

CIRCULAR TÉCNICA

04

Palmas, TO
Maio, 2022

Ingredientes para a formulação de rações para o pirarucu (*Arapaima gigas*): tabelas de digestibilidade

Ana Paula Oeda Rodrigues
Antonio Marcos Jaques Ramos
Débora Machado Fracalossi
Giovanni Vitti Moro
Luiz Eduardo Lima de Freitas
Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos

Imagem: Antonio Marcos Jaques Ramos



Ingredientes para a formulação de rações para o pirarucu (*Arapaima gigas*): tabelas de digestibilidade¹

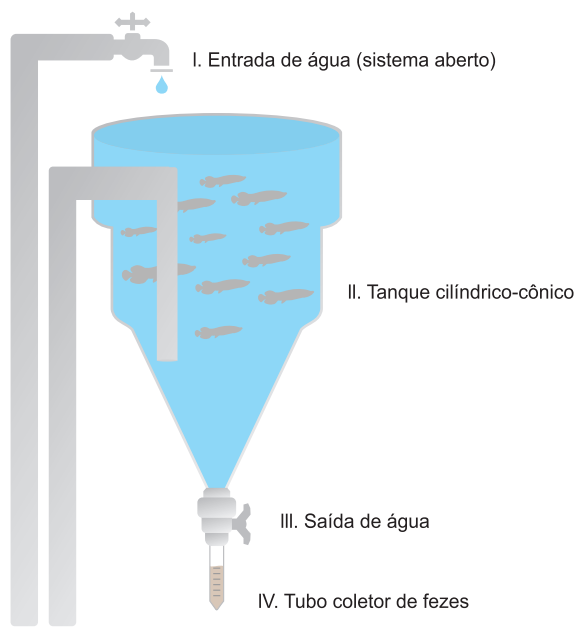
Introdução

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é um peixe endêmico da região Amazônica, de hábito alimentar carnívoro e grande potencial para a aquicultura devido à elevada taxa de crescimento, respiração aérea obrigatória e excelente qualidade e aceitação de sua carne (Pereira-Filho et al., 2020). No Brasil, seu volume de produção ganhou maior expressividade nos anos de 2014 e 2015, com 11,8 e 8,4 toneladas, respectivamente, e, desde 2016 até 2019, mantém média em torno de 1,6 tonelada (IBGE, 2019). Além do alto custo de produção e preços relativamente baixos pagos pelos frigoríficos ao pirarucu produzido em cativeiro (Pedroza-Filho et al., 2016), algumas limitações tecnológicas prejudicam o desenvolvimento desta cadeia produtiva, como aspectos da nutrição e alimentação da espécie. Atualmente, a conversão alimentar do pirarucu fica em torno de 2,0 ou acima deste valor (Lima, 2020; Valenti et al., 2021) e reflete, além da falta de linhagens geneticamente melhoradas, o uso de rações não específicas para a espécie, formuladas genericamente para atender uma variedade de espécies de peixe carnívoras.

Uma ração específica ou mais adequada para uma determinada espécie de peixe é aquela cuja formulação foi realizada de forma a suprir as exigências nutricionais para uma determinada fase do seu desenvolvimento e com base nos valores digestíveis dos ingredientes, o que garante o devido aporte de nutrientes para o peixe (NCR, 2011). Com o objetivo de subsidiar futuras

¹ Ana Paula Oeda Rodrigues, engenheira agrônoma, mestre em aquicultura, pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO. Antônio Marcos Jaques Ramos, engenheiro de pesca, mestre em aquicultura, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável Amazonas, Manaus, AM. Débora Machado Fracalossi, engenheira agrônoma, doutora em fisheries, professora da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Giovanni Vitti Moro, engenheiro agrônomo, doutor em ciências, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO. Luiz Eduardo Lima de Freitas, engenheiro de pesca, doutor em aquicultura, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO. Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos, zootecnista, doutora em ciências animais, pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

formulações mais adequadas para o pirarucu, apresenta-se a digestibilidade de 14 ingredientes convencionalmente empregados em rações comerciais para organismos aquáticos. Os resultados foram obtidos por meio de dois ensaios que avaliaram, respectivamente, a digestibilidade de nove ingredientes proteicos e cinco ingredientes energéticos em dietas extrusadas pelo método indireto, utilizando óxido de cromo III como marcador externo e coleta das fezes por sedimentação. Os ingredientes testados foram incluídos na proporção de 80:20 (dieta basal: ingrediente teste). Um resumo do desenho experimental é apresentado na Figura 1. Descrições mais detalhadas da metodologia e análises realizadas podem ser encontradas em Ramos (2019) e Rodrigues et al. (2019).



