

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Michele Tolfo Soldi

UMA PROSPECÇÃO PARA A VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA INDÚSTRIA
PESQUEIRA

Florianópolis

2022

Michele Tolfo Soldi

**UMA PROSPECÇÃO PARA A VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA INDÚSTRIA
PESQUEIRA**

Proposta de Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.
Orientador: Prof. Dr. Acácio Antonio Ferreira Zielinski

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Soldi, Michele Tolfo
Uma Prospecção para a Valorização dos Resíduos da
Indústria Pesqueira / Michele Tolfo Soldi ; orientador,
Acácio Antonio Ferreira Zielinski, 2022.
51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Alimentos. 2. subprodutos. 3. resíduos.
4. tecnologia de pescado. 5. reaproveitamento. I.
Zielinski, Acácio Antonio Ferreira . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de
Alimentos. III. Título.

**UMA PROSPECÇÃO PARA A VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA INDÚSTRIA
PESQUEIRA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Alimentos e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação de Engenharia de Alimentos.

Florianópolis, 25 de julho de 2022

Prof. Dr. João Borges Laurindo
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Acácio Antonio Ferreira Zielinski
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Marcelo Lanza
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Germán Ayala Valencia
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

O Brasil, e sobretudo o estado de Santa Catarina, possui a pesca como um importante setor econômico. Durante muito tempo, a industrialização de pescados foi feita visando apenas o produto principal, no caso do peixe, o filé. A filetagem é um processo com baixo rendimento, pois na maioria das espécies o produto final sem pele é menos de 50% do peso inicial. Seus resíduos, portanto, são descartados ou empregados em produtos com baixo valor agregado. Atualmente, ainda há um grande desconhecimento acerca das possíveis destinações desse tipo de material, acarretando em um desperdício que pode causar sérios danos ecológicos. Esses subprodutos são muito ricos nutricionalmente, e possuem diversos compostos de interesse, como proteínas e ácidos graxos de cadeia longa, entre eles ômega-6 e ômega-3, além de vitaminas. Dessa forma, diversos estudos buscam alternativas de usos para esses rejeitos, que variam de processos mais conhecidos àqueles inovativos. Assim, o presente trabalho buscou analisar, de forma simplificada, a pesca e sua indústria, a problemática do descarte inadequado, e apresentar as diferentes destinações, que foram divididas entre as categorias de alimentação animal, energia e moda, alimentação humana e indústria biotecnológica e farmacêutica. Com tantas possibilidades de usos, que variam até mesmo em nível de tecnologia e investimento necessário, muitas indústrias podem fazer dessa a sua vantagem competitiva, agregando valor em algo que antes gerava custos.

Palavras-chave: subprodutos, resíduos, tecnologia de pescado, reaproveitamento

ABSTRACT

Brazil, and especially the state of Santa Catarina, has fishing as an important economic sector. For a long time, the industrialization of fish was done aiming only at the main product, in the case of fish, the fillet. Filleting is a low yield process, in most species the final skinless product is less than 50% of the initial weight. Its residues, therefore, are discarded or used in products with low added value. Currently, there is still a great lack of knowledge about the possible destinations of this type of material, resulting in a waste that can cause serious ecological damage. These by-products are very nutritionally rich, and have several compounds of interest, such as proteins and long-chain fatty acids, including omega-6 and omega-3, as well as vitamins. Thus, several studies seek alternative uses for these tailings, which range from better-known processes to innovative ones. Thus, the present work seeks to analyze, in a simplified way, fishing and its industry, the problem of inadequate disposal, and to present the different destinations, which were divided into the categories of animal feed, energy and fashion, human food and biotechnology industry and pharmaceutical. With so many possibilities for uses, which vary even in terms of technology and investment required, many industries can make this their competitive advantage, adding value to something that used to generate costs.

Keywords: by-products, residues, fish technology, reuse

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico quantificando as publicações sobre o tema por ano.	10
Figura 2. Fluxograma resumido do processo de filetagem da tilápia, apresentando as etapas e seus respectivos resíduos	15
Figura 3. Farinha de pescado.....	20
Figura 4. Fluxograma de produção da farinha de pescado.....	22
Figura 5. Fluxograma de produção da silagem	23
Figura 6. Produtos feitos a partir do couro de pescados.....	26
Figura 7. Fluxograma do processo de curtimento do couro	27
Figura 8. Biodiesel extraído de óleo de tilápia	29
Figura 9. Carne mecanicamente separada de peixe.....	32
Figura 10. Surimi congelado	33
Figura 11. Processo simplificado de produção do suplemento de óleo de peixe	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Rendimento da filetagem e peso médio do filé de diferentes espécies.....	14
Tabela 2. Comparação entre os valores obtidos para o rendimento do filé de tilápia do Nilo de diferentes autores	15
Tabela 3. Proporção de diferentes tipos de resíduos em relação ao pescado inteiro e do filé pronto.....	16
Tabela 4. Composição do filé e subprodutos da filetagem da tilápia.	18
Tabela 5. Comparação entre os valores obtidos para o rendimento do filé de tilápia do Nilo de diferentes autores	21
Tabela 6. Composição proximal (%) do resíduo de pescado, da farinha de silagem e da farinha de pescado comercial.....	24
Tabela 7. Comparação entre os valores obtidos para o rendimento do do hidrolisado protéico de pescado de diferentes autores	25
Tabela 8. Comparação entre os valores obtidos para o rendimento do filé de tilápia do Nilo de diferentes autores.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 O CENÁRIO ATUAL DA PISCICULTURA	13
3.2 A FILETAGEM.....	14
3.3 ORIGEM DOS RESÍDUOS DA INDÚSTRIA PESQUEIRA.....	16
3.4 ALTERNATIVAS DE USOS DOS RESÍDUOS DE PESCADO	18
3.4.1 DESCARTE E FERTILIZANTES	19
3.4.2 APLICAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	20
3.4.3 EMPREGO NO MERCADO DA MODA.....	26
3.4.4 USO NA GERAÇÃO DE ENERGIA	27
3.4.5 APLICAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA	30
3.3.6 USO NA INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA E FARMACÊUTICA.....	35
4 CONCLUSÃO.....	39
5 REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A pesca é um setor bastante expressivo no Brasil, e está em pleno crescimento. De acordo com a Associação Brasileira de Piscicultura (2020), em que foi registrada uma produção de 802.930 toneladas de peixes no ano de 2020, abastecendo o mercado interno e, também, exportações. Apesar disso, não há uma grande valorização desse produto por parte do consumidor brasileiro. No Brasil, o consumo de peixes pela população brasileira é, em média, de aproximadamente 9 kg/habitante/ano (MAPA, 2021), enquanto que dados de 2018 sugerem um consumo mundial de aproximadamente 20,5 kg/habitante/ano (FAO, 2021).

No consumo tradicional do peixe, há outras partes consumidas além do filé. Em comunidades de cidades litorâneas, como Florianópolis, as cabeças dos peixes são ingredientes para o pirão. A ova também é uma parte do peixe consumida, e bastante apreciada.

Ainda que em um modelo mais tradicional, é importante que o peixe seja tratado através da evisceração, pois o armazenamento com o coração e rins causa uma diminuição da vida de prateleira, devido a ação de bactérias e enzimas estomacais, além de um armazenamento em temperatura adequada.

As espécies mais produzidas de peixes para consumo doméstico e pela indústria são a tilápia e o tambaqui, seguidos por Tambacu e tambatinga, e ocorre principalmente nos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina, segundo dados de 2020 (EMBRAPA). Com a industrialização desses pescados, o principal beneficiamento é a filetagem, gerando uma quantidade alta de sub-produtos, que incluem cabeça, vísceras, carcaça, nadadeiras, pele e aparas, entre outros, chegando a até 72% na produção de filés sem pele (Kubitza, 2006).

Esses resíduos em geral possuem um baixo valor agregado, sendo, em sua maioria, transformados em farinha de peixe e óleo de pescado, utilizados na nutrição animal. Entretanto, possuem um alto valor nutricional, com valores expressivos de proteínas, ômega-6 e 3, minerais como cálcio, fósforo e ferro, e também vitaminas, como a A, D, e do complexo B (FELTES *et al.*, 2010). Pode se demonstrar um grande potencial para uso, inclusive na alimentação humana. É importante também pontuar que a sua composição sofre alterações em relação ao peso total do peixe (SILVA, *et al.*, 2009), e

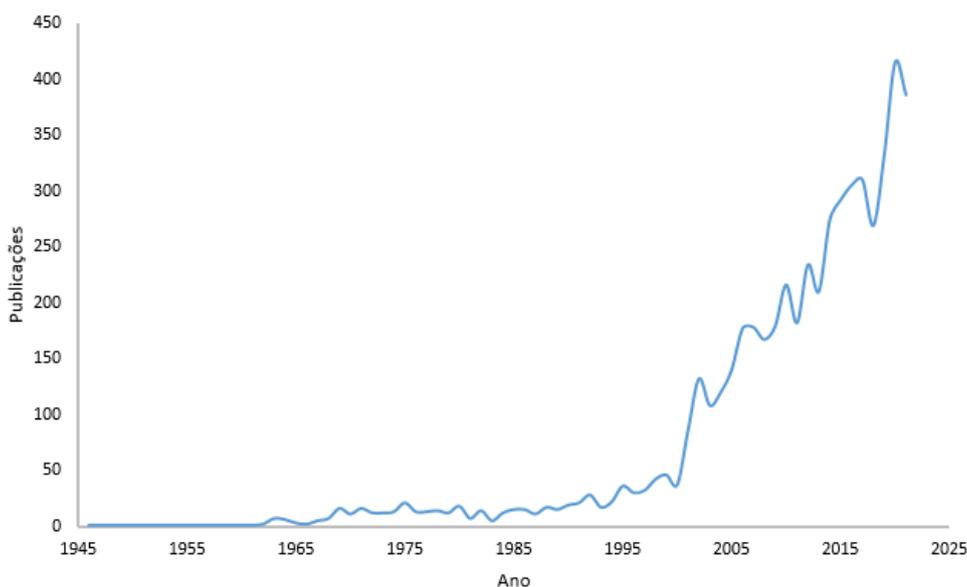
que esses resíduos possuem características específicas entre si, que demandam diferentes destinações e tratamentos para um reaproveitamento.

Além do potencial de transformação em produtos de maior valor, agregando receita a partir da transformação em novos produtos, é importante também levarmos em conta o impacto ambiental que esses subprodutos podem causar, caso sejam descartados sem um tratamento adequado. O Brasil é um país que ainda demanda muito investimento para diminuir os impactos dos seus descartes. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013), 3.344 municípios ainda fazem usos de locais impróprios para destinação final de resíduos.

Portanto, este é um assunto relevante de se apresentar sugestões, que podem trazer alternativas que alinhem um menor impacto ambiental e um avanço no sentido de desenvolvimento de novos produtos para a indústria alimentícia, principalmente quando levamos em conta aqueles destinados à saúde humana.

Podemos perceber essa relevância e tendência de aumento desse tipo de destinação a partir do gráfico abaixo, que demonstra os estudos publicados sobre o tema, a partir da pesquisa usando as palavras-chave “food waste” no site PubMed, onde são encontrados diversos artigos sobre o tema, principalmente sobre a destinação ao consumo humano, biotecnológico e farmacológico:

Figura 1 - Gráfico quantificando as publicações sobre o tema por ano.



Fonte: A Autora (2022).

