

Substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas para pirarucu



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
156**

**Substituição da farinha de peixe por
farelo de soja em dietas para pirarucu**

*Roselany de Oliveira Corrêa
Viviana Lisboa
Renata Silva de Oliveira
Luana de Nazaré dos Anjos Aires
Rayette Souza da Silva
Cristhian Alves de Queiroz
Taiane Moraes Sousa*

***Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2022***

Disponível no endereço eletrônico: <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903, Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente

Bruno Giovany de Maria

Secretária-Executiva

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Secretária

Luciana Serra da Silva Mota

Membros

Alexandre Mehl Lunz, Andréa Liliane Pereira da Silva, Anna Christina Monteiro Roffé Borges, Gladys Beatriz Martinez, Laura Figueiredo Abreu, Patricia de Paula Ledoux Ruy de Souza, Vitor Trindade Lôbo, Walnice Maria Oliveira do Nascimento

Supervisão editorial e revisão de texto

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica

Andréa Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de fotografias e editoração eletrônica

Vitor Trindade Lôbo

Foto da capa

Ronaldo Rosa

1ª edição

Publicação digitalizada - PDF (2022)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n° 9,610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas para pirarucu / Roselany de Oliveira Corrêa... [et al.]. - Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2022.
16 p. : il. ; - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 156).

1. Peixe. 2. Nutrição animal. 3. Farinha de peixe. 4. Pirarucu. 5. *Arapaima* Gígas. I. Corrêa, Roselany de Oliveira. II. Embrapa Amazônia Oriental. III. Série.

CDD 639.33

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Considerações finais	13
Agradecimentos.....	13
Referências	14

Substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas para pirarucu

Roselany de Oliveira Corrêa¹

Viviana Lisboa²

Renata Silva de Oliveira³

Luana de Nazaré dos Anjos Aires⁴

Rayette Souza da Silva⁵

Cristhian Alves de Queiroz⁶

Taiane Moraes Sousa⁷

Resumo – O pirarucu *Arapaima gigas* Shinz (1822) é uma espécie nativa de importância econômica para a piscicultura na região Norte. Por ser carnívoro, tem elevada exigência por proteína, sendo a farinha de peixe a matéria-prima mais utilizada nas formulações, perfazendo entre 20% e 60% da dieta. No entanto, a oferta desse ingrediente não atende à crescente demanda do mercado, estimulando a procura por fontes alternativas. Nesse sentido, o farelo de soja é uma fonte proteica importante, cuja inclusão em rações é limitada por fatores antinutricionais. Diante disso, o estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição de 20% da farinha de peixe (FP) por farelo de soja (FS) sobre o desempenho zootécnico do pirarucu. O experimento foi inteiramente casualizado e constituído por dois tratamentos (FP e FS) e três repetições, com duração de 64 dias. Juvenis de pirarucu ($144,31 \pm 5,28$ g) foram distribuídos em seis tanques de concreto (48 m^2 de área superficial), na densidade de 0,5 peixe por metro quadrado, sendo alimentados duas vezes ao dia (taxa fixa de 5,8% do peso vivo/dia). A substituição não comprometeu o crescimento, tão

¹ Bióloga, doutora em Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

² Engenheira de pesca, doutora em Oceanologia Biológica, professora da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

³ Graduada em Ciências Naturais, mestre em Ecologia Aquática e Pesca e estudante de doutorado na Universidade Federal do Pará, Castanhal, PA.

⁴ Zootecnista, mestre em Ciência Animal, Belém, PA.

⁵ Engenheira de Pesca, doutora em Ciência Animal, professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, PA.

⁶ Zootecnista, estudante de mestrado na Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

⁷ Estudante de graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

pouco ocasionou diferenças no ganho de peso dos animais observados. Essas informações contribuem para subsidiar a formulação de dietas nutricionalmente seguras para a espécie, com a utilização do FS em substituição à FP.

Termos para indexação: peixe carnívoro, proteína vegetal, aquicultura, alimentação, *Arapaima gigas*.

