

Uso de subprodutos do pescado na alimentação de aves

Use of fish by-products in poultry diets

RUFINO, João Paulo Ferreira^{1,*}; CRUZ, Frank George Guimarães²;
GUIMARÃES, Cristiane Cunha³; SILVA, André Ferreira³; BATALHA, Oscarina de Souza⁴

¹ UEA, Escola Superior de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Manaus, Amazonas, Brasil.

² UFAM, Faculdade de Ciências Agrárias, Depart. de Produção Animal e Vegetal, Manaus, Amazonas, Brasil.

³ UFAM, Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Manaus, Amazonas, Brasil.

⁴ INPA, Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, Manaus, Amazonas, Brasil.

* E-mail para correspondência: joaopaulorufino@live.com

RESUMO

O objetivo deste artigo foi, por meio de levantamento bibliográfico, revisar resultados de pesquisa que apresentem os efeitos relacionados as diferentes formas de processamento e uso dos subprodutos do pescado na alimentação de aves. A revisão da literatura foi realizada a partir da investigação de artigos e material técnico-científico relacionados ao tema. Os estudos avaliados evidenciaram uma extensa variedade de trabalhos desenvolvidos com processamento de subprodutos do pescado visando a produção de ingredientes a serem utilizados em rações para aves. Além disso, estes apresentaram uma excelente viabilidade nutricional, produtiva e econômica. Conclui-se, portanto, que os subprodutos de pescado podem ser utilizados em rações para aves nas suas mais variadas formas, destacando-se a farinha de peixe e a silagem de pescado. Estes ingredientes geralmente atuam como fonte complementar para o atendimento da exigência de proteína, podendo também contribuir no atendimento de outras demandas nutricionais. A farinha de peixe é a forma mais utilizada de aproveitamento dos subprodutos do pescado em rações para aves. Entretanto, esta apresenta várias características desfavoráveis que limitam o seu uso. A silagem de pescado é uma excelente alternativa nutricional. Entretanto, existem poucos estudos desenvolvidos com a inclusão de silagem de pescado na alimentação de poedeiras. A grande maioria dos trabalhos utiliza a mesma como fonte protéica em rações para frangos de corte.

Palavras-chave: alimento alternativo, nutrição, pescado, subproduto.

ABSTRACT

This paper aimed to review the use of fish by-products in poultry diets. The literature review was performed from the papers and technical-scientific materials related to the topic. The evaluated studies presented a great variety of studies developed about fish by-products processing aiming the production of feedstuffs to be used in poultry diets. Furthermore, these presented excellent nutritional, productive, and economic viability. It is concluded, therefore, that fish by-products can be used in poultry diets in its most varied forms, especially fish meal and fish silage. These ingredients generally may be used as a complementary protein source to meet this requirement, and contribute with other nutritional demands. Fish meal is the most used form to re-use fish by-products in poultry diets. However, it has several unfavorable characteristics that limit its use. Fish silage is an excellent nutritional alternative to re-use fish by-products. However, there are few studies developed with its inclusion in the diets to hens. Most of the works use it as a protein source in diets to broilers.

Keywords: alternative food, by-product, nutrition, fish.

INTRODUÇÃO

Anualmente, uma expressiva parte da produção de pescado brasileira é perdida durante os processos de captura, industrialização e comercialização, gerando uma grande quantidade de resíduos que são despejados diretamente nos corpos de águas ou depositados nos lixões urbanos. Diante deste cenário, tecnologias de reaproveitamento desses resíduos vêm sendo estudadas veementemente como alternativas para redução destas problemáticas ambientais (VIDOTTI *et al.*, 2003; ARRUDA *et al.*, 2007; MOUSAVI *et al.*, 2013).

Seibel e Souza-Soares (2003) em seus estudos relataram que no Brasil o reaproveitamento dos resíduos da industrialização de pescado ainda é pequeno, e que as farinhas de pescados processadas e disponibilizadas no mercado ainda são de baixa qualidade. Este fato decorre principalmente devido este resíduo ser armazenado sem receber um tratamento adequado, fato que depõe contra a qualidade higiênica exigida nas plantas de processamento, havendo inclusive situações onde este é descartado nas imediações do local ou até mesmo diretamente na natureza, contribuindo substancialmente para o desenvolvimento de problemas relacionados a contaminação ambiental.

