

## RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/02/2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**  
**CÂMPUS DE DRACENA**

**EXIGÊNCIA PROTEICA E RESPOSTAS METABÓLICAS DE**  
**JUVENIS DE PIAPARA (*Megaleporinus obtusidens*)**

**Viviane do Nascimento Santana de Almeida**

Zootecnista

**Dracena**  
**2019**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**  
**CÂMPUS DE DRACENA**

**EXIGÊNCIA PROTEICA E RESPOSTAS METABÓLICAS DE  
JUVENIS DE PIAPARA (*Megaleporinus obtusidens*)**

**Viviane do Nascimento Santana de Almeida**  
**Orientador: Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp - Campus de Dracena, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

**Dracena**  
**2019**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação  
Campus de Dracena

A447e

Almeida, Viviane do Nascimento Santana de.  
Exigência proteica e respostas metabólicas de juvenis de piapara (*Megaleporinus obtusidens*) / Viviane do Nascimento Santana de Almeida. -- Dracena: [s.n.], 2019.  
50 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2019.

Orientador: Leonardo Susumu Takahashi  
Inclui bibliografia.

1. Nutrição. 2. Piscicultura. 3. Nativos. 4. Enzimas. I. Título.



Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas  
CRB 8/6665



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Dracena



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Exigência proteica e respostas metabólicas de juvenis de piapara

**AUTORA:** VIVIANE DO NASCIMENTO SANTANA DE ALMEIDA

**ORIENTADOR:** LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI  
Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena

Prof. Dr. PAULO RENATO MATOS LOPES  
Curso de Engenharia Agrônoma / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena

Dr. THIAGO MATIAS TORRES DO NASCIMENTO  
Nutrição e Saúde Animal / Mcassab

Dracena, 27 de fevereiro de 2019

## **DADOS CURRICULARES DO ALUNO**

VIVIANE DO NASCIMENTO SANTANA DE ALMEIDA – Nascida em São Paulo, SP. No ano de 2016, concluiu sua graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena (UNESP-FCAT), no município de Dracena, SP. Durante a graduação, participou no Grupo de Aquicultura da UNESP de Dracena. Após se formar, durante um semestre, iniciou estágio voluntário no Centro de Aquicultura da UNESP, em Jaboticabal, auxiliando os alunos da Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia Animal no desenvolvimento de seus projetos de Mestrado. Atualmente é discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – UNESP Campus de Dracena, sendo que em fevereiro do ano de 2019 submeteu sua dissertação à banca examinadora.

“Você ganha força, coragem e confiança através de cada experiência em que você realmente para e encara o medo de frente.”

Eleanor Roosevelt

Dedico:

A Deus, minha família e aos meus amigos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me guiar e dar forças nos momentos mais difíceis nessa caminhada.

À minha Família, em especial a minha Mãe Dijanira, meu pai Adil, meus irmãos Thiago e Igor e minhas primas Vitória e Le, pelos conselhos, apoio, motivação, acompanhamento, amizade e principalmente por acreditar e depositar confiança em mim. A eles sou eternamente grata.

Ao Prof. Adj. Leonardo Susumu Takahashi pela orientação, apoio, paciência, dedicação, compreensão, confiança depositada e por ser a peça fundamental para meu desenvolvimento acadêmico e exemplo a ser seguido. Obrigado por contribuir para meu crescimento e amadurecimento profissional e pessoal, especialmente pela atenção, carinho e amizade. A você professor, minha admiração e gratidão.

Aos meus amigos (as) do Laboratório de Nutrição e Metabolismo Animal, Luana, Carolina, Jeisson, Ubiracy, Gabriela, Juliana, Sandie, Lucas, Camila e Hugo e, especialmente a Letícia e ao André, por toda ajuda durante o experimento e companheirismo durante nossos dias de trabalho, pelos conselhos e apoio nos momentos difíceis.