Delineamento em blocos ao acaso	
Ensaio ingredientes proteicos	Ensaio ingredientes energéticos
4 blocos no tempo, com 1 repetição/bloco	2 blocos no tempo, com 2 repetição/bloco
Temperatura da água: 28 °C	Temperatura da água: 29 °C
Biomassa média/tanque: 2,0 kg	Biomassa média/tanque: 1,3 kg

↓

Alimentação diária	08h30 e 14h00
Coleta de fezes	30 min após cada refeição e remoção de restos de fezes e rações; duração de 3 horas por coleta; coleta das fezes que decantavam no tubo coletor e parte que boiava
Dietas, ingredientes e fezes	Analísados, de acordo com metodologia AOAC (1999)

Figura 1. Resumo do desenho experimental dos ensaios de digestibilidade de ingredientes proteicos e energéticos para o pirarucu (Adaptado de Ramos et al., 2022).

Ingredientes proteicos

Nas últimas duas décadas, o uso de farinha e óleo de peixe provenientes da pesca em rações para aquicultura diminuiu significativamente com a redução na disponibilidade desses ingredientes e o consequente aumento nos preços praticados (Naylor et al., 2021). Além disso, a pressão do mercado por práticas mais sustentáveis também foi determinante para o setor aumentar o uso de proteínas e óleos alternativos (coprodutos da agropecuária e óleos vegetais), bem como de farinhas e óleos de resíduos do processamento de pesca nas fórmulas de rações (Naylor et al., 2021). Nesse contexto, o estudo de fontes proteicas para alimentação de peixes é especialmente importante para espécies carnívoras, nas quais exercem maior influência sobre a palatabilidade da dieta, além de contribuírem em maior proporção, o que impacta significativamente nos custos das rações. Para juvenis de pirarucu de aproximadamente 204 g de peso, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDAs) da proteína e energia bruta dos seguintes ingredientes:

1. Farinha de resíduo de peixe nacional;
2. Farinha de resíduo de salmão (proveniente do Chile);
3. Farinha de vísceras de frango;
4. Farinha de penas hidrolisadas;
5. Farinha de carne e ossos;
6. Farinha de sangue;
7. Farelo de soja;
8. Glúten de milho;
9. Farelo de glúten de milho.

O pirarucu demonstrou boa capacidade de utilização da proteína das fontes proteicas vegetais glúten de milho e farelo de soja (acima de 90%) (Tabela 1).

As farinhas de resíduo de salmão e de vísceras de frango apresentaram digestibilidade proteica próxima de 84%, enquanto as demais fontes protei-

cas tiveram digestibilidade intermediária entre 72% e 80%; exceto pela farinha de sangue, que apresentou apenas 39% de aproveitamento da proteína (Tabela 1).

A energia apresentou tendência de aproveitamento similar à proteína. Glúten de milho, farelo de soja, farinha de vísceras de frango e farinha de penas hidrolisadas 5 apresentaram os maiores CDAs da energia bruta, com valores entre 84% e 91% (Tabela 1). Valores intermediários de 64% a 76% foram observados para os demais ingredientes, com exceção da farinha de sangue, que apresentou a menor digestibilidade energética (56%) (Tabela 1).