A primeira publicação ocorreu no ano de 1946, e desde então, apesar de não manter uma taxa constante, há uma tendência de crescimento desse tipo de artigo. Mas ainda não há um número tão grande de artigos, o que indica que ainda há possibilidades a serem exploradas sobre o tema.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Prospectar alternativas para a valorização dos resíduos da indústria pesqueira em novos produtos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o processo de produção de pescados;
- Levantar os subprodutos do processo de filetagem;
- Discorrer sobre as aplicações mais comuns desses resíduos, assim como apresentar processos inovadores e estudos desenvolvidos;
- Apresentar perspectivas futuras de usos dos resíduos de pescados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O CENÁRIO ATUAL DA PISCICULTURA

Uma forte tendência de mercado atual é busca por alimentos mais saudáveis. Desta forma, há um destaque para a carne de peixes, que possui menores índices de gorduras saturadas e colesterol, em comparação à carne bovina e de frangos. Além disso, certos tipos de peixes são ricas fontes de ômega 3, essenciais na alimentação para regular os processos inflamatórios do corpo (WAITZBERG, 2007).

Mundialmente foram produzidas cerca de 179 milhões de toneladas de pescado em 2018, que tiveram seu valor estimado em US \$401 bilhões. A China sozinha se destaca por 35% dessa produção. Atualmente, 87% de toda produção é destinada a consumo humano, e, assim, o consumo per capita de pescados no mundo chegou a 20,5 kg/pessoa/ano em 2018 (EMBRAPA, 2020; FAO, 2021). No Brasil, não há uma estatística pesqueira oficial desde 2014, mas estima-se que foram produzidas 802.930 toneladas em 2020, um aumento de 5,93% em relação ao ano anterior, crescimento esse que também foi influenciado pela alta do dólar (SNA, 2021).

O aumento da produção de pescados se baseia principalmente na aquicultura. Por muitos anos não houve um crescimento da pesca, fato que mudou em 2018, com um aumento de 5,4% na captura de espécies marinhas, em um total de 96,4 milhões de toneladas, sendo que a China também foi o país líder. Entretanto, o crescimento extrativista não é sustentável, e podemos observar isso pelo declínio dos estoques pesqueiros “biologicamente sustentáveis”, que em 2017 chegou a 65,8%, podendo baixar a qualquer momento, por muitas dessas espécies estarem no limite máximo de captura. Na aquicultura, a produção é realizada em cativeiro, e em 2018 foram registrados 54,4 milhões de toneladas de peixes no mundo.

No Brasil, apesar de não estar entre os maiores exportadores de pescado do mundo, a indústria possui um alto padrão tecnológico, que pode ser comparada com grandes mercados de camarão e lagosta, como Estados Unidos e Japão. Entre os produtos de destaque, podemos citar o filé de pescado, seja no mercado interno ou na exportação (GIULIETTI, 1995).

O filé é uma das maneiras predominantes de consumo do peixe. Ele é um produto de alta praticidade, sendo vendido de forma praticamente pronta para a cocção, com

preparo muito simples e ainda assim pode ser comercializado por um baixo valor. Por isso, há um grande interesse na filetagem, que é a principal forma de industrialização de pescados.

3.2 A FILETAGEM

É chamado de filetagem o processo pelo qual o peixe é submetido para obtenção de filés, envolvendo diferentes operações unitárias. Não há uma maneira padronizada de realizar a filetagem, dessa forma existem divergências em relação ao melhor método, com resultados variáveis em termos de rendimento de filé, facilidade operacional e tempo de processamento (SOUZA, 2002). Esse rendimento também pode sofrer alterações em função do peso do peixe e de sua espécie, entre outros fatores.

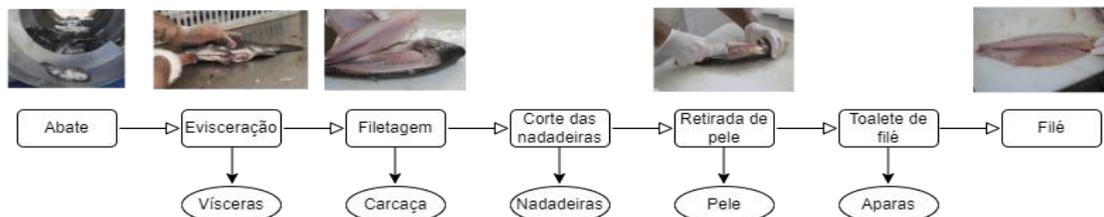
Tabela 1. Rendimento da filetagem e peso médio do filé de diferentes espécies.

Espécie	Rendimento sem pele (%)	Peso médio do filé (g)
Pescada (<i>Cynoscion</i> spp.)	48,92	107,08 ± 113,70
Robalo (<i>Centropomus</i>)	41,61	114,00 ± 27,26
Salteira (<i>Oligoplites</i> spp.)	37,54	110,66 ± 28,92
Sororoca (<i>Scomberomorus brasiliensis</i>)	59,63	299,64 ± 39,27

Fonte: adaptado de Quadros (2012).

Apesar de todas as possíveis variações, o rendimento do filé sem pele é, em média, 43%, em relação ao peso do peixe in natura. Em algumas espécies, encontramos a comercialização de filés com pele, e, neste caso há um rendimento maior, de cerca de 50,5% (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Figura 2. Fluxograma resumido do processo de filetagem da tilápia, apresentando as etapas e seus respectivos resíduos



Fonte: adaptado de Vidotti *et al.*, 2011.

Imagens: André Luiz Medeiros de Souza, 2018.

A tilápia é uma espécie muito expressiva na piscicultura, sendo quase 50% do pescado produzido em alguns lugares do mundo (FAO, 2016). Para a produção de filé de tilápia, o rendimento é baixo, em torno de 35 a 40% (FITZSIMMONS *et al.*, 2011), tendo uma enorme proporção de subprodutos gerados no processo, e a necessidade de atenção em relação a eles. Entretanto, o rendimento é algo que varia de acordo com muitos parâmetros, como o método de filetagem, o peso do animal, entre outros, sendo parte deles possivelmente ainda desconhecidos. Podemos visualizar isso na tabela abaixo, onde são comparados os resultados para diferentes estudos.

Tabela 2. Comparação entre os valores obtidos para o rendimento do filé de tilápia do Nilo de diferentes autores

Autor	Linhagem	Rendimento do filé (%)
Simões <i>et al.</i> (2007)	Chitralada	17,38
Leonhardt <i>et al.</i> (2006)	Tailandesa chitralada	36,51 ± 3,65
Leonhardt <i>et al.</i> (2006)	Nativa (Norte do Paraná)	38,00 ± 3,80
Aiura <i>et al.</i> (2004)	Não especificado	35,4 ± 0,74
Aiura <i>et al.</i> (2004)	Não especificado	36,0 ± 1,26*
Aiura <i>et al.</i> (2004)	Não especificado	36,1 ± 1,33**

* peixes alimentados com ração contendo sorgo com baixo tanino

** peixes alimentados com ração contendo sorgo com alto tanino

Arruda *et al.* (2005), elaboraram uma classificação dos resíduos da piscicultura, organizados em quatro categorias: alimentos para o consumo humano, ração para

animais, fertilizantes e produtos químicos. Outro tipo de classificação os divide em dois grupos, o primeiro dos produtos não destinados à alimentação humana, utilizados para consumo animal ou em fertilizantes, como vísceras, escamas e o esqueleto, inclusive a cabeça. Já o segundo grupo é daqueles que podem ser usados na fabricação de produtos para alimentação humana, como em empanados e embutidos, e aqui se enquadram a carcaça com carne aderida e as aparas durante o recorte dos filés (KUBITZA *et al.*, 2006). Porém, nos últimos anos, com o avanço das pesquisas na área, novas destinações foram encontradas, sendo, dessa forma, necessárias atualizações nas classificações.

Tabela 3. Proporção de diferentes tipos de resíduos em relação ao pescado inteiro e do filé pronto.

Resíduo	Pescado em Geral (%)	Peso médio do filé (g)
Vísceras	8 – 16%	8 – 12%
Pele Limpa	2 – 6%	3 – 4%
Escamas	2 – 4%	2 – 3%
Cabeça	12 – 25%	14 – 18%
Esqueleto com Carne Aderida	30 – 35%	28 – 30%

Fonte: adaptado de Kubitza *et al.* (2012).

Esses resíduos da indústria pesqueira, originados principalmente do processo de filetagem, como vísceras, carcaça, nadadeiras, pele e aparas, são bastante usados na produção de farinha e do óleo de pescado para nutrição animal (MADRID, 2016). Esse óleo é muito rico em ácidos graxos de alto valor nutricional, como, por exemplo, eicosapentaenoico (C20:5 EPA), docosapentaenoico (C22:5 DPA) e docosahexaenoico (C22: 6 DHA), (VALENZUELA *et al.*, 2012), o que mostra o seu grande potencial de uso.

3.3 ORIGEM DOS RESÍDUOS DA INDÚSTRIA PESQUEIRA

A evisceração é uma das primeiras etapas para garantir a conservação do pescado, já que as vísceras possuem alta atividade enzimática, que pode levar à

degradação mais rápida do alimento. Nas vísceras estão incluídos os tecidos conjuntivos, sendo eles estômago, intestino, fígado, pâncreas, baço, gônadas, entre outros. O descabeçamento pode ser feito antes ou depois da evisceração. Há uma grande dificuldade de obtenção de produtos destinados ao consumo humano a partir de vísceras e cabeças (SATO *et al.*, 2012), mas as vísceras internas se destacam como fontes de proteases, enzimas muito desejadas (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Na carcaça, uma grande quantidade de carne está contida entre as espinhas, que não é retirada durante a obtenção de filés. Pode ser feita uma remoção manual dessa carne, ou por meio de equipamentos específicos, gerando polpa ou Carne Mecanicamente Separada (CMS). O rendimento dessa carne, que possui elevado valor nutricional, é geralmente afetado pelas condições dos equipamentos, temperatura do meio e espécie do pescado, e pode superar 50% do peso do espinhaço. (SOUZA *et al.*, 2015; SATO *et al.*, 2012).

Apesar de serem produtos que, em geral, possuem um baixo valor agregado, a destinação de vísceras, cabeças e carcaças para obtenção de farinha e óleo de peixes pode ser de interesse para o processo produtivo, visto que, para esse tipo de produtos, esses resíduos não necessitam ser separados (SATO *et al.*, 2012). Apenas as escamas não são usadas para esse tipo de destinação (VIDOTTI *et al.*, 2006).

As nadadeiras são consideradas, junto com cabeça, cauda, barbatanas, nadadeiras e vísceras internas, sem valor econômico. Os seus usos são mais restritos, mas já são conhecidas maneiras de fazer o seu reaproveitamento, geralmente em conjunto com outros subprodutos (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A pele, que serve como proteção para os pescados, possui um alto teor de colágeno, o que a torna interessante para a produção de gelatina, através da hidrólise (SATO *et al.*, 2012). Além disso, seu uso em roupas e sapatos e outros adornos, com os processos adequados, pode resultar em tecidos similares ao couro de bovinos, ou estampas que evidenciam as escamas dos peixes. As escamas, separadas da pele, podem ser aplicadas em artesanatos.

As aparas, ou rebarbas, são parte do filé do pescado, separadas em função da padronização do seu formato e retirada de espinhos. São chamadas de aparas dorsal, ventral, e do corte em “v”, em função da sua localização. Por serem cortes do filé, possuem características similares a ele, e podem ser usadas para elaboração de polpa ou CMS. Por serem retiradas de diferentes partes do peixe, não possuem as características

nutricionais, sendo o corte em “v” mais rico em proteínas (VIDOTTI *et al.*, 2006). Em peixes que possuem espinha em formato de “y”, esse corte deve ser feito de maneira diferente.

Tabela 4. Composição do filé e subprodutos da filetagem da tilápia.

