origem dos Resíduos	Índices de qualidade nutricional				
	IA	IT	HH	n-6/n-3	AGPI/AGS
Santos	0,65	0,49	1,58	0,53	0,60
São Vicente	0,34	0,24	1,41	0,28	1,28
Peruíbe	0,84	0,73	1,45	0,76	0,54

Fonte: Própria autoria

5.6 PERFIL DOS GERADORES DE RESÍDUOS - INFORMAÇÕES GERAIS

5.6.1 Quantificação dos resíduos gerados e tipologia dos estabelecimentos

A quantificação dos resíduos diários gerados pelos estabelecimentos envolvidos (23) no presente estudo foi realizada de forma indireta, por meio de inquérito realizado junto aos responsáveis em dois momentos do ano, verão e no inverno. Os resíduos não foram pesados, os valores aqui apresentados foram baseados na experiência de cada profissional, os quais se guiavam pelo volume dos recipientes utilizados para descartar esse resíduo.

Todos os estabelecimentos alegaram existir variação no volume durante o ano. Segundo os entrevistados, a redução do volume de pescado vendido é mais perceptível no inverno, em função da redução da demanda que ocorre durante a “baixa temporada” na região. As condições climáticas durante essa época também podem dificultar as atividades dos pescadores, fazendo com que ocorra redução no volume produzido. O período de maior demanda de pescado, segundo os entrevistados, é o verão, período que coincide com as férias escolares e o fluxo de pessoas em toda a região se intensifica.

A quantidade de resíduo gerada diariamente em cada estabelecimento pesquisado variou entre 50 e 400Kg no verão e entre 10 e 300Kg no inverno, conforme descrito na Tabela 13. Dentre os 23 estabelecimentos que aceitaram responder o questionário, 87% estão localizados em mercado de peixe, tradicionais na região, e 13% são peixarias (Figura 5).

Tabela 11 - Volume diário em quilogramas (Kg) de resíduos de pescados gerados, no verão e inverno, por cada estabelecimento entrevistado nos municípios de Santos, São Vicente e Peruíbe e suas respectivas tipologias.

Estabelecimento	Tipologia	Município	Volume diário de resíduo (Kg)	
			Verão	Inverno
1	Mercado	Santos	200	100
2	Mercado	Santos	200	100
3	Mercado	Santos	200	200
4	Mercado	Santos	300	200
5	Mercado	Santos	200	100
6	Mercado	Santos	300	300
7	Mercado	Santos	200	100
8	Mercado	Santos	200	100
9	Mercado	Santos	200	200
10	Mercado	Santos	300	200
11	Peixaria	São Vicente	200	200
12	Peixaria	São Vicente	100	50
13	Peixaria	São Vicente	400	200
14	Mercado	Peruíbe	100	50
15	Mercado	Peruíbe	100	40
16	Mercado	Peruíbe	100	50
17	Mercado	Peruíbe	50	30
18	Mercado	Peruíbe	100	50
19	Mercado	Peruíbe	100	50
20	Mercado	Peruíbe	60	40
21	Mercado	Peruíbe	50	10
22	Mercado	Peruíbe	100	40
23	Mercado	Peruíbe	100	40

Fonte: Própria autoria

Segundo informações dos entrevistados, as quantidades diárias de resíduos de pescado gerados no verão pelos municípios foram 230, 233 e 86Kg/dia respectivamente para Santos, São Vicente e Peruíbe. No inverno os valores foram 170, 96 e 40 Kg/dia respectivamente para Santos, São Vicente e Peruíbe. Gandra e Barrella (2015) também avaliaram o volume diário de resíduo gerado no mesmo local em Santos e em pesquisa realizada junto aos comerciantes, encontraram um

valor de aproximadamente 120Kg/dia por estabelecimento, podendo variar de acordo com a demanda comercial, segundo os autores. Hara et al. (2012), por meio da aplicação de inquérito estruturado na região da Baixada Santista constataram que a rua do peixe e o mercado do peixe, localizados em Santos, produzem juntos, em média, 24 toneladas semanais de resíduos. Para São Vicente e Peruíbe não foram encontrados estudos anteriores sobre a quantidade de resíduos gerados e os volumes reduzidos se justificam pelo menor volume de comercialização nesses municípios.

