

O RESÍDUO DE PESCADO E O USO SUSTENTÁVEL NA ELABORAÇÃO DE COPRODUTOS

THE RESIDUE OF FISH AND SUSTAINABLE USE IN THE PROCESSING OF COPRODUCTS

Bruno Vilarinho Victorino Pinto¹

Amanda Esteves Bezerra²

Elizete Amorim³

Rômulo Cardoso Valadão⁴

Gesilene Mendonça de Oliveira⁵

Resumo: A produção e consumo de pescado cresceu expressivamente nos últimos anos. Porém, surgem problemas relacionados à destinação dos resíduos sólidos produzidos na transformação do pescado. Estima-se que 50% da matéria-prima processada seja responsável pela geração de resíduos. O descarte inadequado ocasiona sérios impactos ambientais. O emprego de tecnologias emergentes e inovadoras surge como uma alternativa para agregação de valor ao resíduo que é descartado, diminuindo problemas de poluição ambiental. Desse modo, objetivou-se realizar uma revisão de literatura acerca da geração de resíduos na indústria do pescado e sobre as opções para o correto aproveitamento desse material, contribuindo para a sustentabilidade da pesca e aquicultura. Para seleção das referências foram consultadas as bases de dados *Science Direct*, SCOPUS, Scielo.org, *FAO Fisheries and Aquaculture* e *Wiley Online Library*, utilizando-se os descritores “resíduo de pescado” e “coprodutos de pescado”. Foram selecionados e incluídos artigos e documentos originais indexados no período entre 2005 e 2017, cujo objetivo e tema central era resíduo de pescado.

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). bruno.vilarinho@hotmail.com

²Discente da Faculdade de Engenharia de Alimentos. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Campus Valença/RJ. amanda.esteves25@bol.com.br

³Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Técnico de Laboratório Industrial no Departamento de Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). amorizete@ufrj.br

⁴Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Professor Assistente do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). romulocv@ufrj.br

⁵Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Professora Adjunta do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). gesilene@gmail.com

A destinação dos resíduos não comestíveis (cabeça, vísceras, escamas e pele) para alimentação animal tem sido proposta para a fabricação de farinha, silagem e óleo de pescado, surgindo como opção de baixo custo. Quanto aos resíduos comestíveis do pescado (espinhaço, aparas da filetagem, pescado de baixo valor econômico), esses têm a opção de serem empregados na fabricação de formatados, embutidos e reestruturados de pescado. Na elaboração desses produtos, a Carne Mecanicamente Separada (CMS) e a Carne Triturada de Pescado (CTP), obtida a partir dos resíduos comestíveis, têm sido usadas como matéria-prima de baixo custo e elevado valor nutricional. Apesar das tecnologias disponíveis para aproveitamento dos resíduos, uma parte ainda é descartada de forma inadequada pelas indústrias. Seu aproveitamento para alimentação animal ou humana mostra-se viável pela possibilidade de agregação de valor aos resíduos e redução do descarte.

Palavras-chave: beneficiamento, subproduto, sustentabilidade

Abstract: The production and consumption of fish has grown significantly in recent years. However, there are problems related to the disposal of solid waste produced in fish processing. It is estimated that 50% of the raw material processed is responsible for the generation of waste. Improper disposal results in serious environmental impacts. The use of emerging and innovative technologies emerges as an alternative to aggregate value to the waste that is discarded, reducing environmental pollution problems. The objective of this study was to review the literature on waste generation in the fish industry and the options for the correct use of this material, contributing to the sustainability of fisheries and aquaculture. For the selection of references, the databases ScienceDirect, SCOPUS, Scielo.org, FAO Fisheries and Aquaculture and Wiley Online Library were used, using the descriptors fish residue and fish co-products. We selected and included original articles and documents indexed in the period between 2005 and 2017, whose objective and central theme was fish waste. The destination of inedible wastes (head, viscera, scales and skin) for animal feed has been proposed for the manufacture of flour, silage and fish oil, appearing as a low cost option. As for edible fish waste (spine, fillets, fish of low economic value), these have the option of being used in the manufacture of formatted, embedded and restructured fish. In the elaboration of these products, mechanically separated meat and minced fish meat, obtained from edible waste, has been used as raw material of low cost and high nutritional value. Despite the technologies available for the recovery of waste, a part is still inappropriately discarded by industries. Its use for animal or human feeding is feasible for the possibility of adding value to the waste and reducing the disposal.

Keywords: processing, byproducts, sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A denominação “pescado” compreende os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, répteis, equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana (BRASIL, 2017). É um alimento reconhecido por seu elevado valor nutricional, compreendendo proteínas de alto valor biológico, lipídeos contendo teores elevados de ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3, minerais, carboidratos e água (GONÇALVES, 2011).

Resíduos sólidos gerados na cadeia produtiva da pesca e da aquicultura corresponderam a 20% do volume de 167,2 milhões de toneladas produzidas no ano de 2014 (FAO, 2016). Nesse contexto, a geração de resíduos é um desafio para o setor pesqueiro, visto que cerca de 50% do volume processado diariamente nas indústrias é resíduo sólido que é descartado em lixões, córregos, rios e mares.

A produção e consumo mundial de pescado crescem a cada ano, e há a necessidade de aproveitamento integral da matéria-prima de modo a diminuir os problemas de produção, como o acúmulo dos resíduos nas plantas de beneficiamento/processamento e o custo unitário de matérias-primas.

Deste modo, políticas públicas bem como tecnologias de aproveitamento dos resíduos tornam-se imprescindíveis para a sustentabilidade da pesca e aquicultura. Por ser uma fonte de nutrientes de baixo custo, o resíduo que seria descartado pode ter seu valor agregado mediante o uso sustentável (SUCASAS, 2011).