O aproveitamento de ingredientes proteicos varia com a espécie, a qualidade da matéria-prima, o processamento e o armazenamento do ingrediente (Yu et al., 2013). Isso é especialmente válido para fontes de origem animal. No caso da farinha de sangue, os baixos CDAs podem ser atribuídos ao processo de secagem deste ingrediente (secador de discos). O sangue coagula e deteriora rapidamente, exigindo um processo de secagem breve para evitar perdas de nutrientes e contaminação microbiológica (Pastore et al., 2012). Com exceção da secagem por *spray-drying*¹, os demais métodos empregados para obtenção da farinha de sangue, ainda que com suas variações, utilizam temperaturas elevadas que reduzem a disponibilidade da proteína e de alguns aminoácidos (Bureau et al., 1999).

Os valores intermediários observados para a farinha de carne e ossos e farinha de resíduo de peixe nacional se devem ao alto conteúdo de matéria mineral observado (Tabela 1) (Xavier et al., 2014; Bowzer et al., 2015). Esse excesso de matéria mineral é especialmente preocupante pelo excesso de fósforo que pode vir a ser excretado para o ambiente e que, embora não tenha sido medido em nosso estudo, é abundante em farinhas de resíduo animal. A farinha de resíduo de salmão chilena apresentou 41% a menos de matéria mineral em comparação à farinha de resíduo de peixe nacional, o que provavelmente explica seu maior CDA da proteína bruta (Tabela 1). Isso pode ser devido a uma maior padronização do produto, que é fabricado apenas com resíduos do processamento do salmão, enquanto a farinha de resíduo de peixe nacional pode ter sido confeccionada a partir de resíduos de mais de uma espécie de pescado, cada qual com seu padrão de processamento e rendimento de carcaça, implicando em maior quantidade de espinhas que resultaram em maior teor de matéria mineral. A farinha de penas

¹ Processo de secagem em que a umidade do sangue é primeiramente reduzida em baixa temperatura e a vácuo, seguindo para a secagem efetiva em corrente de ar seco e aquecido, onde atinge até 8% de umidade, no máximo (Tacon et al., 2009).

hidrolisadas também apresentou valor intermediário para a digestibilidade da proteína bruta, o qual pode ser igualmente atribuído ao processamento deste ingrediente, bem como à concentração de queratina (Tibbetts et al., 2006).

O farelo de glúten de milho, comumente comercializado como refinazil, é um subproduto remanescente do processamento do milho após extração do amido, glúten e gérmen (Tacon et al., 2009). É um ingrediente frequentemente utilizado em alimentação animal devido ao baixo custo. No entanto, diários de CDA observados para o pirarucu (Tabela) 1.

A farinha de vísceras de frango foi a fonte proteica de origem animal com melhor aproveitamento proteico e energético pelo pirarucu, juntamente com o glúten de milho e o farelo de soja. Cabe destacar que as fezes dos peixes alimentados com a dieta farelo de soja apresentaram aspecto, mais líquido e menos consistente do que a dos demais tratamentos. Isso demonstra a importância de se estudar futuramente o nível de inclusão mais adequado deste ingrediente em formulações para a espécie, uma vez que possui fatores antinutricionais que afetam o aproveitamento de nutrientes e a saúde intestinal de peixes, especialmente nos carnívoros (Krogdahl et al., 2010).

Ingredientes energéticos

Ainda no sentido de reduzir os custos das rações, é igualmente importante o estudo de ingredientes energéticos de origem vegetal, já que os carboidratos, principalmente aqueles ricos em amido, possibilitam maior eficiência de utilização da proteína da dieta ao pouparem seu catabolismo para síntese de energia, o que pode reduzir os custos das rações e minimizar a emissão de compostos nitrogenados na água (Stone, 2003; National Research Council, 2011).

Para juvenis de pirarucu de aproximadamente 131 g de peso, foi determinada andigestibilidade aparente da proteína bruta, amido e energia bruta dos seguintes ingredientes vegetais:

1. Milho;
2. Sorgo baixo tanino;
3. Quirera de arroz;
4. Farelo de arroz desengordurado;
5. Farelo de trigo.

digestibilidade do amido variou de 53% a 103% entre as fontes vegetais (Tabela 2). Os ingredientes com menor teor de amido, farelo de trigo e farelo de arroz desengordurado, apresentaram os maiores CDAs do amido (103% e 86%, respectivamente) (Tabela 2). Milho (78%) e quirera de arroz (77%) apresentaram valores intermediários e próximos entre si, enquanto o sorgo (53%) apresentou menor aproveitamento (Tabela 2).