É aceitável que os valores de resíduos de pescado gerados em Santos tenham se elevado desde 2012 até o momento de execução desse estudo em função do crescimento populacional e avanços da RBBS, porém, é notável que muitas vezes os dados fornecidos são incertos e impossibilitam a real quantificação dos resíduos.

Figura 5 - Gráfico da porcentagem dos estabelecimentos de acordo com sua tipologia.

Fonte: Própria autoria

5.6.2 Origem do pescado e espécies envolvidas

A origem do pescado comercializado nos estabelecimentos é predominantemente a pesca marinha, com a utilização dos mais variados aparelhos de pesca, com destaque para “parelha”, “arrasto-duplo” e “cerco” para o município de Santos, “emalhe” para São Vicente e “extrativismo”, “arrasto-de-mão” e “emalhe” para Peruíbe, caracterizando o predomínio da pesca artesanal nos dois últimos. As espécies mais comercializadas pelos estabelecimentos, segundo informações colhidas com os responsáveis estão descritas na Tabela 14. De acordo com os resultados encontrados, as espécies “pescada branca” e “camarão-sete-barbas” ocupam a primeira posição, citadas por 100% dos pesquisados. “Tainha” ocupa a segunda posição, citada por 20%, enquanto as espécies “cação”, “sororoca”, “robalo” e “corvina” ocuparam a terceira posição, citadas por apenas 10% dos pesquisados. Dentre as espécies mencionadas, 4 estão entre as 20 principais categorias de pescado descarregadas no litoral do estado no período de janeiro a dezembro de 2015 (SÃO PAULO, 2015).

Tabela 12 - Principais espécies comercializadas nos estabelecimentos e suas origens.

Espécie	Nome científico	Estabelecimentos que citaram (%)
Pescada	<i>Sciaenidae</i> * **	
Camarão-sete-barbas	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i> **	100
Tainha	<i>Mugil liza</i> **	20
Cação	<i>Selachii</i> *	
Sororoca	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	10
Robalo	<i>Centropomus spp.</i>	
Corvina	<i>Micropogonias furnieri</i> **	

*espécies variadas. **estão entre as 20 principais categorias de pescado descarregadas no litoral do estado de São Paulo. Fonte: Própria autoria

5.6.3 Atividades geradoras de resíduos

Nos locais pesquisados, o beneficiamento que ocorre no pescado é relativamente simples. Dentre as atividades de beneficiamento mais citadas pelos entrevistados, a “filetagem” ocupou a primeira posição, citada por 65,2% dos pesquisados, seguida do “descabeçamento”, citado por 34,8%, “evisceração”, citado por 13% e por último, “descamação” citado por 8,7% dos pesquisados, conforme a tabela 14.

Tabela 13 – Atividades de beneficiamento mais citadas pelos comerciantes envolvidos na pesquisa.

Atividade de beneficiamento	Estabelecimentos que citaram (%)
Filetagem	65,2
Descabeçamento	34,8
Evisceração	13
Descamação	8,7

Fonte: Própria autoria

5.6.4 Segregação, forma de acondicionamento e aproveitamento dos resíduos

Em relação a segregação, 100% dos estabelecimentos pesquisados informaram separar os resíduos de pescado dos resíduos de outras naturezas, embora não ocorra nenhum tipo de reaproveitamento. Em todos esses locais são utilizadas caixas plásticas de polietileno de alta densidade para recolher e acondicionar os resíduos internamente até a destinação final. As caixas ficam abertas, dispostas diretamente no chão e os resíduos não são refrigerados em 100% dos casos. Os entrevistados relataram não dispor de local para armazenamento refrigerado dos resíduos.