Replacement of fishmeal with soybean meal in diets for arapaima

Abstract – Pirarucu *Arapaima gigas* Shinz (1822) is a native species of economic importance for fish farming in the North. Because it is a carnivore, it has a high protein requirement, with fish meal being the most used raw material in formulations, making up between 20% and 60% of the diet. However, the supply of this ingredient does not meet the growing market demand, stimulating the demand for alternative sources. In this sense, soybean meal is an important protein source, whose inclusion in diets is limited by antinutritional factors. Therefore, the study aimed to evaluate the effects of replacing 20% of fishmeal (FM) with soybean meal (SBM) on the zootechnical performance of pirarucu. The experiment was completely randomized and consisted of two treatments (FM and SBM) and three replications, lasting 64 days. Pirarucus (144.31 ± 5.28 g) were distributed in six breeding tanks (48 m^2), with a density of 0.5 fish per square meter, being fed twice a day (fixed rate of 5.8% of live weight/day). The replacement did not impaired growth performance and did not cause differences in the weight gain of the observed animals. This information contributes to support the formulation of nutritionally safe diets for the species, with the use of SBM in place of FM.

Index terms: Carnivorous fish, plant protein, aquaculture, food, *Arapaima gigas*.

Introdução

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é uma espécie de importância econômica para a piscicultura na região Norte (Anuário..., 2019). É resistente ao manejo, apresenta respiração aérea, adapta-se bem a sistemas intensivos de criação e tem bom rendimento de filé (48,62% para peixes de 10 kg a 20 kg), é desprovido de espinhas e possui elevado valor comercial (cerca de R\$ 40,00 por quilo de filé⁸). Além de todas essas características, também apresenta grande potencial de crescimento e chega a ganhar 10 kg em 12 meses de criação, o que atrai o interesse de piscicultores locais (Fogaça et al., 2011; Lima et al., 2015; Saint-Paul, 2017).

Por ser uma espécie carnívora, tem elevada exigência por proteína, predominantemente de origem animal, sendo a farinha de peixe (FP) a matéria-prima convencional mais utilizada nas formulações para a espécie, perfazendo entre 20% e 60% da dieta (Watanabe, 2002). A farinha de peixe é um ingrediente de alta qualidade nutricional, rica em aminoácidos essenciais, excelente fonte de ácidos graxos da série n-3 LC-PUFA e minerais (National Research Council, 2011). Cerca de 70% de toda a farinha de peixe produzida mundialmente é destinada à aquicultura (Fish..., 2019). Apesar da demanda crescente, o aumento limitado no volume de produção, juntamente com os altos preços, tem forçado o setor aquícola a diminuir o nível de inclusão desse ingrediente de uma faixa global de 19% a 40% em 2000 a 11% a 23% em 2014, devendo chegar a cerca de 6% em 2025 (Salin et al., 2018), havendo a necessidade de investir em fontes alternativas (Lim et al., 2011).

O farelo de soja (FS) é uma fonte de proteína importante por seu perfil de aminoácidos, disponibilidade de mercado – considerando o protagonismo do Brasil na produção mundial – e preço acessível (Storebakken et al., 2000; National Research Council, 2011). Apesar de sua deficiência em metionina, o que pode ser corrigido com suplementação, deve-se ponderar que a substituição da farinha de peixe por fontes proteicas de origem vegetal em rações para carnívoros pode reduzir o crescimento devido a alterações intestinais, cuja magnitude depende da fonte, da sensibilidade

⁸ Baseado na média de preços do filé de pirarucu comercializado em supermercados locais, Belém, PA, em abril de 2022.

da espécie e do nível de substituição (Krogdahl et al., 2000; Lin et al., 2011; Kader et al., 2012).

Para subsidiar o desenvolvimento de sistemas de criação sustentáveis, estudos sobre o pirarucu ainda buscam entender sua biologia, aspectos da nutrição e alimentação (Ituassú et al., 2005; Watson et al., 2013; Cipriano et al., 2015, 2016) e comportamento em ambientes naturais e cativeiro (Brandão et al., 2006; Tavares-Dias et al., 2007, 2010; Arantes et al., 2013; Araripe et al., 2013; Medeiros et al., 2019). Porém, ainda há muito a ser investigado sobre o seu metabolismo, fisiologia adaptativa e plasticidade alimentar. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da substituição da farinha de peixe (20% da dieta) por farelo de soja sobre o desempenho zootécnico do pirarucu em viveiros.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido em conformidade com a Diretriz Brasileira para o Cuidado e Utilização de Animais em Atividades de Ensino e Pesquisa (CEUA protocolo 003/2018) e com o Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (Cadastro n° A498348).

