

Farinha de ossos de peixe como fonte de cálcio e fósforo em rações para pós-larvas de tilápia do Nilo

Ricácio Luan Marques Gomes¹, Rômulo Batista Rodrigues¹, Thibério Carvalho da Silva², Pedro Oliveira Moreira³, Joana D'arc Maurício Rocha¹, Fábio Bittencourt⁴, Wilson Rogério Boscolo⁴

¹Programa de pós-graduação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Rua da Faculdade, 645 – Jardim La Salle – CEP: 85903-000 – Toledo – PR – Brasil.

²Programa de pós-graduação da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Av. Colombo, 5790 – Campus universitário – CEP:87020-900 – Maringá – PR – Brasil.

³Falbom Agroindustrial Ltda. Rua Antonio Comarella, 415 – Jardim Anápolis – CEP:85905-500 – Toledo – PR – Brasil.

⁴Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Curso de Engenharia de Pesca. Rua da Faculdade, 645 – Jardim La Salle – CEP: 85903-000 – Toledo – PR – Brasil.

E-mail autor correspondente: ricacioluan@gmail.com

Artigo enviado em 18/06/2017, aceito em 05/04/2018.

Resumo: O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a farinha de ossos de peixe em substituição ao fosfato bicálcico em dietas para pós-larvas de tilápia do Nilo. Foram utilizadas 400 pós-larvas de tilápia do Nilo com peso médio inicial de 0,03 g distribuídas em 20 aquários com volume de 30 L e alimentadas com as dietas experimentais por 26 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0; 1,52; 3,06; 4,57 e 6,09% de farinha de ossos de peixe) e quatro repetições. A inclusão da farinha de ossos de peixe foi realizada em substituição do fosfato bicálcico. Foram avaliados os seguintes parâmetros de desempenho zootécnico: ganho em peso, taxa de crescimento específico e sobrevivência. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos sobre os parâmetros de desempenho avaliados. Conclui-se que a farinha de ossos de peixe pode ser utilizada como fonte de cálcio e fósforo em dietas de pós-larvas de tilápia do Nilo em substituição total ao fosfato bicálcico sem promover prejuízo ao crescimento dos animais.

Palavras-chave: Alimento alternativo, minerais, nutrição, aproveitamento de resíduos, *Oreochromis niloticus*, desempenho produtivo.

Fish bone meal as source of calcium and phosphorus in rations for post-larvae of Nile tilapia

Abstract: The objective of this study was to evaluate the fish bone meal in replacement of dicalcium phosphate in diets for Nile tilapia larvae. Four hundred post-larvae of Nile tilapia with initial mean weight of 0.03 g were distributed in 20 aquaria with volume of 30 L and fed with the experimental diets for 26 days. The experimental design was completely randomized with five treatments (0, 1.52, 3.06, 4.57 and 6.09% of fish bone meal) and four replications. The inclusion of fish bone meal was performed in replacement of dicalcium phosphate. The following parameters of zootechnical performance were evaluated: weight gain, specific growth rate and survival. No differences ($P > 0.05$) were observed between

treatments on the performance parameters evaluated. It is concluded that fish bone meal can be used as a source of calcium and phosphorus in diets of post-larvae of Nile tilapia in total substitution to dicalcium phosphate without impairing the growth of the animals.

Keywords: Alternative food, minerals, nutrition, waste utilization, *Oreochromis niloticus*, productive performance.

Introdução

A produção aquícola vem se expandindo, e um dos setores que segue a mesma escala de crescimento são as indústrias de beneficiamento do pescado, sendo que as mesmas devem acompanhar o ritmo de cultivo para atender a demanda dos consumidores (PESSATTI, 2001). Porém, deve-se ressaltar que a geração de resíduos provenientes do processamento da tilápia é da ordem de 60% e, portanto, alternativas de controle, tratamento e manipulação dos mesmos devem ser desenvolvidos a fim de reduzir os possíveis impactos ambientais causados pelo descarte “*in natura*” diretamente na natureza (BEZERRA *et al.*, 2001).