Nos locais que utilizam o serviço público para transportar os resíduos até o aterro sanitário, posteriormente esses são dispostos em sacos de lixo de

aproximadamente 200L e acondicionados em containers coletivos para aguardar a coleta, a qual é realizada até 2 vezes ao dia.

5.6.5 Forma de coleta externa e destinação dos resíduos de pescado

Em relação a coleta externa dos resíduos de pescado gerados, conforme pode ser visto na Figura 6, a pesquisa revelou que a coleta municipal ocorre em 57% dos estabelecimentos. Após a coleta, os resíduos são dispostos em aterro sanitário utilizado pelos municípios da região. 43% dos pesquisados relataram não haver coleta externa dos resíduos de pescado gerados por seus estabelecimentos, por parte de empresa municipal ou privada. Supreendentemente, tais resíduos são lançados diretamente no mar.

Figura 6 - Gráfico da porcentagem dos estabelecimentos de acordo com a forma de coleta externa e destinação dos resíduos de pescado.

Fonte: Própria autoria

5.6.6 Percepção sobre os impactos ambientais e interesse em medidas sustentáveis

Em relação a percepção e interesse dos entrevistados sobre as questões ambientais envolvendo os resíduos de pescado, a maioria, 96%, relatou estar ciente sobre os riscos ambientais que esse material pode ocasionar quando mal gerenciado e se mostrou disponível em participar de medidas relacionadas a sustentabilidade da atividade (Figura 7), embora seja clara a situação desorganizada da categoria.

A reciclagem agroindustrial dos resíduos sólidos de pescado deverá contar com o apoio de todos os atores envolvidos nessa problemática. Na região da baixada santista, seria interessante a união dos municípios, visando viabilizar o aproveitamento dos restos de pescado, mediante a elaboração de um plano de gerenciamento que envolvesse a coleta e destinação de todos os resíduos de pescado da região, aumentando o volume, reduzindo custos e otimizando a operação.

Figura 7 – Gráfico da porcentagem dos estabelecimentos onde os responsáveis relataram estar ciente ou não dos impactos ambientais envolvendo os resíduos de pescado.

Fonte: Própria autoria

5.6.7 Avaliação da possibilidade de aproveitamento mediante os resultados

A etapa final do estudo consistiu na discussão de alternativas para aproveitamento dos resíduos levando em consideração as informações aqui levantadas e as tecnologias mais utilizadas atualmente. Esses dados serão avaliados e expostos como ferramentas para futuras ações estratégicas que deem base às políticas públicas visando, principalmente, a destinação economicamente viável e ambientalmente correta para resíduo do pescado da região.

Em relação a composição gravimétrica encontrada no presente estudo, os resíduos avaliados caracterizaram-se em resíduos não comestíveis, por serem constituídos de 92% de vísceras, ossos, nadadeira e cabeças. Tal composição sugere o direcionamento para produtos relacionados a alimentação animal e adubos orgânicos, embora o teor médio de proteína encontrado no presente estudo (15,2%) esteja entre os valores de proteínas encontrados nos resíduos considerados mais nobres, como resíduos da apara e CMS de filés de tilápia (15,87 e 12,60%), aplicados na elaboração de produtos destinados a alimentação humana (VIDOTTI; BORINI, 2006).

A quantidade de resíduo disponível é um importante dado a ser considerado, e que muitas vezes, torna-se limitante para algumas tecnologias, como por exemplo, a elaboração de farinha de pescado. Estima-se que seja necessária uma tonelada de matéria-prima para elaboração de 200 quilos de farinha (PESSATTI, 2001). A quantidade diária de resíduo gerada, informada no presente estudo foi bastante variável entre os pontos de coletas e também entre os períodos considerado alta e baixa temporada na região. A silagem de resíduos gerais de pescado marinho é uma tecnologia possível que não depende da quantidade de resíduos, além de não utilizar maquinários específicos e não exigir mão-de-obra especializada, e seria uma melhor alternativa para a região, como também concluíram Seibel e Souza-Soares (2003) e Espíndola-Filho, Oerrerer e Assis (2001) em estudo utilizando restos de comercialização de pescado marinho oriundos das feiras-livres de Santos e Guarujá/SP, situação que comprovaram a viabilidade econômica do processo de produção em escala artesanal da silagem ácida desse material.