Dietas

Para atender às exigências nutricionais de juvenis de pirarucu, foram formuladas duas dietas com relação Energia:Proteína de 10 kcal/kg, segundo Ono et al. (2008) (Tabela 1). Na primeira (FP), foram utilizadas somente fontes proteicas animais, das quais a farinha de peixe constituiu 20% da dieta (8,43% da proteína dietética). Na segunda (FS), o farelo de soja substituiu completamente a farinha de peixe, perfazendo 8,59% da proteína dietética. A seleção de ingredientes práticos foi baseada em informações disponíveis em Cipriano et al. (2015) e Rodrigues et al. (2019), que viabilizaram a formulação em valores digestíveis para proteína e energia. As dietas experimentais foram preparadas por meio da mistura dos ingredientes secos até sua homogeneização e posterior inclusão de água (300 mL/kg) e óleo. Essa mistura foi então peletizada e seca em estufa de secagem com circulação de ar forçada (12 horas a 50 °C) e armazenada em freezer (-23 °C) até o uso.

Tabela 1. Formulações e composição de dietas experimentais (base seca).

Ingrediente (%)	FP	FS
Farinha de peixe 54%	20	0
Farelo de soja	0	20
Farinha de carne e osso 43%	7	7
Farinha de vísceras de aves	52,2	52
Amido de milho	7,6	8
Óleo de soja	2	1,5
Farelo de trigo	6	6
Premix ¹	1	1
Lisina	1	1
Fosfato bicálcico	0,2	0,5
Metionina	3	3
Composição analisada (%)		
Matéria seca	93,02	92,85
Proteína bruta	46,12	45,02
Extrato etéreo	12,1	10,53
Fibra bruta	0,68	1,4
Matéria mineral	14,96	11,29
Energia bruta (kcal/kg) ²	4.637,74	4.575,70
Energia:Proteína (kcal/kg)	10,06	10,16

¹ Premix vitamínico mineral (Nutract Agroindustrial Ltda.), por quilo de produto: potássio, 3.000,00 mg; magnésio, 600,00 mg; cobre, 1.500,00 mg; ferro, 8.000,00 mg; manganês, 2.000,00 mg; selênio, 75,00 mg; iodo, 300,00 mg; cobalto, 50,00 mg; colina, 100,00 g; vitamina A, 2.500.000 UI; vitamina D3, 600.000,00 UI; vitamina E, 20.000,00 UI; vitamina K3; 1.000,00 mg; ácido nicotínico, 10,00; ácido pantotênico, 5.000,00 mg; ácido fólico, 100,00 mg; biotina, 50,00; vitamina B1, 4.000,00 mg; vitamina B2, 8.000,00 mg; vitamina B6, 10,00 g; vitamina B12, 20.000,00 mg; vitamina C, 85,00 g; inositol, 12,50 g; etoxiquina, 1.250,00 mg; B.H.T., 10,00 g.

² EB (kcal/kg) = PB * 5,64 + EE * 9,44 + ENN * 4,11 (National Research Council, 2011).

Animais e condições experimentais

O experimento foi conduzido durante 64 dias, em delineamento inteiramente casualizado, sendo constituído por dois tratamentos (FP e FS) e três repetições. Juvenis de pirarucu (144,31±5,28 g), procedentes de uma piscicultura comercial, foram pesados individualmente e distribuídos em seis tanques de concreto (48 m²), na densidade de 0,5 peixe por metro quadrado, abastecidos por renovação contínua de água de um açude (0,5 ha). Os peixes passaram por um período de prévia adaptação às condições experimentais

por uma semana. Foram alimentados duas vezes ao dia, a uma taxa fixa mais elevada que o recomendado para a classe de peso utilizada (5,8% do peso vivo por dia), para compensar possíveis perdas das rações peletizadas nos tanques de criação. Ao final deste período, os peixes foram anestesiados (óleo de cravo, 50 mg/L), pesados (peso total, em gramas) e os dados obtidos foram utilizados para estimar os seguintes indicadores de desempenho: peso médio: ganho de peso: GP (g) = peso final – peso inicial; taxa de crescimento específico: TCE (% dia⁻¹) = 100 × [(ln peso final – ln peso inicial) / dias].

Qualidade de água

Durante o experimento, os indicadores de qualidade da água se mantiveram em níveis aceitáveis para a espécie (Lima et al., 2017): oxigênio dissolvido (4,9±1,2 mg L⁻¹), pH (8,0±1,0), temperatura (30,2±1,2 °C) e amônia total (0,3±0,1 mg L⁻¹). Monitoramentos do oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram realizados diariamente com medidores digitais e da amônia total, semanalmente com colorímetro digital.