Aos colegas que me ajudaram no Laboratório de Ecologia e Comportamento Animal - LABECOM em São Vicente, em especial a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alessandra pela sua paciência e confiança durante as análises de energia.

Ao Leonardo pela companhia, apoio, conselhos e compreensão nos momentos de dificuldade na minha vida pessoal e profissional.

Aos meus amigos e às Repúblicas EternaMent e Marvados, pela amizade, aprendizado, confiança, convivência e por proporcionar várias histórias em minha vida.

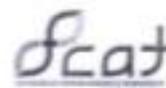
O presente trabalho foi realizado com o apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Obrigada!

# CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA EM USO DE ANIMAIS (CEUA)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Dracena



Comissão de Ética no Uso de Animais

## Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "Valor nutricional de alimentos e determinação da exigência proteica e metabolismo de aminoácidos da piapara *Leporinus elongatus*" (Nutritional value of foods and determination of the protein requirement and amino acid metabolism of the piapara *Leporinus elongatus*), registrada com o nº 23/2018.R2 – CEUA, sob a responsabilidade do(a) Prof(o). Dr(a). Leonardo Susumu Takahashi – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em reunião de 24/10/2018.

Dracena, 24 de outubro de 2018.

Profa. Dra. Sirlei Aparecida Maestá  
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCA

Rod. Celso João Ribeiro de Barros, km 831 – Bairro das Amas – CEP: 17205-000 – Dracena/SP – Brasil

Tel. (18) 3821-6200 – [www.cca.unesp.br](http://www.cca.unesp.br) – [cca@cca.unesp.br](mailto:cca@cca.unesp.br)

## EXIGÊNCIA PROTEICA E RESPOSTAS METABÓLICAS DE JUVENIS DE PIAPARA (*Megaleporinus obtusidens*)

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi determinar a exigência proteica e os efeitos da proteína da dieta em indicadores fisiológicos e bioquímicos da piapara (*Megaleporinus obtusidens*). Para tanto, 300 juvenis ( $24 \pm 1,26$  g) foram distribuídos em 20 caixas de 130 L, totalizando 15 peixes/caixa. Foram formuladas 5 dietas isoenergéticas e com níveis crescentes de proteína digestível (21, 24, 27, 30 e 33% PD). Após 77 dias de alimentação, foi realizada a biometria dos peixes para avaliação dos parâmetros de desempenho produtivo e os indicadores fisiológicos: concentração de metabólitos no sangue (amônia sérica e triglicerídeos), relações somáticas, atividade hepática da alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) e atividade da enzima málica e glicose-6-fosfato desidrogenase (G6PDH). A cada sete dias, foram determinadas a concentração de amônia total, pH, condutividade elétrica e concentração de oxigênio dissolvido na água das caixas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 3 repetições. Os resultados de desempenho produtivo foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e à regressão polinomial. No peso final, taxa de crescimento específico, ganho de peso e conversão alimentar foi observado efeito linear ( $p < 0,05$ ) e no consumo não houve efeito significativo. Na concentração de amônia na água foi observada diferença ( $p < 0,05$ ), sendo observado efeito linear com o aumento de proteína. Na concentração de triglicerídeos sérico, amônia sérica, índice hepatossomático (IHS), concentração de glicogênio hepático e lipídio hepático, não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ). No índice gorduro-viscerossomático (IGVS) e enzima málica, foi observado um efeito quadrático, com ponto máximo de 25,77% PD e 27,08% PD, respectivamente. No lipídio muscular e na atividade da G6PDH, houve um efeito linear, sendo observado nos animais que receberam a dieta com o menor nível proteico a maior concentração de lipídio. Na atividade hepática da AST houve um efeito linear, sugerindo um desbalanço de aminoácidos essenciais na dieta, enquanto a atividade da ALT não foi observada diferença ( $p > 0,05$ ). Nas condições experimentais do presente estudo, quando maior o nível de proteína digestível da dieta maior foi crescimento dos peixes, com reflexos nos indicadores fisiológicos dos peixes, não sendo possível a determinação da exigência proteica da piapara, sugerindo a necessidade de novos estudos.