Na forma de silagem, o resíduo apresenta potencial nutricional para ser empregado como ingrediente complementar na alimentação animal, uma vez que as características de composição dos resíduos se mantêm durante a elaboração desses subprodutos. Para peixes onívoros, os níveis mínimos de proteínas exigidos na ração (dietas extrusadas ou peletizadas) variam de 24 a 42% desde a fase de desenvolvimento até a manutenção do peso dos organismos (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006). Yanamoto et al. (2007) relataram como boa alternativa proteica a utilização de silagem de resíduos de pescado com teor de proteína aproximado de 12% em dietas para cordeiros. Para tal aplicação, é necessário atentar-se para a contaminação microbiológica, pois está intimamente relacionada com a qualidade do produto final.

A elaboração de biofertilizantes é uma alternativa sustentável aplicável a ser estudada para a região, principalmente pelo teor de conteúdo mineral encontrado (4,11%). Oliveira et al.(2012) avaliaram a composição química da silagem biológica elaborada com resíduos de pescado gerados a partir de barracas de praia e quiosques de Fortaleza – CE e encontraram um teor de minerais de 6,85%, concluindo ser excelente alternativa para agricultura, assim como afirmaram Espíndola-Filho, Oetterer e Assis (2001) em experimento utilizando silagem ácida seca com 17,9% de minerais, elaborada com restos de peixes marinhos.

Em relação ao questionário aplicado aos responsáveis pelos estabelecimentos estudados, observou-se que, em geral, a estrutura do estabelecimento é precária e limita uma possível conservação e aproveitamento dos resíduos.

8 CONCLUSOES

O questionário aplicado, revelou que, em geral, a estrutura do estabelecimento para conservação da qualidade do resíduo é precária.

Os índices de bases nitrogenadas voláteis e microbiológicos encontrados indicaram estágio avançado de deterioração dos resíduos, embora estejam dentro dos índices estabelecidos pela legislação nacional.

A quantidade de resíduo gerada nos boxes de mercados de peixe e peixarias estudados nas cidades de Santos, São Vicente e Peruíbe /SP apresentam variações que precisam ser estudadas para o seu aproveitamento.

Os resíduos caracterizaram-se em não comestíveis e apresentaram composição nutricional e de ácidos graxos satisfatórias, sugerindo direcionamento para produtos relacionados a alimentação animal e/ou adubos orgânicos.

Sugere-se a silagem de pescado como opção viável para o aproveitamento dos resíduos, por não depender de quantidade de resíduo gerado, maquinaria complexa e nem pessoal especializado.

REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E. G et. al. Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 5, p. 519-525, maio. 2009.

AGUIAR, A. C. **Extração de lipídios de resíduos de filetagem de pescada-olhada (*cynoscion striatus*) utilizando tecnologia supercrítica**. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2011.

AHAMED, A. et al. Life cycle assessment of the present and proposed food waste management technologies from environmental and economic impact perspectives. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 131, p. 607-614, set. 2016.

ALVES, Luzia Liania. **Influência da sazonalidade no valor nutricional e perfil lipídico em cinco espécies populares de pescado** / Seasonal variation in the chemical composition and lipid profile of five popular species of fish. 2000. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Saúde Pública., Departamento de Nutrição, Universidade de São Paulo., São Paulo, 2000.

AMANAJÁS, P. P. **Determinação dos compostos básicos totais do pescado e o seu potencial para avaliação do frescor**. 1985. 110 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985.

ANGELIS NETO, G.; ANGELIS, B. Impactos ambientais causados pelo destino final dos resíduos sólidos urbanos de Maringá/PR. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 4, n. 21, p. 929-940, 1999.