Composição centesimal das rações

As caracterizações físicas e químicas das dietas experimentais foram realizadas de acordo com os métodos estabelecidos por Association of Official Analytical Chemists (2000). A análise de umidade foi realizada pelo método gravimétrico, a 105 °C, até peso constante, proteína bruta pelo método de Kjeldahl (N x 6,25) e fibra em detergente ácido pelo método de Van Soest (1967). A extração de lipídios foi realizada pelo método de Soxhlet, utilizando o éter de petróleo como extrator, e a matéria mineral foi avaliada após a incineração da matéria orgânica em mufla a 550 °C.

Análise estatística

Foram testadas a normalidade e a homogeneidade de variância dos resíduos por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Brown Forsythe, respectivamente, e as médias dos indicadores foram avaliadas por meio do teste t, a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Durante o período experimental, a sobrevivência dos animais não foi afetada pelos tratamentos dietéticos. O peso final dos peixes submetidos ao tratamento FP foi maior que o observado para FS ($p < 0,05$), responsivo à diferença no teor proteico e lipídico das dietas utilizadas. Apesar disso, não houve efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso e a taxa de crescimento específico ($p > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2. Avaliação do desempenho de pirarucus submetidos aos tratamentos FP (dieta farinha de peixe) e FS (dieta farelo de soja).

	FP	FS	p-valor
Peso inicial (g)	137,64 ± 6,91	134,17 ± 2,71	0,2706
Peso final (g)	481,25 ± 6,88	457,92 ± 12,05	0,0436
Ganho de peso (g)	343,61 ± 13,75	323,75 ± 13,59	0,1498
Taxa de crescimento específico (% dia ⁻¹)	2,08 ± 0,10	2,04 ± 0,07	0,5977

A eficiência de utilização de coprodutos da soja como fontes proteicas em dietas para peixes pode ser influenciada pelo hábito alimentar das espécies e sua tolerância à presença de fatores antinutricionais, por efeitos na palatabilidade e desequilíbrio de aminoácidos essenciais (metionina) (Hernández et al., 2007). Nesse sentido, espécies carnívoras são mais sensíveis a esses fatores. No entanto, a substituição de 20% da farinha de peixe por farelo de soja nas dietas do pirarucu foi bem tolerada, haja vista que o desempenho dos peixes submetidos aos diferentes tratamentos foi semelhante.

No período de 64 dias, os pirarucus (peso inicial de 144,31 g) ganharam, em média, 333,68 g de peso vivo, superior ao ganho de peso de 233,5 g, descrito por Ituassú et al. (2005), em pirarucus (peso inicial de 120,7 g) alimentados por 40 dias com dieta peletizada composta por uma proporção de 28,5% de farelo de soja e 40% de farinha de peixe como ingredientes proteicos. Diferenças na relação Energia:Proteína das dietas utilizadas e na temperatura da água relatadas no presente estudo e em Ituassú et al. (2005) (10 kcal/kg e 30,2 °C; 11,6 kcal/kg e 28,7 °C respectivamente), podem justificar a discrepância observada no ganho de peso dos peixes, uma vez

que o excesso de energia dietética restringe o crescimento, por causar saciedade antes do atendimento à exigência proteica (National Research Council, 2011).

Peixes de hábito alimentar carnívoro, por não terem trato gastrointestinal adaptado para digerir fontes vegetais, podem sofrer prejuízo no desempenho zootécnico (Buddington et al., 1987; German, 2011; Gonçalves et al., 2013). Em seu estudo, Cerdeira et al. (2018) observaram que a inclusão de até 30% de farelo de soja em substituição à farinha de peixe em rações extrudadas para pirarucus de 200 g a 1.200 g não comprometeu o desempenho zootécnico e a saúde dos peixes, que obtiveram um ganho de 751,9 g em 120 dias e uma conversão de 1,1, resultando na viabilidade econômica da dieta. No entanto, essas respostas são espécie específicas. Juvenis de *Sparidentax hasta*, um carnívoro marinho, só toleram a substituição de até 27,3% da farinha de peixe por coprodutos da soja (Yaghoubi et al., 2016). No presente estudo, a substituição de 20% da farinha de peixe pelo farelo de soja em rações peletizadas não comprometeu o aproveitamento da proteína, o que ficou muito nítido no ganho de peso e crescimento similar dos exemplares submetidos aos dois tratamentos.