A emissão zero de resíduos passa por sua correta destinação, usando-os para elaboração de produtos para alimentação humana (resíduos comestíveis) e/ou à alimentação animal (resíduos não comestíveis). Os resíduos comestíveis envolvem espécies da fauna acompanhante ou peixes refugos, espinhaços e aparas do processamento de filetagem. Os não comestíveis incluem cabeças, escamas, nadadeiras, peles, vísceras e espinhas.

Mesmo com pesquisas sendo desenvolvidas para otimizar o gerenciamento dos resíduos de pescado, grande parte dessa cadeia, principalmente a da pesca artesanal e de indústrias de beneficiamento de pequeno porte continuam realizando o descarte inadequado dos resíduos, ocasionado sérios problemas ambientais.

Considerando o crescimento da produção de pescado, a importância socioeconômica da cadeia produtiva, assim como a problemática da geração de resíduos sólidos, objetivou-se realizar uma revisão de literatura acerca da geração de resíduos na indústria do pescado e as opções para o correto aproveitamento deste material, contribuindo para a sustentabilidade da pesca e aquicultura.

2 METODOLOGIA

Para seleção bibliográfica foram realizadas consultas em cinco bases de dados: *ScienceDirect*, SCOPUS, Scielo.org, *FAO Fisheries and Aquaculture* e *Wiley Online Library*. Foram selecionados e incluídos artigos e documentos originais indexados no período entre 1997 e 2017, cujo objetivo e tema central fossem os resíduos de pescado. Além das bases de dados citadas acima foi realizada consulta no banco de legislações do Ministério da Agricultura, Pesca e Pecuária (MAPA) – SISLEGIS e no sistema do Ministério do Meio Ambiente. Neste caso, foram incluídas as legislações vigentes relacionadas a resíduos sólidos, carne mecanicamente separada e produtos cárneos.

Para recuperação das referências nas bases de dados foram utilizados os seguintes descritores: resíduo de pescado, coprodutos de pescado, *fishburger* e aproveitamento resíduo de pescado. Esses termos foram utilizados no idioma português e inglês em todas as bases de dados pesquisadas.

3 PANORAMA MUNDIAL E NACIONAL DA PRODUÇÃO DE PESCADO

O pescado tem se mostrado como um dos alimentos mais negociados mundialmente, com uma parcela equivalente a 10% de todas as exportações agrícolas e a 1% de todo o comércio de mercadorias do mundo. Em 2011, foram exportados 129,8 bilhões de dólares. No ano de 2012, houve ligeira redução para 129,2 bilhões de dólares. Em 2014, países em desenvolvimento exportaram 80 bilhões de dólares em produtos da pesca e alcançaram uma receita líquida de 42 bilhões de dólares, maior do que os outros produtos agrícolas (como carne, tabaco, arroz e açúcar) combinados. A comercialização do pescado torna-se importante, principalmente para países em desenvolvimento, pois em alguns casos representam metade do valor total das mercadorias comercializadas (FAO, 2014; FAO, 2016).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), no período entre 2000 a 2014, a produção mundial de pescado variou de 131,1 a 167,2 milhões de toneladas. Nesse período, a produção aquícola mundial teve um crescimento expressivo, saltando de 35,5 para 73,8 milhões de toneladas respectivamente. No entanto, no mesmo intervalo, a pesca extrativista permaneceu estagnada, havendo um pequeno crescimento de 86,6 para 93,4 milhões de toneladas (FAO, 2007; FAO, 2012; FAO, 2014; FAO, 2016).

Nos últimos anos a China tem se destacado como maior produtor e exportador de pescado, mas desde 2011 tornou-se o terceiro maior importador, atrás dos Estados Unidos e do Japão, devido à terceirização do processamento de outros países, bem como pelo crescimento no consumo doméstico de espécies não produzidas localmente. Em 2015, após anos de crescimento o comércio de pescado na China apresentou uma desaceleração. Ainda com relação à China, ela permanece na liderança da pesca extrativista e na produção aquícola, com aproximadamente 17% e 60% da produção mundial,

respectivamente. Em 2014 e 2015, a União Europeia manteve-se como o maior mercado importador de pescado. (FAO, 2012; FAO, 2014; FAO, 2016)

No Brasil, a produção de pescado é pouco expressiva em relação à produção mundial. Enquanto a produção mundial atingiu 158 milhões de toneladas em 2012, no Brasil, em 2011, a produção foi cerca de 1,4 milhões de toneladas (aumento de 13,2 % em relação a 2010), o que equivale a menos de 0,8% da produção mundial de 2011. Desse modo, o Brasil ocupa a 19ª posição no ranking da produção mundial de pescado (BRASIL, 2011; FAO, 2014). Na pesca extrativa o Brasil representa aproximadamente 0,9% da produção mundial e a produção aquícola equivaleu a 1,1% da produção mundial, ocupando a 12ª posição mundial (BRASIL, 2014). Em 2014 a aquicultura brasileira produziu 562.5 toneladas de pescado, ocupando o 14º lugar no ranking dos maiores produtores (FAO, 2016).

Apesar do crescimento na produção de pescado, o aproveitamento racional dos resíduos sólidos oriundos do beneficiamento/processamento ainda é deficiente, pois o setor não emprega as tecnologias emergentes e/ou inovadoras, que visam o aproveitamento desses resíduos para obtenção de produtos derivados com qualidade microbiológica, nutricional e sensorial (SUCASAS, 2011).

Nesse contexto, o desenvolvimento de práticas sustentáveis que permitam o correto gerenciamento dos resíduos de pescado, e a aplicação de tecnologias viáveis e aplicáveis podem contribuir para uma maior oferta e diversificação de produtos derivados de pescado no mercado, incremento na geração de emprego e renda, além da sustentabilidade da cadeia produtiva (GODOY *et al.*, 2010; GONÇALVES, 2011).