Carvalho *et al.* (2006) e Cunha *et al.* (2006) relatam ainda que os resíduos de origem animal representam vasta fonte de

energia e nutrientes que podem ser convertidos em ingredientes para a alimentação animal. Esta alternativa representa grande potencial para o aproveitamento dos resíduos de pescado (que podem chegar a 60% do total que é produzido e/ou capturado). Os incentivos ao uso das inovações tecnológicas envolvidas na cadeia produtiva e os variados processos realizados para agregar valor aos subprodutos também destacam-se de maneira promissora.

Outrora, dentre os segmentos da produção animal, a avicultura pode ser considerada uma das atividades que mais se desenvolveram nos últimos tempos, em consequência aos avanços em genética, nutrição, sanidade e manejo. E um dos principais objetivos da produção de aves é converter eficiente e economicamente as matérias-primas relativamente descartáveis, não palatáveis e não atrativas em alimentos nutritivos. As dietas balanceadas que utilizam ingredientes alternativos disponíveis de baixo custo são especificamente formuladas para inúmeras idades e tipos de aves (CRUZ *et al.*, 2006; LOUREIRO *et al.*, 2007; TOGASHI *et al.*, 2008; PINHEIRO *et al.*, 2012).

Diante do exposto, o objetivo deste artigo foi, por meio de levantamento bibliográfico, revisar resultados de pesquisa que apresentem os efeitos relacionados as diferentes formas de processamento e uso dos subprodutos do pescado na alimentação de aves.

REAPROVEITAMENTO E PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS DE PESCADO

Ao longo da cadeia produtiva do pescado verificam-se alguns gargalos, dentre os quais destaca-se a quantidade de resíduos biológicos gerados, desde a reprodução, alevinagem, engorda, processamento, comercialização até o prato final do consumidor (VIDOTTI *et al.*, 2003), especialmente devido aos problemas ambientais oriundos do seu descarte inadequado (BORGHESI *et al.*, 2007).

Neste caso, estes resíduos necessitam de uma destinação correta, ajustando-se às normas ambientais e a política de gestão de resíduos vigente, onde seja possível converter a matéria orgânica complexa (carboidratos, proteínas e lipídios) em formas mais simples e assimiláveis por outros compartimentos do ecossistema (CHERNICHARO, 2007). Feltes *et al.* (2010), em seus estudos visando alternativas de agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe, citam que estes apresentam uma composição bastante rica por compostos orgânicos e inorgânicos, o que gera preocupação relativa aos potenciais impactos ambientais negativos decorrentes do descarte deste material diretamente no meio ambiente.

Sob a ótica da NBR 10004 da ABNT (2004), as vísceras de peixe se caracterizam como resíduos sólidos ou semissólidos resultantes de atividades industriais,

domésticas, agrícolas dentre outras, incluindo os lodos das estações de tratamento de efluentes, resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição que não podem ser diretamente lançados nas redes públicas de esgoto, tampouco no ambiente.

Nos mais variados processamentos do pescado ocorre a geração de resíduos, indo do abate até o beneficiamento piscícola, como a retirada da cabeça, vísceras, nadadeiras, cauda, coluna vertebral, escamas e restos de carne. Vale ressaltar ainda que a quantidade destes resíduos pode variar conforme as espécies e a forma de processamento (ARRUDA *et al.*, 2007).

E dentre as diversas formas de minimizar estes problemas ambientais gerados pelos resíduos de pescado descartados, transformá-los em subprodutos/ingredientes que possam ser incorporados a alimentação animal destacam-se como uma das principais alternativas, especialmente devido seu grande potencial nutricional (FELTES *et al.*, 2010).

FARINHA DE PEIXE

Historicamente, a produção de farinha de peixe é uma alternativa muito utilizada para o aproveitamento dos resíduos de pescado, especialmente devido sua amplamente aplicação na aquicultura como principal fonte proteica das rações para a maioria das espécies cultivadas (GUZEL *et al.*, 2011). É importante destacar que dentre as proteínas de origem animal utilizadas em

rações para animais, a farinha de peixe é uma das mais utilizadas para atender as demandas desta cadeia produtiva. Na União Européia, por exemplo, cerca de 50% da farinha de peixe é destinada para a aquicultura, 20% para a avicultura, 20% para a suinocultura e 10% para atender outras culturas (KARIMI, 2006).