ARRUDA, L. F. et al. 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.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (São Paulo) – ABRELPE. **Entrevista com Luís Fernando Cabral Barreto Junior, promotor de justiça de proteção ao meio ambiente**. 2016. Disponível em: <https://issuu.com/grappaeditora/docs/ares5_grappamaio2016>. Acesso em: 20 jun. 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (São Paulo) – ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **ABNT NBR 1004; ABNT NBR 1007**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. (Coletâneas de Normas).

Barrow, C.J.; Nolan, C.; Jin, Y. **Stabilization of highly unsaturated fatty acids and delivery into foods**. *Lipid Technology*, v. 19, n. 5, p. 108–111, 2007

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

BERY, C. C. Estudo da viabilidade do óleo de vísceras de peixes marinhos seriola dumerlii (arabaiana), thunnus ssp (atum), scomberomorus cavala (cavala) e carcharrhinus spp (cação) comercializados em Aracaju-SE para a produção de biodiesel. **Revisra GEINTEC**, Aracajú/SE, v. 2, n. 3, p. 297-306, 2012.

BOCHI, V. C. et al. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 99, p. 8844-8849, 2008.

BORDIGNON, A. C. et al. Elaboração de croquete de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

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

BOSCOLO W. R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias. In: BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. (Ed.). *Industrialização de tilápias*. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2007. p. 135-150

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a política de resíduos sólidos: altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997. **Diário Oficial [da] União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 maio 1997. Seção 1, p. 10282.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 2 de junho de 2011. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 03 jun. 2011. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 set. 2003. Seção 1, p. 14.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para**

controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II - Métodos físicos e químicos. Brasília: 1981.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Prevenção e combate:** Dengue, Chikungunya e Zika. 2016. Disponível em: <<http://combateaedes.saude.gov.br/pt/principal>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

BRASIL. Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001. Ministério da Saúde. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, 2001. **Diário Oficial da União**, 10 de janeiro de 2001, seção 1.

BRUSCHI, F. L. F. **Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos:** uma comparação. 2001. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade Vale do Itajaí, 2001.

CAVALCANTE JÚNIOR, V. et al. Reuso de água em um sistema integrado com peixes, sedimentação, ostras e macroalgas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, supl., p.118-122, 2005.

CONTRERAS-GUZMAN. E. S. **Bioquímica de pescados e derivados.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.

CORNEJO-MUJICA P. Y. **Vida útil do cação (Prionace glauca) armazenado sob refrigeração e otimização dos métodos microbiológicos e sensoriais de avaliação da qualidade.** Tese (doutorado) apresentada a Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2000.

DEBEVERE, J.; BOSKOU, G. Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA-producing microflora of cod fillets. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 31, p. 221-229, 1996.

DEUS, A. B. S.; LUCA, S. J.; CLARKE, R. T. Índice de impacto dos resíduos sólidos urbanos na saúde pública (IIRSP): metodologia e aplicação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 329-334, 2004.

DILEEP, A. O. et al. Composition and quality of rice flour–fish mince based extruded products with emphasis on thermal properties of rice flour. **Journal of Texture Studies**, Hoboken, v. 41, p. 190-207, 2010.

ENSER, M. et al. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, Amsterdam, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998

ESPÍNDOLA FILHO, A.; OETTERER, M.; ASSIS, A. Processamento agroindustrial de resíduos de peixes, camarões, mexilhões e ostras pelo sistema cooperativado. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 52-61, 2001.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY - EFSA. Scientific opinion on fish oil for human consumption. food hygiene, including rancidity. Panel on biological hazards (BIOHAZ). **EFSA Journal**, Parma, v. 8, n. 10, p. 1874-1922, 2010.

FELTES, M. M. C. et al. 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, jun. 2010.

