



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ÁTILA PEREIRA VERAS DE SOUSA

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DE PESCADOS: UMA
REVISÃO.**

FORTALEZA-CE

2021

ÁTILA PEREIRA VERAS DE SOUSA

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DE PESCADOS: UMA
REVISÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França.

FORTALEZA-CE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S698r Sousa, Átila Pereira Veras de.
Reaproveitamento de resíduos provenientes de pescados : uma revisão / Átila Pereira Veras de Sousa. –
2021.
38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França.

1. Resíduos. 2. Pescado. 3. Reaproveitamento. 4. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 664

ÁTILA PEREIRA VERAS DE SOUSA

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DE PESCADOS: UMA
REVISÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França.

Aprovada em: ___ / ___ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Rhonyele Maciel da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus. À minha família. Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França, pela excelente orientação e por toda compreensão e paciência.

Aos professores participantes da banca examinadora Profa. Dra. Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres e MSc. Rhonyele Maciel da Silva pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia de Alimentos por todo apoio, assistência e conselhos. Em especial à Profa. Dra. Lucicléia por todo apoio e oportunidades durante minha graduação.

Aos colegas e amigos de curso que tanto me ensinaram durante todos esses anos. Em especial à minha grande amiga Paula Maria, que sempre foi para mim um exemplo e foi essencial durante minha formação.

Aos meus pais José Veras e Maria Luciene que deram seu suor e sangue por mim. Por tudo que me ensinaram e por todas as batalhas que me ajudaram a vencer.

Aos meus irmão Manoel Firmino, Alan Silva e Anderson de Souza que torcem sempre por mim e se alegram com meu sucesso.

Aos meus amigos e irmãos da LOG Bruno Teixeira, Jefferson Almeida, Daniel Mazza, Jeronimo Freitas, Nygel Wesley, Neylson Silva, Gabriel Victor, Manuel Sousa, Haynara Vasconcelos e Hayanna Vasconcelos que sempre estiveram festejando comigo as bênçãos da vida. Em especial aos meus dois conselheiros Bruno e Jefferson por todas as vezes que se dispuseram a me ouvir e me aturar.

À Adriely Ferreira que sempre me encorajou e torceu por mim, sou muito grato por tudo que você me ensinou.

Ao meu clã nos joguinhos Neto, Edson, Victor, Pedro e Renan que sempre me garantiram horas de diversão e estresse.

À todos meus colegas de trabalho que contribuíram com meu crescimento profissional.

À Emanuelle Gomes que me apoia e me faz tão bem.

À Deus por ter atendido esse pedido e pela força, saúde e paz que me movem.

“Na terra há o suficiente para satisfazer as necessidades de todos, mas não para satisfazer a ganância de alguns.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

O pescado é considerado um alimento altamente nutritivo por conter elevados teores de proteínas, ser rico em gorduras insaturadas, vitaminas e minerais. Por ser um alimento completo e saudável, seu consumo vem crescendo bastante nos últimos anos, e sendo apresentado como uma ótima alternativa entre as proteínas de origem animal. Em paralelo ao aumento do consumo de pescado, é observada uma variedade de resíduos sólidos gerados pela indústria de processamento, tais como cabeça, cauda, escamas, barbatanas, cartilagens, vísceras e pele, representando mais de 50% do peso do animal, e se tornando um prejuízo ambiental e econômico quando descartado inadequadamente. Assim, essa revisão objetivou apresentar os diferentes modos de reaproveitamento dos resíduos gerados pelo processamento de pescados, relatando sobre a importância de cada um. Nesta pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras-chave: reaproveitamento de pescados, resíduos, farinha, óleo, compostagem, silagem. Os tópicos abordados descreveram estudos referentes aos processos utilizados em resíduos oriundos do processamento de diferentes tipos de pescado. Alternativas como a produção de biodiesel a partir do óleo de peixe, incrementação da ração animal a partir de farinha de peixe rica em proteínas e silagem, além da compostagem como alternativa ao descarte irregular do grande volume de resíduos gerado pela indústria são ferramentas imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável. Assim, o reaproveitamento de resíduos é uma forma de geração de valor agregado em muitos dos casos e é essencial para a sustentabilidade do setor, sendo necessária educação e disseminação dessas práticas para que pequenos produtores também façam parte desse processo.

Palavras-chave: Resíduos; Pescado; Reaproveitamento.

ABSTRACT

Fish is considered a highly nutritious food for containing high levels of protein, being rich in unsaturated fats, vitamins and minerals. As it is a complete and healthy food, its consumption has grown a lot in recent years, making it a great alternative to animal proteins. In parallel to the increased consumption of fish, there is a variety of solid waste generated by the processing industry, such as head, tail, scales, fins, cartilage, viscera and skin, representing more than 50% of the animal's weight and becoming an environmental and economic damage when improperly disposed of. Thus, this review aimed to present the different ways of reusing the waste generated by fish processing, reporting on the importance of each one. For the research, the following keywords were used: fish reuse, waste, flour, oil, compost, silage. The topics covered described studies referring to the processes used in waste arising from the processing of different types of fish. Alternatives such as the production of biodiesel from fish oil, incrementing animal feed from fishmeal rich in protein and silage, in addition to composting as an alternative to irregular disposal of the large volume of waste generated by the industry are essential tools for the sustainable development. Therefore, the reuse of waste is a way of generating added value in many cases and is essential for the sustainability of the sector, requiring education and dissemination of these practices so that small producers are also part of this process.

Keywords: Waste; Fish; Reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma geral de beneficiamento de peixe com a indicação do processamento e dos resíduos gerados.....	19
Figura 2 – Desempenho do consumo e produção mundiais por captura e aquicultura (milhões de toneladas).....	21
Figura 3 - Representação das estruturas dos ácidos graxos poli-insaturados EPA e DHA.....	23
Figura 4 - Fluxograma das etapas de elaboração das silagens ácida, biológica e enzimática. .	26
Figura 5 - Etapas de produção da farinha e óleo de resíduos do processamento de filetagem.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química média do pescado gordo, semi magro e magro.....	16
Tabela 2 - Composição centesimal e valor energético em filés de peixes do estado do Ceará	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	133
2 METODOLOGIA.....	144
3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	15
3.1 <i>Pescado</i>	15
3.2 <i>Produção De Pescado</i>	19
3.3 <i>Óleo De Peixe</i>	22
3.4 <i>Silagem de Pescado</i>	25
3.5 <i>Farinha De Pescado</i>	27
4 CONCLUSÕES.....	32
5 REFERENCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A alimentação é a necessidade mais básica de todos os seres vivos, e fez com que o ser humano desenvolvesse inúmeras técnicas e habilidades para se alimentar, a busca por novos conhecimentos de preparo e conservação de alimentos motivou a criação de diversas tecnologias. Durante esse processo era natural a geração de restos e material que não podia ser aproveitado. No entanto, segundo KEFELAS (2011), esses resíduos não eram motivo de preocupação, tanto pela quantidade ínfima de restos produzidos como pela consequente assimilação desse material sem prejuízos ao meio ambiente.

Com o passar do tempo e o crescimento exponencial da população, a geração de resíduos proveniente da alimentação humana se tornou um problema real com grandes impactos socioambientais, sendo um dos principais agravantes da crise ambiental global. A redução do lixo gerado e a reutilização de resíduos são hoje temas vitais na busca pelo crescimento sustentável.

O pescado é considerado um alimento altamente nutritivo por conter elevado teor de proteína bruta de alta qualidade, por apresentar todos os aminoácidos e gorduras essenciais (por exemplo, ácidos graxos de cadeia longa), vitaminas (D, A e B) e minerais (incluindo cálcio, iodo, zinco, ferro e selênio) (CHO *et al.*, 2014). Em paralelo ao aumento do consumo de pescado se tem uma variedade de resíduos sólidos gerados pela indústria de processamento, tais como cabeça, cauda, escamas, barbatanas, bexiga natatória, cartilagens, vísceras e pele (OLIVEIRA *et al.*, 2017), representando mais de 50% do peso do animal e se tornando um prejuízo ambiental e econômico quando descartado inadequadamente (FERRARO *et al.*, 2016).

Pesquisar formas de reduzir e reutilizar esses resíduos é uma atividade essencial para o desenvolvimento do setor, pois além de diminuir o impacto ambiental causado, abre também possibilidades de desenvolvimento de novos produtos e reduções de custos de processos. O desenvolvimento sustentável tem se tornado um diferencial competitivo entre empresas. Transformar os materiais descartáveis e poluentes em coprodutos com valor agregado é a base para o desenvolvimento sustentável do mundo moderno.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar e revisar as alternativas de reaproveitamento de pescados, a fim de condensar conhecimentos e metodologias.