4 A geração de resíduos na indústria de pescado

Por definição, resíduo é todo material que não é aproveitado durante a produção ou consumo, devido a limitações tecnológicas ou mercadológicas,

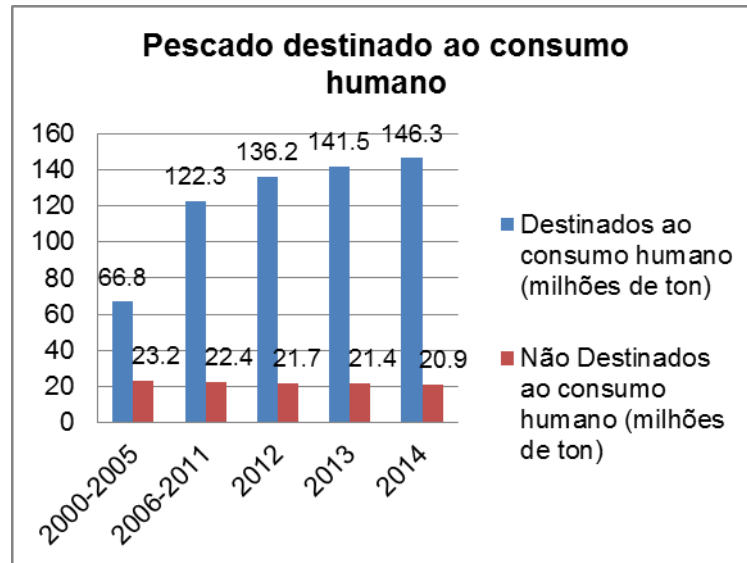
que não apresenta valor de uso ou mercado, podendo resultar em danos ao meio ambiente quando não manejado de forma adequada (SUCASAS, 2011; REBOUÇAS *et al.*, 2012; PIRES *et al.*, 2014).

Resíduos do pescado, em geral, possuem grande concentração de material orgânico, e o seu lançamento em corpos hídricos pode proporcionar decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nesse meio, cuja magnitude depende da concentração da carga orgânica e da quantidade lançada, além da vazão do curso d'água receptor (SUCASAS, 2011). Por isso, a questão ambiental vem sendo destacada como uma das principais preocupações da sociedade e, desse modo, a população em geral e as organizações governamentais e não governamentais têm se mostrado mais conscientes em relação aos danos ambientais causados por atividades exploratórias não sustentáveis (LIMONGI *et al.*, 2013).

Os entrepostos e as indústrias de beneficiamento de pescado constituem-se em uma das principais atividades econômicas em nível mundial (BRASIL, 2014). Em 2012, 136,2 milhões de toneladas (86%) foram destinadas ao consumo humano direto e 21,7 milhões de toneladas tiveram uso não alimentício para a fabricação de farinha e óleo de pescado (FAO, 2014). Em 2013 e 2014, 21,4 e 20,9 milhões de toneladas tiveram seu uso não empregado na alimentação humana respectivamente. A maior parte desse pescado não aproveitado na alimentação humana, cerca de 76%, foi reduzido na forma de farinha de peixe e óleo de peixe (FAO, 2016).

A Figura 1 apresenta a relação entre o pescado destinado e não destinado ao consumo humano. Observa-se ao longo dos anos que essa relação do pescado destinado ao consumo humano e o não destinado a consumo humano vem aumentando.

Figura 1 – Comparação entre o pescado destinado e não destinado ao consumo humano



Fonte: Adaptado (FAO, 2016)

Segunda a FAO, entre os anos de 2000 e 2011, 45,6 milhões de toneladas de pescado não foram utilizadas para consumo humano, sendo descartados como resíduo. Entre os anos 2000 e 2005 foram utilizadas para consumo humano aproximadamente 66,8 milhões de toneladas por ano e para fins não alimentícios uma média de 23,2 milhões de toneladas anuais. No período de 2006 a 2011, 122,3 e 22,4 milhões de toneladas anuais foram destinadas ao consumo humano direto e para fins não alimentícios, respectivamente (FAO, 2012; FAO, 2014; PIRES *et al.*, 2014).

Em 2012, dos 158 milhões de toneladas produzidas, 136,2 milhões de toneladas (86%) foram destinadas ao consumo humano direto e 21,7 milhões de toneladas tiveram uso não alimentício. Nos anos seguintes, a quantidade de pescado não destinado ao consumo humano diminuiu em relação aos anos anteriores. Em 2013 e 2014, 21,4 e 20,9 milhões de toneladas teve seu uso não empregado na alimentação humana, respectivamente. A maior parte deste pescado não aproveitado na alimentação humana, cerca de 76%, foi reduzido na forma de farinha de peixe e óleo de peixe (FAO, 2014; FAO, 2016).

Esse panorama mostra que cada vez mais o pescado vem sendo destinado para a alimentação humana, refletindo a existência de um foco

crescente da indústria do pescado para a utilização dos coprodutos como matéria-prima, e como consequência a diminuição do desperdício desse alimento. Segundo Moreira (2005), a indústria de pescado não tem sido inovadora, quando comparada às indústrias de carnes e aves, que fazem melhor uso da matéria-prima e desenvolvem outra via de incorporação da mesma, na forma de diferentes produtos alimentícios.

O beneficiamento do pescado se inicia com a seleção dos peixes por tamanho, em seguida são lavados e sofrem congelamento, ou são destinados à industrialização. Sua comercialização pode ser feita com produtos inteiros, eviscerados com cabeça, fracionados em filés, postas ou industrializados (FELTES *et al.*, 2010).

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, chamada espinhaço, após a retirada do filé, aparas obtidas durante a toailete 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 quantidade de resíduos e o rendimento de carcaça do pescado podem variar de acordo com: a espécie, tipo de corte, tamanho da cabeça, peso do peixe, sistema de criação, entres outros (VIDOTTI, 2011). A Tabela 1 mostra os resíduos gerados durante a filetagem da tilápia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). Nesse caso, são gerados em torno de 68% de resíduos em relação ao peso médio de abate.