A farinha de peixe apresenta um conteúdo equilibrado de aminoácidos e outros nutrientes quando comparada com as fontes de proteínas de origem vegetal, que geralmente são limitadas em alguns aminoácidos essenciais, com consequentes efeitos negativos sobre o crescimento dos animais e na utilização de alimentos que são substituídos pela farinha de peixe nas rações (WILSON, 1989). A proteína encontrada na farinha de peixe possui um alto valor biológico para os animais monogástricos, com um elevado teor de aminoácidos essenciais. Além disso, este alimento também possui um bom teor de ácidos graxos insaturados, alto teor de minerais (principalmente fósforo disponível) e vitaminas (complexos A, D, B) (MIKULEC *et al.*, 2004).

No entanto, existem várias características desfavoráveis que apresentam fatores limitantes para o uso da farinha de peixe em rações para aves. Em primeiro lugar, existe um risco permanente de transmissão de agentes causadores de doenças alimentares, como *Salmonella* spp. Também é sabido que a farinha de peixe, como alimento rico em proteínas, é muito sensível às condições de armazenamento. E no caso de condições

inadequadas de armazenamento desta, podem ocorrer processos de degradação da proteína, seguidos pelo surgimento de aminas biogênicas, como a histamina, que podem causar erosão da moela das aves dentre outras lesões (MIKULEC *et al.*, 2004).

Além disso, a opinião pública é extremamente sensível a questões relacionadas à segurança alimentar humana. Os temores dos consumidores, resultantes da incidência de doenças como encefalopatia espongiforme bovina, devem ser levados em consideração como um fator limitante no uso de alimentos de origem animal na alimentação das aves. Além disso, aditivos comerciais para ração têm sido corriqueiramente produzidos e avaliados como substitutos da farinha de peixe (MIKULEC *et al.*, 2003; MIKULEC *et al.*, 2004).

Quanto aos efeitos que a farinha de peixe pode ocasionar na produção avícola, Damron *et al.* (1971) observaram que a adição de 3,0% de farinha de peixe em rações para frangos de corte comerciais não resultou em uma resposta significativa, levando em consideração o peso corporal ou eficiência alimentar. Raza *et al.* (2015), utilizando dois tipos de farinha de peixe e três níveis elevados de inclusão (8, 11 e 14%) nas rações de frangos de corte comerciais, também não observaram efeito significativo sobre a eficiência alimentar. Maignalema e Gernat (2003), substituindo até 50% do farelo de soja por farinha de peixe produzida com subprodutos da tilápia como fonte de proteína

bruta da ração, verificaram ainda que esta não causou efeito negativo sobre o desempenho e os rendimentos de carcaça.

Proudfoot *et al.* (1971), em dois experimentos utilizando 8800 pintos de quatro genótipos comerciais e aumentando o nível de farinha de peixe de 4% até 10% em detrimento do farelo de soja, observaram uma resposta positiva significativa no desempenho, que não foi afetada por um aumento adicional até 15%. No entanto, 20% da farinha de peixe nas rações resultou em pesos menores em ambos os experimentos e mortalidade significativamente maior em um experimento. Os mesmos autores verificaram ainda que uma farinha de peixe com alto teor de gordura e inclusa até 15% nas rações, resultou em melhor resposta sobre o desempenho no primeiro experimento, fato que não foi repetido no segundo experimento. Karimi (2006), em estudo com frangos de corte da linhagem Hubbard, também verificou que a inclusão de farinha de peixe nas rações ocasionou efeitos benéficos ao desempenho, sendo estes mais evidentes com níveis elevados de inclusão e em períodos mais tardios de crescimento, principalmente devido ao estímulo sobre o consumo de ração.

Em outra perspectiva, Avila e Balloun (1974) observaram que diferentes níveis de farinha de peixe feita a partir de subprodutos da anchova em rações de frangos de corte não proporcionaram efeito significativo sobre o peso vivo ou a eficiência alimentar, exceto quando a farinha de peixe substituiu toda a

proteína da soja. Neste sentido, Ponce e Gernat (2002) analisando a substituição do farelo de soja por farinha de peixe feita de subprodutos de tilápia em rações para frangos de corte, concluíram que pode haver uma substituição parcial sem afetar negativamente o desempenho e a qualidade de carcaça. Ambos os autores constataram que a farinha de peixe atua como uma fonte complementar de proteína em rações para frangos de corte, não podendo substituir integralmente o farelo de soja como fonte primária de proteína, constatação também verificada por Waldroup *et al.* (1965).