2 METODOLOGIA

Esta revisão foi desenvolvida a partir de levantamento bibliográfico, utilizando a plataforma de pesquisa Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>), utilizando como descritores as palavras-chave: reaproveitamento de pescados, resíduos, farinha, óleo, compostagem, silagem. Foram selecionados cerca de 70 trabalhos científicos (artigos, trabalhos de conclusão de curso, capítulo de livro, teses e dissertações) entre o período de junho a agosto de 2021. Foram incluídas publicações em inglês e português que atenderam aos critérios de busca. Foi dada prioridade à trabalhos publicados nos últimos 5 anos.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 Pescado

Segundo o RIISPOA (2017) “Entende-se por pescado os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os répteis, os equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana”.

O pescado é uma das principais fontes de proteína na alimentação humana, caracterizado por elevada digestibilidade e alto valor biológico, além de um elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, sendo um alimento mais saudável do ponto de vista nutritivo (ORDÓÑEZ, 2005). A carne de pescado constitui uma fonte de proteínas de alto valor biológico, sendo em vários países, como os da Europa e da Ásia, a proteína de origem animal mais consumida (GERMANO, 2008). O pescado apresenta todos os aminoácidos essenciais e tem elevado teor de lisina, um aminoácido iniciador do processo digestivo e necessário na dieta brasileira à base de arroz. A digestibilidade é alta, acima de 95%, conforme a espécie, e superior à das carnes em geral e à do leite, devido à mínima quantidade de tecido conjuntivo (OETTERER,2012). Os músculos do pescado são constituídos por vários grupos de proteínas: as que formam a fração sarcoplasmática, desempenhando funções bioquímicas nas células; as proteínas miofibrilares do sistema contrátil; e as proteínas dos tecidos conjuntivos, responsáveis principalmente pela integridade dos músculos (OETTERER,2012).

Os lipídios devido às suas propriedades físicas, químicas e fisiológicas têm se revelado, especialmente nos últimos anos, compostos cada vez mais importantes na nutrição humana e animal nos últimos anos (RAMIRES *et al*, 2001) . Além de serem uma fonte de energia para o organismo, também funcionam como veículo de vitaminas lipossolúveis, com funções reguladoras ou de coenzimas, bem como de precursores na síntese de prostaglandinas e hormônios esteróides que desempenham papéis importantes no controle da homeostase do organismo (RAMIRES *et al*, 2001). Vários estudos têm demonstrado que os lipídios provenientes de pescado são uma fonte rica em ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) especialmente aqueles da família ômega 3, sendo encontrados em concentrações mais expressivas em peixes e animais marinhos, principalmente os de regiões frias (VISENTAINER *et al* ,2000). De acordo com o nível de lipídeos da parte comestível, o pescado pode ser classificado como magro (menos de 2% de gordura), semi-magro (entre 2 e 5% de gordura) e gordo (acima de 5% de gordura). Os fatores intrínsecos que mais influenciam sobre essa característica são as espécies e a época do ano. A fração lipídica do

músculo dos peixes apresenta grandes variações. Na época da desova, os lipídeos atingem os níveis mais baixos, enquanto no verão das regiões temperadas, quando há mais alimento disponível, ocorre aumento substancial das reservas adiposas do pescado. As espécies magras tendem a armazenar os lipídeos no fígado enquanto as espécies gordas apresentam outros depósitos lipídicos, tais como o tecido subcutâneo, parede abdominal, tecido conectivo e cabeça (BRESSAN, 2001). A composição química média dos peixes foi apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química média do pescado gordo, semi magro e magro.

	<i>GORDO</i>	<i>SEMI MAGRO</i>	<i>MAGRO</i>
ÁGUA (%)	68,6	77,2	81,8
PROTEÍNAS (%)	20,0	19,0	16,4
LIPÍDEOS (%)	10,0	2,5	0,5
CARBOIDRATOS (%)	0,0	0,0	0,0

Fonte: BRESSAN (2001)

Substâncias minerais constituem a maior parte do tecido ósseo dos peixes, porém a carne de peixe contém uma quantidade muito pequena de tais substâncias. Entretanto, os peixes de água salgada apresentam maiores concentrações de minerais. (MINOZZO, 2011)

A água é o componente principal da parte comestível do pescado e o seu nível pode variar de 65 a 80%, dependendo da espécie, estado fisiológico e condição alimentar do pescado. O aumento da proporção de água no músculo do pescado é acompanhado de concomitante redução do nível de lipídeos. O músculo do pescado fresco apresenta boa capacidade para reter água. Durante o congelamento, armazenamento e descongelamento, porém, quantidades variáveis de água e de nutrientes solúveis podem ser perdidas através de gotejamento ou liberação de sucos dos tecidos do pescado. Durante o cozimento do pescado podem ocorrer perdas de até um quarto da água muscular, produzindo concentração dos demais componentes. A retenção de água nos tecidos contribui para as boas características de maciez, suculência e sabor do pescado (BRESSAN, 2001).

A composição química da carne de um peixe depende de fatores bióticos e abióticos, relacionados à espécie e ao cultivo, que influenciam as características físicas e organolépticas, e o tempo de prateleira do peixe e de seus derivados (BURKERT, 2008). A composição

centesimal de espécies comumente comercializadas no estado do Ceará é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal e valor energético em filés de peixes do estado do Ceará

Amostras	Composição Centesimal (%)					Valor energético (kcal/100g)
	Umidade	Proteína	Lipídios totais	Cinza	Carboidrato	
Pargo	80,7	18,4	1,0	0,7	0,5	83,6
Tilápia	82,2	17,7	1,2	0,8	0,6	83,7
Curimatã	76,4	18,7	3,2	0,8	2,0	108,4
Sardinha	77,2	17,6	4,6	1,0	0,3	111,8

Fonte: Adaptado de Caula (2008)

Apesar da elevada importância nutricional, o pescado é o alimento de origem animal com maior probabilidade de deterioração, principalmente por apresentar pH próximo a neutralidade, elevada atividade de água nos tecidos, alto teor de nutrientes facilmente utilizáveis pelos micro-organismos, acentuado teor de fosfolipídios e rápida ação destrutiva das enzimas presentes nos tecidos e nas vísceras do peixe. (GASPAR, 1997)

A vida útil dos produtos alimentícios refere-se ao intervalo de tempo em que o produto pode ser conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, luminosidade, oxigênio etc., de forma a garantir seus atributos sensoriais e nutricionais. No entanto, durante esse período ocorrem reações de deterioração da qualidade (GONÇALVES, 2011). No intervalo decorrido da captura até o processamento ou comercialização, o pescado fica sujeito à perdas de qualidade (físico-química, sensorial e microbiológica) devido às condições de armazenamento a bordo e à natureza da sua composição, podendo haver alterações nas características químicas, físicas ou microbiológicas, que resultam em alterações sensoriais. Os vários métodos de captura, tempo de arraste, áreas de pesca, resfriamento, etc. influenciam no grau de conservação e frescor do peixe (SOARES, 2012).

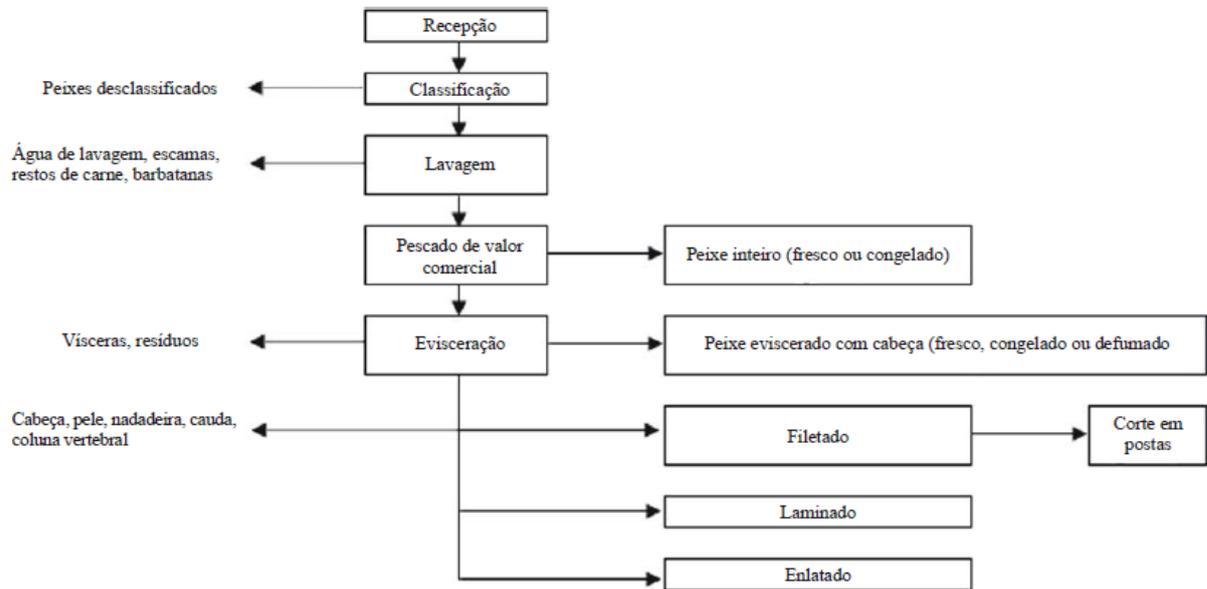
O aproveitamento de resíduos agroindustriais e da indústria alimentícia é uma boa forma de reduzir os impactos ambientais e desperdícios causados pelos mesmos, gerando empregos e aumentando o crescimento econômico (REBOUÇAS; CAVALCANTE, 2009).