Tabela 1 – Características quantitativas dos filés e dos diferentes resíduos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em relação ao peso médio de abate

| Produtos | Peso médio (901 g) | Peso médio (703 g) |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Filé (%) | 33,95 | 31,57 |
| Cabeça + Vísceras (%) | 37,28 | 36,64 |
| Carcaça (%) | 19,23 | 19,69 |
| Escamas (%) | 4,39 | 5,38 |
| Pele (%) | 5,36 | 5,92 |
| Corte “v” (%) | 0,76 | 0,80 |
| Resíduos Totais | 67,02 | 68,43 |

Fonte: Vidotti (2011).

Os entrepostos que beneficiam o pescado na forma de apresentação de filés geram resíduos que representam entre 50 e 70% da matéria-prima, sendo essencial o aproveitamento desse resíduo para diminuição do impacto ambiental. No entanto, a forma como esses resíduos são dispostos, podem rapidamente ser degradados pela ação bacteriana, restringindo as possibilidades para obtenção de coprodutos e os riscos de aumentar a contaminação do ambiente (CHAMALIAH *et al.*, 2012).

Nas indústrias de conserva de atum e filé de salmão são gerados, respectivamente, 65% e 45% de resíduos. Nos entrepostos que beneficiam a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) o rendimento é de 30 a 37% em média, o restante é resíduo (FAO, 2014). Na industrialização da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis* Steindachner, 1879) são gerados em média, 35% e 47,8% de resíduos nas linhas de evisceração e de espalmados, respectivamente (FELTES *et al.*, 2010).

Os resíduos do beneficiamento de crustáceos são constituídos de carapaças de caranguejo e siris, cabeça e casca de camarões, que ultrapassam 40% de seu peso inicial, e as conchas de moluscos bivalvos

podem corresponder até 60 a 80% do peso total destes animais (GONÇALVES, 2011). A deposição de conchas que restam após a retirada dos moluscos em locais inapropriados, causa grave impacto ambiental e econômico (PIRES *et al.*, 2014), devido ao problema da decomposição da matéria orgânica com liberação de odores indesejáveis (GONÇALVES, 2011).

Nas empresas do sul do Brasil são gerados 68% de resíduos que são encaminhados para indústria de farinha de pescado, 23% são destinados para aterros sanitários e 9% são lançados em rios causando poluição ambiental (REBOUÇAS *et al.*, 2012). O descarte inadequado dos resíduos de pescado em corpos hídricos pode provocar diminuição na concentração de oxigênio dissolvido no meio, pois, na maioria das vezes, possuem grande concentração de material orgânico. (SUCASAS, 2011).

O órgão responsável pela normatização dos resíduos sólidos no Brasil é o Ministério do Meio Ambiente, através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Em 2002, o CONAMA publicou a Resolução nº 313 de 29 de outubro, que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Essa resolução traz como finalidade fomentar a política de gestão dos resíduos, de modo a considerar que todo resíduo sólido industrial existente ou gerado pela indústria seja objeto específico de controle, sendo parte integrante no processo de licenciamento ambiental (BRASIL, 2002).

A Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, institui a política nacional de resíduos sólidos, integrando-se à política Nacional do Meio Ambiente em consonância com a Política Nacional de Educação Ambiental e com a Política Federal de Saneamento Básico. O objetivo principal da política nacional de resíduos sólidos é a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, como incentivo a práticas sustentáveis voltados à não geração e/ou redução de resíduos, reciclagem, reutilização e tratamento, além da destinação ambientalmente correta dos resíduos (BRASIL, 2010).

Portanto, o setor pesqueiro deve estar engajado nas propostas de emissão zero de resíduos (ZERI, “Zeri Emission Research Initiative”), devendo ainda, dispor de alternativas para o gerenciamento dos resíduos que venham a

ser gerados, tornando-se um fator diferencial para as empresas, garantindo a diversificação da linha de produtos, o crescimento sustentável e a responsabilidade sócio-ambiental, além de realizar ações que contemplem as etapas de coleta, transporte, transbordo e tratamento de seus resíduos (BRASIL, 2010; PIRES *et al.*, 2014).

5 APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS DE PESCADO

5.1 SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade ambiental refere-se às condições sistêmicas segundo as quais, em nível regional e planetário, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos naturais em que se baseiam tudo o que a resiliência do planeta permite e, ao mesmo tempo, não devem empobrecer seu capital natural, que será transmitido às futuras gerações. Desse modo, o progresso sustentável deve se basear no desenvolvimento tecnológico, na manutenção das condições ambientais adequadas para a existência das diferentes populações no planeta e na garantia da perpetuidade dos fatores tecnológicos e ambientais às futuras gerações (SUCASAS, 2011).

Em relação à sustentabilidade ambiental, vários aspectos têm sido valorizados por consumidores de vários países, tais como apresentar menor “*footprint*” de carbono, baixo impacto ambiental, não estar associada a maus tratos aos animais, apresentar rotulagem ambiental, implantar a rastreabilidade e reciclar os resíduos do processo produtivo (BRASIL FOOD TREND, 2010).

Para que a cadeia da pesca seja sustentável há a necessidade do aproveitamento integral dos resíduos, uma vez que o descarte inadequado acarreta sérios impactos ambientais. Assim, é imprescindível a aplicação das tecnologias inovadoras e emergentes com vistas ao aproveitamento dos

resíduos para desenvolvimento de produtos destinados à alimentação humana, bem como para alimentação animal (GONÇALVES, 2011).

5.2 APROVEITAMENTO PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Resíduos do beneficiamento de peixe podem ser valorizados mediante a hidrólise da biomassa para obtenção de silagem de peixe, tendo grande potencial para utilização em rações como fonte proteica. A silagem pode ser produzida por acidificação dos resíduos utilizando-se ácidos orgânicos (por exemplo ácido fórmico) ou ácidos minerais (tais como ácido sulfúrico), bem como pela adição de açúcares simples como o melaço e uma cultura bacteriana (VIDOTTI, 2011). A redução do pH para valores menores que 4,0 inibe o crescimento de microorganismos deteriorantes e patogênicos e previne a oxidação da matéria-prima (BORGHESI *et al.*, 2007). Arruda e colaboradores (2007), na elaboração de silagem química a partir dos resíduos da filetagem da tilápia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758), encontraram 59,27% de proteína bruta, apresentando todos os aminoácidos essenciais.