	Umidade (g/100g)	Gordura (g/100g)	Proteína (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Colágeno (g/100g)
Filé	78,42	1,58	19,02	1,12	1,55
Pele	72,34	6,31	18,72	0,73	9,55
Cabeça	64,08	16,79	13,64	6,22	4,18
Vísceras	45,70	47,34	6,48	0,76	0,40
Espinhaço	64,43	15,15	15,19	5,48	4,32
Rebarba	64,71	20,08	13,97	0,89	-
Corte V	76,67	2,59	18,65	1,61	-

Fonte: adaptado de Sato *et al.* (2012).

A Tabela 4 demonstra que, para além do filé, há diversos subprodutos da tilápia que permitem agregar valor ao pescado.

3.4 ALTERNATIVAS DE USOS DOS RESÍDUOS DE PESCADO

Atualmente já existem destinações bastante diversas para os resíduos de pescados, mas esse conhecimento não é tão difundido e as políticas públicas pesqueiras no Brasil caminham lentamente (COSTA *et al.*, 2016). As indústrias ainda realizam o descarte desses subprodutos, ou focam em algumas destinações específicas. Com o aumento, ano a ano, do consumo de peixes em escala mundial, há um grande potencial nessa reutilização, que pode se tornar um diferencial competitivo.

Segundo Júnior *et al.* (2016), que realizou uma avaliação de resíduos de pescados em feiras livres de Marabá, Pará, na ocasião todos os amostrados afirmaram que

o destino final dos resíduos de seus pescados seria o aterro municipal, sem tratamento adequado. Entretanto, a tendência é de que esse cenário venha melhorando com o tempo, visto que em 2010 foi sancionada a Lei nº 12.305, instituindo Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e em 2020, o chamado “Marco do Saneamento”, Lei nº 14.026, de 15/07/2020, definindo que devem ser elaborados planos intermunicipais para uma destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos, até 2024 (Brasil, 2020).

Considerando a criação dessas leis, que cada vez mais barram o descarte irregular e nocivo ao meio ambiente, a tendência de economia circular que tem crescido no mercado, e a procura de empresas por produtos diversificados e constantes inovações, acredito que possamos observar cada vez mais um desenvolvimento de processos que transformem esses resíduos de pescados em produtos com aplicações diversificadas e um maior valor agregado.

3.4.1 DESCARTE E FERTILIZANTES

Muito se discute o impacto ambiental causado por lixões ou aterros sanitários. No caso de pescados, os resíduos comumente não são destinados a esses lugares, sendo encontrados nos próprios locais onde a pesca ou aquicultura é praticada, abandonados a céu aberto (COSTA *et al.*, 2016), ou mesmo jogados em rios e mares.

Os lixões são considerados o pior local para descarte desses rejeitos, pois não há nenhum tipo de controle sobre esses rejeitos. Em comparação, os aterros sanitários, em geral, são alternativas que causam um menor impacto, pelo descarte ser feito em solo impermeabilizado, com sistema de drenagem para o chorume (FADINI *et al.*, 2001).

Os aterros sanitários são amplamente utilizados por serem uma alternativa com um baixo custo a curto prazo, e poderem ocupar áreas já degradadas. Mas além de possuírem uma vida útil curta, os materiais recicláveis ali descartados não podem ser reutilizados, são capazes de causar problemas similares aos de lixões, além de liberar gases mesmo após a sua desativação (FADINI *et al.*, 2001). Isso porque o descarte desse material, quando feito de forma indevida, pode poluir os recursos hídricos, o solo e o ar, e favorecer o surgimento de patógenos.

A incineração também é uma possibilidade para o descarte de resíduos de pescados, usada principalmente com material perigoso, que em sua maioria é destruído, assim como a maioria do material orgânico. Em termos de potencial poluente, além de

lançar gases contaminantes na atmosfera, as cinzas resultantes da incineração acumulam substâncias tóxicas. Quando um processo de incineração ocorre, dependendo do material que for queimado, pode haver a formação de furanos e dioxinas, que são tóxicas, e estudos às ligam a problemas da saúde, como câncer (FADINI *et al.*, 2001).

Usinas de compostagem podem ser uma alternativa vantajosa se aplicada com eficiência. Os resíduos de pescado cumprem a função de material fermentativo, mas é necessária uma atenção com os micro-organismos patogênicos e metais pesados, que podem ser fontes de contaminação. Em contrapartida, há uma possibilidade importante do uso desse material resultante do processo como uma rica fonte de matéria orgânica, servindo como adubo na agricultura. Também é possível que haja inconvenientes em áreas próximas, causados principalmente por odor desagradável, insetos e roedores (FADINI *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2018).

3.4.2 APLICAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Historicamente, o uso na alimentação animal tem sido uma das principais destinações dos resíduos de pescados, em especial na forma de farinha de peixe, que foi, durante anos, a fonte proteica de origem animal mais empregada nas dietas balanceadas para peixes. Entretanto, apesar de ser uma matéria-prima com diversos benefícios ao organismo marinho, o preço da farinha de peixes tem aumentado no mercado mundial, com uma demanda maior do que a produção (PEZZATO, 1995). Dessa forma, muitos estudos têm surgido para identificar ou elaborar fontes de proteínas alternativas, considerando aspectos nutricionais e econômicos (FURUYA, 2000).

Figura 3. Farinha de pescado



Fonte: Panorama da Aquicultura (2018).

Segundo o RIISPOA, Regulamento Industrial de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal, a 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. Pode ser classificada em dois grupos, de acordo com as suas características, sendo eles: farinha de primeira qualidade ou tipo comum, contendo, no mínimo, 60% de proteína e no máximo 10% de umidade, 8% de gordura, 5% de cloretos expressos em NaCl e 2% de cloretos expressos em areia; e farinha de segunda qualidade, que deve apresentar, no mínimo, 40% de proteína e no máximo 10% de umidade, 10% de gordura, 10% de cloretos expressos em NaCl e 3% cloretos expressos em areia (BRASIL, 1952).

A farinha de pescado é um produto que pode ser fabricado a partir de diferentes matérias-primas, variando entre o peixe inteiro e seus diversos resíduos, passando por diferentes espécies. Por isso, conforme a classificação estabelecida pelo governo do Brasil em conta, podemos observar abaixo que não são todos os subprodutos que resultam em algo que poderia ser considerado farinha. Uma solução para isso poderia ser a mistura entre mais de um tipo de resíduo.

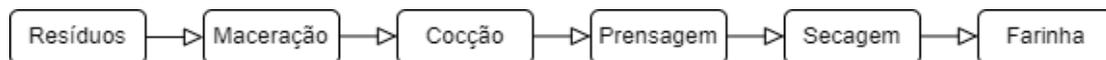
Tabela 5. Comparação entre os valores obtidos para o rendimento do filé de tilápia do Nilo de diferentes autores

Autor	Matéria-prima	Umidade (%)	Lipídios (%)	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)
Leitão <i>et al.</i> (2015)	Pele de Tambaqui	6,885	7,547	4,172	24,036	57,360
Silva <i>et al.</i> (2011)	Carcaças de Aracu	22,4	45,15	0,02	25	não informado
Petenuci <i>et al.</i> (2008)	Espinhaço de Tilápia	14,2 ± 0,10	25,3 ± 0,16	40,8 ± 0,15	18,3 ± 0,08	não informado
Stevanato <i>et al.</i> (2007)	Cabeça de Tilápia	6,0 ± 0,09	35,5 ± 0,16	38,4 ± 0,12	19,4 ± 0,14	não informado

Fonte: A Autora (2022).

A farinha de peixe é o subproduto mais elaborado a partir de pescados, e possui função de enriquecimento, balanceamento e palatabilidade nas rações animais. É um produto rico em proteínas, sais minerais, e vitaminas B2 e B12, entretanto, tem problemas com odor e efluentes. Sua fabricação ocorre a partir do cozimento do produto sólido (eliminando bactérias e separando o óleo), que pode ser o pescado inteiro ou seus resíduos, que em seguida é prensado, seco e triturado (ESPÓSITO, 2014).

Figura 4. Fluxograma de produção da farinha de pescado

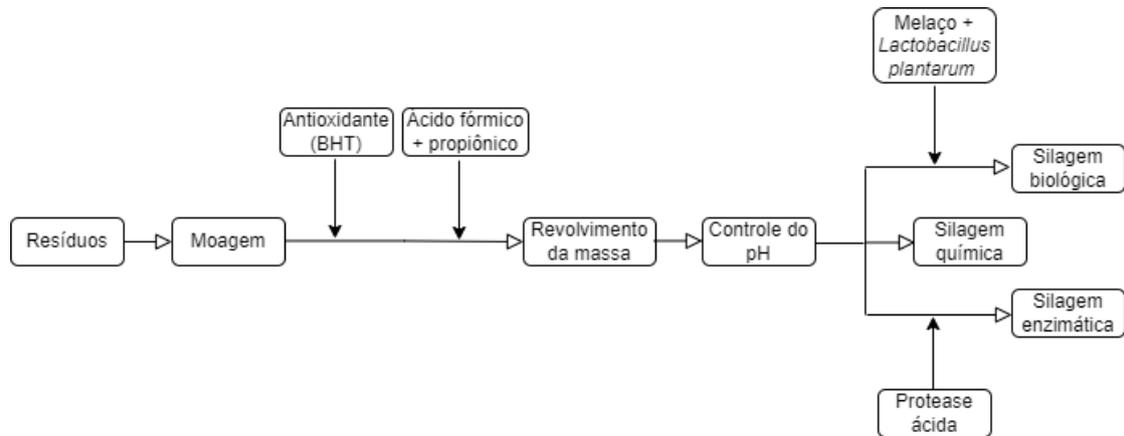


Fonte: Adaptado de Espósito (2014).

A ensilagem¹ é um método antigo, pode ser feita com o pescado inteiro ou em partes, e tem como finalidade um aumento na conservação dessa matéria-prima. A silagem ácida ocorre pela adição de ácidos orgânicos e/ou minerais, enquanto que na versão biológica, são adicionados microrganismos produtores de ácido lático. Os dois métodos podem ser combinados e causam redução no pH, o que ocasiona na ação das enzimas naturais do pescado e também daquelas adicionadas, por meio da silagem enzimática, e é esse efeito que causa a hidrólise proteica, criando um produto que, além de abundante em proteínas, também possui peptídeos de cadeia curta e aminoácidos livres (BORGHESI *et al.*, 2007). Esse processo resulta em uma espécie de massa liquefeita, que pode ser usada como palatabilizante ou mesmo substituir parcialmente a farinha de peixe, apresentando maior digestibilidade. Tem como vantagem ser uma tecnologia simples, que não depende de escala, e é relativamente barata (SUCASAS *et al.*, 2012).

¹ Alguns autores chamam o processo que produz a silagem de ensilagem, enquanto outros os nomeiam também como silagem. Para diferenciar ambos, usaremos as nomenclaturas divergentes

Figura 5. Fluxograma de produção da silagem



Fonte: Adaptado de Espósito (2014).

A silagem tem uma composição semelhante à matéria prima utilizada e pode ser estocada por até um mês sem alterações significativas, entretanto essa estocagem é difícil, assim como seu transporte. Outro ponto negativo é o fato de que é um produto volumoso (SUCASAS *et al.*, 2012). Esse processo também é uma importante alternativa por poder ser feito com vísceras de peixes, matéria prima que possui uma vida de prateleira curta, e destinações limitadas. Em formulações de rações, ela deve ser aplicada na proporção de até 30% do total da massa, e, quando usada como substituta da farinha, deve ser combinada com outras farinhas de origem animal e ingredientes como farelo de soja, concentrado proteico de soja, milho e óleo de soja.