Considera-se como resíduo todo material que não é aproveitado durante a sua produção ou consumo devido á limitações tecnológicas ou mercadológicas, que não apresenta valor de uso ou mercado, podendo resultar em danos ao meio ambiente quando não é manejado de forma adequada (NOLASCO, 2000; SUCASAS, 2011).

Os resíduos de pescado podem ser divididos em dois grupos, sendo um destinado à produção animal e o outro para uso na alimentação humana. Os destinados à produção animal são compostos por vísceras, escamas, nadadeiras, pele e esqueleto, incluindo a cabeça, os quais são descartados ou utilizados na produção de farinhas, óleos, silagens e compostagem de peixes e/ou como fertilizantes. Os resíduos destinados à alimentação humana incluem a carcaça com carne aderida, após a retirada do filé, aparas obtidas durante a toaleta dos filés, além de espécies da fauna acompanhante ou de refugos que são descartados na linha de processamento. Eles são processados e destinados à elaboração de empanados, formatados, embutidos e reestruturados (VIDOTTI, 2011; PIRES *et al.*, 2014).

A tilápia é uma das espécies de peixe mais comercializada na forma de filé, apresentando um rendimento em filé de aproximadamente 33%. No entanto, a maioria das unidades de beneficiamento de tilápia visa somente o aproveitamento do filé, descartando subprodutos comestíveis como o músculo abdominal ventral, o músculo hipaxial profundo e aparas da toaleta final do filé (SOUZA; MACEDOVIEGAS, 2001). Os resíduos provenientes de frigoríficos processadores de peixe, principalmente de filetagem de tilápia representam 62,5 a 66,5% da matéria-prima (BOSCOLO *et al.*, 2001). Os principais destinos desses resíduos são os aterros sanitários e o descarte direto em rios e mares, os quais causam sérios problemas ambientais (REBOUÇAS *et al.*, 2012) e econômicos que podem afetar a viabilidade da pesca e da indústria aquícola (ZAMORA-SILLERO *et al.*, 2018). Neste sentido, a indústria pesqueira ainda possui um grande potencial de recuperação dos resíduos gerados durante o beneficiamento de pescados (PESSATTI, 2001). O processamento de pescado de forma geral está apresentado no fluxograma da Figura 1, em que estão indicados os resíduos gerados durante cada etapa.

Figura 1- Fluxograma geral de beneficiamento de peixe com a indicação do processamento e dos resíduos gerados.



Fonte: Feltes *et al.*, (2010)

3.2 Produção De Pescado

Aquicultura é a produção em cativeiro de seres que vivem em ambientes aquáticos, em qualquer estágio de desenvolvimento. Inclui a piscicultura (criação de peixes, para consumo ou para uso ornamental), carcinicultura (produção de camarões), ostreicultura (cultivo de ostras e vieiras), mitilicultura (cultivo de mexilhões) e maricultura (cultivo de algas) (KIRCHNER, 2016).

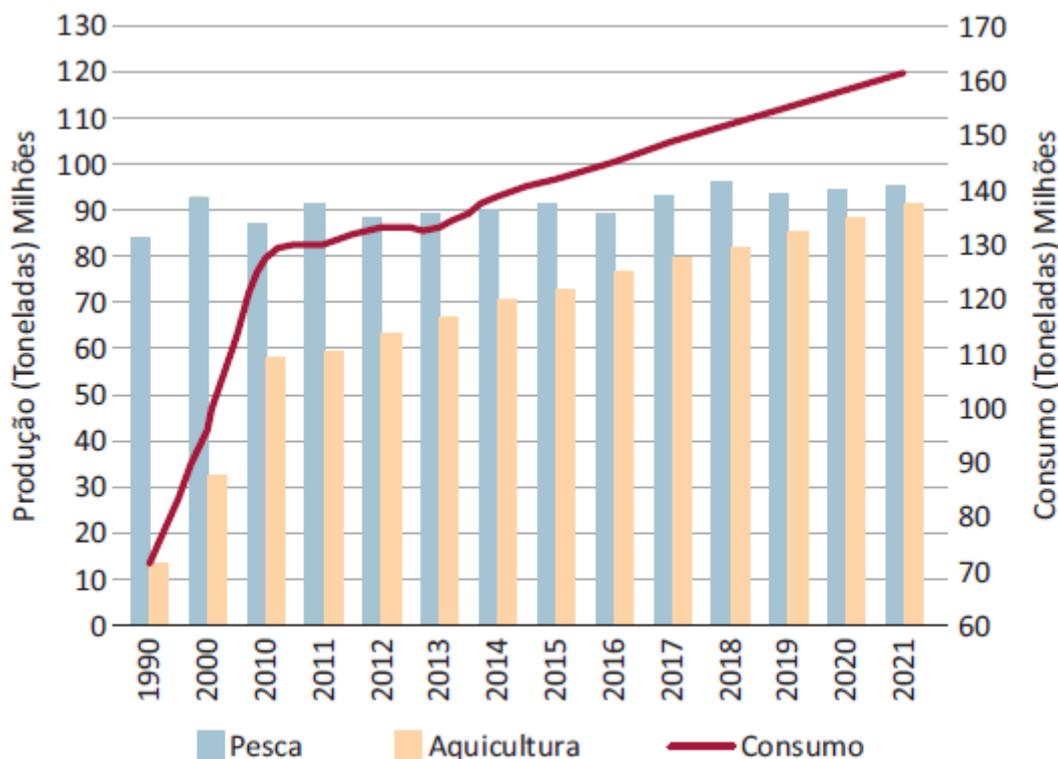
No mercado global, destacam-se a estagnação da pesca marinha e continental, a ampla divulgação dos benefícios do pescado como alimento saudável, e a expansão da aquicultura, cujo mercado é estimado em US\$ 308 bilhões para 2021 (XIMENES, 2021). A aquicultura brasileira encontra-se em um momento de expansão atribuído, principalmente, ao surgimento de políticas públicas de incentivo à produção e ao consumo de organismos aquáticos. O Brasil apresenta ótimas condições para o desenvolvimento da pesca extrativista marinha e da aquicultura, pois possui uma costa litorânea de 7,4 mil quilômetros, 5,5 milhões de hectares de reservatórios de água doce, clima favorável, terras disponíveis e crescente mercado interno (ACEB, 2014). A aquicultura brasileira atingiu, em 2016, uma produção de 507 mil toneladas de peixes, representando 70,9% do total de animais marinhos, incluindo as criações de camarões, alevinos, ostras e outros, com um aumento de 4,4% em relação ao ano anterior (IBGE, 2016). De acordo com o Estado Mundial da Pesca e Aquicultura 2018, foi estimado

um crescimento de 46,6% na produção da pesca e aquicultura em 2030 para o Brasil. Segundo o estudo, o aumento na produção brasileira será o maior registrado na América Latina e Caribe, seguido do Chile (44,6%) e do México (15,1%) durante a próxima década (FAO, 2018).

O Ceará possui uma costa litorânea de 573 Km, correspondendo a 7,8% do litoral brasileiro e representando o 7º maior litoral do Brasil (MORAIS *et al.*, 2006). Segundo Bezerra (2013) a cavala (18,36%), guaiúba (18,26%) e pargo (8,21%) são as espécies mais abundantes em biomassa em relação a pesca de peixes marinhos com linha e rede no estado do Ceará. Em relação ao Nordeste do Brasil, no ano de 2015 a região respondeu por 17,4% da produção nacional de peixes (VIDAL, 2016). Das espécies de peixes de água doce cultivadas no Nordeste, a tilápia representa 63,0% da produção de peixes da região, cujo estado do Ceará é o principal produtor. Em segundo lugar está o tambaqui (24,5%), produzido principalmente no Maranhão e no Piauí, seguido pelo tambacu (8,9%), espécie produzida principalmente no estado do Maranhão (IBGE, 2016).

Segundo os dados do Boletim Estatístico do Ministério da Pesca e Aquicultura, houve um acréscimo de 31,2% na produção total aquícola brasileira no triênio 2008 - 2010, partindo de 365.367 para 479.399 toneladas, respectivamente (BRASIL, 2012). Assim como no Brasil, a aquicultura no mundo cresceu fortemente a partir da década de 1990, enquanto o volume de pesca permaneceu estável. Segundo Ximenes (2021), o crescimento do consumo mundial de pescado tem sido sustentado pela aquicultura, conforme dados apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Desempenho do consumo e produção mundiais por captura e aquicultura (milhões de toneladas)



Fonte: XIMENES (2021)

Apesar do enorme potencial, o Brasil ainda contribui pouco para a produção mundial de pescado, a pesca marinha está estagnada e a pesca continental é artesanal e de baixo rendimento, voltada para o sustento das famílias, e concentrada em rios perenes, barragens etc. (XIMENES, 2021). Nos últimos anos, o brasileiro começou a consumir mais proteína de pescado. Essa tendência crescente no cenário produtivo está associada principalmente à presença de ambientes interiores e costeiros favoráveis à prática da pesca e aquicultura brasileira, além das condições climáticas propícias para o crescimento de diversos organismos aquáticos, o que inclui algumas espécies nativas com excelente potencial para cultivo e comercialização (LIMA, 2013).