Outro destino possível para os resíduos do beneficiamento, nesse caso, resíduos não comestíveis, é a produção de farinha de peixe para alimentação animal. Devido ao seu alto valor biológico, equilíbrio em aminoácidos e ácidos graxos, altos teores de sais minerais (cálcio e fósforo), presença de vitaminas lipo e hidrossolúveis (B2 e B12), a farinha de peixe é considerada a principal fonte de proteína dietética em rações para peixe, atuando também como palatabilizante (ARRUDA *et al.*, 2007), quando a introdução é feita na dieta animal de forma gradativa. O produto chega a apresentar 70% de proteína (FELTES *et al.*, 2010).

Para obtenção da farinha de pescado são utilizados dois métodos básicos de processamento, os quais dependem da quantidade de lipídeos da matéria-prima: redução úmida e redução seca. Para resíduos de peixe o método recomendado é o de redução úmida (teor de lipídeos na matéria-prima superior a 3%). Nesse caso, matéria-prima sofre etapas de cozimento,

prensagem e secagem, sendo essas etapas independentes e consecutivas. Na “redução seca”, indicado para resíduos de crustáceos (teor de gordura < 3%), os resíduos sofrem cozimento e secagem em operação conjunta, no digestor, procedendo-se a evaporação da maioria da água presente, e em seguida triturado em moinho, ensacado e armazenado (NUNES, 2011).

Embora a farinha de peixe seja extensamente obtida a partir dos resíduos, ela apresenta baixa qualidade (ARRUDA *et al.*, 2007), principalmente pelo acúmulo da matéria-prima nas plantas beneficiadoras, o que diminui a qualidade dos compostos nutricionais. Isso porque, a composição química das farinhas varia conforme o estado sanitário dos resíduos (NUNES, 2011).

Quando se compara a produção de silagem de pescado com a de farinha de pescado, observa-se que a elaboração de silagem apresenta vantagens em relação à fabricação de farinha, pois a obtenção da silagem é um processo simples, prático, que independe de escala, necessitando de pouco investimento. Além disso, a emissão de efluentes e odores é menor (ARRUDA *et al.*, 2007).

Ademais, a silagem possui vantagens nutricionais em relação à farinha de pescado, uma vez que possibilita melhorias no valor nutritivo pelo aumento da digestibilidade proteica e pela presença de lisina, metionina e outros aminoácidos essenciais. No entanto, essas são deficientes em triptofano, devido à sua instabilidade em meio ácido, quando se apresentam na forma livre (MORALLES-ULLOA e OETTERER, 1997)

A produção de fertilizantes orgânicos é outra alternativa sustentável para o uso de resíduos sólidos do pescado. Sanes *et al.* (2015) avaliaram a produção de compostos orgânicos e fertilizantes orgânicos líquidos através da compostagem e fermentação respectivamente. Concluiu-se que, tanto o composto orgânico como o fertilizante orgânico, a partir do resíduo de pescado, apresentaram-se como boa fonte de nutrientes, sendo indicados para sistemas de produção de base ecológica.

5.3 APROVEITAMENTO PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Apesar da maioria dos resíduos de pescado, tanto comestível quanto não comestível, ser empregada para a produção de farinha de pescado, destinada à elaboração de rações, tal prática vem acarretando problemas de sanidade às instalações, devido à presença de resíduos da industrialização do pescado junto aos pontos de beneficiamento e comercialização. Com isso, demandam-se maiores custos de eficiência de produção e energéticos (GONÇALVES, 2011). Assim, ao longo dos últimos anos, tem sido observada a necessidade de desenvolver estratégias de processamento capazes de maximizar o reaproveitamento de componentes funcionais presentes nos resíduos comestíveis de pescado e os destinar à fabricação de produtos de alto valor nutricional, voltados para o consumo humano (TAHERGORABI *et al.*, 2013).

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, para inserção na alimentação escolar. 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. Shankar *et al.* (2010) avaliaram a inclusão de 5 a 20% de farinha de tilápia em pães, enquanto Veit *et al.* (2012) estudaram a adição de 20% e 12% de filés de tilápia cozidos e triturados em bolo de chocolate e cenoura respectivamente. Ambos os autores concluíram que os produtos estudados obtiveram índices de aceitabilidade satisfatórios e incremento no valor nutricional.

Centenario *et al.* (2007) utilizaram a polpa de uma espécie de pescado não viável economicamente, *Prionotus punctatus*, conhecida como cabrinha, para enriquecimento nutricional em pães. Os autores concluíram que houve aumento considerável no teor de proteínas do produto, contribuindo para o incremento nutricional.

Outra alternativa para o aproveitamento dos resíduos de pescado para consumo humano é a destinação para obtenção da carne mecanicamente separada (CMS) para a produção de formatados, embutidos e reestruturados de pescado. A CMS de pescado é obtida pela passagem do pescado eviscerado e descabeçado ou de seus resíduos por uma máquina separadora de carne e ossos, podendo ser lavado com água ou não, drenado, ajustado à umidade, acondicionado em bloco e congelado (NEIVA e GONÇALVES, 2011). No Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem animal (RIISPOA) (BRASIL, 2017), o artigo 338 menciona a denominação CMS de pescado, definindo-se como o produto congelado obtido de pescado, envolvendo o descabeçamento, a evisceração, a limpeza destes e a separação mecânica da carne das demais estruturas inerentes à espécie, como espinhas, ossos e pele.

No entanto, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada (anexo I da Instrução Normativa nº 04 de 31 de março de 2000) não referencia a CMS de pescado, abordando e estabelecendo padrões apenas para aves, bovinos e suínos (BRASIL, 2000).