**Palavras-chave:** Nutrição, piscicultura, nativos, enzimas.

## PROTEIN REQUIREMENT AND METABOLIC RESPONSES OF JUVENILE PIAPARA (*Megaleporinus obtusidens*)

**ABSTRACT** - The objective of this work was to determine the protein requirement and the effects of dietary protein on physiological and biochemical indicators of piapara (*Megaleporinus obtusidens*). For this, 300 juveniles ( $24 \pm 1.26$  g) were distributed in 20 boxes of 130 L, totaling 15 fish / box. Five diets were formulated isoenergetic and with increasing levels of digestible protein (21, 24, 27, 30 and 33% PD). After 77 days of feeding, the fish biometry was performed to evaluate the parameters of productive performance and the physiological indicators: concentration of metabolites in the blood (serum ammonia and triglycerides), somatic relations, liver enzymatic activity of alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) activity and lipogenesis, malic enzyme and glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH). Every 7 days, the concentration of total ammonia, pH, electrical conductivity and oxygen concentration dissolved in the water of the boxes were determined. The experimental design was completely randomized, with 5 treatments and 3 replicates. The results of productive performance were submitted to analysis of variance (ANOVA) and polynomial regression. In the final weight, specific growth rate, weight gain and feed conversion was observed linear effect ( $p < 0,05$ ) and in consumption there was no significant effect ( $p > 0,05$ ). At the concentration of ammonia in the water, a significant difference ( $p < 0.05$ ) was observed with a linear effect. In the serum triglycerides concentration, serum ammonia, hepatosomatic index (HSI), level of hepatic glycogen and hepatic lipid, no significant differences were observed. In the fat-viscerosomal index (IGVS) and malic activity, a quadratic effect was observed, with a maximum point of 25.77 and 27.08% PD, respectively. In the muscle lipid level and G6PDH activity, there was a linear effect ( $p < 0,05$ ), where the animals that received the diet with the lowest protein level had the largest reserve. In the liver, a linear effect ( $p < 0,05$ ) was observed in the AST activity, suggesting an imbalance of essential amino acids in the diet, while in the ALT activity no significant difference was observed. At the experimental conditions, growth increased with increasing in the digestible protein, with reflexes on the physiological indicators of fish, and it is not possible to determine the protein content of piapara, suggesting the need for further studies.

**Keywords** - Nutrition, fish farming, natives, enzymes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Visão geral do catabolismo dos aminoácidos.....	21
Figura 2. Alimentação dos peixes. ....	27
Figura 3. Fornecimento da ração em pequenas porções .....	27
Figura 4. Potes de armazenamento das dietas experimentais .....	28
Figura 5. Imersão dos peixes no eugenol .....	30
Figura 6. Pesagem dos peixes.....	30
Figura 7. Coleta de sangue por punção caudal.....	32
Figura 8. Sangue utilizado para as análises.....	32
Figura 9. Análise de amônia sérica .....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulação e composição analisada das dietas experimentais .....	26
Tabela 2. Análise da regressão das variáveis de desempenho produtivo de juvenis de piapara alimentados com níveis crescentes de proteína digestível. ....	36
Tabela 3. Análise de regressão das variáveis físico-químicas da água de juvenis de piapara alimentados com níveis crescentes de proteína digestível. ....	38
Tabela 4. Análise de regressão das variáveis bioquímicas sanguíneas e relações somáticas de juvenis de piapara alimentados com níveis crescentes de proteína digestível. ....	41
Tabela 5. Análise de regressão das variáveis atividade hepática de enzimas do metabolismo de aminoácidos de juvenis de piapara alimentados com níveis crescentes de proteína digestível. ....	43