Segundo Vidal (2019), existe um vasto mercado potencial no País para pescados a ser conquistado, contudo é necessária a organização da produção e dos produtores. Ainda são escassos os entrepostos de pesca, frigoríficos e postos de recepção e revenda de peixes, o que dificulta o escoamento da produção. Em todo o território nacional, as condições para crescimento da produção de inúmeras espécies são boas, especialmente as relacionadas a mercado, tecnologias e insumos, entretanto, a produção aquícola nacional continua

concentrada na tilapicultura, cujo desempenho tem sido expressivo (XIMENES, 2021). Já o camarão embora represente apenas 8% do volume da produção da aquicultura no País, é o segundo produto aquícola de maior valor de produção no Brasil, evidenciando o elevado valor agregado desse produto (VIDAL, 2019). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2020), no ano de 2019 houve um aumento de 18,8% na produção de camarão no Brasil, relacionado ao ano de 2018, totalizando 54,3 mil toneladas em 2019, onde 54 toneladas desse resultado são produzidas na região do Nordeste, colocando assim como a região que mais produz no Brasil.

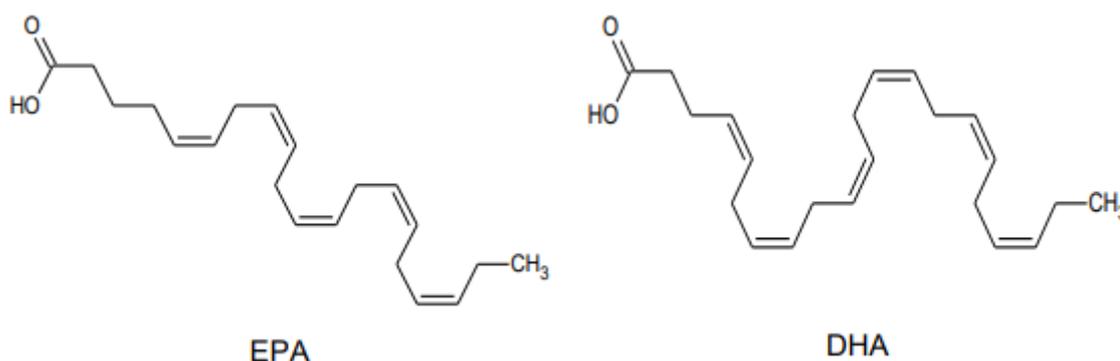
3.3 Óleo De Peixe

De acordo com o Riispoa (2017) (Regulamento Industrial de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal), define-se como óleo de pescado com características líquidas, aquele obtido pelo tratamento de matérias primas pela cocção a vapor, separado por decantação ou centrifugação e filtração. O óleo de peixe é a fração lipídica extraída de peixes e subprodutos de peixes. A demanda crescente por óleos de peixe de alta qualidade está incentivando a produção de forma cada vez mais exigente, onde processos de refino e separação são fundamentais para obtenção de um produto de alto valor agregado. Além de seus vários usos como óleos consumíveis, também é muito apreciado na indústria farmacêutica (ABDULKADIR *et al.*, 2010). O óleo de peixe, fonte de ômega-3, vem sendo utilizado para fins de suplemento e fortificação pelas indústrias farmacêutica (MOZZAFARIAN e WU, 2011) e alimentícia, sendo utilizado como óleo enlatado, para a produção de margarina e maionese (HERNANDEZ, 2011). Segundo Aguiar, Limberger e Silveira (2014), os benefícios do óleo de peixe têm sido apontados em estudos recentes na alimentação de seres humanos e animais e isso está relacionado, pelo fato deste produto apresentar considerável interesse bioquímico, metabólico, nutricional e farmacêutico. Além disso, o óleo de peixe é um ingrediente comumente usado na dieta de animais aquático devido ao seu alto valor nutricional, pois, além de fornecer ácidos graxos essenciais, melhora a palatabilidade da ração (TANTIKITTI, 2014).

O óleo extraído de rejeitos de pescados é obtido, industrialmente, por sistemas do tipo digestor. Esse produto trata-se de um subproduto obtido no processo de produção de farinha de pescados. Sendo ele bastante utilizado como fonte de matéria-prima para o preparo de cosméticos, tintas, vernizes, detergentes e biodiesel (WINDSON, 2001; BOSCOLO, 2007 apud MARTINS, 2012; LIMA, 2013).

Algumas das possíveis aplicações do óleo de peixe são: agentes impermeáveis, vernizes e nutracêuticos (FAO, 1986). Os óleos de resíduos de pescado usados como nutracêuticos são processados por destilação molecular e processos enzimáticos de modo a que se obtenham produtos purificados como ômega-3 concentrados (ácido eicosapentaenóico e ácido docosa-hexaenóico, EPA e DHA respectivamente), considerados dos ingredientes mais importantes da indústria nutracêutica. O DHA e o EPA, com suas estruturas moleculares apresentados na figura 3, são considerados valiosos como suplementos para a saúde e alimentação, uma vez que permitem a formulação de produtos baixos em calorias e sem o característico “sabor a peixe”, mas com os benefícios associados ao consumo deste (RAMÍREZ, 2013).

Figura 3 - Representação das estruturas dos ácidos graxos poli-insaturados EPA e DHA



Fonte: Moura (2019)

Devido à baixa taxa de conversão dos ácidos graxos α -linolênico (ômega-3) em EPA e DHA no organismo humano, o consumo de pescados representa uma importante fonte para ingestão destes tipos de ácidos graxos. O óleo de pescado é considerado uma importante fonte de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 (AGPI) principalmente ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA). Estes compostos são considerados benéficos à saúde humana, visto que são essenciais para o desenvolvimento e funcionalidade de certos órgãos, bem como para diversos processos bioquímicos e fisiológicos do organismo (LIU *et al.*, 2006; NAVARRO *et al.*, 2004). Segundo Kris-Etherton *et al.* (2002), pessoas que não tem acesso ou que não apreciam pescados in natura podem recorrer a suplementos ou a alimentos enriquecidos com ômega-3 a fim de serem supridas suas necessidades dietéticas. Dentre os peixes, que contêm maior quantidade de EPA e DHA, estão aqueles que habitam as águas frias, como o salmão, a truta e o bacalhau. Estes apresentam não somente os ácidos graxos

essenciais, como também são fontes proteicas de altíssima qualidade, ótima digestibilidade e baixo teor calórico (MINOZZO, 2011).

O óleo bruto de pescado apresenta em sua composição compostos indesejáveis, como ácidos graxos livres, fosfolipídios, os quais interferem negativamente nas qualidades físico-química e nutricional do mesmo. Desta forma, faz-se necessário o refino do óleo de pescado, que tem como objetivo principal transformar o óleo bruto em óleo comestível, agradável sensorialmente e estável ao armazenamento (BIMBO; CROWTHER, 1991; MORAIS *et al.*, 2001). A característica final do óleo pode depender muito da composição lipídica da matéria-prima utilizada no processo. Peixes produzidos em sistemas de criação intensiva, por exemplo, possuem uma deposição de gordura maior comparada com os de captura, em razão da alimentação e do peso de abate. Resíduos de peixes abatidos com peso abaixo de 800 gramas produzem, em média, 85% de farinha e 15% de óleo, enquanto os resíduos de peixes abatidos com peso acima de 800 gramas podem gerar um percentual de até 70% de farinha e 30% de óleo (VIDOTTI, 2006). Segundo Vidotti (2006), a qualidade do óleo produzido pode também sofrer variações dependendo do controle de qualidade no processamento, das formas de proteção contra a oxidação de gorduras e das condições de armazenamento.