Considerações finais

Nas condições avaliadas, o pirarucu mostrou-se tolerante à substituição de 20% da farinha de peixe por farelo de soja. A substituição não comprometeu o crescimento, tão pouco ocasionou diferenças no ganho de peso dos animais observados. Essas informações contribuem para subsidiar a formulação de dietas nutricionalmente seguras para a espécie, utilizando fontes proteicas vegetais.

Agradecimentos

Esta publicação é resultado do projeto Aquicultura com Tecnologia e Sustentabilidade (Aquitech), que conta com recursos financeiros do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) (Convênio 37/2018). Agradecimentos à Nutramix Soluções em Nutrição e Nutriforte Rações pela doação de ingredientes. Aos colaboradores Ely Jansen,

Claudemir Silva, Luis Alberto, Antônio Oliveira, Andrews Leão e Matheus de Almeida, que auxiliaram na condução do experimento.

Referências

- ANUÁRIO 2019: Peixe Br da Piscicultura. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2019. 148 p.
- ARANTES, C. C.; CASTELLO, L.; CETRA, M.; SCHILLING, A. Environmental influences on the distribution of *Arapaima* in Amazon floodplains. **Environmental Biology of Fish**, v. 96, n. 10, p. 1257-1267, 2013.
- ARARIPE, J.; RÊGO, P. S.; QUEIROZ, H.; SAMPAIO, I.; SCHNEIDER, H. Dispersal capacity and genetic structure of *Arapaima gigas* on different geographic scales using microsatellite markers. **PloS one**, v. 8, n. 1, 2013.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 17th. ed. Gaithersburg, 2000.
- BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Stress responses of pirarucu (*Arapaima gigas*) during routine aquaculture practices. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p. 349-356, 2006.
- BUDDINGTON, R. K.; CHEN, J. W.; DIAMOND, J. A. R. E. D. Genetic and phenotypic adaptation of intestinal nutrient transport to diet in fish. **The Journal of physiology**, v. 393, n. 1, p. 261-281, 1987.
- CERDEIRA, K. D. A.; SOUZA, K. J. N. D. S.; FERREIRA, J. B.; ZAMPAR, A.; ONO, E. A.; AFFONSO, E. G. Soybean meal in diets for juveniles of pirarucu. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 3, p. 197-204, 2018.
- CIPRIANO F. D. S.; LIMA, K. S. de; BEVITÓRIO-PASSINATO, É.; JESUS, R. M.; MAGALHÃES JÚNIOR, F. O.; TELES-TONINI, W. C.; TAVARES-BRAGA, L. G. Apparent digestibility of energetic ingredients by pirarucu juveniles, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 43, n. 4, p. 786-791, 2015.
- CIPRIANO, F. D. S.; LIMA, K. S. D.; SOUZA, R. H. B. D.; TONINI, W. C. T.; PASSINATO, É. B.; BRAGA, L. G. T. Digestibility of animal and vegetable protein ingredients by pirarucu juveniles, *Arapaima gigas*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 10, p. 581-586, 2016.
- FISH and seafood. In: OECD-FAO AGRICULTURAL Outlook 2019-2028. Paris: OECD; Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019. p. 190-203.
- FOGAÇA, F. H. S.; OLIVEIRA, E. G.; CARVALHO, S. E. Q.; SANTOS, J. F. S. Yield and composition of pirarucu fillet in different weight classes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 95-99, 2011.
- GERMAN, D. P. Digestive Efficiency. In: FARRELL A. P. (ed.). **Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment**. San Diego: Academic Press, 2011. v. 3, p. 1596-1607.
- GONÇALVES, L. U.; RODRIGUES, A. P. O.; MORO, G. V.; CARGNIN-FERREIRA, E.; CYRINO, J. E. P. Morfologia e fisiologia do sistema digestório de peixes. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para aquicultura brasileira**. Florianópolis: Aquabio, 2013. p. 9-36.