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
	2.1 Exigência Proteica em Peixe.....	18
	2.2 Metabolismo de Aminoácidos e Excreção Nitrogenada .....	19
	2.3 <i>Megaleporinus</i> .....	22
3	OBJETIVO .....	23
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	23
	4.1 Comissão de Ética.....	23
	4.2 Adequações das Instalações e Manejo dos Peixes .....	23
	4.3 Dietas Experimentais.....	24
	4.4 Parâmetros de Avaliação.....	29
	4.4.1 Desempenho produtivo .....	29
	4.4.2 Metabólitos no sangue.....	31
	4.4.3 Relações somáticas .....	33
	4.4.4 Atividade enzimática hepática .....	33
	4.4.5 Excreção de amônia na água.....	34
	4.4.6 Reservas energéticas teciduais .....	34
	4.5 Análises Estatísticas.....	34
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
	5.1 Desempenho Produtivo .....	35
	5.2 Excreção de Amônia na Água .....	38
	5.3 Metabólitos Sanguíneos e Reserva Energética .....	40
	5.4 Amônia Sérica e Análise Enzimática Hepática.....	42
6.	CONCLUSÃO .....	44
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

No corpo dos peixes, as proteínas se apresentam como constituintes principais dos tecidos estruturais de proteção (ossos, ligamentos, escamas e pele), tecidos moles (órgãos, músculos) e fluídos corporais, principalmente para manutenção e crescimento (LALL; ANDERSON, 2005). Portanto, a determinação de um nível ideal de proteína na dieta ou exigência representa um passo fundamental para o desenvolvimento de rações comerciais altamente eficientes e de baixo custo (DENG *et al.*, 2011). Afinal, em estudos econômicos, a dieta comercial pode representar até 70% do custo total de produção (GONÇALVES, 2011).

De acordo com NRC (2011), para o crescimento máximo, a maior parte das espécies de peixes cultivadas comercialmente no mundo necessita de dietas com níveis de proteína que variam entre 31 e 56%. Dietas com quantidades inadequadas de proteína podem resultar em diminuição do crescimento e da eficiência alimentar, pois o animal acaba mobilizando a proteína tecidual para manutenção de funções vitais. E quando a proteína está em excesso, possibilitam a utilização dos aminoácidos como energia e não para formação de tecido muscular e crescimento, encarecendo dessa forma a dieta (WILSON, 2002; MEYER; FRACALOSSO, 2004).

A utilização de ingredientes de baixo valor biológico ou altamente protéicos podem ocasionar a eutrofização do ambiente, uma vez que peixes excretam amônia, que é um dos principais responsáveis por deteriorar a qualidade da água (CYRINO *et al.*, 2010; GUO *et al.*, 2012). A quantificação da produção de amônia em sistemas de produção está ligada a quantidade e qualidade da proteína na alimentação. Se uma proteína é pobre em aminoácidos essenciais, ou excede o total de aminoácidos para ótimo crescimento, ocorre uma menor síntese de proteínas por unidade de proteína ingerida e os aminoácidos são desaminados e o nitrogênio é excretado (FOSS *et al.*, 2003).

A espécie escolhida para a realização deste estudo foi a piapara (*Megaleporinus obtusidens*), peixe pertencente à ordem Characiforme, família Anostomidae e gênero *Megaleporinus*. Apresenta grande importância comercial, sendo uma das espécies que alcança o maior porte da família, podendo atingir até 60 cm e mais de um quilograma de peso vivo durante o período de um ano (REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI-FILHO, 2010). Sendo encontrada nas regiões Sudeste e Sul, nas

bacias do rio São Francisco e do rio Paraná (SANTOS; FORMAGGIO, 2000). Mesmo sendo uma espécie nativa com um alto potencial produtivo, tornam-se necessários estudos relacionados à sua nutrição e manejo, uma vez que pouco se conhece sobre esta espécie em condições de cultivo.