FERNANDES, V. et al. Metodologia de avaliação estratégica de processo de gestão ambiental municipal. **Saúde e Sociedade**. São Paulo, v. 21, supl. 3, p. 128-143, 2012.

FERRAZ DE ARRUDA, L. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva**. 2011. 164 f. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. dos. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 689-696, Mai/Jun. 2001.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 226, p. 497-509, 1957.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Food wastage footprint: impacts on natural resources: summary report**. 2013. 61 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182 p.

FRAZIER, W. C.; WESTHOOF, D. C. Contaminación, conservación y alteraciones Del pescado y otros productos marinos. In: _____. . Zaragoza: ACRIBIA, 1978.

GALVÃO, J.; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 237 p.

GANDRA, C. V.; BARRELLA, W. Resíduos da pesca encontrados no centro de comercialização pesqueira da Ponta da Praia em Santos - SP. **Unisanta Bioscience**, Santos, v. 3, n. 4, p.144-153, 2015

GODOY, L. C. et al. Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 86-89, maio. 2010.

GUERARD, F.; GUIMAS, L.; BINET, A. Production of tuna waste hydrolysates by a commercial neutral protease preparation. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, Amsterdam, v. 19-20, p. 489-498, 2002.

GUTIERREZ, L. E.; SILVA, R. C. M. da. Fatty acid composition of commercially important fish from Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 3, n. 50, p. 478-483, out. 1993.

HAJ-ISA, N. M. A.; CARVALHO, E. S. Desenvolvimento de biscoitos, tipo salgado, enriquecidos pela adição de merluza. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 313-318, abr./jun. 2011.

HALL, K. D. et al. The progressive increase of food waste in America and its environmental impact. **PLoS One**, San Francisco, v. 4, n. 11, p. 7940-7947, 2009.

HARA, B. O. et al. Aproveitamento sustentável dos resíduos sólidos da indústria pesqueira - caracterização e elaboração de silagem ácida. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO DE PESCA, 7., 2012, Santos, SP. **Resumos...** Santos, 2012. p. 9.

HAY, J. C. Pathogen destruction and biosolids composting. **Biocycle**, Emmaus, v. 37, n. 6, p. 67-76, 1996.

HOWGATE, P. **Determination of total volatile bases**. Aberdeen: Torry Research Station, 1976. (Appendix, 4).

HUSS, H. H.; KAI, M.; MORAIS, C. El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. In: FAO. **Manual de capacitación preparado por el programa de capacitación**. Rome: FAO, 1997. v. 34.

INSTITUTE OF MEDICINE (US). **Dietary reference intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B₆, Folate, Vitamin B₁₂, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline**. Washington (DC): National Academies Press, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

JARDIM, A. et al. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos**. Barueri: Manole, 2012. 732 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: Edmar José Kiehl, 1998.

KIM, S. K.; MENDES, E. R. Bioactive compounds from marine processing byproducts: a review. **Food Research International**, Kidlington, v. 39, p. 383-393, 2006.

KUHN, C. R. et al. Avaliação da força de gel de surimi de resíduos de pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*) enriquecido com aditivos protéicos. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 239-248, 2003.

LAPA-GUIMARÃES, J. **Estudos de índices químicos, sensoriais, microbiológicos e instrumentais para avaliação do frescor de lulas (Loligo**

plei), armazenadas em gelo. 1999. 151 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

LAPA-GUIMARÃES, J.; FELÍCIO, P. E.; CONTRERAS, E. S. G. Chemical and microbial analyses of squid muscle (*Loligo plei*) during storage in ice. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 91, n. 3, p. 477-483, 2005.

LEE, E. H. et al. Development and psychometric evaluation of a chronic liver disease-specific quality of life questionnaire. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, Richmond, v. 23, n. 2, p. 231-238, 2008.

LIMA, L. K. F. de. **Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013. 28 p.

LIMA, M. M.; MUJICA, P. I. C.; LIMA, A. M. Caracterização química e avaliação do rendimento em filés de caranha (*Piaractus mesopotamicus*). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, p. 41-46, 2012.