É importante também ressaltar que a silagem pode ser usada para fins diferentes da alimentação animal, como na obtenção da farinha de silagem, óleo de peixe, fertilizantes e produtos farmacêuticos, e é um produto com alto valor nutritivo, rico em ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 (DHA e EPA) e vitaminas (OLIVEIRA *et al.*, 2020; ESPÓSITO, 2014).

Na tabela 6, podemos observar a composição proximal, em base seca, com média de três repetições, do resíduo de pescado, da farinha de silagem e da farinha de pescado comercial. Não houveram alterações significativas nos teores de proteína bruta, minerais totais e extrato etéreo. A farinha comercial possui uma etapa de retirada do óleo, e por isso o seu teor de extrato etéreo foi menor do que o da farinha de silagem, em que essa etapa não ocorre. Os valores encontrados também foram similares em relação aos macro elementos, havendo maiores diferenças apenas no cálcio e ferro (ENKE *et al.*, 2019).

Tabela 6. Composição proximal (%) do resíduo de pescado, da farinha de silagem e da farinha de pescado comercial

Amostra	Umidade	Proteína Bruta	Extrato Etéreo	Minerais Totais
Resíduo de Pescado	78,42	1,58	19,02	1,12
Farinha de Silagem	72,34	6,31	18,72	0,73
Farinha de Pescado	64,08	16,79	13,64	6,22

Fonte: Adaptado de Enke *et al.* (2019).

De acordo com Enke *et al.* (2009), a inclusão de aproximadamente 30% de farinha de silagem de resíduos de pescados melhorou o desempenho de juvenis de jundiá, sem afetar a sua sobrevivência e a qualidade da água, o que demonstra um bom desempenho desse tipo de produto.

Apesar da silagem poder ser considerada um tipo de hidrolisado, desse segundo produto espera-se um grau maior de hidrólise, e conseqüentemente de proteína (cerca de 90%). Para sua obtenção, são usadas enzimas exógenas, de fontes vegetais, microbianas, e/ou animais, que cumprem a função de catalisadores biológicos. Isso é o que difere da silagem, que ocorre de forma mais lenta, com ação somente das enzimas presentes naturalmente (ESPÓSITO, 2014).

O procedimento pelo qual os resíduos são submetidos deve passar por um controle de pH, temperatura e de outras variáveis. O hidrolisado protéico tem como vantagens a sua alta digestibilidade, e hipoalergenicidade. O processo, devido ao uso de enzimas específicas, permite um controle das características do produto final, e da taxa de hidrólise, e pode ser realizado sob condições moderadas. Esse alimento possui duas frações, sendo a solúvel destinada ao consumo humano, e a insolúvel empregada em ração animal (ESPÓSITO, 2014). Como podemos perceber na tabela abaixo, a matéria-prima utilizada, assim como o método de hidrólise, tem uma grande relação com o teor de proteínas do produto final.

Tabela 7. Comparação entre os valores obtidos para o rendimento do do hidrolisado protéico de pescado de diferentes autores

Autor	Espécie/ Corte	Tipo de Hidrólise	Proteína (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)
Martins <i>et al.</i> (2009)	Corvina	Ácida	86,94	3,47	<1
Martins <i>et al.</i> (2009)	Corvina	Enzimática *	50,15	30,43	12,98
Martins <i>et al.</i> (2009)	Corvina	Enzimática **	47,09	23,37	16,84
Veit <i>et al.</i> (2013)	Tilápia do Nilo	Enzimática ***	13,6 ± 0,1	3,5 ± 0,2	2,7 ± 0,1
Veit <i>et al.</i> (2013)	Tilápia do Nilo	Enzimática ****	14,6 ± 0,2	2,8 ± 0,0	2,0 ± 0,1
Ferreira <i>et al.</i> (2020)	Tilápia do Nilo (carcaça inteira)	Enzimática **	41,65	49,76	4,22
Ferreira <i>et al.</i> (2020)	Tilápia do Nilo (carcaça s/ vísceras)	Enzimática **	52,07	45,70	4,73
Ferreira <i>et al.</i> (2020)	Tilápia do Nilo (carcaça limpa)	Enzimática **	48,32	47,99	6,77

* uso da enzima Flavourzyme

** uso da enzima Alcalase

*** uso da enzima Protamex®

**** uso da enzima Brauzyn®100

Fonte: A Autora (2022).

Levando em conta a produção mundial, cerca de 50% da farinha de pescado é empregada na produção de ração dos próprios organismos aquáticos. Mas outras espécies também podem ser beneficiadas com o uso em sua alimentação. Novello *et al.* (2007) estudou o uso de farinha de peixes na alimentação de frangos. O resultado foi positivo, pois o desempenho tecnológico se manteve, enquanto que o custo da ração foi inferior. Silva *et al.* (2003) analisou a adição da silagem na alimentação de suínos em crescimento,

e constatou que a adição em até 6% não alterou o desempenho e nem o sabor da carne de leitões e leitoas. Por outro lado, como já citado, o custo da farinha de peixe é alto em comparação ao da silagem, que apresenta também outras vantagens. Edney *et al.* (2002) investigaram a substituição da farinha de peixe pela silagem, na alimentação de girinos de rã-touro, concluindo que, pelos parâmetros analisados, pode haver a substituição de 50% da farinha de peixe pela silagem ácida.

3.4.3 EMPREGO NO MERCADO DA MODA

O fato de que a indústria do couro é considerada agressiva ao meio ambiente é amplamente conhecido e debatido. Além das questões que envolvem a própria criação dos animais (que varia de acordo com a região), existe um grande gasto de água durante o processo, e a geração de efluentes que devem ser tratados. Por isso, não é recente a busca por produtos alternativos que sejam similares, mas com alguns obstáculos, como a diferença na consistência e durabilidade. Entre esses produtos temos o couro de peixes, que apresenta diversas características positivas.

Apesar de termos a impressão de ser uma novidade, algumas grandes marcas nacionais e até mesmo grandes marcas do exterior já usam esse tipo de couro, como a italiana Salvatore Ferragamo. Esse tipo de couro é considerado exótico, como o de espécies que passam por risco de extinção, e conceituado como superior ao do couro de boi, em virtude da forma de suas fibras colágenas. Também possui como fatores positivos a sua alta resistência, aspecto peculiar e aplicabilidade em diversos produtos (ÁVILA, 2018).

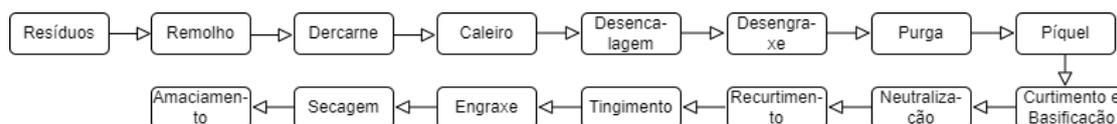
Figura 6. Produtos feitos a partir do couro de pescados



Fonte: Adaptado de Franco (2012).

A pele é transformada em couro pelo curtimento, processo em que ocorre a separação das fibras, devido à remoção do material interfibrilar e ação de produtos químicos ou vegetais, e também a preservação da putrefação (promovida por agentes autólitos bacterianos ou intrínsecos), a partir da reação das fibras colágenas com agentes curtentes (FRANCO, 2012).

Figura 7. Fluxograma do processo de curtimento do couro



Fonte: Adaptado de Franco (2012).

Considerando que o curtimento é um ponto crítico, em termos de sustentabilidade, do processo convencional de obtenção de couro, existem adaptações que podem ser realizadas para que a técnica aconteça de forma sustentável. Inclui-se aí a troca do cromo por tanino vegetal, querosene por desengraxante biodegradável e o sulfato de amônia por dekalon (combinação de sais inorgânicos e ácidos orgânicos (ÁVILA, 2018).

3.4.4 USO NA GERAÇÃO DE ENERGIA

Entre as discussões sobre questões do meio ambiente e sustentabilidade atuais, uma das mais presentes é a questão do consumo excessivo do petróleo. Além dos produtos que são derivados desse combustível fóssil, é uma das fontes de energia mais utilizadas no mundo, dando origem a diversos subprodutos, entre eles a gasolina e o óleo diesel. Mas, além do fato dessa ser uma fonte esgotável, a sua queima gera emissão de gases nocivos na atmosfera. Assim, tem sido estudadas e desenvolvidas alternativas que sejam mais adequadas à longo prazo, e entre as matérias primas que podem ser aplicadas na geração de energia renovável, estão os resíduos de pescados (PITTIGLIANI, 2014).

Durante o processo de produção da farinha de peixe, entre os processos de cozimento e prensagem, a fração líquida é removida da corrente principal, misturada e centrifugada a 80°C, resultando no óleo de peixe. Ele também pode ser obtido através de peixes inteiros, vísceras e peles. As vísceras são consideradas boas matérias primas para essa finalidade, por ter um alto teor lipídico (variando em quantidade dependendo da

espécie), e a simples trituração, seguida pela decantação, são capazes de extrair o óleo (HIGUCHI, 2015; SOUZA, 2014). O óleo de peixes possui diversas aplicações, entre elas a alimentação animal, humana, e até mesmo em suplementos. Na sua composição, que varia de acordo com a espécie analisada, se destaca a presença de ácidos graxos ômega 3 (que pode ser de até 35% do total de lipídeos), principalmente eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) (HIGUCHI, 2015). Entretanto, devido às impurezas que podem estar presentes no pescado, e conseqüentemente no óleo, como metais pesados e dioxinas, a extração dos ácidos graxos poli-insaturados para uso humano em geral, pode se tornar inviável. Dessa forma, a produção de biodiesel se mostra uma boa aplicação (SOUZA, 2014).

É definido como diesel o combustível fóssil, formado a partir, majoritariamente, de hidrocarbonetos originado do petróleo cru. O biodiesel é um biocombustível feito a partir da biomassa, de origem vegetal e animal, e por isso é muito usado na agricultura, podendo contribuir com os custos de produção. Não é considerado um substituto, mas pode ser usado no transporte em veículos e geradores de energia com motor a diesel (sem que este precise passar por qualquer tipo de adaptação), de forma parcial ou total (SEBRAE, 2013).

Ainda que as principais fontes de biodiesel atualmente venham de fontes vegetais, a destinação de resíduos de pescados nesse tipo de biocombustível é muito interessante, pois, além de dar uma finalidade diferente a produtos que poderiam agredir o meio ambiente, caso descartados inadequadamente, podem auxiliar na solução de outro problema ambiental, que é o uso de energias não renováveis, podendo assim colaborar na diminuição de lançamentos de gases do efeito estufa. Destaca-se também a favor desse uso, o fato de não ser necessário o uso de terras para produção desse tipo de energia, considerado como algo negativo nos biocombustíveis de primeira geração. Estima-se que, a cada 1kg de biodiesel usado, 3kg de dióxido de carbono deixam de ser lançados na atmosfera (SOUZA, 2014, SEBRAE, 2013).

A produção de biodiesel é feita pela reação de transesterificação, onde triglicerídeos (os óleos extraídos de fontes animais ou vegetais) reagem com um álcool, sendo convertidos em ésteres de ácidos graxos e em glicerina, que é o subproduto da reação. Para o óleo de tilápia, a reação é feita com o metanol (proporção 5:2), e KOH (que age como catalisador, a 1%), passando por agitação durante 30 minutos a 60°C. Em

seguida, o produto da reação, que é uma mistura entre biodiesel e glicerina, ficam em repouso por 24h em funil de decantação, e são separados (SOUZA, 2014).

Figura 8. Biodiesel extraído de óleo de tilápia



Fonte: Pesca Amadora (2016).

Apesar de ser uma destinação alternativa para óleos que não possam ser indicados para uso humano, isso não significa que a sua atribuição para o biodiesel seja livre de requisitos. Por isso, é importante que sejam verificados os índices de acidez, iodo, saponificação, peróxido e ácidos graxos livres (SOUZA, 2014).