Quanto a qualidade de carcaça, Wu *et al.* (1984) testando o efeito de quatro farinhas de peixe hidrolisadas verificou que houve um efeito significativo da inclusão de farinha de peixe sobre as características sensoriais da carcaça, transferindo o sabor de pescado para estas, porém sem afetar as perdas totais por cozimento, tempo de cozimento, umidade total e suculência da carne. Entretanto, Marsden *et al.* (1957) e Webb *et al.* (1973) relataram vários graus de sabor de peixe na carne de perus devido à inclusão de farinha de peixes marinhos em suas dietas. Webb *et al.* (1974), avaliando a inclusão de 0 a 10%, de farinha de peixe em dietas de perus, verificaram também que a qualidade da carne diminuiu à medida que os níveis de inclusão de farinha de peixe aumentaram, com os níveis mais elevados apresentando os piores resultados.

Acerca do uso da farinha de peixe na alimentação de poedeiras, Rowghani *et al.* (2007) verificaram que a inclusão de 3% de farinha de peixe em rações para poedeiras leves da linhagem White Leghorn proporcionou melhores resultados de produção de ovos, peso do ovo, espessura da casca e conversão alimentar. Já Silva *et al.* (2017) observaram ainda que a inclusão de farinha de peixe proporcionou melhores resultados na produção de ovos, conversão alimentar, peso do ovo e relação albúmen-gema, além de reduzir o preço da ração e o custo de produção por ovo.

Asghedom *et al.* (2006), utilizando farinha de peixe em rações para poedeiras semi-pesadas da linhagem Rhode Island Red, relataram que o nível de 4,76% melhorou significativamente o consumo de ração, a produção de ovos e o custo por ovo. No entanto, esse nível não foi adequado para atender a exigência recomendada de aminoácidos, particularmente lisina e os sulfurados. Os mesmos autores também comentaram que um nível mais alto de farinha de peixe provavelmente poderia resultar em maior produção de ovos do que a alcançada, também recomendando estudos adicionais para determinar o nível que pode resultar em uma produção máxima de ovos sem comprometer o custo e o sabor.

No aspecto sensorial, Koehler e Bearse (1975) testando a aceitação sensorial de ovos oriundos de aves alimentadas com diferentes farinhas e óleos de peixe,

verificaram que os ovos de aves alimentadas com farinha de peixe apresentaram menor aceitação sensorial, onde cerca de 10% de farinha de peixe resultou em sabor indesejável nos ovos. Comparações dos efeitos da adição de 5% de algumas farinhas de peixe e seus respectivos óleos nas rações indicaram que o óleo de peixe não necessariamente contém os componentes responsáveis pela causa do sabor indesejável nos ovos. No entanto, todos os óleos testados causaram características indesejáveis no sabor dos ovos.

SILAGEM DE PESCADO

Alguns estudos desenvolvidos no Brasil destacaram a elaboração da silagem como uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos de pescado, especialmente devido sua tecnologia de obtenção simples, onde não há necessidade de utilização de maquinários específicos e sem exige mão-de-obra especializada, destacando-se ainda o fato de não exalar odores degradáveis e poluentes ou problemas relacionados à patógenos (VIDOTTI *et al.*, 2003). Segundo RAA *et al.* (1982) esta é um produto microbiologicamente estável, de fácil armazenamento, e de acordo com sua composição nutricional, constitui-se em uma fonte protéica de elevado valor biológico.

Duas metodologias básicas são utilizadas para elaboração da silagem de pescado, através da adição de ácidos orgânicos ou inorgânicos, tais como fórmico,

sulfúrico, clorídrico, propiônico e acético, denominada “silagem ácida”, ou com uso de microrganismos produtores de ácido lático juntamente com uma fonte de carboidratos, que é denominada “silagem biológica” (RAA *et al.*, 1982). Ambas as metodologias supracitadas tem como princípio um processo de fermentação controlado que torna este resíduo apto a um maior tempo de conservação, onde a preservação do material ensilado é dada pela redução do pH no meio, seja por adição de ácidos ou pela fermentação láctica microbiana (BORGHESI, 2007). O material autolisado caracteriza-se ainda por uma degradação da matéria protéica original do resíduo ao estado de peptídios, oligopeptídios e aminoácidos (VIDOTTI, 2003).