Estudos relacionados aos componentes da CMS de tilápia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) são mostrados na Tabela 2. Observa-se que a composição química da CMS de tilápia possui semelhança com a do filé, exceto para o teor de lipídeos (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2010), cuja variação está relacionada a diversos fatores como: forma de obtenção e processamento da CMS, época do ano, dieta, idade e sexo (GONÇALVES, 2011).

Tabela 2 – Composição centesimal da CMS de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) obtida por diferentes autores

| Umidade (%) | Proteína (%) | Lipídeos (%) | Cinzas (%) | Referências |
|-------------|--------------|--------------|------------|-------------------------------------|
| 79,83 | 15,13 | 2,91 | 1,35 | KIRSCHINIK, 2009 |
| 76,3 | 17,74 | 3,86 | 0,88 | MARENGONI <i>et al.</i> , 2009 |
| 75,47 | 12,76 | 10,54 | 1,14 | OLIVEIRA FILHO <i>et al.</i> , 2010 |
| 79,05 | 14,63 | 4,66 | 0,87 | BORDIGNON <i>et al.</i> , 2010 |
| 82,53 | 15,49 | 2,17 | 1,08 | PINTO, 2017 |

Bordignon *et al.* (2010) elaboraram croquete de tilápia do Nilo a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e verificaram uma aceitação moderada, e concluíram que o produto pode ser uma forma de agregação de valor aos resíduos da filetagem, tendo boa aceitação pelos consumidores e atendendo aos padrões de qualidade da legislação. Marengoni *et al.* (2009) desenvolveram *fishburgers* com CMS de tilápia e observaram que todas as formulações propostas no estudo foram aceitas pelos consumidores.

Neiva *et al.* (2011) desenvolveram biscoitos à base de CMS de pescado subutilizado de baixo valor comercial, utilizando-se as espécies *Menticirrhus americanus* e *Umbrina coroides*. Os resultados demonstraram excelente aceitação do produto pelos consumidores (acima de 90%) e além disso os biscoitos apresentaram elevado teor de proteínas e aminoácidos essenciais.

A elaboração de patê a partir da CMS de espinhaços de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) constitui opção viável para reduzir o descarte inadequado, uma vez que o produto apresenta boa aceitabilidade sensorial (média de 7,40), além de qualidade nutricional satisfatória, apresentando entre 8 a 9% de proteínas (MINOZZO *et al.*, 2008).

A partir da CMS ainda pode ser elaborado um extrato de proteínas miofibrilares com alta capacidade de formar gel, denominado surimi, com propriedades funcionais que permite a indústria criar produtos com formas e texturas diferenciadas. Os produtos elaborados a partir de surimi podem ser classificados em três grupos principais: produtos tradicionais japoneses, novos produtos e análogos de pescado e embutidos, e produtos extrusados e moldados. Os produtos tradicionais japoneses incluem o "Kamaboko", "chikuwa", "hanpen" e "satsumaage". Em relação aos análogos de crustáceos, podemos citar imitações de caranguejo, denominado "kanikama", camarão e lagosta (GODOY *et al.*, 2010; NEIVA e GONÇALVES, 2011).

Mello *et al.* (2012) produziram hambúrguer de tilápia a partir de polpa e surimi obtidos do espinhaço residual da filetagem da tilápia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). Os autores concluíram que o produto elaborado obteve bons resultados, tanto na composição nutricional como na aceitação

pelos consumidores. Fogaça *et al.* (2015) desenvolveram hambúrguer de peixe a partir de surimi elaborado de tilápias do Nilo e concluíram que o produto apresentou elevado teor proteico, estabilidade lipídica e boa aceitação sensorial. Em outro estudo conduzido por Santana *et al.* (2012), os autores elaboraram pó de surimi e constaram que sua adição em *snack* de peixe incrementou nutricionalmente o produto.

Pescado subutilizados de baixo valor econômico, espécies pelágicas de pequeno tamanho, além de aparas provenientes da filetagem de peixes podem ser aproveitados para a obtenção da Carne Triturada de Pescado (CTP). O produto é obtido através da passagem do filé sem pele e/ou aparas por um moinho elétrico comercial. A CTP é empregada na elaboração de hambúrgueres, *nuggets*, almôndegas, *sticks*, linguiças, salsichas, patês e etc., podendo ser adquirida a partir de uma única espécie ou de uma mistura de espécies com características sensoriais similares. Espécies subutilizadas com potencial para exploração são as mais indicadas para a obtenção da CTP. (NEIVA e GONÇALVES, 2011; PIRES *et al.*, 2014).

Fernandes *et al.* (2011) elaboraram empanados a partir de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo utilizando o resíduo denominado “costelinha”, obtido das regiões hipoaxial e abdominal. Concluiu-se que a massa de “costelinha” triturada pode ser empregada como matéria-prima de baixo custo para elaboração de produtos derivados com valor agregado. Oliveira *et al.* (2012) elaboraram um reestruturado, tipo almôndega, com polpa de tilápia e proteína texturizada de soja. A aceitabilidade do produto foi superior a 70% para todos os atributos avaliados e a intenção de compra superou os 50% sendo viável a utilização da polpa de tilápia.

A produção de hidrolisados proteicos de pescado (HPP) a partir dos resíduos do beneficiamento tem crescido nos últimos anos e constitui grande potencial para otimização do uso dos resíduos, devido sua qualidade nutricional. São definidos como produtos constituídos por aminoácidos livres e peptídeos que apresentam uma vasta gama de massas moleculares resultantes do maior grau de hidrólise das proteínas. São obtidos por hidrólise

química (ácida ou alcalina) ou enzimática das proteínas. A modificação da estrutura proteica é utilizada para melhorar as propriedades funcionais (BATISTA, 2011).