Zanette (2009) classificou o biogás como uma mistura gasosa, produzida a partir da decomposição anaeróbica de materiais orgânicos, que é constituída primariamente de metano e dióxido de carbono, contendo também pequenas quantidades de ácido sulfídrico e amônia. Geralmente é saturada com vapor d'água. Pode conter outros gases, material particulado e compostos orgânicos. Ele pode ser usado para gerar energia. Implementar um projeto de geração de biodiesel pode ter um valor inicial alto, mas pode levar propriedades rurais a diminuir consideravelmente o gasto com energia elétrica e térmica.

A digestão anaeróbia tem se mostrado eficiente em muitos usos para tratar resíduos sólidos e efluentes líquidos ricos em matéria orgânica, podendo ser usada no tratamento de efluentes industriais e domésticos, além de manejo de aterros, reutilização de resíduos como fertilizantes e firmamento de lodos de efluentes. Hoje, são mais usados em sistemas agrícolas de tratamento de efluentes, e empregados na geração de eletricidade e produção de calor. Esse tipo de digestão é composta por três etapas: hidrólise, fermentação (ou acidogênese) e metagênese (ZANETTE, 2009).

A digestão anaeróbia, com o uso de resíduos de pescados como substrato é sensível a variações de pH, afeta o volume de metano produzido, que diminui com o

aumento do pH. Outros fatores que também podem afetar essa operação são os ácidos orgânicos, o nitrogênio amoniacal e a amônia livre (SOUZA, 2014).

Destacam-se como benefícios do tratamento anaeróbio a menor demanda de nutrientes e geração de biomassa, maior carga volumétrica, além de poder ser usado no tratamento da maioria dos compostos orgânicos, o que faz com que seja aplicado em muitos casos, como esgoto e lodo. Outra vantagem é o balanço energético da reação, que pode ser favorável. Entretanto, em termos de desvantagens, podemos observar o extenso período de execução, a possibilidade de corrosão causada pelos gases resultantes, assim como odores desagradáveis desses fluidos e sensibilidade a compostos tóxicos (ZANETTE, 2009).

3.4.5 APLICAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Uma das mais fortes tendências atuais na alimentação humana é a saudabilidade. A busca por alternativas alimentares que tenham uma maior qualidade nutricional, e que incluam na alimentação lipídeos de alto interesse, principalmente aqueles do tipo ômega-3, que exercem a importantíssima função de regular a inflamação do corpo, tem sido cada vez maior. Por isso, o uso de resíduos da indústria de pescados é uma opção bastante viável, que apesar de sofrer certas limitações devido à matéria prima escolhida em si, e sua qualidade, pode resultar em um produto com baixo valor e características sensoriais desejadas.

Diversos estudos propõem a adição de CMS e farinha de peixes na alimentação escolar, onde as preparações à base de peixes ainda são pouco exploradas. A alimentação escolar é uma política pública importante, que gera uma maior segurança alimentar para crianças e adolescentes. Esse é um uso vantajoso do ponto de vista nutricional e financeiro, mas os seus benefícios demonstram que podem também ser usados em alimentos comerciais.

O consumo de peixes no mundo, como já comentado, deve continuar crescendo nos próximos anos. A saudabilidade é uma forte tendência alimentar, mas parte dos consumidores ainda é resistente ao sabor marcante dos peixes e outros frutos do mar. Por isso, uma alternativa é a aplicação em preparações que não mantêm esse sabor de maneira tão predominante, e podem ser feitas com a farinha de pescado e CMS, resultando em diversos alimentos.

Casetta *et al.* (2022) estudou a avaliação sensorial de pães enriquecidos com farinha de carcaça de tilápia, comparando diferentes metodologias. A farinha de peixe foi acrescida na proporção de 7%, em relação à massa total, e as três diferentes receitas com acréscimo de diferentes tipos de farinha de pescado tiveram uma boa performance, em termos nutricionais, com o acréscimo (em dois dos três casos) do teor de proteínas e cinzas, diminuição dos lipídeos, diminuição dos carboidratos e do valor calórico, apesar da porcentagem de cinzas ter aumentado. A análise sensorial não trouxe resultados acima da amostra de controle (sem farinha de peixe) para nenhuma das preparações. Quando comparamos apenas pães com o enriquecimento, não houve diferenças significativas em termos de intenção de compra, mas a aceitação foi melhor no caso da farinha cozida, quando comparada à versão cozida e aromatizada e apenas aromatizada. Outros estudos similares também apresentarem tendências negativas para os atributos sensoriais avaliados, sendo mais extremos nos casos em que a inclusão da farinha foi realizada em maiores porcentagens, variando também conforme o tipo de farinha utilizada (CASSETA *et al.*, 2022).

Um alimento que se mostrou mais promissor para a adição de farinha de resíduos de pescados foi a sopa. Stevanato *et al.* (2007) optaram por analisar a preparação com uso da farinha de cabeça de tilápia, que é uma das partes do peixe mais descartadas. Essa farinha apresentou um grande valor nutritivo, com alto teor de proteínas, cinzas e lipídeos. Com a farinha, todos os ácidos graxos do tipo ômega-3 ficaram mais concentrados, mas principalmente os ácidos LNA, EPA e DHA. A avaliação sensorial foi testada em crianças do ensino fundamental, apresentando excelente aceitação. Por se tratar de um resíduo do peixe com dificuldade de obtenção de produtos derivados, esse é um resultado bastante significativo (SATO *et al.*, 2012).

A gama de aplicações da farinha é bastante grande, podendo ser incluída inclusive em preparações doces, aumentando a qualidade nutricional do alimento. Esses produtos, em geral, não demonstraram sofrer oxidação lipídica facilmente, uma grande preocupação em derivados de peixes. Entretanto, as avaliações sensoriais nem sempre são favoráveis, dependendo da proporção de farinha adicionada, tipo de farinha e de preparação do produto final.

A CMS² pode ser preparada a partir de uma espécie, ou da mistura de diferentes espécies com características sensoriais similares entre si. A parte comestível é separada da pele, cabeça, vísceras e ossos. Pode ser usado para obter embutidos, empanados, hambúrguer, almôndegas, nuggets, etc. (RODRIGUES, 2018).

Figura 9. Carne mecanicamente separada de peixe



Fonte: Portal do Pescado (2014).

Entre os produtos mais inovadores, está o *hot fish*, produto que visa substituir a salsicha de cachorros quentes por um produto a base de CMS de pescados, uma alternativa mais nutritiva e saudável, comparada ao tradicional. Em termos sensoriais, conforme analisado por Rodrigues (2018), foi considerado um produto com boa aceitação em todos os atributos, além de também ter um bom resultado de intenção de compra.

A CMS pode servir como matéria para vários produtos com um alto valor agregado, trazendo alternativas mais saudáveis para o mercado. Soma-se a isso o fato de que o seu rendimento é, em média, de 10 a 20% mais alto do que o do filé. Por isso, vários alimentos têm sido desenvolvidos, entre eles a mortadela e o patê (RODRIGUES, 2018).

Outro conceito importante é o de surimi, que pode ser confundido com a polpa e a CMS, mas possui algumas singularidades que diferem. Surimi é um concentrado proteico, com aparência de pasta branca, insípida e inodora. É feito a partir de carne do pescado ou seus subprodutos, moída, submetida à lavagens consecutivas (que eliminam gordura, substâncias aromáticas e proteínas solúveis em água), drenada e estabilizada por

² Há algumas divergências entre o conceito de polpa e CMS. Alguns autores consideram iguais, enquanto outros julgam que a polpa é a carne extraída do espinhaço e as aparas, enquanto a CMS é apenas a carne do espinhaço. Para mais fácil compreensão, iremos considerar que as aparas fazem parte da carne mecanicamente separada.

crioprotetores (DAMASCENO *et al.*, 2014; BARRETO *et al.*). Em geral, a matéria prima para esse produto é provinda de pescados de cor branca,

Dois pontos importantes na produção de surimi são a quantidade de lavagens a que ele é submetido e a quantidade de amido acrescentada. Damasceno *et al.* (2014), que estudou essa influência, formulando a pasta a partir de CMS de tambaqui, concluiu que a quantidade ideal de lavagens é de três ciclos, com adição de 10% de amido de milho. A adição do amido no surimi e/ou em produtos que o usam como base ocorre pela sua capacidade de alteração da textura, aumento da estabilidade durante o congelamento e descongelamento, além de motivos financeiros (BARRETO *et al.*).

Figura 10. Surimi congelado



Fonte: Shaviklo (2006).

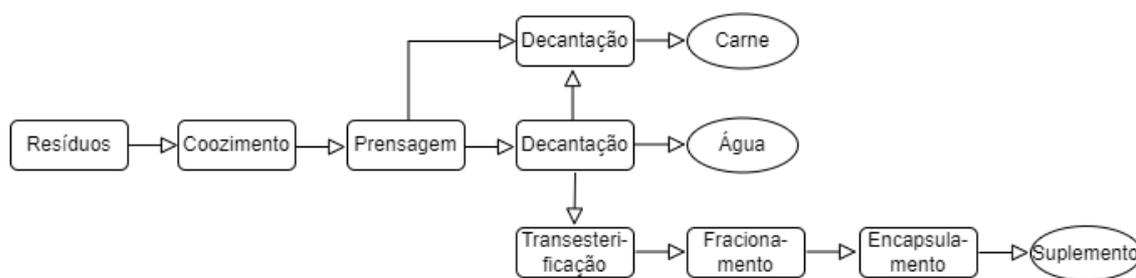
Algumas das propriedades tecnológicas do surimi são muito estimadas, como a grande capacidade de retenção de água (propiciando produtos com diferentes texturas), formação de géis estáveis, elasticidade, coesividade, capacidade de atuar como estabilizante (em emulsões) e dispersante (BARRETO *et al.*). Esse produto não é muito fabricado no Brasil, sendo mais comum em países asiáticos, e é a partir dele que são produzidos diversos alimentos populares nessa região, como o kani. O surimi, após passar pelos seguidos processos de lavagens, basicamente não tem sabor, e por isso esses produtos são acrescidos de aromatizantes, que conferem a eles sabores característicos.

Recomendações de que o consumo de ômega 3 deve ser aumentado são diversas e muitos países têm a ingestão abaixo do recomendado. Isso ocorre principalmente pelo baixo consumo de peixes pela maioria dos países ocidentais. Apesar do consumo por meio de suplementos não ter se mostrado uma alternativa ideal, o óleo de peixe é a mais consumida fonte de EPA (ácido eicosapentaenoico) e DHA (docosahexaenoico), que são os ácidos graxos conhecidos por proporcionarem os benefícios devido à ligação ômega

3. Por isso, o consumo de alimentos enriquecidos com óleo de peixe se mostra como uma boa opção (ANTUNES, 2013).

No processo para extração do óleo de peixe que será designado ao consumo humano, deve haver controle quanto à qualidade da matéria prima, desde a captura até o momento do processamento, e posteriormente com o produto acabado. Também deve haver tratamento para remoção de substâncias indesejáveis, evitando o “off flavor” e a baixa estabilidade à oxidação (FELTES *et al.*, 2010). Outra solução encontrada para evitar a rancificação é a hidrogenação, que aumenta o ponto de fusão, transformando o óleo líquido em gordura e conferindo maior estabilidade (ESPÓSITO, 2014).

Figura 11. Processo simplificado de produção do suplemento de óleo de peixe



Fonte: Adaptado de Alfio *et al.* (2021).