- HERNÁNDEZ, M. D.; MARTÍNEZ, F. J.; JOVER, M.; GARCÍA, B. G. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. **Aquaculture**, v. 263, n.1-4, p. 159-167, 2007.
- ITUASSÚ, D. R.; PEREIRA FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 255-259, 2005.
- KADER, M. A.; BULBUL, M.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M.; YOKOYAMA, S.; NGUYEN, B. T.; KOMILUS, C. F. Effect of complete replacement of fishmeal by dehulled soybean meal with crude attractants supplementation in diets for red sea bream, *Pagrus major*. **Aquaculture**, v. 350-353, p. 109-116, 2012.
- KROGDAHL, A.; BAKKE-MCKELLEP, A. M.; ROED, K. H.; BAEVERFJORD, G. Feeding Atlantic salmon *Salmo salar* L. soybean products effects on disease resistance (furunculosis), and lysozyme and IgM levels in the intestinal mucosa. **Aquaculture Nutrition**, v. 6, p. 77-84, 2000.
- LIM, S.-J.; KIM, S.-S.; KO, G.-Y.; SONG, J.-W.; OH, D.-H.; KIM, J.-D.; KIM, J.-U.; LEE, K.-J. Fish meal replacement by soybean meal in diets for Tiger puffer, *Takifugu rubripes*. **Aquaculture**, v. 313, p. 165-170, 2011.
- LIMA, A. F.; PAULA, A.; RODRIGUES, O.; TORATI, L. S. Pirarucu Culture In The Brazilian Amazon. **Global Aquaculture Advocate**, p. 54-56, 2015.
- LIMA, A. F.; RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, K. F.; MACIEL, P. O.; REZENDE, F. P.; FREITAS, L. E. L.; TAVARES-DIAS, M.; BEZERRA, T. A. **Alevinagem, recria e engorda do pirarucu**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 152 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1071140>. Acesso em: 5 maio 2022.
- LIN, Y. S.; WEI, C. T.; OLEVSKY, E. A.; MEYERS, M. A. Mechanical properties and the laminate structure of *Arapaima gigas* scales. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 4, n. 7, p. 1145-1156, 2011.
- MEDEIROS, P. A.; COSTA, E. L.; BRASIL, E. M.; ONO, E. A.; AFFONSO, E. G. Diets for grow-out of pirarucu in net cage: Performance, physiological parameters, fillet composition and feeding cost. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 4, p. 1-8, 2019. Doi: <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2019.45.4.532>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Estados Unidos). **Nutrient requirements of fish and shirmp**. Washington, D. C: National Academy, 2011.
- ONO, E. A.; SANTIAGO, S.; CARLOS, J.; CEDANO, C. Digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia: proteína em juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 2, p. 249-254, 2008.
- RODRIGUES, A. P. O.; VITTI-MORO, G.; SANTOS, V. R. V. D.; LIMA-DE-FREITAS, L. E.; MACHADO-FRACALOSI, D. Apparent digestibility coefficients of selected protein ingredients for pirarucu *Arapaima gigas* (Teleostei: Osteoglossidae). **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 47, n. 2, p. 310-317, 2019.
- SAINT-PAUL, U. Native fish species boosting Brazilian's aquaculture development. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2017.
- SALIN, K. R.; ARUN, V. V.; NAIR, C. M.; TIDWELL, J. H. Sustainable Aquafeed. In: HAI, F. I.; VISVANATHAN, C.; BOOPATHY, R. (ed.). **Sustainable Aquaculture**. Switzerland: Springer, 2018. p. 123-151. (Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future).
- STOREBAKKEN, T.; REFSITE, S.; RUYTER, B. Soy in Animal Nutrition. **Federation of Animal Science Societies**, p. 127-170, 2000.

TAVARES-DIAS, M.; BARCELLOS, J. F. M.; MARCON, J. L.; MENEZES, G. C.; ONO, E. A.; AFFONSO, E. G. Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimatidae) in net cage culture. **Electronic Journal of Ichthyology**, n. 2, p. 61-68, 2007.

TAVARES-DIAS, M.; ARAÚJO, C. S. O.; GOMES, A. L. S.; ANDRADE, S. M. S. Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 12, n. 1, p. 59-65, 2010.

VAN SOEST, P. J. Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages. **Journal of Animal Science**, v. 26, n. 1, p. 119-128, 1967.

WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, v. 68, p. 242-252, 2002.

WATSON, L. C.; STEWART, D. J.; TEECE, M. A. Trophic ecology of *Arapaima* in Guyana: giant omnivores in neotropical floodplains. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 2, p. 341-349, 2013.

YAGHOUBI, M.; MOZANZADEH, M. T.; MARAMMAZI, J. G.; SAFARI, O.; GISBERT, E. Dietary replacement of fish meal by soy products (soybean meal and isolated soy protein) in silvery-black porgy juveniles (*Sparidentex hasta*). **Aquaculture**, v. 464, p. 50-59, 2016.



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 017643