## **6 CONCLUSÃO**

Dietas inferiores a 27% de PD resultaram em maior reserva energética, catabolismo de aminoácidos e lipogênese. O aumento de proteína dietética resultou em aumento no desempenho produtivo, com o aumento da excreção de amônia na água. Com o níveis proteicos avaliados, não foi possível para determinar a exigência proteica dos juvenis de piapara.

## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, R. L.; HONORATO, C. A.; ALMEIDA, L. C.; USHIZIMA, T. T., SANTAMARIA, F. M. Nutrição de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.): desafio para aquicultura. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 178, p.1995-2010, out. 2012. Disponível em: [www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br). Acesso em: 03 dez. 2018.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 21. ed. Arlington: AOAC, 2019.

BARTONE, C. R. Reutilización de aguas residuales en las lagunas de estabilización de San Juan de Miraflores. Repercusiones sanitarias, ambientales y socioeconómicas. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)**, v. 101, n. 5, p. 425-451, 1986.

BARROSO, J. B.; PERAGÓN, J.; GARCÍA-SALGUERO, L.; HIGUERA, M.; LUPIÁÑEZ, J.A. Carbohydrate deprivation reduces NADPH-production in fish liver but not in adipose tissue. **Int. J. Biochem. Cell Biol.**, v. 33, p. 785-796, 2001.

BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**, [s.l.], v. 16, n. 2, p.213-222, abr. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00653.x>. Acesso em: 16 abr. 2019.

BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FREITAS, J. M. A. Proteína e energia em rações para alevinos de piavuçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2553- 2559, 2010.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; RIBEIRO, F. B.; SOUSA, M. P. TAKISHITA, S. S. Exigência de metionina mais cistina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.5, p.783-790, 2008

BRANDÃO, L.V; PEREIRA-FILHO, M.; GUIMARÃES, S. F.; FONSECA, F.A.L.; Suplementação de metionina e/ou lisina em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*Cuvier, 1818), **Acta Amazônica**. vol. 39, n. 3, p.675 – 680, 2009.

BUTTERY, P. J.; LINDSAY, D. B. **Protein deposition in animals: proceedings of previous easter schools in agricultural science**. [S.l.]: Butterworth-Heinemann, 2013.

BUZOLLO, H.; SANDRE, L. C. G.; NEIRA, L. M.; NASCIMENTO, T. M. T.; JOMORI, R. K.; CARNEIRO D. J.. Digestible protein requirements and muscle growth in juvenile

tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Aquaculture Nutrition**, p.1-11, 7 fev. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/anu.12888>. Acesso em: 16 abr. 2019.

CARNEIRO, W. F. **Determinação da exigência de proteína/energia digestível para a tilápia do Nilo com rações a base de farelo de soja e milho**. 2016. 62 f. Tese (Doutorado em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2016.

CLARK, A. E.; WATANABE, W. O.; OLLA B. L.; WICKLUNDAD R. I. Growth, feed conversión and protein utilization of Florida red tilapia fed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools. **Aquaculture**, v. 88, p. 75-85, 1990.

COLIN, B.; COWEY, C. B.; YOUNG CHO, C. Nutritional requirements of fish. Proceedings-nutrition society of London. **Anais....** 1993. Cambridge Univ Press. Disponível em: <http://journals.cambridge.org/production/action/cjoGetFulltext?fulltextid=764176>. Acesso em: 27 jan. 2019. v. 52. p.417–417.

COSTA, M. L. S.; MELO, F. P.; CORREIA, E. S. Efeitos de diferentes níveis protéicos da ração no crescimento na tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757), variedade chitralada, criadas em tanques rede. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 285–294, 2009.

COUTINHO, F. F. **Dietary protein requirement and intermediary metabolism response to protein/carbohydrate ratio in zebra seabream (*Diplodus cervinus*, Lowe 1838) juveniles**. 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Biológicos Aquáticos, Biologia, Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, 2012.