As gorduras de origem animal, como por exemplo, a banha suína, são compostas basicamente por ácidos graxos saturados (palmítico e esteárico), caracterizados por elevarem os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no sangue e, por consequência, a incidência de doenças cardiovasculares (ROUSSEAU, MARANGONI, 1998). Em contraste a este tipo de gordura tem-se o óleo de pescado, que contém em torno de 60-70% de ácidos graxos insaturados, principalmente os ácidos graxos componentes do ômega-3, que auxiliam na redução dos teores de colesterol LDL no sangue (KLINKERSORN *et al.*, 2004; CREXI, 2010). A partir da reação de interesterificação e da maneira como ocorre o arranjo destes ácidos graxos na mistura de gordura animal com os ácidos graxos insaturados do óleo de pescado, podem-se obter diferentes tipos de produtos, com diferentes funcionalidades. A interesterificação é considerada o processo mais importante para a modificação físico-química de óleos e gorduras (ENGELMANN, 2017). Diversas indústrias de óleos têm se interessado por esta técnica para a produção de margarinas, com menores teores de gorduras trans em relação às obtidas pelo processo de hidrogenação (SILVA; GIOIELLI, 2006). Através da mistura e interesterificação de óleos e gorduras podem ser obtidos os lipídios estruturados. Estes compostos têm sua composição e arranjo dos ácidos graxos alterada com o intuito de se obter produtos com características físicas, químicas e nutricionais diferenciadas. Os lipídios estruturados podem ser obtidos por métodos químicos, enzimáticos (lipases) e de engenharia

genética (LEE; AKOH, 1998; OSBORN; AKOH, 2002). Sendo assim, a interesterificação de misturas entre gorduras sólidas e óleos contendo ômega-3 pode formar produtos com excelentes características físicas (alteração do ponto de fusão, viscosidade), químicas (estabilidade oxidativa), medicinais (controle do colesterol, ação anti-inflamatória) e nutricionais (composição em ácidos graxos) (MOURA 2006; SILVA; GIOIELLI, 2009).

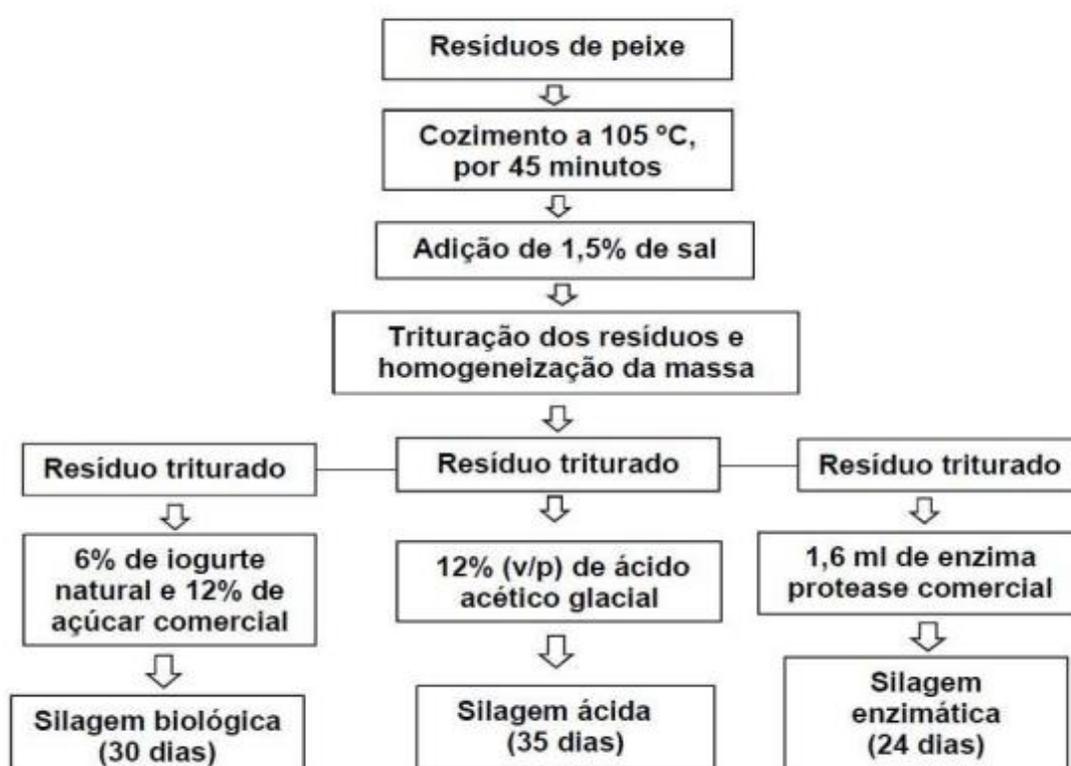
Outra das alternativas para o aproveitamento do óleo de peixe é a produção de biodiesel. Gomes et al. (2015) extraíram lipídeos das vísceras de sardinha-verdadeira para produção de biodiesel. O biodiesel é um combustível para motor a combustão interna, com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que pode substituir, parcial ou totalmente, o óleo diesel de origem fóssil (ANP, 2008), com a vantagem de ser menos poluente que este (CHANG *et al.*, 1996); é obtido a partir da reação química de óleos ou gorduras com um álcool primário, na presença de um catalisador (reação conhecida como transesterificação) (COSTA NETO *et al.*, 2000), sendo submetido posteriormente a etapas de purificação (LIMA, 2004). Devido à grande extensão territorial e ao seu clima propício a atividades agroindustriais, o Brasil é um país com grande potencial para exploração da biomassa para fins alimentício, químico e energético e, portanto, para a produção de biodiesel (FELTES. 2010). Em conjunto com os óleos vegetais (Ferrari *et al.*, 2005), o óleo de peixe apresenta grande potencial para ser utilizado como substrato para a produção de biodiesel, não só devido à sua composição lipídica, rica em ácidos graxos de cadeia longa (GUNSTONE *et al.*, 1994), mas também por se tratar de uma matéria-prima abundante no Brasil.

3.4 Silagem de Pescado

A silagem é um dos processos utilizados para aproveitamento dos resíduos da pesca para fins de produção de ração animal. Com esse beneficiamento é obtido um produto de consistência semi-pastosa, praticamente líquido produzido a partir de peixes inteiros ou restos deles. O princípio da preservação dos resíduos do processamento de pescado, mediante a elaboração de silagem, deve-se principalmente à redução do pH e à hidrólise proteica da massa residual. A produção da silagem consiste praticamente em triturar o rejeito de pescados e acidificar o pH do meio. Neste processo, o ácido libera as enzimas próprias dos tecidos e estas liquefazem os resíduos triturados (VIDOTTI, 2016). A tecnologia de silagem é bastante simplificada, não sendo necessária a utilização de maquinários específicos ao processamento. Ainda segundo Vidotti (2016), o produto não gera odores desagradáveis que possam poluir o

ambiente e não atrai moscas. Pode ser obtida pela ação de ácidos (silagem química), por fermentação microbiana induzida por carboidratos (silagem biológica) e através da atividade de enzimas proteolíticas que podem estar presentes nos peixes naturalmente, ou ainda podem ser adicionadas em processo denominado de silagem enzimática (OETTERER *et al.*, 2003; PESSATI, 2001). Nascimento *et al.*,(2014) demonstrou em seu estudo o seguinte fluxograma (figura 4) para obtenção da silagem de diferentes formas.

Figura 4 - Fluxograma das etapas de elaboração das silagens ácida, biológica e enzimática.



Fonte: Nascimento *et al.* (2014)

Para resíduos de crustáceos, o processo fermentativo da silagem vem sendo utilizado com vários propósitos como: obtenção de glucosaminas (FERRER *et al.*, 1996); alimento para ruminantes (EVERS; CARROL, 1998); substituto da farinha de peixe em dietas para tilápia-do-nilo (PLASCENCIA-JATOMEA *et al.*, 2002); método de recuperação da quitina presente na carapaça desses crustáceos (CIRA *et al.*, 2002); e substrato para *Verticillium lecanii* na produção de β -Nacetilhexosaminidase (MATSUMOTO *et al.*, 2004).

A utilização da silagem de pescado apresenta boas respostas na aquicultura, em virtude de sua semelhança com a matéria-prima, fornecendo proteínas de boa qualidade, com alta

digestibilidade e com grande quantidade de aminoácidos proveniente da hidrólise ocorrida durante o ensilamento, que os torna mais facilmente utilizáveis para a biossíntese de novas proteínas (ESPE *et al.*, 1989).

A produção de silagem apresenta vantagens em comparação com a obtenção de farinha de peixe; trata-se de um processo simples, prático, que independe de escala, com necessidade de pouco investimento, com redução na emissão de efluentes e de odores, sendo rápido em climas tropicais. Entretanto, o produto é volumoso quando na forma pastosa, podendo ser submetido a um processo de secagem para sua aplicação em rações sob a forma desidratada (ARRUDA *et al.*, 2007). Apesar das alterações que acontecem no processo de elaboração, as silagens de peixe conservam as suas características químicas e nutricionais semelhantes ao material de origem (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006). Outro fator importante é o baixo custo do produto da silagem, especialmente quando comparado à farinha de peixe e/ou rações comerciais é bastante atraente (SALES; OLIVEIRA, 2015). Aplicada a pequenas unidades comerciais, a silagem representa uma proposta vantajosa em vista do crescente aumento de resíduos da industrialização do pescado (MAIA JÚNIOR; SALES, 2013), uma vez que sua fabricação não requer altos investimentos tampouco equipamentos específicos (ROMAN *et al.*, 2017).