Estudos indicam que o consumo de alimentos enriquecidos com óleo de peixe pode prevenir doenças cardiovasculares, câncer, além da melhoria do desenvolvimento e função do cérebro. Mas esse tipo de formulação apresentou características indesejadas, com sabor de peixe no produto final e alta propensão à oxidação (ANTUNES, 2013).

Podemos considerar que o peixe cru é dividido em três frações: água, óleo e carne (seca e desengordurada). Quando ocorrem os processos de silagem, acidificação, ou produção de farinha por meio termomecânico, pode ser obtido o óleo. A extração do óleo de peixe em geral é baseada na sua hidrofobicidade, com uso de solventes orgânicos como hexano, metanol, éter de petróleo, e clorofórmio, com uma alta eficiência. Mas, como o uso de solventes orgânicos na indústria de alimentos não pode ser feita de forma irrestrita, e pelo processo não ser considerado sustentável ambientalmente, têm sido estudadas alternativas a eles (ALFIO *et al.*, 2021; ESPÓSITO, 2014).

A fração lipídica, após ser separada, pode conter de 10 a 25% de DHA e EPA, dependendo da matéria-prima usada. Entretanto, a demanda comercial é de 60 a 90%, exigindo separação. Entre os métodos usados para isso, estão a destilação molecular,

precipitação com ureia, e fluído supercrítico, além de combinações entre eles. Quando empregados em suplementos alimentares, o óleo deve ser encapsulado, para prevenir oxidação e fazer com que seja liberado direto no intestino (ALFIO *et al.*, 2021).

Tabela 8. Comparação entre os valores obtidos para o rendimento do filé de tilápia do Nilo de diferentes autores

Autor	Espécie	Corte Utilizado	DHA (%)	EPA (%)
Padilha <i>et al.</i> (2008)	não especificado	não especificado	16,27 ± 0,22	4,82 ± 0,01
Bastos <i>et al.</i> (2006)	<i>Balistes capriscus</i>	Músculo	1,4	6,3
Bastos <i>et al.</i> (2006)	<i>Balistes capriscus</i>	Pele	1,4	3,5
Bastos <i>et al.</i> (2006)	<i>Menticirrhus littoralis</i>	Músculo	1,7	3,8
Bastos <i>et al.</i> (2006)	<i>Menticirrhus littoralis</i>	Pele	1,4	4
Schacker <i>et al.</i> (2004)	Peixe Galo	não informado (amostra 1)*	4,61 ± 0,15	9,02 ± 0,47
Schacker <i>et al.</i> (2004)	Peixe Galo	não informado (amostra 2)	3,89	8,35
Schacker <i>et al.</i> (2004)	Peixe Galo	não informado (amostra 3)	6,52	17,1
Schacker <i>et al.</i> (2004)	Sardinha	não informado (amostra 1)	2,90	3,06
Schacker <i>et al.</i> (2004)	Sardinha	não informado (amostra 2)*	9,48 ± 0,70	9,97 ± 0,50
Schacker <i>et al.</i> (2004)	Sardinha	não informado (amostra 3)	5,93	5,27

* realizados em triplicatas

Fonte: A Autora (2022).

3.3.6 USO NA INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA E FARMACÊUTICA

Como já demonstrado diversas vezes ao longo deste trabalho, os resíduos da indústria de alimentos são riquíssimos nutricionalmente, com a demonstração de diversos benefícios potenciais para a saúde humana. Assim, com o avanço de estudos na área são desenvolvidos novos processos e usos em fármacos, nutracêuticos, e em produtos de usos biotecnológicos.

Colágeno é uma família de proteínas fibrosas que são encontradas em organismos multicelulares e responsáveis pela força e flexibilidade de diversos tecidos. Tem estruturas variáveis, e por isso podem ser divididas em diversos grupos. Em mamíferos, possui outras funções além das biomecânicas. O corpo humano e animal produz colágeno, mas quando essa produção ocorre de forma deficiente, pode acarretar em doenças, como a artrite reumatoide, osteoporose, condrodisplasia, osteoartrite, entre outras (PITTIGLIANI, 2014; ESPÓSITO, 2014).

A produção de colágeno industrial atualmente tem como principais matérias primas a pele e ossos de bovinos e suínos, mas os animais aquáticos também são uma opção para essa extração, que tem algumas vantagens, como a facilidade de obtenção, bom rendimento e uso de solventes orgânicos simples. Nesses animais, a extração é feita principalmente a partir da pele, escamas, ossos e bexiga natatória. Os diferentes tipos de colágeno têm, além das estruturas moleculares diferentes, funções também distintas. Quando desnaturado termicamente, há o desdobramento da tripla hélice, perdendo a conformação única, e resultando na gelatina, que é a forma mais comum na aplicação em indústrias. Além do uso na indústria de alimentos, possui aplicação em fármacos, cosméticos, filmes fotográficos, entre outros (PITTIGLIANI, 2014; ESPÓSITO, 2014).

Uma das maneiras mais empregadas de extração é a solubilização em meio ácido, usualmente com ácido acético, e a precipitação salina, que resulta em um filme estável, constituído por colágeno e água. O método PSC (colágeno solubilizado por pepsina), em que o colágeno é solubilizado em meio ácido com pepsina, também é bastante usado por ter um alto rendimento (PITTIGLIANI, 2014).

O colágeno é bastante consumido na forma de suplementos, mas também possui diversas aplicações em biomateriais, como encapsuladores de remédios e genes, sutura cirúrgica absorvível, engenharia de tecidos, materiais de preenchimento ósseo, curativos para feridas e queimaduras, entre outros. Ele atua no processo de cicatrização, auxiliando no crescimento de novos tecidos (JAFARI *et al.*, 2020).

Outro uso bastante interessante é no ácido hialurônico, que pode ser extraído do humor vítreo de resíduos aquícolas. Esse produto, que pode ser chamado por AH, é muito visado na indústria farmacêutica e cosmética. É aplicado no tratamento de osteoartrite, artrite reumatoide, entre outras enfermidades. Em cosméticos, é muito usado na hidratação da pele, devido a sua capacidade de retenção de água, atuando como um restaurador das fibras que são responsáveis pela sustentação dos tecidos da pele. Por esse motivo, é utilizado em tratamentos estéticos, como o preenchimento labial e de maçã do rosto, além redução e prevenção de rugas (ALFARO, 2016).

O AH é um componente normal da pele, presente em diversos seres vivos, e com moléculas idênticas entre as diferentes espécies. Ele também pode ser produzido de maneira artificial, resultando em moléculas com diferentes atributos, como tamanho de partícula e densidade. O meio marinho é considerado uma ótima fonte de ácido hialurônico natural. Dessa forma, é usada como matéria prima a cabeça, e mais especificamente o olho, que não possui tantas alternativas de uso viáveis (ALFARO, 2016).

Enzimas são proteínas que catalisam reações químicas, sendo muito eficazes por terem alta especificidade, e possuem, em geral, um alto valor agregado para compra. Diversos trabalhos demonstram a possibilidade de extração de enzimas a partir de rejeitos, entre eles o esgoto, cascas de frutas, e outros rejeitos agroindustriais em geral. Para os pescados, que possuem uma riqueza de enzimas em sua composição, não é diferente.

As proteases são um dos grupos de enzimas industriais mais importantes, sendo aproximadamente 60% do total de enzimas vendidas no mundo. A protease alcalina tem muitas aplicações na indústria de couros e detergentes, mas os custos de produção são altos, sendo difícil de obter essa enzima livre de contaminações. Quando extraídas de pescados, possuem como vantagens tolerar uma ampla faixa de pH e altas temperaturas. A extração de protease a partir de tecidos de peixes foi testada por Saranya *et al.* (2018), usando tecidos de peixes congelados e cortados. O trabalho foi bem sucedido, encontrando enzimas com atividade ótima em 70 °C e pH 7.

Entre os grupos de proteases, a pepsina e a tripsina são os principais grupos encontrados nas vísceras de peixes pelágicos³, onde a pepsina normalmente fica no

³ Peixes de áreas abertas como o alto-mar, que nadam na superfície ou meia-água. Alguns dos exemplos de espécies são os dourados, pampos, enxovas, marlins, enxadas e a maioria dos cações, atuns, sardinhas e anchovas.

estômago e a tripsona nos cecos pilóricos e intestinos. Esses dois grupos de enzimas possuem diversas aplicações em tecnologia de alimentos, biotecnológicas, farmacológicas e de indústrias químicas, como a coagulação e hidrólise de proteínas, degradação seletiva de tecidos, produção de detergente de roupas, entre outros (VENUGOPAL, 2016).

Recentemente, outra característica interessante, descoberta entre os produtos que podem ser desenvolvidos a partir de resíduos de pescados, foi a possibilidade de atividade antimicrobiana do óleo de subprodutos de pescados. Inguclia *et al.* (2020) estudaram o óleo feito a partir de cabeças e tecidos macios de salmão, com as bactérias *P. aeruginosa* (Gram-) e *S. aureus* (Gram+), concluindo que houve ação antibacteriana nesse tipo de óleo.

Uma aplicação que também foi estudada ultimamente foi o de biopolímeros derivados dos resíduos de peixes em embalagens de alimentos. Segundo Lionetto (2021), que estudou os diversos biopolímeros derivados desses rejeitos, como proteínas musculares, colágeno, gelatina, quitina/quitosana. Nesse sentido, há uma junção da tendência de uso de subprodutos (do aspecto ambiental e também econômico), com a de embalagens ativas, que podem trazer diversos benefícios para os alimentos ali contidos. O estudo concluiu que podem ser criados materiais com características similares àqueles feitos à base de petróleo. Apesar de possuírem limitações, esses biopolímeros podem constituir embalagens ativas, controlando a interação embalagem/alimentos e embalagem/atmosfera interna. Dessa forma, espera-se aumentar a vida útil do produto, mantendo a qualidade nutricional, sensorial e a segurança microbiana.

4 CONCLUSÃO

Os consumidores estão mais preocupados com a sua saúde e os subprodutos derivados de outros tipos de carnes, como aves, bovinos e suínos já estão bastante inseridos no mercado. Considerando a grande demanda, principalmente no setor de alimentação animal, foi possível perceber um grande potencial do pescado, para além de seu filé, mesmo se desconsiderarmos as aplicações mais inovadoras e que podem gerar uma maior receita.

As classificações mais usadas para os resíduos dos peixes os dividem apenas em dois grupos, que diferem por serem considerados adequados ou não para o consumo humano. Importantes estudos novos sobre o assunto, mostram que muitos desses resíduos geram derivados, que podem se constituir em novos produtos resultantes, criando uma cadeia de novos usos que podem permitir esse consumo.

Evidentemente nem todas as possibilidades de usos foram exploradas, e esse é um dos motivos pelos quais é necessário que os estudos na área continuem a evoluir. Muitos dos derivados aqui citados necessitam de mais pesquisas, por terem sido testados apenas em escala laboratorial, ou mesmo por precisarem de avanços no seu desenvolvimento, por questões como os seus aspectos sensoriais e de estabilidade. Outros deles não são tão viáveis economicamente, mas com a busca de novos processos, ou mesmo o conhecimento sobre produtos alternativos, os resíduos poderiam ter uma nova destinação.

Uma das dificuldades que pode estar relacionada à baixa adesão de muitos desses produtos no mercado em geral é o fato da pesca ser uma atividade que ainda é bastante realizada de forma artesanal no Brasil. Pode se observar, pela falta de dados formais sobre esse tipo de atividade em nosso país, que de certa forma esse é um assunto pouco priorizado pelos governantes em geral. Isso também fica evidente quando levamos em conta que o descarte desses subprodutos ocorre muitas vezes de maneira totalmente inadequada, sendo simplesmente deixado a céu aberto. Se houvesse uma maior fiscalização, ou mesmo algum tipo de incentivo, isso seria repensado.