As propriedades funcionais dos HPP (capacidade de retenção de água, solubilidade, emulsificação, formação de espuma e absorção de gordura) permitem sua utilização como ingredientes para produtos alimentares, tanto na alimentação humana quanto animal (CHAMALIAH *et al.*, 2012). Kristinsson e Rasco (2000) testaram a incorporação em diferentes alimentos, como cereais, peixes, produtos de peixe, produtos cárneos e biscoitos, e tiveram sucesso nos experimentos.

5.4 ÓLEO DE PEIXE

A produção de óleo de peixe constitui na principal opção de aproveitamento das capturas de pescado não comestível e dos resíduos das plantas de processamento. Sua obtenção é a partir do processo de silagem ácida ou como subproduto da produção da farinha. Constitui-se num produto com 90% de lipídeos neutros (triacilgliceróis, ácidos graxos livres), apresentando ainda lipídeos polares como fosfolipídeos esfingolipídios e lipídios oxidados (HERNANDEZ, 2011).

A matéria-prima para obtenção do óleo é composta de peixes não viáveis economicamente ou mesmo refugos e resíduos do processamento, como do enlatamento. Sua aplicação tem sido na produção de tintas, vernizes, acabamento de couro, substrato de fermentação, veículos em inseticidas ou para alimentação animal na aquicultura, como ocorre no Brasil (FELTES *et al.*, 2010; PIRES *et al.*, 2014). Nos últimos anos, o óleo de peixe, fonte de ácido ômega-3, vem sendo utilizado para fins de suplemento e fortificação pelas indústrias farmacêutica e alimentícias (MOZZAFARIAN e WU, 2011). Nesta última, vem sendo utilizado como óleo enlatado, para a produção de margarina e maionese (HERNANDEZ, 2011).

Outra alternativa para o aproveitamento do óleo de peixe seria para a produção de biodiesel. Gomes *et al.* (2015) extraíram lipídeos das vísceras de sardinha-verdadeira para produção de biodiesel. O óleo extraído apresentou um bom rendimento (18,75%) para a produção de biodiesel. Porém, deve-se atentar para o problema da sobrexplotação de espécies de importância econômica, como ocorreu com a sardinha-verdadeira na década de 1970 e 1980, que foi quase dizimada do litoral brasileiro. A produção sustentável dos recursos pesqueiros não compromete as gerações futuras e garante a segurança alimentar do planeta (BRASIL, 2011; FAO, 2014).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das opções tecnológicas apontadas como viáveis e aplicáveis para o aproveitamento de resíduos sólidos oriundos do beneficiamento e/ou processamento do pescado, ainda assim, eles vêm sendo subaproveitados ou não aproveitados em nível nacional. Sendo assim, é necessário a conscientização do setor pesqueiro para o gerenciamento de resíduos sólidos sob a ótica da sustentabilidade. Para isso, são necessárias políticas públicas no sentido de regulamentar de forma eficiente, criando incentivos e fornecendo orientação técnica contínua sobre o aproveitamento dos resíduos.

O desenvolvimento de novos produtos a partir das sobras do beneficiamento e/ou processamento do pescado para a alimentação humana mostra-se viável. Além da agregação de valor, é possível diversificar produtos de fácil preparo e conveniência no mercado com qualidade nutricional e sensorial.

No entanto, o avanço no desenvolvimento de produtos de pescado e derivados de pescado, pela indústria, para a alimentação humana passa pela criação de um Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) específico, de modo a estabelecer os padrões próprios para os produtos elaborados a partir do pescado, a exemplo do que ocorre com os animais de abate (bovinos, suínos e aves).

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, L. F; BORGHESI, R; OETTERER, M. Use of fish waste as silage– a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n.5, p.879-886, 2007.
- BATISTA, I. Hidrolisados Proteicos de Pescado. In: GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. p.386-398.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Decreto nº 9013 de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1283 de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7889, de 23 de dezembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm. Acessado em: 04/05/2017
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 04, de 31 de março de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. Disponível em: http://www.agais.com/normas/carne/carnes_linguica.htm. Acesso em: 10 jan. 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 de novembro de 2002, seção 1, páginas 85-91.
- BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 01 Out 2015.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. 2011. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL.pdf . Acesso em: 14 Set 2015.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura. 136f. 2014. Disponível em: [http:// formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf](http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf). Acesso em 04 ago.2015.

- BRASIL FOOD TRENDS 2020. São Paulo: FIESP, ITAL, 2010. 173 p. Disponível em: http://www.brasilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.htm. Acesso em: 10 ago. 2015
- BORDIGNON, A. C; SOUZA, B. E; BOHNENBERGER, L; HILBIG, C. C; FEIDEN, A; BOSCOLO, W. R. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em “V” do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Maringá**, v.32, n.1, p.109-116, 2010.
- BORGHESI, R; ARRUDA, L.F; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim CEPPA**, v.25, n.2, p.329-339, 2007.
- CENTENARIO, G.S; FEDDERN, V; BONOW, E.T; SALAS-MELLADO, M. Enriquecimento de pão com proteínas de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.663-668, 2007.
- CHAMALALIAH, M.; DINESH KUMAR, B.; HEMALATHA, R.; JYOTHIRMAYI, T. Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. **Food Chemistry**, v.135, p.3020–3038, 2012.
- FELTES, M. C.M.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M., NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.669–677, 2010.
- FERNANDES, M. P; PINTO, L. S. R. C; BONNAS, D. S. Aproveitamento de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na elaboração de empanados. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p.1385-1390, 2011.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Roma: FAO, 2007. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0699e/a0699e.pdf>. Acesso em: 15 Ago. 2015.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Roma: FAO, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf>. Acesso em: 10 Set. 2015
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Roma: FAO, 2014. Disponível em:

<http://www.fao.org/3/d1eaa9a1-5a71-4e42-86c0-f2111f07de16/i3720e.pdf>
Acesso em: 25 Set. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture: contributing to food security and nutrition for all.** Roma, FAO, 200 p, 2016.