Os maiores entraves do cultivo intensivo de peixes são os gastos com alimentação, podendo chegar de 70 a 75% do custo de produção, sendo o milho o componente mais oneroso empregado no preparo das rações, responsável por 42% deste custo, seguido do farelo de soja que apresenta baixo nível de lisina (GREEN, 1984, SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003), por alimentos alternativos, energéticos ou proteicos que estejam disponíveis a preços compensadores, como também para o preparo de rações de baixo custo e alto valor nutricional para aves, bovinos, ovinos, peixes e outros animais domésticos (JOHNSEN; SKREDE, 1981).

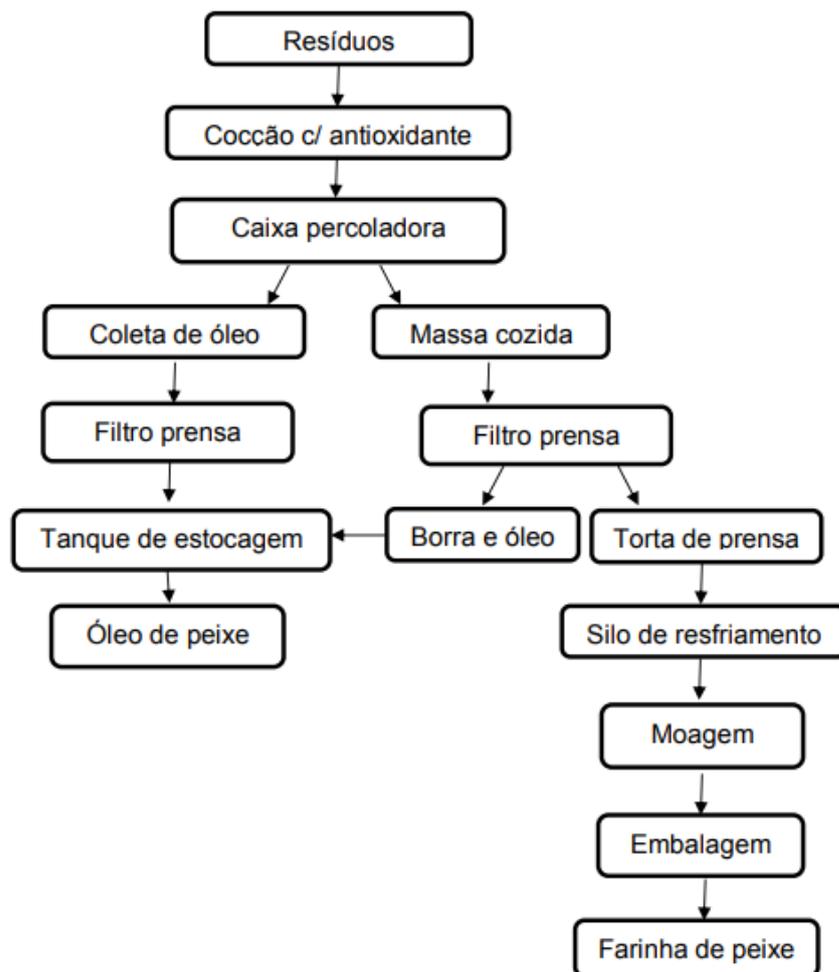
3.5 Farinha De Pescado

A farinha de peixe é obtida após moagem e secagem de diferentes espécies de peixes inteiros, restos de peixes ou outros subprodutos resultantes do processamento de peixes (PIRES *et al.*, 2014). A farinha de peixe é o principal subproduto obtido no processo de beneficiamento do pescado, podendo ser utilizada tanto em alimentação humana, como para a alimentação animal.

Para a fabricação da farinha de pescado, são utilizados resíduos provenientes de diferentes espécies de pescado com baixo valor comercial, como: escamas, esquirolas ósseas e

vísceras, carcaças e peles provenientes da filetagem. O processo de produção de farinha de pescado é um dos mais utilizados para o aproveitamento de resíduos do beneficiamento de pescado (KOLODZIEJSKA et al., 2008). A produção de farinha de pescado pelo processo termomecânico consiste na separação dos componentes em três fases principais: sólido, água e óleo. A qual é realizada através das seguintes etapas: moagem, cocção, prensagem, secagem e moagem. Na operação de prensagem o líquido obtido, conhecido como licor de prensa é centrifugado, obtendo-se o óleo de pescado. Por fim, a fração sólida resultante é seca e moída, obtendo-se a farinha de pescado (BRODY, 1965). Além da farinha, o óleo de peixe também é produzido durante este processo, por meio de decantação ou centrifugação e filtração (VIDOTTI et al., 2011), conforme fluxograma apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Etapas de produção da farinha e óleo de resíduos do processamento de filetagem.



Fonte: Higuchi (2015).

Diferentemente do “fish meal”, termo que designa a farinha para ração, onde os lipídeos são extraídos por método físico de prensagem, o “fish flour” é preparado com

extração dos lipídeos, via solventes, método químico, principalmente nos países componentes da Grã Bretanha. O álcool etílico é um solvente que pode ser utilizado no processo, pois apresenta aroma suave, é miscível em água, tem baixo custo, baixo ponto de ebulição, está contemplado pela legislação, tem baixa toxicidade e propriedades bactericidas. O “fish flour” deve apresentar características sensoriais de ausência de aroma, obedecer a padrões microbiológicos e ausência de tóxicos orgânicos e inorgânicos; se for utilizada em formulações alimentícias, apresentar as propriedades funcionais necessárias ao preparo das misturas e /ou uso em embutidos ou formulados (MINOZZO, 2011). A elaboração de pratos utilizando farinha de peixe na merenda escolar de escolas públicas têm sido sugerida por vários autores, de modo a oferecer um alimento com elevado teor nutricional (ROCHA *et al.*, 2011). Godoy *et al.* (2010) avaliou a aceitação de caldos e canjas elaborados com farinhas aromatizadas, elaborados com resíduo da filetagem, desenvolvidas a partir de carcaças de tilápia, carpa e pacu defumados. Os caldos e as canjas elaborados a partir das farinhas aromatizadas tiveram boa aceitabilidade pelos consumidores, podendo ser empregados, no caso da farinha, no enriquecimento de produtos para consumo humano (BARRETO *et al.*, 2015).

A farinha de peixe apresenta um conteúdo equilibrado de aminoácidos e outros nutrientes quando comparada com as fontes de proteínas de origem vegetal, que geralmente são limitadas em alguns aminoácidos essenciais (WILSON, 1989). Devido ao seu alto valor biológico, equilíbrio em aminoácidos e ácidos graxos, altos teores de sais minerais (cálcio e fósforo), presença de vitaminas lipó e hidrossolúveis (B2 e B12), a farinha de peixe é considerada a melhor fonte de proteína para peixes, apresentando uma excelente palatabilidade e alta digestibilidade (FRABEGAT *et al.*, 2011).

Na aquicultura, como em qualquer cultura animal, a ração comercial corresponde a uma alta porcentagem dos custos, ultrapassando 80% dos custos de produção (DANTAS FILHO, 2017; BELETE, 2015; BATALHA *et al.*, 2017). Por isso, nos últimos anos a farinha de pescado vem sendo largamente utilizada na produção de rações de animais aquáticos, aves, suínos e outras culturas. Entre os mercados que vem absorvendo a farinha, destacam-se as indústrias de produtos para pet, que a utilizam na ração para felinos devido a sua alta qualidade proteica.

Segundo Lima (2013), a farinha de peixe apresenta um baixo risco de deterioração bacteriana graças à sua baixa atividade de água e a etapa de tratamento térmico realizada na sua produção, possibilitando sua estocagem sem a necessidade de refrigeração, no entanto, é importante adotar medidas higiênicas para que não haja o comprometimento da qualidade do produto.

Mesmo com o crescimento da tecnologia de fabricação da farinha de pescado e sua maior utilização em grandes indústrias pesqueiras, o aproveitamento desses resíduos pelos pequenos produtores e pescadores ainda é muito pequeno e muito desse resíduo continua sendo descartado de maneira irregular.

3.6 Compostagem

Com a expansão da aquicultura cresce também a produção de resíduos pela indústria do pescado, já que muitas empresas são especializadas na produção e comercialização do filé de peixe, que durante o beneficiamento chega a gerar cerca de 70% de resíduos (cabeça, vísceras, nadadeiras, pele e escamas) em relação ao peso total do pescado (PESSATI, 2006; NASCIMENTO *et al.*, 2014; KUBITZA, CAMPOS, 2006). O enterro desse material não é recomendado, devido a sua capacidade de contaminação de águas subterrâneas, por meio da lixiviação, sendo de grande preocupação a dissipação de constituintes orgânicos e microrganismos patogênicos. O descarte desse material diretamente em rios compromete a vida dos organismos aquáticos, pois possui uma alta demanda biológica de oxigênio (DBO), o que reflete seu elevado consumo de O₂ para estabilização da matéria orgânica (SANTOS *et al.*, 2014). Existem muitas alternativas para tratar esses resíduos, contudo, o custo elevado torna tais medidas inviáveis. Entretanto existem medidas simples e viáveis economicamente, como é o caso do reaproveitamento dos resíduos de pescado através da fermentação e da compostagem para a produção de fertilizantes orgânicos (SANES *et al.*, 2015).