Uma ensilagem de pescado pode ser usada, sem refino adicional, como um componente protéico em rações animais, ofertada como líquido ou misturada com carboidratos e utilizada como uma mistura úmida ou seca. Se o peixe tiver um alto teor de óleo, é necessário remover o óleo da silagem antes de preparar as rações. Caso contrário, as rações poderão apresentar uma transferência das características organolépticas do pescado para os animais, o que é inaceitável para a maioria dos grupos de consumidores. Além disso, os lipídios rançosos na ração derivados da silagem podem reduzir ainda mais os valores nutricionais devido aos processos de beta-

oxidação lipídica e rancificação, diminuindo o tempo de prateleira (RAA *et al.*, 1982).

Há um interesse crescente no processo de silagem de pescado pela indústria de produção animal, principalmente devido esta tecnologia utilizar resíduos de pescado em situações onde a produção convencional de farinha de peixe é inadequada ou inviável. Tais situações são caracterizadas pelo desembarque irregular e disperso de peixes, ou quando as quantidades de pescado são muito pequenas para a operação viável de uma planta de produção de farinha de peixe. No entanto, a ensilagem de peixes também pode se tornar um processo competitivo em condições tradicionalmente favoráveis à farinha de peixe, devido a diversas vantagens, tais como (RAA *et al.*, 1982):

1. A silagem de pescado com utilização de ácidos não apodrece, mantendo um cheiro ácido fresco mesmo após armazenamento por semanas a temperaturas ambientes em clima tropical. Além disso, não há os mesmos problemas ambientais com a silagem em relação a fabricação de farinha de peixe. E embora existam maneiras de reduzir o cheiro e a poluição do ar das fábricas de farinha de peixe, estas são tecnologias caras, consomem energia e exigem grandes quantidades de água para lavagem, onde esta deve ser purificada ou é descarregada como efluente poluente;

2. A silagem de pescado é quase estéril de patógenos como *Salmonella*, pois estes são eficientemente eliminados. A farinha

de peixe “auxiliou” a espalhar esse patógeno em todo o mundo;

3. A escala de produção da silagem de pescado pode variar conforme a demanda, sem que a economia do processo seja muito afetada. O investimento de capital em equipamento pode ser bastante flexível, variando desde um tambor caseiro com um triturador até uma planta sofisticada projetada para produzir grandes quantidades de silagem;

4. Os requisitos de energia da produção de silagem são muito baixos em comparação com a farinha de peixe, sendo este um fator importantíssimo devido as variações dos preços do petróleo no mercado;

5. Misturas de silagem de pescado preservadas com ácidos e carboidratos aditivos podem ser secas ao sol em bandejas abertas em condições tropicais sem infestação de moscas, porque as moscas são repelidas pelos ácidos em evaporação. A infestação por moscas sobre o peixe inteiro cozido, a torta de peixe cozido ou a farinha de peixe é inevitável em condições semelhantes.

Quanto aos efeitos da silagem de pescado pode ocasionar na produção avícola, Shabani *et al.* (2018), avaliando os efeitos do uso da silagem biológica de pescado em substituição ao farelo de soja em rações para frangos de corte, relataram uma melhora sobre o desempenho e a qualidade da carne das aves, onde esta pode ser utilizada como uma fonte de proteína adequada nas rações. Já Al-Marzooqi *et al.* (2010), conduzindo dois experimentos para avaliar o uso da silagem

ácida de pescado feita a partir de sardinhas indianas substituindo parcialmente o farelo de soja em rações para frangos de corte, constataram que a silagem de pescado pode substituir até 20% do farelo de soja em dietas para frangos de corte, sem afetar o desempenho ou a qualidade sensorial da carne. Já Dale e Valenzuela (2015), avaliando o uso de silagem ácida de pescado produzida a partir de salmão em rações para frangos de corte, verificaram que esta apresentou um alto teor de proteína e energia metabolizável verdadeira, podendo substituir parcialmente o farelo de soja e atender as carências protéicas destas aves, especialmente de aminoácidos essenciais.