COWEY, C. B. Protein metabolism in fish. *In*: BUTTERY, P.J., LINDSAY, D.B. **Protein deposition in animals**. London: Butterworths, 1980. p.271-288

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.

DAS, D. Metabolism of proteins. *In*: DAS, D. (ed). **Biochemistry**. New York: Academic Publishers, 2002. p.463-504.

DENG, D.F.; JU, Z. Y.; DOMINY, W.; MURASHIGE, R.; WILSON, R. P. Optimal dietary protein levels for juvenile Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) fed diets with two levels of lipid. **Aquaculture**, v. 316, p. 25-30, 2011.

DIAS, J.; RUEDA-JASSO, R.; PANSERAT, S.; CONCEIÇÃO, L. E. C.; GOMES, E. F.; DINIS, M. T. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth, lipid deposition and metabolic hepatic enzymes in juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup). **Aquac Res.**, v. 35, p. 1122-1130, 2004.

DURÃES, R.; POMPEU, P. S.; GODINHO, A. L. Alimentação de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) durante a formação de um reservatório no sudeste do Brasil. **Iheringia, Serie Zoologia**, v. 90, p.183-191, 2001.

ENES, P.; PANSERAT S.; KAUSHIK, S.; OLIVA-TELES, A. Effect of normal and waxy maize starch on growth, food utilization and hepatic glucose metabolism in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.143 p.89-96, 2006.

FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; REIDEL, A. Exigência de proteína de alevinos de piavuçu. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 39, n. 3, p. 859-865, 12 dez. 2008. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782008005000102>. Acesso em: 16 abr. 2019.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Rev. Brasileira de Zootecnia**, Jaboticabal, v. 3, n. 29, p.646-653, 2000.

FOSS, A.; EVENSEN, T. H.; VOLLEN, T.; OIESTAD, V. Effects of chronic ammonia exposure on growth and food conversion efficiency in juvenile spotted wolffish. **Aquaculture**, v.228, p.215-224, 2003.

FRACALOSSO, D. M.; RODRIGUES, A. P. O.; SILVA, T. S. C.; CYRINO, J. E. P. Técnicas experimentais em nutrição de peixes. *In*: NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: **aquabio**; 2013. p.37-63.

GAYE-SIESSEGGER, J.; FOCKEN, U.; BECKER, K. Effect of dietary protein/carbohydrate ratio on activities of hepatic enzymes involved in the amino acid metabolism of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Fish Physiology and Biochemistry**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.275-282, 29 set. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10695-006-9000-1>. Acesso em: 16 abr. 2019.

GIMBO, R. Y. **Ajuste metabólico e respostas imunes de pacus juvenis alimentados com diferentes níveis de carboidratos e submetidos a jejum prolongado**: Serum ammonia as indicator of unbalanced diet in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). 2015. 63 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista - Unesp, Jaboticabal, 2015. Cap. 4.

GONÇALVES, A. F. N.; HA, N.; BILLER-TAKAHASHI, J. D.; SATO L. S.; KISHIMOTO M. K.; TAKAHASHI L. S. Densidade de estocagem e restrição alimentar em juvenis de piapara. **Boletim Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 3, n. 40, p.431-439, jun. 2014.

GONÇALVES, G. S. **Piscicultura**. Campinas: Cati, 2011. 245 p.

GONÇALVES, G. S. **Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para tilápia-do-nilo**. 2007. 98 f. Tese (Doutorado) – Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

GONÇALVES, G. S.; FURUYA, W. M. Digestibilidade aparente de alimentos pelo piavuçu, *Leporinus macrocephalus*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 165–169, 2004. DOI 10.4025/actascianimsci.v26i2.1861.