Com relação à digestibilidade da proteína bruta, uma grande variação também foi observada. A quirera de arroz apresentou maior CDA (80%), seguida pelo farelo de arroz desengordurado (67%), sorgo (66%), milho (64%) e farelo de trigo (55%), que resultou em baixo CDA (Tabela 2). A energia bruta apresentou maior digestibilidade para milho (78%) e quirera de arroz (69%), enquanto os demais ingredientes exibiram CDAs mais baixos e similares entre si (55%-57%) (Tabela 2).

A redução na digestibilidade do amido verificada para o pirarucu em função do teor de amido do ingrediente é comumente observada em peixes carnívoros, que possuem menor habilidade em aproveitar carboidratos

(National Research Council, 2011). No caso dos farelos de trigo e de arroz desengordurado, sua maior quantidade de fibras favorece uma digestão mais lenta, resultando em menor índice glicêmico após a refeição e, conseqüentemente, maior capacidade de controlar a glicemia e aproveitar o amido em comparação aos demais ingredientes (Gatesoupe et al., 2014).

De uma forma geral, porém, os CDAs de amido e energia obtidos para o pirarucu demonstram que a espécie possui uma boa capacidade de aproveitar fontes vegetais energéticas em comparação com outros peixes carnívoros de água doce, como o surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) (Teixeira et al., 2010) e o dourado (*Salminus brasiliensis*) (Moro et al., 2017). Milho e quirera de arroz mostraram-se boas fontes de amido e energia digestíveis, ao contrário do sorgo (Tabela 2). Os farelos de trigo e de arroz desengordurado, por sua vez, devem ser utilizados com cautela devido ao teor de fibras.

Valores de CDA iguais ou acima de 100% podem ocorrer devido a erros durante as análises químicas do marcador e nutrientes, incorporação não homogênea do marcador à dieta, interação entre os ingredientes da dieta experimental e lixiviação diferenciada de alguns nutrientes do ingrediente (Allan et al., 2000; Glencross, 2020; National Research Council, 2011). Para fins de aplicação do CDA em formulações práticas, recomenda-se arredondar o valor para 100% (Glencross, 2020).

Tabela 2. Composição nutricional, coeficientes de digestibilidade aparente (CDAs) e proteína e energia digestíveis de ingredientes energéticos para o pirarucu (matéria seca).

Ingredientes	Matéria seca					Fibra detergente neutro			CDA			
	Matéria seca	Proteína bruta	Extrato etéreo	Matéria mineral	%	Fibra detergente neutro	Amido total	Energia bruta kcal/kg	Proteína bruta	Energia bruta %	Amido digestível	Energia digestível kcal/kg
Milho	89,1	7,2	5,0	1,2		10,3	68,3	4.491,4	64,4	77,7	77,7	3.487,9
Quirera de arroz	88,9	8,9	5,5	1,8		1,5	67,7	4.503,4	80,2	68,5	76,8	3.084,9
Sorgo baixo tanino	88,9	16,3	5,0	2,0		10,3	61,5	4.509,4	65,9	55,00	53,4	2.479,1
Farelo de trigo	89,7	19,0	8,8	4,5		35,6	20,9	4.685,0	54,7	57,4	103,5	2.687,0
Farelo de arroz desengordurado	96,1	17,4	4,2	11,4		17,9	19,4	5.210,9	67,1	56,7	85,6	2.953,5

Nd: não determinado.