Ramírez *et al.* (2016), avaliando a inclusão crescente (0, 10, 20 e 30%) de silagem biológica em rações para frangos de corte, concluíram que esta não afetou negativamente o desempenho, os rendimentos e a composição da carcaça, e as características sensoriais da carne. Outro estudo realizado por Kjos *et al.* (2000) relatou que frangos alimentados com dietas contendo silagem ácida de pescado produzida de subprodutos do salmão em níveis de 5 e 10% apresentaram um consumo de ração e ganho de peso significativamente maior.

Em perspectiva comparativa, Johnson *et al.* (1985) testando os dois tipos de silagem de pescado (biológica e ácida) em rações para frangos de corte, constataram que não houve efeitos significativos da inclusão da silagem sobre desempenho de frangos de corte,

independente da forma de processamento. Todavia, os autores constataram que a silagem biológica continha menos proteína bruta e aminoácidos que a silagem ácida. A recuperação de aminoácidos em relação ao conteúdo total de proteína bruta da silagem biológica foi de apenas 78,7%, atribuindo este a formação de produtos da reação de Maillard durante o processamento.

Outrora, sobre o uso de silagem de pescado na alimentação de poedeiras, Krogdahl (1985) reportaram que o uso da silagem ácida de pescado como uma fonte de proteína em rações para poedeiras não afetou o conteúdo da maioria dos aminoácidos disponíveis, sendo estes altamente digestíveis. Além disso, a produção de ovos e a conversão alimentar não foram afetadas pelas rações contendo 20% de proteína da silagem utilizada. As poedeiras alimentadas com 40% de proteína da silagem mostraram uma utilização de energia e nitrogênio significativamente inferior, possivelmente devido à deficiência de aminoácidos sulfurados. Estes efeitos não parecem ser causados por compostos tóxicos presentes na silagem. Não foram encontradas também diferenças significativas na qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo a silagem de pescado.

Batalha *et al.* (2017, 2018 e 2019), avaliando a silagem ácida de pescado produzida a partir dos resíduos de pirarucu em rações para poedeiras leves, verificaram que até 3% houve um efetivo aproveitamento dos

nutrientes e até 2,5% não houve um efeito negativo sobre o desempenho e a qualidade dos ovos. Além disso, os mesmos autores verificaram que esta reduz os custos de produção de ovos, sendo um produto com baixo custo operacional e uma alternativa para minimizar o impacto ambiental gerado durante a eliminação dos resíduos do processamento do pescado.

Outro estudo realizado por Kjos *et al.* (2001), utilizando silagem ácida em rações para poedeiras leves, relatou que a inclusão da mesma não ocasionou efeitos negativos na produção e qualidade dos ovos. Os mesmos autores comentaram ainda que a silagem de pescado é uma ótima fonte de proteína para rações de poedeiras.

CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto, que os subprodutos de pescado podem ser utilizados em rações para aves nas suas mais variadas formas, destacando-se a farinha de peixe e a silagem de pescado. Estes ingredientes geralmente atuam como fonte complementar para o atendimento da exigência de proteína, podendo também contribuir no atendimento de outras demandas nutricionais.

A farinha de peixe é a forma mais utilizada de aproveitamento dos subprodutos do pescado em rações para aves. Entretanto, esta apresenta várias características desfavoráveis que limitam o seu uso.