Segundo Stevanato *et al.* (2010) e Sucasas (2011) estes resíduos podem ser utilizados na elaboração das rações, devido apresentarem um alto teor nutricional, contendo desde de micro até macronutrientes. Como sabemos é um dos entraves com relação a aquicultura está diretamente ligado a ração, pois a mesma é onerosa nos sistemas de cultivo, podendo variar entre 50 a 70% dos custos totais de produção (EL-SAYED, 1999), implicando na limitação desta atividade aquícola.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) vem se destacando na aquicultura mundial, isso devido a ser uma espécie rústica, resistindo à

oscilações bruscas dos parâmetros físico-químicos da água como temperatura e oxigênio dissolvido, de fácil manejo e por possuir desempenho zootécnico superior quando comparada a diversas espécies com potencial piscícola e, por fim, apresenta excelente aceitação do mercado consumidor, seja nacional ou internacional (HAYASHI *et al.*, 1995). Além disso, por apresentar hábito alimentar onívoro, aceita rações balanceadas compostas de ingredientes tanto de origem animal quanto de origem vegetal (BOSCOLO *et al.*, 2008).

Deste modo, com o passar dos anos foram realizadas pesquisas relacionadas à nutrição desta espécie de fundamental importância para o setor aquícola (DEGANI e REVACH, 1991; BEVERIDGE e MCANDREW, 2000). Outro ponto é com relação à mitigação dos custos operacionais de produção bem como novas alternativas alimentícias para as fábricas de rações, fortalecendo o desenvolvimento da cadeia produtiva deste setor (SIGNOR *et al.*, 2007).

Nos últimos anos vem sendo estudado o uso de farinhas de carne e ossos que são subprodutos de abatedouro utilizados na alimentação de animais sendo uma fonte com alto teor proteico (PEZZATO *et al.*, 2002). De acordo com Vieites *et al.* (2000), a farinha de ossos é um produto alternativo, também rico em cálcio e fósforo, e pode ser utilizada como

fonte alternativa ao fosfato bicálcico em rações animais.

O fósforo executa uma importante função nos peixes, pois o mesmo atua na mineralização óssea, bem como, participa no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, além de atuar na formação do ATP gerando energia para os animais (LALL, 2002). O cálcio exerce um papel essencial na formação da estrutura óssea dos peixes e permeabilidade da membrana celular, atuando de forma efetiva no sistema cardiovascular contribuindo para a coagulação sanguínea além da contração muscular, bem como trabalhando para a manutenção do sistema enzimático (PATERSON, 1978, FRACALOSSO e CIRINO, 2013). Contudo, de acordo com Ribeiro *et al.* (2006), dependendo da água e a mesma sendo rica em cálcio, o peixe consegue suprir sua exigência deste elemento independentemente do que será ofertado na ração, pois o mesmo será assimilado via as brânquias.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a farinha de ossos de peixe em substituição ao fosfato bicálcico em dietas para pós-larvas de tilápia do Nilo.

Material e métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Aquicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE, *Campus Toledo-PR*) com duração de 26 dias. No ensaio, foram definidos níveis de inclusão de fontes de farinha de ossos de peixe em substituição parcial e total ao fosfato bicálcico. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus Toledo-PR*.

Foram utilizadas 400 pós-larvas de tilápia do Nilo com peso inicial de 0,03g, aclimatadas em um aquário com volume de 30L. Logo após esta etapa com duração de 24 horas, os peixes foram distribuídos em 20 aquários experimentais, com densidade de 0,67 PL's L⁻¹. Para a confecção das rações, os ingredientes foram triturados em moinho tipo martelo (Vieira, MCS 280, Tatuí – São Paulo, Brasil) com peneira de 0,5mm de diâmetro, misturados manualmente e extrusados (Extec®, Ex-Micro, Ribeirão Preto – São Paulo, Brasil) e secas em estufa com temperatura de 55°C durante 12 horas. Após essa etapa, as rações foram moídas, pesadas, peneiradas e armazenadas em recipientes plásticos.

Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente, quatro vezes ao dia, com rações isoproteicas e isoenergéticas, com níveis crescentes de inclusão de farinha de ossos de peixe (Tabela 1). Além disso, foi realizada a sifonagem diariamente dos aquários para a manutenção da qualidade da água, retirando as fezes e sobras de rações dos peixes, bem como houve a reposição de água nas unidades experimentais em, 25%.

No experimento, os peixes foram submetidos a crescentes níveis de farinha de ossos de peixe com fonte de cálcio e fósforo, sendo: 0,0 (controle); 1,52; 3,06; 4,57 e 6,09%, em substituição total ao fosfato bicálcico. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições.

Ao final do período experimental, os animais foram mantidos em jejum por 24 horas para o esvaziamento do trato gastrointestinal e foram eutanasiados com superdosagem de eugenol (75

mg L⁻¹) de acordo com Vidal *et al.* (2008). Em seguida, foi realizada a pesagem e mensuração do comprimento total (cm) e comprimento padrão (cm) dos animais, utilizando balança semi-analítica digital e paquímetro, respectivamente.

Os parâmetros físico-químicos da água, neste caso, as variáveis limnológicas temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), pH e condutividade elétrica (µS.cm⁻¹) foram aferidas diariamente com o auxílio de aparelho *YSI Professional Plus Multiparameter Water Quality Meter* (YSI, Pro Plus, Yellow Springs-Ohio, USA).

Após essa etapa, foram calculados os índices de desempenho produtivo como: taxa de sobrevivência = (quantidade inicial de peixes / quantidade final de peixes) * 100 (%); ganho em peso (GP) = (peso final - peso inicial); taxa de crescimento específico (SGR) = (ln (média final do peso) - ln (média inicial do peso)) / tempo * 100 (g g dia⁻¹).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade e, atendidos os pressupostos, foi aplicada a análise de variância (ANOVA) e, em caso de diferença, utilizou-se o teste de Tukey (5%), através do software Statistic 7.0.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e nutrientes das dietas com diferentes níveis de farinha de ossos de peixe como fonte de fósforo e cálcio em substituição ao fosfato bicálcico para pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Ingredientes	Níveis de substituição (%)				
	0,00	1,52	3,06	4,57	6,09
Farelo de soja	53,59	52,48	51,37	50,27	49,16
Farinha de vísceras de aves	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Farelo de trigo	8,36	9,51	10,67	11,82	12,97
Farinha de penas	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Óleo de soja	4,58	4,57	4,55	4,54	4,53
Glúten de milho	4,40	4,05	3,70	3,35	3,00
Fosfato bicálcico	4,02	3,02	2,01	1,01	0,00
Calcário	3,52	3,26	2,99	2,73	2,46
Premix ¹	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Metionina	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
Treonina	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Lisina	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Vitamina C	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Farinha de ossos de peixe	0,00	1,52	3,06	4,57	6,09
Total	100	100	100	100	100
Valores calculados					
Amido (%)	9,95	10,11	10,26	10,42	10,57
Cálcio (%)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fósforo (%)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Gordura (%)	8,06	8,06	8,07	8,08	8,09

Lisina (%)	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Matéria mineral (%)	5,65	5,63	5,62	5,60	5,58
Metionina (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Proteína bruta (%)	41,30	41,30	41,30	41,30	41,30
Treonina (%)	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Triptofano (%)	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46
Energia digestível (kcal kg ⁻¹)	3250	3250	3250	3250	3250

¹Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D3 - 200.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K3 - 1.000 mg; vit. B1 - 1.500 mg; vit. B2 - 1.500 mg; vit. B6 - 1.500 mg; vit. B12 - 4.000 mg; ácido fólico - 500 mg; pantotenato de cálcio - 4.000 mg; vit. C - 15.000 mg; biotina - 50 mg; inositol - 10.000; nicotinamida - 7.000; colina - 40.000 mg; cobalto - 10 mg; cobre - 500 mg; ferro - 5.000 mg; iodo - 50 mg; manganês - 1.500 mg; selênio - 10 mg; zinco - 5.000 mg.