GUO, Z.; ZHU, X.; LIU, J.; HAN, D.; YANG, Y.; LAN, Z.; XIE, S. Effects of dietary protein level on growth performance, nitrogen and energy budget of juvenile hybrid sturgeon, *Acipenser baerii* x *A. gueldenstaedtii*. **Aquaculture**, v. 338-341, p. 89-95, 2012.

HARGREAVES, J. A.; KUCUK, S. Effects of diel un-ionized ammonia fluctuation on juvenile hybrid striped bass, channel catfish, and blue tilapia. **Aquaculture**, v. 195, n. 1–2, p. 163–181, 2001.

HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada: aminoácidos: destino do nitrogênio**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 519 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal 2015: piscicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 49 p.

KAUSHIK, S. J.; DE OLIVA TELES, A. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. **Aquaculture**, v. 50, n. 1, p. 89–101, 1985.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. *In*: GRANSHOFF, K. **Methods of seawater analysis**. Weinheim: Verlag Chemie, 1976. p. 117- 181.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - parte iii (final): qualidade da água em sistemas de alto fluxo. **Panorama da Aquicultura**, v. 8, n. 47, p.35-43, jul. 1998.

LALL, S. P.; ANDERSON, S. Amino acid nutrition of salmonids: dietary requirements and bioavailability. **Cahiers Options Méditerranéennes**, n.63, p. 73-90, 2005.

LEITE, A. C. V. **Avaliação do desempenho zootécnico, hematologia e atividade enzimática de juvenis de matrinxã alimentados com níveis crescentes de proteína**. 2018. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. p.11-18,

MELO, J. F. B.; LUNDSTEDT, L. M.; METÓN, I.; BAANANTE, I. V.; MORAES, G. Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen*

(Teleostei: Pimelodidae). **Comparative Biochemistry And Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, [s.l.], v. 145, n. 2, p.181-187, out. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.06.007>. Acesso em: 16 abr. 2019.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D. M. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v. 204, p. 301-343, 2004.

MORO, G. V.; REZENDE, F. P.; ALVES, A. L.; HASHIMOTO, D. T.; VARELA, E. S.; TORATI, L. S. Espécies de peixe para a piscicultura. In: RODRIGUEZ, A. P. O.; LIMA, A. F.; ALVES, A. L.; ROSA, D. K.; TORATI, L. S.; DOS SANTOS, V. R. V. (Ed.). **Piscicultura de água doce, multiplicando conhecimentos**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura; Brasília: Embrapa, 2013. p. 29-70.

NAGAE, M. Y. **Triticale e milho em rações para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus***. 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger: oxidação de aminoácidos e produção de ureia**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1298 p.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of fish**. Washington, DC: The National Academies Press, 2011.

PAGE, J. W.; ANDREWS, J. W. Interactions of Dietary Levels of Protein and Energy on Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). **The Journal of Nutrition**, v. 103, n. 9, p. 1339–1346, 1973.

PARKER, N.; DAVIS, K. Requirements of warm water fish. In: THE BIOENGINEERING SYMPOSIUM FOR FISH CULTURE, 4., 1981, Bethesda. **Proceedings...** Bethesda: Fish Culture Section of the American Fisheries Society, 1981. p.21-28

PAULINO, G. S. F. **Exigência de energia digestível para o crescimento inicial do tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2018. 81 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal, 2018.

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 1, n. 31, p.81-88, 17 jun. 2005.

PÉREZ-JIMÉNEZ, A.; HIDALGO, C. M.; MORALES, A. E.; ARIZCUN, M.; ABELLÁN E.; CARDENETE, G. Use of different combinations of macronutrients in diets for dentex (*Dentex dentex*). Effects on intermediary metabolism. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v.152, p.314-321, 2009.

PESCOD, M. B. **Wastewater treatment and use in agriculture**. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO). 1992.