LISTON, J. Recent advances in the chemistry of iced fish spoilage. In: MARTIN, R. E. (Ed). **Chemistry and biochemistry of marine food products**. Westport: AVI, 1982. p. 27-37.

LOPES, C. et al. Valorisation of fish by-products against waste management treatments: comparison of environmental impacts. **Waste Management**, Kidlington, v. 46, p. 103-112, 2015.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 6, n. 19, p. 761-770, dez. 2006.

MATOS, A. T. **Manejo e tratamento de resíduos agroindustriais**. Viçosa: AEAGRI, 2005. 128 p.

MOLTENO, C. et al. **Composición química del destilado de agua de cola y su utilización en calderas**. Santiago de Chile: Instituto de Fomento Pesquero, 1968. 39 p.

MORAIS, M. M. et al. Estudo do processo de refino do óleo de pescado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 1, p. 23-33, 2001.

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, Campinas, 1997.

MORRISON, W. R.; SMITH, L. M. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride - methanol. **Journal of Lipid Research**, Rockville, v. 5, p. 600-608, 1964.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 20, p. 111-124, jun. 2008.

MUJICA, P. Y. C. **Vida útil do cação (Prionace glauca) armazenado sob refrigeração e otimização dos métodos microbiológicos e sensoriais de avaliação da qualidade**. 2000. 103 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

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

OGAWA, M.; MAIA, E. I. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. V.1. 430 p.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. et al. Elaboration of sausage using minced fish of nile tilapia filleting waste. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 53, p. 1383-1391, 2010.

OLIVEIRA, A. L. T. de et al. Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 6, n. 2, p. 1-16, 2012.

OLIVEIRA, A. L. T. et al. Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2013.

PADILHA, M. E. S.; AUGUSTO-RUIZ, W. Obtenção de ácidos graxos por cristalização do óleo de pescado fracionado por hidrólise enzimática. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 35-41, 2010.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, 2001. (Relatório Final de Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aqüicultura no Sul do Brasil, Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) Meta 11, n. 003/2000).

PHILIPPI, S. T. (Org.). **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. Barueri: Manole, 2008. 387 p.

PIMENTA, M. E. S. G.; FREATO, T. A.; OLIVEIRA, G. R. Silagem de pescado: uma forma interessante de aproveitamento de resíduos de processamento de peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, São Paulo, v. 4, n. 5, p. 592-598, 2008.

PIRES, D. R. et al. Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: aplicação e viabilidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 5, n. 9, p. 34-46, dez. 2014.

PLANO MUNICIPAL INTEGRADO DE SANEAMENTO BÁSICO. **Relatório técnico 4**. Peruíbe: Departamento de Obras e Serviços Municipais, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BERTIOGA. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos**. Bertiooga: Prefeitura Municipal de Bertiooga, 2016. 229 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CUBATÃO. Secretaria de Saneamento e Energia. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos Cubatão - SP**. Cubatão: Prefeitura Municipal de Cubatão, 2012. 284 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARUJÁ. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do Guarujá, São Paulo**. 2. ed. Guarujá, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITANHAÉM. **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Itanhaém/SP**. Itanhaém, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MONGAGUÁ. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos Mongaguá**. Mongaguá, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PERUÍBE. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos: volume completo: diagnóstico e prognóstico**. Peruíbe: Prefeitura Municipal de Peruíbe, 2015. 111 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PRAIA GRANDE. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Praia Grande**. Praia Grande: Prefeitura Municipal de Praia Grande, 2014. 299 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Santos 2011-2012**. Santos, 2011–2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. Secretaria do Meio Ambiente. **Resíduos sólidos**. 2014. Disponível em: <<http://www.santos.sp.gov.br/?q=aprefeitura/secretaria/meio-ambiente>>. Acesso em: 15 out. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO VICENTE. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de São Vicente**. São Vicente, 2015.