Por mais que uma parcela considerável da pesca seja realizada por pescadores artesanais, grandes empresas também são presentes nesse ramo, e nesse caso, o que sobra do processo e não é aproveitado precisa ir para aterro, que além de causar poluição do solo e da atmosfera, envolve custos. Por isso, para essas organizações, o reaproveitamento

pode ser uma forma de, não apenas economizar esse gasto, como também gerar novas receitas, ou mesmo produzir alimento para os próprios organismos marinhos, elaborando, assim, um processo circular.

Com o compromisso recente de muitas empresas, e mesmo países, de reduzir as suas emissões de carbono, e também as duas destinações para aterros, acredito que esse tema será mais discutido, e deve receber mais investimentos.

Ainda que alguns desses resíduos não devam ser destinados diretamente para o consumo humano, como é o caso das vísceras, ou mesmo possam ser consumidos, mas em geral não são, como as cabeças, a transformação em novos produtos cria uma gama de oportunidades para que seja realizado um aproveitamento integral dos pescados. Entretanto, quando consideramos o consumo humano ou animal, deve sempre haver uma atenção em relação à matéria prima, que pode estar contaminada com metais pesados ou outros tipos de toxinas, ou mesmo sofrer deterioração.

Além disso, quando consideramos a adição em alimentos, onde se destacam principalmente a farinha de pescados e a carne mecanicamente separada, deve haver um cuidado em relação à preparação usada. A farinha de peixe pode ser usada em alimentos doces e salgados, mas a sua quantidade depende da formulação e altera os atributos sensoriais. A carne mecanicamente separada pode dar origem a produtos similares a embutidos, em versões mais saudáveis de alimentos como mortadela. Nesse caso pode ser usada até 100% de CMS de peixe, sendo que houveram estudos que tiveram bons resultados nas análises sensoriais dessa forma.

Considerando tudo o que foi abordado nesse trabalho, acredito que seja muito importante o aumento de estudos, principalmente nas destinações para consumo humano, farmacológico e biotecnológico.

Em relação ao consumo humano, principalmente nos produtos elaborados a partir de farinha de pescados, que sejam melhorados aspectos sensoriais e de estabilidade, em produtos em que isso já foi testado e esses atributos não foram considerados satisfatórios. É importante que essas formulações sejam alteradas, buscando um avanço nesse sentido. Quanto à novos produtos, citando especialmente os que são formulados à base de CMS, que ainda não são tão conhecidos no mercado, que possam surgir parcerias com empresas já consolidados no mercado, para que esses produtos sejam divulgados e seus benefícios mais conhecidos.

Mas, acredito que a maior relevância pode estar nos estudos acerca das destinações biotecnológicas e farmacológicas. Nem todos eles são tão interessantes, como por exemplo, o ácido hialurônico, que quando extraído de pescados, possui um valor muito mais alto do que aquele obtido por fermentação, o que torna essa destinação um pouco inviável. Em contrapartida, o uso de óleo de pescados como agente antimicrobiano, que foi estudado em artigos recentes, aparenta ter um grande potencial, e deve ser expandido para outros tipos de óleos de peixe (afinal, no estudo aqui citado, o óleo foi extraído de óleo de cabeças e tecidos macios de salmão, espécie que não têm um consumo tão elevado) e expandido para diferentes tipos de bactérias. A aplicação em biopolímeros também merece destaque, principalmente levando em conta a atual busca por matérias primas que possam substituir o petróleo.

5 REFERÊNCIAS

AIURA, F. S. *et al.* Conservação de filés de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em salga seca e úmida. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** Belo Horizonte, v. 60, n. 6, p. 1531-1537, ALMEIDA FILHO, E. S. *et al.* Presença de microrganismos indicadores de condições higiênicas, e de patógenos em bacalhau saithe (*Pollacius virens*) salgado seco, comercializado no município de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Bras. Cien. Vet.** Niterói, v. 11, n. 3, p. 171-173, 2004

ALFARO, José Humberto Pérez. **EXTRACCIÓN QUÍMICA DE ÁCIDO HIALURÓNICO A PARTIR DE HUMOR VÍTREO DE RESIDUOS ACUÍCOLAS.** 2016. 6 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Bioquímica) - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ, [S. l.], 2016. Disponível em: <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/3227>. Acesso em: 7 mar. 2022.

ALFIO, Vincenzo Gabriele; MANZO, Cosimo; MICILLO, Raffaella. From Fish Waste to Value: an overview of the sustainable recovery of omega-3 for food supplements. **Molecules**, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 1002, 13 fev. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules26041002>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/4/1002/htm>. Acesso em: 21 maio 2022.

ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. **Silagem ácida- uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado.** Revista Aquicultura & Pesca, São Paulo, v. 4, p. 10-14, 2005.

BARRETO, Pedro Luiz Manique; BEIRÃO, Luiz Henrique. Influência do amido e carragena nas propriedades texturiais de surimi de tilápia (*Oreochromis sp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 0-10, maio 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20611999000200005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/mQyc5Td68NfqQ6xRwkK7vcx/?lang=pt>. Acesso em: 13 abr. 2022.

BASTOS, A. L. *et al.* Perfil de ácidos graxos da pele e músculo de *Balistes capricus* e *Menticirrhus litoralis*, pescados na região sul do Brasil. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 65, n.2, p. 94-99, 2006. Disponível em: http://biblioteca.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=27&func=fileinfo&id=182 Acesso em: 10 mai. 2022.

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

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] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1952.

CASSETTA, Jaisa; OLIVEIRA, Gislaine Gonçalves; GRANZOTO, Gabriela Hernandes; OLIVEIRA, Edna Regina Netto de; BRONZI, Rafaela Dorne; PEREIRA, Maria Fernanda Guimarães; CESARO, Elisângela de; SOUZA, Maria Luiza Rodrigues de. Nutritional evaluation of homemade bread enriched with flour from tilapia carcass prepared by different methodologies. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 30011-30026, 25 abr. 2022. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n4-474>

CHAMBO, Ana Paula Sartório. **Aproveitamento do Resíduo de Filetagem da Tilápia do Nilo para Produção de Farinhas com Potencial Aplicação na Alimentação Humana**. 2018. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018. Disponível em: <http://www.ppz.uem.br/trabalhos-de-conclusao/teses/2018/ana-paula-chambo.pdf>. Acesso em: 03 out. 2021.

COLÓQUIO DE MODA, 2017, Bauru. **O REAPROVEITAMENTO DO COURO DE PEIXE NA MODA** [...]. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202017/CO/co_8/co_8_O_REAPROVEITAMENTO_DO_COURO.pdf. Acesso em: 18 fev. 2022.

Consumo e Tipos de Peixes no Brasil. [S. l.], 9 abr. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/rede-do-pescado/consumo-e-tipos-de-peixes-no-brasil>. Acesso em: 19 out. 2021.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Fundação Universidade Estadual Paulista, 1994. 409 p.

El aprovechamiento de los subproductos de pescado para la obtención de productos funcionales y bioactivos. Madrid, 2012.

ENKE, Dariane Beatriz Schoffen; LOPES, Paulo Rodinei Soares; ROCHA, Cleber Bastos; POUHEY, Juvêncio Luiz Osório Fernandes. Produção e caracterização de farinha de silagem química de pescado, destinado à piscicultura. **Pubvet**, [S.L.], v. 13, n. 8, p. 1-9, ago. 2019. Editora MV Valero. <http://dx.doi.org/10.31533/pubvet.v13n8a383.1-9>.

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

FADINI, Pedro Sérgio; FADINI, Almerinda Antonia Barbosa. Lixo: desafios e compromissos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. [S.L.], p. 1-10. maio 2001.

FARINHA de peixe e sua inclusão em alimentos cotidianos. [S. l.], 16 abr. 2018. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/farinha-de-peixe-alimentos-cotidianos/>. Acesso em: 9 fev. 2022.

FELTES, Maria M. C.; CORREIA, João F. G.; BEIRÃO, Luiz H.; BLOCK, Jane M.; NINOW, Jorge L.; SPILLER, Valeria R.. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662010000600014>.

FITZSIMMONS, K; MARTINEZ-GARCIA, R; GONZALES-ALANIS, P. Why tilapia is becoming the most important food fish on the planet. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 9., 2011, Shanghai, China. **Proceedings** [...].Shanghai, China: [s. n.], 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250308984_Why_tilapia_is_becoming_the_most_important_food_fish_on_the_planet. Acesso em: 23 nov. 2021.

FERRARO, Vincenza; CARVALHO, Ana P.; PICCIRILLO, Clara; SANTOS, Manuela M.; CASTRO, Paula M. L.; PINTADO, Manuela E.. Extraction of high added value biological compounds from sardine, sardine-type fish and mackerel canning residues — A review. **Materials Science And Engineering: C**, [S.L.], v. 33, n. 6, p. 3111-3120, ago. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2013.04.003>.

FERREIRA, Hellen Krystiane Alves; SIGNOR, Flavia Renata Potrich; FIGUEIREDO, Elisiane da Silva; SIGNOR, Alteviri; REIDEL, Adilson; SIGNOR, Arcangelo Augusto. HIDROLISADOS PROTEICOS DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE TILÁPIA: caracterização centesimal, microbiológica e aminoácidos. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 8, p. 57359-57369, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n8-226>.

FOGAÇA, Fabíola. **O protagonismo do Brasil na produção mundial de pescado**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53738345/artigo---o-protagonismo-do-brasil-na-producao-mundial-de-pescado>. Acesso em: 19 dez. 2021.

Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO, 2016. **The state of world fisheries and aquaculture: El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOFIA)**. Roma: FAO.

FURLONG, Eliana Badiale; BASTOS, Ademir Larrea; BAISCH, Ana Luiza Muccillo. Caracterização química de pescados empregados para tratamento de Asma brônquica na Região Sul do Rio Grande do Sul. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 415,

30 jun. 2006. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2006v27n3p415>.

FURUYA, W.M. **Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela do farelo de soja com base em proteína ideal em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Botucatu, 2000. 69 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista.

GIULIETTI, Nelson. **Indústria Pesqueira no Brasil**. Agricultura em São Paulo. São Paulo, p. 95-127. mar. 1995. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ASP6-0295.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

HIGUCHI, L.H., 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.

INGUGLIA, Luigi *et al.* Salmo salar fish waste oil: fatty acids composition and antibacterial activity. **Peerj**, [S.L.], v. 8, p. 9299, 19 jun. 2020. PeerJ. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.9299>.

JAFARI, Hafez; LISTA, Alberto; SIEKAPEN, Manuela Mafosso; GHAFFARI-BOHLOULI, Pejman; NIE, Lei; ALIMORADI, Houman; SHAVANDI, Amin. Fish Collagen: extraction, characterization, and applications for biomaterials engineering. **Polymers**, [S.L.], v. 12, n. 10, p. 2230, 28 set. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/polym12102230>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7601392/>. Acesso em: 21 maio 2022.

JAR, Pereira. **Geração de resíduos industriais e controle ambiental**. Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará. Pará, 2002.

KUBITZA, Fernando; CAMPOS, João Lorena. **O Aproveitamento dos Subprodutos do Processamento do Pescado**. Panorama da Aquicultura, [s. l.], 30 abr. 2006. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/o-aproveitamento-dos-subprodutos-do-processamento-do-pescado/>. Acesso em: 19 out. 2021.