A compostagem é definida como um processo biológico, aeróbio, controlado, através do qual se é obtido um material orgânico umidificado conhecido como composto orgânico (VIDOTTI, 2016). Segundo Pacheco *et al.*, (2019) é um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica, isto é, uma transformação de resíduos orgânico com características desagradáveis em um composto, insumo agrícola, de fácil manipulação e livre de organismos patogênicos. Neste processo, são considerados matérias-primas: sobras de alimentos, restos de frutas e verduras, resíduos orgânicos da agroindústria. Quando à utilização destes resíduos é realizada de forma correta, se tem ótimas condições para que seja obtida a estabilização dos componentes e que estes possam ser reutilizados como fertilizantes naturais nos quais não existam bactérias e parasitas (HAY, 1996, KIEHL, 1985).

A produção de compostagem requer a existência de quatro elementos: fonte de

carbono, material fermentativo, umidade e oxigênio. A fonte de elementos carbônicos é representada por elementos de origem vegetal com baixa umidade (seco). Como exemplo destes materiais podemos citar: pó de serra, bagaço de cana, palhas de cereais etc. O material a ser decomposto, material fermentativo, é a principal fonte de nitrogênio no adubo orgânico. Na aquicultura os materiais a serem utilizados como fonte de material fermentativo são: peixes mortos e impróprios ao mercado (doentes) e rejeitos do beneficiamento de pescados (vísceras, escamas, carcaças, peles). A água é utilizada como se fosse um catalisador do processo. O oxigênio é obtido com o revolvimento da matéria posta para fermentar e é necessário que seja mantido em ambiente ideal ao trabalho dos micro-organismos aeróbicos (LIMA, 2013; VIDOTTI, 2016).

Para uma produção em escalas que fogem as laboratoriais são utilizadas composteiras para a acomodação do material. De acordo com Lima (2013), as composteiras são simples e exigem baixo custo. Segundo o autor, uma estrutura simples consiste em construir um recipiente no qual a matéria orgânica será depositada durante o período de compostagem. Fountain *et al.* (2005) propõe a utilização de composteiras feitas com caixas de madeiras. No entanto, essas seriam empregadas na produção de compostagem em escalas reduzidas. Lima (2013) e Valente *et al.* (2014) relatam que unidades em alvenarias podem ser empregadas na produção de compostagem em maior escala. O interessante desta configuração é o fato da manutenção da estrutura quanto à sua resistência estrutural. De acordo com Mady (2000), é importante serem tomados alguns cuidados na implantação de uma composteira. Segundo o autor, deve-se observar locais possíveis de alagamentos, condições não favoráveis de escoamento de água da chuva, regiões próximas a povoados ou alguma unidade de processamento de alimentos, pois nos primeiros dias poderá haver a ocorrência de insetos atraídos pela liberação de odor liberado pela decomposição do material orgânico.

É crescente a demanda por substratos na produção de mudas de hortaliças, principalmente, para os sistemas orgânicos de produção (LEAL *et al.*, 2009). De acordo com o autor, os compostos orgânicos podem atender plenamente a essa demanda, especialmente em sistemas que adotem a proibição do uso de fertilizantes sintéticos. Segundo Lourenço *et al.* (2009), as principais vantagens do uso do composto orgânico são: aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), melhoria da agregação do solo, aumento da capacidade de retenção de água, maior estabilidade da temperatura e fornecimento de MO, energia e nutrientes, oferecendo condições ideais para as plantas se desenvolverem. Dessa forma, a compostagem pode ser uma alternativa viável para o reaproveitamento dos resíduos gerados pela indústria de pescados em casos de descarte ou inviabilidade de um outro tipo de processamento.

4 CONCLUSÕES

O reaproveitamento de resíduos no Brasil é um problema evidente enfrentado por todos os setores da indústria de alimentos, sendo assim, diversas tecnologias e estudos surgem buscando soluções todos os anos. Sendo assim, levantamentos e revisões de dados e processos são importantes para uma evolução dessas tecnologias.

No tocante aos resíduos gerados pela aquicultura e pesca extrativista e artesanal esse problema ainda é latente e as alternativas listadas e revisadas nesse trabalho são os caminhos que o setor vem tomando para mudar esse cenário.

A sustentabilidade e a preocupação de empresas pelo meio ambiente são fatores que consumidores atualmente exigem e levam como ponto importante na escolha de um produto. Por outro lado, o produtor também ganha com a redução de custos ao se reutilizar um resíduo e com o valor que pode ser agregado a um subproduto.

No entanto essas alternativas ainda não são bem dissimuladas aos pequenos produtores e muitas vezes não existem incentivos para que esses mudem suas práticas. Nesse processo de reaproveitamentos de resíduos, a educação e consciência ambiental de todos que fazem parte da cadeia de produção é indispensável para manutenção responsável de recursos naturais.

5 REFERENCIAS

ACEB. **1º Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura** –Brasil –2014. Associação Cultural e Educacional Brasil, Brasília, DF,2014.136 p.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução n.7, de 19 de março de 2008**. Brasília: Diário Oficial da União, 2008. p.37-38.

BARRETO, N., ROCHA, J. B. S.; LEDO, C. A. S. **Elaboração de biscoitos e sopa usando farinha de peixe**. 2015.

BARROS GC. **Perda de qualidade do pescado, deterioração e putrefação**. Rev Cons Fed Med Vet. 2003;30:59-64.

BATALHA, S.S. *et al* **Digestibility and physico-chemical characteristics of acid silage meal made of pirarucu waste in diets for commercial laying hens**. Acta Scientiarum Animal Sciences, v.39, n.3, p.251-257, 2017.

BELETE, N.A.S. **Impacto ambiental, desempenho produtivo e econômico do uso de diferentes taxas de alimentação no cultivo do pirarucu *Arapaima gigas* (CUVIER, 1829)**. 2015. 38f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura-RO, 2015.

BIMBO, A. P. CROWTHER, J. B. **Fish oils: processing Beyond crude oil**. Infofish International, v. 6, p. 20-24, 1991.

BRASIL. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. 2010

BRASIL - Ministério da Agricultura. R.I.I.S.P.O.A. 2017. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** (Aprovado pelo decreto nº 9013, de 29.03.17). Brasília. 108p.

BRESSAN, Maria Cristina. **Tecnologia de carnes e pescados**. 2001. Tese de Doutorado. UFLA/FAEPE.

BURKERT, Denilson *et al.* **Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede**. Revista Brasileira de Zootecnia [online]. 2008, v. 37, n. 7

CAULA, Francisco Charles Barros, Oliveira, Maria Petronília de e Maia, Everardo Lima. **Teor de colesterol e composição centesimal de algumas espécies de peixes do estado do Ceará**. Food Science and Technology [online]. 2008, v. 28, n. 4

CHANG, Y. Z. D.; Gerpen, V. H. J.; Lee, I.; Johnson, A. L.; Hammond, G. E.; Marley, J. S. **Fuel properties and emissions of soybean oil esters as diesel fuel**. Journal of the American Oil Chemists' Society, v.73, n.1, p.1549-1555, 1996.

CHAMBO, Ana Paula Sartório. **Aproveitamento do resíduo de filetagem da tilápia do nilo para produção de farinhas com potencial aplicação na alimentação humana**. Maringá, UEM. 2018.

CHO, J.K., Jin, Y.G., Rha, S.J., Kim, S.J. & Hwang, J.H. (2014). **Biochemical characteristics of four marine fish skins in Korea**. Food Chemistry, 159: 200–207.

COSTA NETO, P. R.; Rossi, L. F. S.; Zagonel, G. F.; Ramos, L. P. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química Nova, v.23, n.4, p.531-537, 2000.

DANTAS FILHO, J.V. **Gestão de Custos na Piscicultura no Município de Presidente Médici-Rondônia-Brasil**. AB Custos, v.12, n.2, p.29-53, 2017.

DELGADO CL. **Outlook for fish to 2020: meeting global demand international**. Malaysia: Food Policy Research Institute; 2003.

ENGELMANN, Jênifer Inês. **Obtenção de lipídios estruturados a partir de gordura animal e óleo de pescado**. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Sustainability in action. Rome. 2020

FELTES, Maria M. C. et al. **Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]. 2010, v. 14, n. 6

FERRARI, R. A.; Oliveira, V. S.; Scabio, A. **Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia**. Química Nova, v.28, n.1, p.19-23, 2005.

FERRARO, V., Anton, M. & Santé-Lhoutellier, V. (2016). **The “sisters” α -helices of collagen, elastin and keratin recovered from animal by-products: Functionality, bioactivity and trends of Application**. Trends in Food Science & Technology, 51: 65-75.

GASPAR J, Vieira R, Tapia M. **Aspectos sanitários do pescado de origem de água doce e marinha, comercializado na feira de Gentilândia**, Fortaleza, Ceará. Ciência Tecnologia de Alimentos. 1997;11:20-8.