Resultados e Discussão

As variáveis físico-químicas se mantiveram na faixa ideal para o desempenho produtivo da espécie (EL-SAYED, 2006), sendo o valor médio de temperatura ($26,5 \pm 0,15^\circ\text{C}$), oxigênio dissolvido ($6,18 \pm 0,30 \text{ mg.L}^{-1}$), pH ($6,57 \pm 0,35$) e condutividade elétrica ($105,45 \pm 4,75 \mu\text{S.cm}^{-1}$).

O comprimento final (cm), ganho em peso (g), taxa de

crescimento específico (%/dia) e sobrevivência das pós-larvas de tilápia não foram afetados pelos níveis crescentes de inclusão de farinha de ossos de peixe como fonte de fósforo e cálcio na substituição ao fosfato bicálcico, não havendo diferença ($P>0,05$) significativa entre os tratamentos ao final do período experimental (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros de desempenho zootécnico de pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes níveis de ossos de peixe como fonte de fósforo e cálcio em substituição ao fosfato bicálcico.

Variáveis	Níveis de substituição (%)					C.V%
	0,00	1,52	3,06	4,57	6,09	
CF (mm)	25,38 \pm 2,65	25,03 \pm 1,69	25,99 \pm 2,03	2,19 \pm 1,09	25,36 \pm 1,35	7,91
GP (g)	0,34 \pm 0,15	0,32 \pm 0,9	0,36 \pm 0,08	0,32 \pm 0,10	0,31 \pm 0,04	31,09
TCE (%/dia)	12,97 \pm 0,43	12,96 \pm 0,26	13,08 \pm 0,21	12,96 \pm 0,27	12,95 \pm 0,12	2,16
SO (%)	56,25 \pm 25,61	73,75 \pm 17,50	62,50 \pm 10,40	55,00 \pm 17,33	65,00 \pm 14,14	28,36

CF= Comprimento final; GP= Ganho em peso; TCE= Taxa de crescimento específico; SO= Sobrevivência.

Não houve diferença significativa com relação aos índices zootécnicos, bem como, os peixes não apresentaram deformidades com relação à sua estrutura corporal

quando submetidos aos diferentes níveis de farinha de ossos de peixe em sua alimentação.

O cálcio e o fósforo devem estar corretamente balanceados para

que os peixes assimilem o máximo possível destes nutrientes, diminuindo a excreção ao mínimo, caso contrário esses elementos em grandes quantidades na água promovem impacto ambiental resultando em eutrofização. Em contrapartida, a carência destes minerais provoca alterações relacionadas ao sistema esquelético dos peixes (GONÇALVES *et al.*, 2005; TRUSHENSKI *et al.*, 2006; SATOH, 2007), gerando deformidades corporais na cabeça e na coluna vertebral (MOREIRA *et al.*, 2001).

Essas anormalidades ou deformidades esqueléticas não são ocasionadas apenas pela deficiência de Ca e P, mas também pela má qualidade da água do cultivo, bem como um manejo alimentar inadequado e características genéticas (LEPRÉVOST; SIRE, 2014). Esses fatores que foram citados anteriormente provocam estresse nos peixes e com isso estes organismos estarão sujeitos a doenças e conseqüentemente acarretará em baixo desempenho produtivo, prejudicando a lucratividade do setor (BOGLIONE *et al.*, 2013).