LEITÃO, Bruno Raphael Gomes de Sá *et al.* ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA FARINHA DA PELE DO TAMBAQUI (COLOSSOMA MACROPOMUM) E UTILIZAÇÃO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS. Nexus Revista de Extensão do IFAM, [s. l.], 1 dez. 2022. Disponível em: https://www.academia.edu/62208744/ELABORA%C3%87%C3%83O_E_AVALIA%C3%87%C3%83O_NUTRICIONAL_DA_FARINHA_DA_PELLE_DO_TAMBAQUI_COLOSSOMA_MACROPOMUM_E_UTILIZA%C3%87%C3%83O_EM_PRODUTOS_ALIMENT%C3%8DCIOS. Acesso em: 17 maio 2022.

LIONETTO, Francesca; CORCIONE, Carola Esposito. Recent Applications of Biopolymers Derived from Fish Industry Waste in Food Packaging. **Polymers**, [S.L.],

v. 13, n. 14, p. 2337, 16 jul. 2021. MDPI AG.
<http://dx.doi.org/10.3390/polym13142337>.

LEONHARDT, Julio Hermann *et al.* Características morfométricas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 125, 29 jun. 2006. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2006v27n1p125>.

MANUAL TÉCNICO DE MANIPULAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PESCADO. Brasília, Df, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1110125/manual-tecnico-de-manipulacao-e-conservacao-de-pescado>.

MARTINS, Vilásia Guimarães; COSTA, Jorge Alberto Vieira; PRENTICE-HERNÁNDEZ, Carlos. Hidrolisado protéico de pescado obtido por vias química e enzimática a partir de corvina (*Micropogonias furnieri*). **Química Nova**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 61-66, 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000100012>.

O Mercado de Peixes da Piscicultura no Brasil: Estudo do Segmento de Supermercados. **BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**, [S. l.], p. 01-40, 1 ago. 2020. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215540/1/CNPASA-2020-bpd25.pdf>. Acesso em: 19 out. 2021.

OLIVEIRA, Thaís da Silva; ZAHOTEI NETO, Petr; ENKE, Dariane Beatriz Schoffen. Produção e caracterização de diferentes produtos obtidos a partir de silagem ácida de resíduos de tilápia nilótica, salmão do atlântico e camarão sete barbas. **Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 1314-1328, 2020. BJAER - Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv3n3-049>.

PADILHA, Márcia Elisa da Silva *et al.* Obtenção de ácidos graxos por cristalização do óleo de pescado fracionado por hidrólise enzimática. **Food Science And Technology**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 35-41, 12 fev. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612010005000002>.

PEIXES MARINHOS DO BRASIL: GUIA PRÁTICO DE IDENTIFICAÇÃO. [S. l.: s. n.], 2000- . Disponível em:
<https://books.google.com.br/books?id=QFxpItbITXcC&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 16 maio 2022.

PETENUCCI, Maria Eugênia; STEVANATO, Flávia Braidotti; MORAIS, Damila Rodrigues de; SANTOS, Leandra Pereira; SOUZA, Nilson Evelázio de; VISENTAINER, Jesuí Vergílio. Composição e estabilidade lipídica da farinha de

espinhaço de tilapia. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.L.], v. 34, n. 5, p. 1279-1284, out. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542010000500028>.

PITTIGLIANI, Aline Horn. **Resíduos de pescado: produção de biodiesel e extração de colágeno**. 2014. 74 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/110074>. Acesso em: 1 mar. 2022.

PLANELLO, Débora. **CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE PEIXE (CMS)**. [S. l.], 14 nov. 2014. Disponível em: <http://portaldopescado.blogspot.com/2014/11/carne-mecanicamente-separada-de-peixe.html>. Acesso em: 9 maio 2022.

QUADROS, Diomar Augusto de. Rendimento da filetagem de diferentes espécies de pescado do litoral Paranaense. *In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO*, 12., 2012, Santos. **Anais [...]**. Santos: [s. n.], 2012. Disponível em: http://ww1.infobibos.com.br/anais/simcope/5/Resumos/ResumoSimcope_012.pdf. Acesso em: 23 nov. 2021.

RODRIGUES, Anielly Cássia de Lima. **Agregação de valor ao peixe voador (*Hirundichthys affinis*) através da obtenção de carne mecanicamente separada (CMS) para a elaboração de hot-fish**. 2018. 74 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/37167>. Acesso em: 4 mar. 2022.

SANTANA, Wellerson. **PISCICULTORES TRANSFORMAM ÓLEO RESIDUAL DE PEIXES EM BIODIESEL NO CEARÁ**. [S. l.], 29 ago. 2016. Disponível em: <https://www.pescamadora.com.br/2016/08/piscicultores-transformam-oleo-residual-de-peixes-em-biodiesel-no-ceara/>. Acesso em: 7 maio 2022.

SARANYA, R.; JAYAPRIYA, J.; TAMIL SELVI, A.. Purification, characterization, molecular modeling and docking study of fish waste protease. **International Journal Of Biological Macromolecules**, [S.L.], v. 118, p. 569-583, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.119>.

SATO, Aline S.P. Composição Química de Subprodutos de Filetagem do Híbrido da Tilápia Vermelha (*Oreochromis niloticus*). *In: CONGRESSO INTERESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 6., 2012, Jaguariúna. **Anais [...]**. Jaguariúna: [s. n.], 2012. Disponível em: https://www.cnpma.embrapa.br/eventos/2012/ciic/cd_anais/Artigos/re12252.pdf. Acesso em: 18 jan. 2022.

SCHAKER, Robson Leandro *et al.* IDENTIFICAÇÃO E DETERMINAÇÃO DO TEOR DOS ÁCIDOS EICOSAPENTAENÓICO (EPA) E DOCOSAHEXAENÓICO (DHA) EM ÓLEO DE PEIXE POR CROMATOGRAFIA GASOSA. 2004. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharel em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, [S. l.], 2004. Disponível em: <https://silo.tips/download/robson-leandro-schacker>. Acesso em: 4 maio 2022.

SECCO, Edney Murillo; STÉFANI, Marta Verardino de; VIDOTTI, Rose Meire. Substituição da farinha de peixe pela silagem de peixe na alimentação de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 505-509, jun. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782002000300022>.

SHAVIKLO, Gholam Reza. **QUALITY ASSESSMENT OF FISH PROTEIN ISOLATES USING SURIMI STANDARD METHODS**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - The United Nations University Iceland, [S. l.], 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242159660_QUALITY_ASSESSMENT_OF_FISH_PROTEIN_ISOLATES_USING_SURIMI_STANDARD_METHODS. Acesso em: 11 maio 2022.

SILVA, Paulo Henrique Freitas da *et al.* ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA OBTIDA A PARTIR DE CARCAÇAS DE ARACU (*Leporinus fasciatus*). *In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC INPA - CNPQ/FAPEAM, XX.*, 2011, Manaus. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3177/1/pibic_inpa.pdf. Acesso em: 26 maio 2022.

SILVA, Nilson Fernando Barbosa da; MATOS, Felipe de Albuquerque; LINO, Luiz Henrique Svintiskas; COSTA, Beatriz de Aquino Marques da; SILVA, Jessica Costa da; SILVA, Quésia Jemima da; LEÃO, Nairane da Silva Rosa; SILVA, Sabrina Roberta Santana da; PORTO, Ana Lúcia Figueiredo; OLIVEIRA, Vagne de Melo. **VÍSCERAS DE PEIXES COMO MATÉRIA-PRIMA PARA EXTRAÇÃO DE PROTEASES COM ATIVIDADE COLAGENOLÍTICA**. *Ciências Agrárias: Conhecimentos Científicos e Técnicos e Difusão de Tecnologias* 3, [S.L.], p. 215-226, 16 jul. 2020. Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.86220160720>.

SILVA, H. B. R.; LANDELL FILHO, L. DE C. Silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos em crescimento: parâmetros de desempenho e organolépticos; - DOI: 10.4025/actascianimsci.v25i1.2115. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 1, p. 137-141, 17 abr. 2008.

SILVA, Flávia Xavier da. **COMPOSTAGEM SEGURA NA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PESCADO COM MARAVALHA DE PINUS E CASCA DE ARROZ**. *Revista Agri-Environmental Sciences*. Palmas, To, p. 24-33. abr. 2018.

SIMÕES, Marcia Regina *et al.* Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 608-613, set. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612007000300028>.

SIMPÓSIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO, 2012, Santos. **Anais** [...]. [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: <http://www.infobibos.com/anais/simcope/5/Palestras/Maria%20Luiza.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2022.

SIMPÓSIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO, 2014, Santos. **Otimização do processo de produção de surimi a partir de carne mecanicamente separada de tambaqui (*Colossoma macropomum*)** [...]. [S. l.: s. n.], 2014. 6 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1081815/1/OtimizacaoVISimcope.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2022.

SOUZA, K.O.; TOBAL, T.M. OBTENÇÃO DE CARNE DE CARCAÇA DE PINTADO (*Pseudoplatystoma corruscans*): RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA. *In*: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 2015, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: [s. n.], 2015. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2015/papers/obtencao-de-carne-de-carcaca-de-pintado--pseudoplatystoma-corruscans---rendimento-e-composicao-quimica?lang=pt-br>. Acesso em: 18 jan. 2022.

SOUZA, Maria Luiza Rodrigues de. Comparação de Seis Métodos de Filetagem, em Relação ao Rendimento de Filé e de Subprodutos do Processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, p. 1076-1084. 14 maio 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/NS6WVwjG9ZMpn5MgzxwyNPq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2021.

STEVANATO, Flávia Braidotti; PETENUCCI, Maria Eugênia; MATSUSHITA, Makoto; MESOMO, Michele Cristiane; SOUZA, Nilson Evelázio de; VISENTAINER, Jeane Eliete Laguilá; ALMEIDA, Vanessa Vivian de; VISENTAINER, Jesui Vergilio. Avaliação química e sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 567-571, set. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612007000300022>.

TALITA, Espósito. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA PESCA E DA INDUSTRIALIZAÇÃO DO PESCADO. *In*: **Peixes marinhos do Brasil: guia prático de identificação**. [S. l.], 26 maio 2014. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/1560052/>. Acesso em: 16 maio 2022.

VALENZUELA, A.B.; SANHUEZA, J.C.; BARRA, D.F. (2012). El aceite de pescado: Ayer um desecho industrial, hoy um produto de alto valor nutricional. **Revista Chilena de Nutrição**, 39 (2): 201-209

VEIT, Juliana Cristina; FEIDEN, Aldi; MALUF, Marcia Luzia Ferrarezi; BOSCOLO, Wilson Rogerio. Development and proximate and microbiological characterization of

Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein hydrolyzed. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 27, 19 fev. 2014. Federal University of Technology - Parana. <http://dx.doi.org/10.14685/rebrapa.v4i1.97>.

VIDOTTI, R. M.; BORINI, M. S. M. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v. 16, n. 96, p. 38-41, 2006.

VIDOTTI, Rose Meire. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada. **Panorama da Aquicultura**. São José do Rio Preto, p. 0-1. 31 ago. 2006. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/aparas-da-filetagem-da-tilapia-se-transformam-em-polpa-condimentada/>. Acesso em: 30 jan. 2022.

WAITZBERG, Dan Linetzky. **Ômega-3: o que existe de concreto?** Researchgate. São Paulo, p. 0-1. jun. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Dan-Waitzberg/publication/265874955_Omega-3_o_que_existe_de_concreto/links/559cf77108ae4e46ea20718b/Omega-3-o-que-existe-de-concreto.pdf. Acesso em: 13 dez. 2021.

ZANETTE, André Luiz. **POTENCIAL DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO BIOGÁS NO BRASIL**. 2009. 105 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, [S. l.], 2009. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Andr%C3%A9_Luiz_Zanette.pdf. Acesso em: 21 fev. 2022.

O QUE é e como pode ser utilizado o biodiesel. *In: O que é e como pode ser utilizado o biodiesel*. [S. l.], 2 dez. 2013. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-biodiesel,466d438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 26 jul. 2022.