GERMANO PML, Germano MIS. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Manole; 2008.

GODOY, L.C. et al. **Development, Preservation, and Chemical and Fatty Acid Profiles of Nile Tilapia Carcass Meal for Human Feeding**. Jour. Food Proc. Preser., v.37, p.93–99, 2013.

GONÇALVES AA, editor. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu; 2011.

GONÇALVES PMR. **O pescado e as bactérias do seu meio ambiente**. Higiene de Alimentos. 2004;18(116/117):29-32.

GREEN, S. **The use of fish silage in pig nutrition**. Nottingham, 1984. 230p. Thesis (Ph.D.) University of Nottingham.

GUNSTONE, F. D.; Harwood, J. L.; Padley, F. B. **Marine oils: fish and whale oils**. In: Gunstone, F.D. The lipid handbook. London: Chapman & Hall, 1994. cap.3, p.167-171.

HIGUCHI, Leticia Hayashi. **Produção, caracterização nutricional e utilização de farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em dietas para Tilápia do Nilo**. 2015. xiii, 105 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Centro de Aquicultura de Jaboticabal, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal-2016**, v. 44. Brasil: 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Brasil, 2020.

JOHNSEN, F.; SKREDE, A. **Evaluation of fish viscera silage as a feed resource**. Acta. Agric. Scand. v. 31, p. 21-8, 1981.

KEFALAS, H. C.; **Resíduos orgânicos da atividade pesqueira no município de pontal do paraná: geração, destinação atual e alternativas**. Monografia, Universidade Federal do Paraná. 2011

KIRCHNER, Rosane Maria et al. **Análise da produção e comercialização do pescado no Brasil**. REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 168-177, july 2016. ISSN 1982-8470.

KLINKERSORN, U.; H-KITTIKUN. A.; CHINACHOTI, P.; SOPHANODORA, P. **Chemical transesterification of tuna oil to enriched omega-3 polyunsaturated fatty acids**. Food Chemistry, v. 87, p. 415-421, 2004.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSKI, A. E.; HILPERT, K. F.; GRIEL, A. E.; ETHERTON, T. D. **Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer**. American Journal of Medicine, v. 113, p. 71-88, 2002.

LEE, K.T.; AKOH, C.C. **Characterization of enzymatically syntetized structured lipids containing eicosapentaenoic, docosahexanoic and caprylic acids.** Journal of the American Oil Chemists' Society, v.75, p.495-499, 1998.

LEITÃO MFF, Rios DPFA, Guimarães JGL, Baldini VLS, Mainades Pinto CSR. **Alterações químicas e microbiológicas em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) armazenado sob refrigeração a 5 °C.** Ciência Tecnologia de Alimentos. 1997;17:160-6.

LIMA, P. C. R. **O biodiesel e a inclusão social.** Consultoria legislativa. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. 33p.

LIMA, Leandro Kanamaru Franco de. **Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado** – Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013.

LIU, S.; ZHANG, C.; HONG, P.; JI, H. **Concentration of docosahexaenoic acid (DHA) of tuna oil by urea complexation: optimization of process parameters.** Journal of Food Engineering, n. 73, p. 203-209, 2006.

NASCIMENTO, S.M., Freitas K.F.S. & Silva M.V. 2014. **Produção e caracterização de silagens de resíduos de peixes comercializados no mercado público de Parnaíba-PI.** Enciclopédia Biosfera 10, 2458-2466.

NAVARRO, G. G.; PACHECO, A. R.; ALVARADO, L. B.; GARCIA, J. O. **Characterization of the lipid composition and natural antioxidants in the liver oil of *Dasyatis brevis* and *Gymnura marmorata* rays.** Food Chemistry, n. 87, p. 89-96, 2004.

MINOZZO, M.G. **Processamento e Conservação do Pescado.** Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2011.

MORAIS, M. M; ORTIZ, S. C. A.; CREXI, V. T.; SIVAL, J. D.; PINTO, L. A. A. **Estudo do processo de refino do óleo de pescado.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, v.1, p. 23-33, 2001.

MOURA, Sefura Maria Assis. **Avaliação nutricional e das atividades anticolinesterásica, antifúngica e antioxidante de produtos obtidos de pescados marinhos do Estado do Ceará.** 2019. 143 f.Tese(Doutorado em Biotecnologia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

OETTERER M, Regitano-D'arce MAB, Spoto MHF. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole; 2006.

OGAWA M, Maia EL. **Manual da pesca: ciência e tecnologia do pescado**, v. 1. São Paulo: Varela; 1999.

OLIVEIRA, Marinez Moraes de et al. **Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - análise Bromatológica, físico-química e microbiológica**. Ciência e Agrotecnologia [online]. 2006, v. 30, n. 6

OLIVEIRA VM, Freitas MQ, Clemente SCS, Mársico ET. **Método do índice de qualidade (MIQ) desenvolvido para camarão (*Litopenaeus vannamei*) cultivado**. Rev Ciênc Vida. 29(1):60-71, 2009.

OLIVEIRA, V.M., Assis, C.R.D., Herculano, P.N., Cavalcanti, M.T.H., Bezerra, R.S. & Porto, A.L.F. **Collagenase from smooth weakfish: extraction, partial purification, characterization and collagen**. Boletim do Instituto de Pesca, 43(1): 52-64, 2017.

ORDÓÑEZ JA. **Tecnologia de alimentos de origem animal**, v. 2. São Paulo: Artmed; 2005

ORNELLAS LH. **Técnica dietética, seleção e preparação de alimentos**. 7. ed. São Paulo: Atheneu; 2001. p. 142-3.

OSBORN, H. T.; AKOH, C. C. **Structured lipids – novel fats with medical, nutraceutical, and food applications**. Compr. Reviews. Food Science Food Safety, v.3, n.1, p.93-103, 2002.

PACHECO, Madson & Gonzaga, Lorraine & Silva, Darlan & Eliomar, Jaedro & Neto, Osman & Gomes, Wolia. **Avaliação da qualidade do adubo orgânico produzido pelo processo de compostagem, a partir dos Resíduos de Pescado gerados no Mercado do Peixe em São Luís – MA**. v. 5. p. 48. 2019.

RAMÍREZ M, Amate L, Gil A. **Absorption and distribution of dietary fatty acids from different sources**. Early Human Development 2001;65:95-101.

REBOUÇAS, M. C. et al. **Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem da tilápia do Nilo.** *Semana: Ciências Agrárias*, v.33, n.2, p.697-704, 2012.

ROCHA, J.B.S. *et al.* **Composição e estabilidade de farinha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzida artesanalmente para o consumo humano.** *Magistra*, v. 23, n. 4, p. 215-220, 2011.

ROUSSEAU, D.; MARANGONI A. G.; JEFFREY, K. R. **The influence of chemical interesterification on the physicochemical properties of complex fat systems 2. morphology and polymorphism.** *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v.75, n.12, p.1833- 1839, 1998.

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. **Production of chemical silage with marine fish waste.** *Brazilian Journal of Food Technology*, v.6, n.2, p. 333-337, 2003.

SILVA, R. C.; GIOELLI, L. A. **Propriedades físicas de lipídios estruturados obtidos a partir de banha e óleo de soja.** *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 42, n. 2, 2006.

SOARES, Karoline Mikaelle de Paiva; GONCALVES, Alex Augusto. **Qualidade e segurança do pescado.** *Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)*, São Paulo, v.71, n.1, 2012.

SOUZA, J. M. L.; Sales, R. O.; Azevedo, A. R. **Avaliação do ganho de biomassa de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado.** *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* (v.3, n.1) p. 1 - 14 , 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. **Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará.** Fortaleza: Biblioteca Universitária, 2013.

VIDAL, Maria de Fátima; XIMENES, Luciano Feijão. **Produção de pescados na área de atuação do BNB**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 4, n.91, ago.2019. (Caderno Setorial ETENE).

VIDAL, Juliana Maria Aderaldo et al. **Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial**. Revista Ciência Agrônômica [online]. 2011, v. 42, n. 1

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. Boletim do Instituto de Pesca, 2006.

VIDOTTI, R.M., Gonçalves, G.S., Martins, M.I.E.G., 2011. **Farinha e Óleo de Resíduos de Tilápia: Informações Técnica e Econômica**. Jaboticabal: Funep.

VIDOTTI, R. M. **Silagem de Pescado**. In: Alex Augusto Gonçalves. (Org.). Tecnologia do Pescado. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 399 – 406.

VIDOTTI, RM, Lopes, IG. **Resíduos orgânicos gerados na piscicultura**. Pesquisa & Tecnologia 13: 1–6, 2016.

XIMENES, Luciano Feijão. **Produção de pescado no Brasil e no Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 5, n.150. jan. 2021. (Caderno Setorial ETENE, n.150)

ZAMORA-SILLERO J, GHARSALLAOUI A, PRENTICE C: **Peptides from fish by-product protein hydrolysates and its functional properties: an overview**. Mar Biotechnol, 20:118-130, 2018.