FOGAÇA, F. H. S; OTANI, F. S; PORTELLA, C. G; FILHO, L. G. A .S; SANT`ANA, L. S. Caracterização de surimi obtido a partir de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo e elaboração de *fishburger*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n.2 p.765-776, 2015.

GODOY, L. C.; FRANCO, M. L. R. S; FRANCO, N. P; SILVA, A. F; ASSIS, M. F; SOUZA, N. E; MATSUSHITA, M; VISENTAINER, J. V. Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.86-89, 2010.

GOMES, A. F; SANTOS, A. G. D; SOUZA, L. D; PINTO, C. H. C; MATIAS, L. G. O; BEATRIZ, A. Síntese e caracterização de biodiesel com material lipídico extraído das vísceras da *Sardinella brasiliensis*. **Revista Geintec**, v.5, n.2, p.2181-2194, 2015.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação.** São Paulo: Editora Atheneu, 2011. 608 p.

HERNANDEZ, C.P. Óleo de Pescado. In: GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação.** São Paulo: Editora Atheneu, 2011. p.372-380.

LIMONGI, B; PFITSCHER, E. D; SPLITTER, K. Sustentabilidade ambiental: estudo em uma indústria de pescado. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.6, n.1, p.135-154, 2013.

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

KIRSCHNIK, P.G; MACEDO-VIEGAS, E.M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade da carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a estocagem a -18 °C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n.1, p.200-206, jan-mar., 2009.

MARENGONI, N. G.; POZZA, M. S. S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C.

Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburgers* de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.168-176, 2009.

MELLO, S. C. R. P.; FREITAS, M. O.; CLEMENTE, S. C.; FRANCO, R. M.; NOGUEIRA, E. B.; FREITAS, D. D. G. C. Development and bacteriological, chemical and sensory characterization of *fishburgers* made of Tilapia minced meat and surimi. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1389-1397, 2012.

MINOZZO, M.G; WASZCZYNSKYJ, N; BOSCOLO, W.R. Utilização de Carne Mecanicamente Separada de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) para a produção de patê cremoso e pastoso. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.3, p 315-319, 2008.

MOREIRA, R. T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) estabilizado com hidrocolóides**. Campinas: UNICAMP, 2005. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, 2005.

MOZZAFARIAN, D.; WU, J. H. Y. Omega 3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease. **Journal of the American College of Cardiology**, v.58, n.20, p.2047-2067, 2011.

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

NEIVA, C. R. P.; GONÇALVES, A.A. Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Pescado e Surimi. In: GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. p.197-207.

NEIVA, C.R.P; MACHADO, T.M; TOMITA, R.Y; FURLAN, E.F; LEMOS NETO, M.J; BASTOS, D. H. M. Fish crackers development from minced fish and starch: an innovative approach to a traditional product. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n.4, p. 973-979, 2011.

NUNES, M.L. Farinha de Pescado. In: GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. p. 362-371.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. DE; TRINDADE, C. S. F.; TRINDADE, M. A.; BALIEIRO, J. C. DE C.; VIEGAS, E. M. M. Quality of sausage elaborated using minced Nile Tilapia submitted to cold storage. **Scientia Agricola**, v.67, n.2, p.183-190, 2010.

- OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, G. R. B.; ALMEIDA, N. M. Características Microbiológicas, Físico-Químicas e Sensoriais de “Almôndegas” à Base de Polpa de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista Unopar Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v.14, n.1, p.37-44, 2012.
- PINTO, B.V.V. **Elaboração de Fishburger com Resíduos da Filetagem da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) adicionado de Transglutaminase**. 2017. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- PIRES, D. R.; MORAIS, A. G. N.; COSTA, J. F.; GOES, L.C.D.S.A.; OLIVEIRA, G.M. Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: Aplicação e viabilidade. **Revista Verde**, v 9, n.5, p.34 - 46, 2014.
- REBOUÇAS, M. C.; RODRIGUES, M. C. P.; CASTRO, R. J. S.; VIEIRA, J. M. M. Caracterização do concentrado proteico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem da tilápia do Nilo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.2, p.697-704, 2012.
- SANES, F. S. M.; STRASSBURGER, A. S.; ARAUJO, F.B.; MEDEIROS, C. A. B. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para a produção de fertilizantes orgânicos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n.3, p.1241-1252, 2015.
- SANTANA, P.; HUDA, N.; YANG, T. A. Technology for production of surimi powder and potential of applications. **International Food Research Journal**, n. 19, v. 4, p. 1313-1323, 2012.
- SHANKAR, T. J.; SOKHANSANJ, S.; BANDYOPADHYAY, S.; BAWA, A. S. Storage Properties of Low Fat Fish and Rice Flour Coextrudates. **Food and Bioprocess Technology**, v.3, n.4, p.481–490, 2010.
- SUCASAS, L. F. A. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade da cadeia produtiva**. 2011. 166f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- TAHERGORABI, R.; BEAMER, S. K.; MATAK, K. E.; JACZYNSKI, J. Chemical properties of omega -3 fortified gels made of protein isolate recovered with isoelectric solubilisation/precipitation from whole fish. **Food Chemistry**, n.139, p.777–785, 2013
- VEIT, J. C.; FREITAS, M. B.; REIS, E. S.; MOORE, O. Q.; FINKLER, J. K.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Desenvolvimento e caracterização de bolos

de chocolate e de cenoura com filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).
Alimentos e Nutrição, v.23, n.3, p.427-433, 2012.

VIDOTTI, R. M. **Tecnologias para o aproveitamento integral de peixes.**
Macapá: curso Técnica de Manejo em Piscicultura Intensiva, ed. 1, p.
01-22, 2011a. Disponível em:
<http://pt.scribd.com/doc/223300998/Apresentacao-Rose-Vidotti-Tecnologias-Para-o-Aproveitamento-Integral-de-Peixes#scribd>. Acesso em 22 fev. 2016.

Enviado em: 30 ago. 2016

Aceito em: 20 ago. 2017

Editores responsáveis: Alysson Ramos Artuso
Michele Rosset