A silagem de pescado é uma excelente alternativa nutricional. Entretanto, existem poucos estudos desenvolvidos com a inclusão de silagem de pescado na alimentação de poedeiras. A grande maioria dos trabalhos utiliza a mesma como fonte protéica em rações para frangos de corte.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos sólidos – Classificação**. 2ª edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 77p.
- AL-MARZOOQI, W.; AL-FARSI, M.A.; KADIM, I.T.; MAHGOUB, O.; GODDARD, J.S. The effect of feeding different levels of sardine fish silage on broiler performance, meat quality and sensory characteristics under closed and open-sided housing systems. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v. 23, p. 1614-1625, 2010.
- ARRUDA, L.F.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Use of fish waste as silage: a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, p. 879-886, 2007.
- ASGHEDOM, G.; KJOS, N.P.; AUSTBO, D. Effect of fishmeal supplementation on egg production of Rhode Island Red layers in Eritrea. **Tanzania Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, p. 77-86, 2006.
- BATALHA, O.S.; ALFAIA, S.S.; CRUZ, F.G.G.; JESUS, R.S.; RUFINO, J.P.F.; COSTA, V.R. Digestibility and physico-chemical characteristics of acid silage meal made of pirarucu waste in diets for commercial laying hens. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, p. 251-257, 2017.
- BATALHA, O.S.; ALFAIA, S.S.; CRUZ, F.G.G.; JESUS, R.S.; RUFINO, J.P.F.; SILVA, A.F. Pirarucu by-product acid silage meal in diets for commercial laying hens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 20, p. 371-376, 2018.
- BATALHA, O.S.; ALFAIA, S.S.; CRUZ, F.G.G.; JESUS, R.S.; RUFINO, J.P.F.; GUIMARÃES, C.C. Análise econômica da farinha de silagem ácida de resíduos de pirarucu em rações de poedeiras comerciais leves. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, p. 363-375, 2019.
- BORGHESI, R.; ARRUDA, L. F.; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim CEPPA**, v. 25, p. 329-339, 2007.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; CARVALHO, B.M.A. Silagem de resíduo de peixe em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 126-130, 2006.

CHERNICHARO, C.A.L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: reatores anaeróbios**. 2ª ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007. 380p.

CRUZ, F.G.G.; PEREIRA FILHO, M.; CHAVES, F.A.L. Efeito da substituição do milho pela farinha da apara de mandioca em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2303-2308, 2006.

CUNHA, F.S.A., RABELLO, C.B.V., JUNIOR, W.M.D., LUDKE, M.C.M.M., LOUREIRO, R.R.S., FREITAS, C.R.G. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de resíduos do processamento de camarões (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, p. 273-279, 2006.

DALE, N.; VALENZUELA, C. Nutritional properties of dried salmon silage for broiler feeding. **Animal Science Journal**, v. 87, p. 791-795, 2015.

DAMRON, B.L.; EBERST, D.P.; HARMS, R.H. The influence of partially delactosed whey, fish meal and supplemental biotin in broiler diets. **Poultry Science**, v. 50, p. 1768-1771, 1971.

FELTES, M.M.C.; 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, p. 669-677, 2010.

GUZEL, S.; YAZLAK, H.; GULLU, K.; OZTURK, E. The effect of feed made from fish processing waste silage on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 5053-5058, 2011.

JOHNSON, R.J.; BROWN, N.; EASON, P.; SUMNER, J. The nutritional quality of two types of fish silage for broiler chickens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 36, p. 1051-1056, 1985.

KARIMI, A. The effects of varying fishmeal inclusion levels (%) on performance of broilers chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, p. 255-258, 2006.

KJOS, N.P.; HERSTAD, O.; ØVERLAND, M.; SKREDE, A. Effects of dietary fish silage and fish fat on growth performance and meat quality of broiler chicks. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 80, p. 625-632, 2000.

KJOS, N.P.; HERSTAD, O.; SKREDE, A.; ØVERLAND, M. Effects of dietary fish silage and fish fat on performance and egg quality of laying hens. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 81, p. 245-251, 2001.