Considerações finais

As tabelas de digestibilidade de ingredientes apresentadas neste documento são de grande importância para subsidiar a formulação de rações mais adequadas para juvenis de pirarucu. No entanto, considerando a grande variedade de ingredientes com potencial para utilização pelas fábricas de ração, bem como a variação na composição nutricional de um mesmo tipo de ingrediente em função do processamento (no caso de fontes vegetais, devido ao local de origem, espécie e cultivar), mais estudos de digestibilidade para a espécie são necessários a fim de ampliar e continuamente atualizar este tipo de banco de dados. No caso de fontes proteicas, é importante, sempre que possível, analisar o CDA dos aminoácidos.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Nicoluzzi Rações e Kabsa S.A., pela doação da maioria dos ingredientes utilizados neste trabalho, e bolsistas da Embrapa Pesca e Aquicultura e da Universidade Federal de Santa Catarina, pelo auxílio na condução dos ensaios. Este trabalho pertence ao “Projeto Pirarucu-da-Amazônia - Pesquisa e Transferência de Tecnologias” financiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) por meio da Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do Tocantins (FAPTO, Convênio 9/2012, nº processo 2538/2012) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, nº processo 434.400/2016-5).

Referências

ALLAN, G.L.; ROWLAND, S.J.; MIFSUD, C.; GLENDENNING, D.; STONE, D.A.J.; FORD, A. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: V. Least-cost formulation of practical diets. **Aquaculture**, v. 186, n. 3/4, p. 327/340, 2000. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00382-8.

AOAC. Official Methods of Analysis. 16.ed. **Washington, D.C.**: Association of Official Analytical Chemists, 1999. 1141p.

BOWZER, J.; TRUSHENSKI, J.; RAWLES, S.; GAYLORD, T.G.; BARROWS, F.T. Apparent digestibility of Asian carp- and common carp-derived fish meals in feeds for hybrid striped bass *Morone Saxatilis* ♀ x *M. chrysops* ♂ and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture Nutrition**, v. 21, p. 43-53, 2015. DOI: 10.1111/anu.12136.

BUREAU, D.P.; HARRIS, A.M.; CHO, C.Y. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 180, n. 3/4, p. 345/358, 1999. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00210-0.

GATESOUBE, F.J.; HUELVAN, C.; LE BAYON, N.; SEVERE, A.; AASEN, I. M.; DEGNE, K. F.; MAZURAI, D.; PANSEERAT, S.; ZAM BONINO-INFANTE, J.-L.; KAUSHIK, S. et al. The effects of dietary carbohydrate sources and forms on metabolic response and intestinal microbiota in sea bass juveniles, *Dicentrarchus labrax*. **Aquaculture**, v. 422, p. 47-53, 2014. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2013.11.011.

GLENCROSS, B.D. A feed is still only as good as its ingredients: An update on the nutritional research strategies for the optimal evaluation of ingredients for aquaculture feeds **Aquaculture Nutrition**, v. 26, n. 6, p. 1871/1883, 2020. DOI: 10.1111/anu.13138.

IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>. Acesso em: 10 jun. de 2021.

KROGDAHL, Å.; PENN, M.; THORSEN, J.; REFSTIE, S.; BAKKE, A.M. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: An update on recent findings regarding responses in salmonids. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 3, p. 333/344, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02426.x.

LIMA, A.F. Effect of size grading on the growth of pirarucu *Arapaima gigas* reared in earthen ponds. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 48, p. 38/46, 2020. DOI: 10.3856/vol48-issue1-fulltext-2334.

National Research Council, National Research Council. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, DC: National Academic Press, 2011. 376 p.

MORO, G.V.; SILVA, T.S.C.; CYRINO, J.E.P. Feed processing affected the digestibility of carbohydrate sources for dourado *Salminus brasiliensis*. **Aquaculture Nutrition**, v.23, p. 40-45, 2017. <https://doi.org/10.1111/anu.12356>.

NAYLOR, R.L.; HARDY, R.W.; BUCHMANN, A.H.; BUSH, S.R.; CAO, L.; KLINGER, D.H.; LITTLE, D.C.; LUBCHENCO, J.; SHUMWAY, S.E.; TROELL, M. A 20-year retrospective review of global aquaculture. **Nature**, v. 591, n. 7851, p. 551/563, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6>.

PASTORE, S.C.G.; GAIOTTO, J.R.; RIBEIRO, F.A.S.; NUNES, A.J.P. Boas práticas de fabricação e formulação de rações para peixes. In: FRACALLOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. (ed.). **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1.ed. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. cap.16, p. 295-346.