QUINTEIRO, L.G.P. Tanino em rações para peixes tropicais. 2000. **Dissertação (Mestrado)** - Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

RAMIREZ, J. L.; BIRINDELLI, J. L. O.; GALETTI, P. M. A new genus of Anostomidae (Ostariophysi: Characiformes). **Molecular Phylogenetics And Evolution**, [s.l.], v. 107, p.308-323, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2016.11.012>

REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E. Cultivo de piapara, piaçu, piava e piauí: gênero *Leporinus*. *In*: BALDISSEROTTO, B.; CARVALHO-GOMES, L. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2010. p.73-99.

RIBEIRO, R. P.; HAYASHI, C.; MARTINS, E. N.; MARTIN-NIETO, L.; SUSSEL, F. R. Hábito e seletividade alimentar de pós-larvas de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988), submetidos a diferentes dietas em cultivos experimentais. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 829-834, 2001.

RIBEIRO, F. M.; FREITAS, P. V. D. X.; SANTOS, E. O.; SOUSA, R. M.; CARVALHO, T. A.; ALMEIDA, E. M.; SANTOS, T. O.; COSTA, A. C. Alimentação e nutrição de Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*): revisão. **Pubvet**, [s.l.], v. 10, n. 12, p.873-882, dez. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v10n12.873-882>. Acesso em: 16 abr. 2019.

RODWELL, V. W. **Bioquímica ilustrada de Harper**: catabolismo das proteínas e do nitrogênio dos aminoácidos. 30. ed. Porto Alegre: Amgh, 2017. p. 817.

SANTOS, G. B.; FORMAGIO, P. S. Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do Rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 203, p. 98-106, 2000.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B.; FURUYA W. M.; GALDIOLI, E. M. Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela do farelo de canola na alimentação de alevinos de piaçu (*Leporinus macrocephalus* L.). **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 109-117, 2000.

SOUSA, R. G. C.; PRADO, G. F.; PYÑEIRO, J. I. G.; NETO, E. B. B. Avaliação do Ganho de Peso do Tambaqui Cultivado com Diferentes Taxas de Proteínas na Alimentação. **Biota Amazônia**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.40-45, 30 mar. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p40-45>. Acesso em: 16 abr. 2019.

TANAKA, R. A. **Digestibilidade aparente de ingredientes, parâmetros bioquímicos sanguíneos e morfometria intestinal de Piapara (*Leporinus***

**obtusidens**). 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Jaboticabal, 2018.

TATAJE, D. R.; ZANIBONI-FILHO, E. Cultivo de piapara, piauçu, piava e piau: gênero Leporinus. *In*: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2010. p. 73-99.

TORRES, T. E. L.; PINHEIRO, P. R. C. Reúso das águas tratadas por lodos ativados na aquicultura. **Sanare: Revista técnica da Saranepar**, v. 1, n. 1, p. 20-81, jan. 2002.

VERDOUW, H.; VAN ECHELD, C. J. A.; DEKKERS, E. M. J. Ammonia determination based on indophenol formation with sodium salicylate. **Water Research**, v. 12, n. 6, p. 399-402, 1978.

WANG, J.; JIANG, Y.; LI, X.; HAN, T.; YANG, Y.; HU, S.; YANG, M. Dietary protein requirement of juvenile red spotted grouper (*Epinephelus akaara*). **Aquaculture**, p. 289–294, 2016.

WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, v. 68, n. 2, p. 242–252, 2002.

WILSON, R. P. Amino Acids and Proteins. *In*: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2002. p.144-179.

YANG, M.; WANG, J.; HAN, T.; YANG, Y.; LI, X.; JIANG, Y. Dietary protein requirement of juvenile bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). **Aquaculture**, [s.l.], v. 459, p.191-197, jun. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.03.044>. Acesso em: 16 abr. 2019.

ZEHRA, S.; KHAN, M. A. Dietary protein requirement for fingerling *Channa punctatus* (Bloch), based on growth, feed conversion, protein retention and biochemical composition. **Aquaculture International**, v. 20, p. 383-395, 2011.