- KOEHLER, H.H.; BEARSE, G.E. Egg flavor quality as affected by fish meals or fish oils in laying rations. **Poultry Science**, v. 54, p. 881-889, 1975.
- KROGDAHL, Å. Fish viscera silage as a protein source for poultry. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 35, p. 3-23, 1985.
- LOUREIRO, R.R.S.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE JÚNIOR, W.M.D.; GUIMARÃES, A.A.S.; SILVA, J.H.V. Farelo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) na alimentação de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, p. 387-394, 2007.
- MAIGUALEMA, M.A.; GERNAT, A.G. The effect of feeding elevated levels of tilapia (*Oreochromis niloticus*) by-product meal on broiler performance and carcass characteristics. **International Journal of Poultry Science**, v. 2, p. 195-199, 2003.
- MARSDEN, S.J.; ALEXANDER, L.M.; LAMB, J.C.; LINTON, G.S. Relationships among diet composition, fleshing, fatness, and edible quality of female roasting turkeys. Part 1. Fish products in starters and growers. **Poultry Science**, v. 36, p. 635-646, 1957.
- MIKULEC, Ž.; MAS, N.; ŠERMAN, V.; DUMANOVSKI, F.; MAŠEK, T.; HORVAT, Ž.; SUŠLJE, V. Mogućnost primjene pripravka "Protein Gold" kao zamjene za ribljebrašno u tovu pilića. **Krmiva**, v. 45, p. 201-207, 2003.
- MIKULEC, Z.; MAS, N.; MASEK, T.; STRMOTIC, A. Soybean meal and sunflower meal as a substitute for fish meal in broiler diet. **Veterinarski arhiv**, v. 74, p. 271-279, 2004.
- MOUSAVI, S.L.; MOHAMMADI, G.; KHODADADI, M.; KEYSAMI, M.A. Silage production from fish waste in cannery factories of Bushehr city using mineral acid, organic acid, and biological method. **The International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v. 6, p. 610-616, 2013.
- PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; BRIDI, A.M.; SILVA, C.A.; OBA, A.; MEDEIROS, L.G.; OLIVEIRA, M.L.L. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais leves submetidas a dietas contendo torta de nabo forrageiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 1555-1564, 2012.
- PONCE, L.E.; GERNAT, A.G. The effect of using different levels of tilapia by-product meal in broiler diets. **Poultry Science**, v. 81, p. 1045-1049, 2002.
- RAA, J.; GILDBERG, A.; OLLEY, J.N. Fish silage: A review. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 16, p. 383-419, 1982.

RAMÍREZ, J.C.R.; ESPAIN, J.I.I.; LEYVA, R.G.; ULLOA, J.A.; ULLOA, P.R. Use of biological fish silage in broilers feed: effect on growth performance and meat quality. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 27, p. 4293-4304, 2016.

RAZA, S.; PASHA, T.N.; HASHMI, A.S.; SHOAIB, M.W.; MUBEEN, H. Effect of Different levels and sources of fish meal on the performance of broiler chicks. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 6, p. 1708-1713, 2015.

ROWGHANI, E.; BOOSTANI, A.D.; MAHMOODIAN FARD, H.R.; FROUZANI, R. Effect of dietary fish meal on production performance and cholesterol content of laying hens. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 10, p. 1747-1750, 2007.

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

SHABANI, A.; BOLDAJI, F.; DASTAR, B.; GHOORCHI, T.; ZEREHDARAN, S. Preparation of fish waste silage and its effect on the growth performance and meat quality of broiler chickens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, p. 4097-4103, 2018.

SILVA, A.F.; CRUZ, F.G.G.; RUFINO, J.P.F.; MILLER, W.P.M.; FLOR, N.S.; ASSANTE, R.T. Fish by-product meal in diets for commercial laying hens. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, p. 273-279, 2017.

TOGASHI, C.K.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N.; COSTA, A.P.D.; SILVEIRA, K.F.; DETMANN, E. Subprodutos do maracujá em dietas para frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, p. 395-400, 2008.

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

WALDROUP, P.W.; van WALLEGHEM, P.; FRY, J. L.; CHICCO, C.; HARMS, R.H. Fish meal studies. 1. Effects of levels and sources on broiler growth rate and feed efficiency. **Poultry Science**, v. 44, p. 1012-1016, 1965.

WEBB, J.E.; BRUNSON, C.C.; YATES, J.D. Effects of feeding fish meal and tocopherol on fishiness and rancidity in precooked, sliced, frozen turkey meat. **Poultry Science**, v. 52, p. 1029-1034, 1973.

WEBB, J.E.; BRUNSON, C.C.; YATES, J.D. Effects of dietary fish meal level on flavor of

precooked, frozen turkey meat. **Poultry Science**, v. 53, p. 1399-1404, 1974.

WILSON, R.P. Protein and amino acid requirements of fishes. In: SHIAU, S.Y. (ed.). **Progress in fish nutrition**. Keelung: National Taiwan Ocean University, 1989.

WU, Y.C.; KELLEMS, R.O.; HOLMES, Z.A.; NAKAUE, H.S. The effect of feeding four fish hydrolyzate meals on broiler performance and carcass sensory characteristics. **Poultry Science**, v. 63, p. 2414-2418, 1984.