PEDROZA-FILHO, M.X.; MUÑOZ, A.E.P.; RODRIGUES, A.P.O.; REZENDE, F.P.; LIMA, A.F.; MATAVELI, M. Panorama da cadeia produtiva do pirarucu. **Ativos da Aquicultura**, v. 2, n. 8, p. 1/4, 2016.

PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; LIMA, A.F.; RODRIGUES, A.P.O.; MACIEL, P.O. Pirarucu (*Arapaima gigas*). In: BALDISSEROTO, B. (ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 3. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2020. cap.1, p. 17-56.

RAMOS, A.M.J. **Avaliação da digestibilidade de ingredientes energéticos em dietas para juvenis de pirarucu *Arapaima gigas*** (Cuvier 1829). 2019. 62 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RAMOS, A.M.J.; FRACALLOSSI, D.M.; FREITAS, L.E.; SANTOS, V.R.V.; RODRIGUES, A.P.O. Optimizing methodological aspects of stool collection by sedimentation in digestibility studies with pirarucu (*Arapaima gigas*). **Aquaculture Research**, v. 53, p. 1456-1467, 2022. DOI: 10.1111/are.15680.

RODRIGUES, A.P.O.; MORO, G.V.; SANTOS, V. R. V. dos; FREITAS, L. E. L. de; FRACALLOSSI, D.M. 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. DOI: 10.3856/vol47-issue2-fulltext-11.

STONE, D.A.J. Dietary carbohydrate utilization by fish. **Reviews in Fishery Science**, v. 11, p. 337-369, 2003. DOI: 10.1016/0044-84 86(94)90363-8.

TACON, A.G.J.; METIAN, M.; HASAN, M.R. **Feed ingredients and fertilizers for farmed aquatic animals: Sources and composition**. v. 540. 2009.

TEIXEIRA, E.A.; SALIBA, E.D.O.S.; EULER, A.C.C.; FARIA, P. M. C. de; CREPALDI, D.V.; RIBEIRO, L.P. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 06, p. 1180-1185, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000600003.

TIBBETTS, S.M.; MILLEY, J.E.; LALL, S.P. Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic cod, *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758). **Aquaculture**, v. 261, p. 1314-1327, 2006. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.08.052.

VALENTI, W.C.; BARROS, H.P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G.W.; CAVALLI, R.O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v. 19, n. 100611, 2021. DOI: 10.1016/j.aqrep.2021.100611.

XAVIER, T.O.; MICHELATO, M.; VIDAL, L.V.O.; FURUYA, V.R.B.; FURUYA, W.M. Apparent protein and energy digestibility and amino acid availability of commercial meat and bone meal for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 45, p. 439-446, 2014. DOI: 10.1111/jwas.12127.

YU, H.-R.; ZHANG, Q.; CAO, H.; WANG, X.-Z.; HUANG, G.-Q.; ZHANG, B.-R.; FAN, J.-J.; LIU, S.-W.; LI, W.-Z.; CUI, Y. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile snakehead, *Ophiocephalus argus*. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, n. 2, p. 139/147, 2013. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2012.00947.x.

Embrapa Pesca e Aquicultura
Avenida NS 10, Loteamento Água Fria,
Palmas, TO Caixa Postal nº 90,
CEP 77008-900, Palmas, TO
Fone: (63) 3229-7800
Fax: (63) 3229-7800
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
Publicação Digital (2022): PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Roberto Manolio Valladão Flores

Secretário-Executivo
Diego Neves de Sousa

Membros
*Alexandre Uhlmann, Clenio Araújo, Fabrício
Pereira Rezende, Hellen Christina de Almeida
Kato, Jefferson Cristiano Christofolletti, Luciana
Cristine Vasques Villela, Luiz Eduardo Lima
de Freitas*

Supervisão editorial
Lucas Simon Torati

Revisão de texto
Clenio Araujo

Normalização bibliográfica
Andréa Liliane Pereira da Silva

Tratamento das ilustrações
Jonatham Cleimes

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Jonatham Cleimes

Fotos da capa
Antonio Marcos Jaques Ramos

Apoio:



CGPE 017492