RAI, A. K. et al. Effect of fermentation ensilaging on recovery of oil from fresh water fish viscera. **Enzyme and Microbial Technology**, Philadelphia, v. 46, n. 1, p. 9-13, jan. 2010.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, E. Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. **Food Research International**, Kidlington, v. 34, p. 441- 447, 2001.

SAER, A. et al. Life cycle assessment of a food waste composting system: environmental impact hotspots. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 52, p. 234-244, ago. 2013.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, n. 2-3, p. 187-194, nov. 2002.

SÃO PAULO (Estado). Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Marinho. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Programa de monitoramento da atividade pesqueira marinha e estuarina do Instituto de Pesca – PMAP**: produção pesqueira descarregada no Estado de São Paulo. 2015. Disponível em: <www.propesq.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2016.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Sistema Ambiental Paulista. **Resíduos urbanos, de serviços de saúde e da construção civil**. 2016. Disponível em: <<http://residuossolidos.cetesb.sp.gov.br/residuos-solidos/residuos-urbanos-saude-construcao-civil/introducao/>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

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

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Gestão de resíduos sólidos**. Cuiabá, 2012. 32 p. (Cartilha). Disponível em:<<http://sustentabilidade.sebrae.com.br>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

SHEWAN, J. M. The bacteriology of fresh and spoiling fish and some related chemical changes. In: HOWTHORN, J.; MUIL LEITCH, J. **Recent advances in food science**. London: Pergamon Press, 1962.

SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A.; BURT, J. R. Cambios bioquímicos y microbianos subsiguientes a la captura. In: SIKORSKI, Z. E. (Ed.). **Tecnología de los productos del mar**: recursos, composición y conservación. Zaragoza: ACRIBIA, 1994. cap. 4, p. 73-101.

SIMÕES, M. R. et al. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 27, p. 608-613, jul. 2007.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, Issy les Moulineaux, v. 56, n. 8, p. 365-379, out. 2002.

SOUZA, M. L. R.; MARANHÃO, T. C. F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.

SOUZA, N. E. de et al. Composição química, perfil de ácidos graxos e quantificação dos ácidos α -linolênico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico em vísceras de tilápias (*Oreochromis niloticus*). **Acta Science Technology**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 73-76. 2005.

STEVANATO, F. B. et al. Avaliação química e sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 567-571, jul./set. 2007.

TONIAL, Ivane Benedetti et al. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL LIPÍDICO DO SALMÃO (*SALMO SALAR* L.). **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 1, n. 21, p.93-98, mar. 2010.

TOPPE, J. Consumo de pescado, riesgos e beneficios: una perspectiva nutricional. In: REUNIÃO DE LA RED PANAMERICANA DE INSPECCIÓN, CONTROL DE CALIDAD Y TECNOLOGÍA DE PRODUCTOS PESQUEROS, 15., 2008, Guayaquil, Equador. **Resumen...** Guayaquil, Equador, 2008. 1 CD-ROM.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fisheries Sciences.com**, Istanbul, v. 1, n. 2, p. 97-103, 2007.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, London, v. 338, n. 8773, p. 985-992, out. 1991.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: APHA, 1992. 1219 p.

VIDAL, J. M. A. et al. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. **Revista Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 92-99, jan./mar. 2011.

VIDOTTI R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de Tilápia e sua utilização na alimentação animal**. (Artigo disponibilizado na página do Instituto de Pesca (www.pesca.sp.gov.br) em out. 2006.

VIDOTTI, R. M. Silagem de pescado. In: GONÇALVES, A. A. (Ed.). **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. p. inicial-final.

VIDOTTI, R. M.; BORINI, M. S. M. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada: um produto de qualidade testado e aprovado na merenda escolar. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, p. 38-41, 2006.

VIEIRA, R. H. S. F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado**. São Paulo: Varela, 2004. 380 p.

YAMAMOTO, S. M. et al. 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.

ZAITSEV, V. et al. **Fish curing and processing**. Moscow: Mir. Publishers, 1969. 722 p.