A relação de cálcio e fósforo é fundamental para a homeostase dos peixes. De acordo com o NRC (2011), o cálcio é solicitado nas dietas em toda fase de cultivo da tilápia do Nilo, porém o mesmo não é quantificado devido os peixes absorverem o cálcio presente na água pelas brânquias. Segundo Fracalossi e Cyrino (2013), a assimilação de fósforo varia de acordo com a espécie, isso implica dizer que em ambiente com baixos teores deste elemento na água, pode ocasionar prejuízos ao organismo em relação à sobrevivência e o crescimento. Apesar de que a grande maioria dos corpos d' água são ricas em cálcio.

Em relação ao fósforo, este macromineral não é tão abundante na água como o cálcio (HEPHER, 1988). O fósforo é encontrado em ingredientes de origem vegetal, o que dificulta a assimilação deste macromineral, devido aos peixes não apresentarem a enzima fitase. Uma alternativa para esse entrave está relacionado com a inclusão de enzimas exógenas onde as mesmas podem melhorar o desempenho produtivo dos animais, além de mitigar a eutrofização do ambiente aquático (BOCK *et al.*, 2007).

Por isso é importante conhecer o hábito alimentar de cada espécie, para poder determinar a exigência de fósforo para elaborar uma ração que seja viável para o piscicultor bem como reduzir o máximo possível de excreção deste elemento para o meio, deste modo às rações precisam ser balanceadas (PEÑAFLORES, 1999).

Os resultados do presente experimento demonstram que a farinha de ossos de peixe pode ser incluída como ingrediente na dieta de pós-larvas de tilápia do Nilo. Além disso, demonstra que os resíduos que são descartados no processamento de pescado, podem ser reaproveitados e incluídos nas rações para organismos aquáticos, visto que o mesmo contém fontes de macrominerais que podem suprir a exigência destes organismos. Recomenda-se, conseqüentemente, que novos estudos sejam realizados para avaliar níveis crescentes dessa fonte de cálcio e fósforo em diferentes fases de cultivo desta espécie, realizando análises referentes à composição bromatológica da ração e do animal, além da estrutura óssea, bem como análises relacionadas à hematologia dos peixes, para avaliar a higidez dos animais.

Conclusão

Pode-se concluir que a farinha de ossos de peixe pode ser utilizada como fonte de cálcio e fósforo em dietas para pós-larvas de tilápia do Nilo em substituição total ao fosfato bicálcico sem causar prejuízo ao desempenho produtivo dos animais, possibilitando um alimento alternativo com qualidade nutricional a partir de resíduos do processamento de pescado.

Agradecimentos

Ao Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (GEMAq), e à Falbom Agroindustrial LTDA-ME, pelo apoio científico e por disponibilizar estrutura para o experimento.

Referências

- ASGARD, T.; SHEARER K.D. Dietary phosphorus requirement of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. **Aquaculture Nutrition**, v.3. n.1, p.17-23, 1997.
- BEVERIDGE, M. C. M and CCANDREW, B. J. (eds) (2000) Tilapias: Biology an exploitation. Kluwer Academic Publishers, 2000. P.227-266.
- BEZERRA, R. S.; SANTOS, J. F.; PAIVA, P. M. G.; CORREIA, M. T. S.; COELHO, L. C. B. B.; VIEIRA, V. L. A.; CARVALHO, J. R. L. B. Partial purification and characterization of thermostable trypsin from pyloric caeca of tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Journal Food Biochemistry**, v.25, n.3, p.199-210, 2001.
- BOCK, C. L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.A.; BARROS, M.M. Fitase em rações para tilápia do Nilo na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p.1455-1461, 2007.
- BOGLIONE C.; GISBERT E.; GAVAIA P.; WITTEN P.E.; MOREN M.; FONTAGNÉ 33 S.; KOUMOUNDOUROS G. Skeletal anomalies in reared European fish larvae and 34 juveniles. Part 2: main typologies, occurrences and causative factors. **Reviews in Aquaculture**, v.5, n.s1, p.121-167, 2013.
- BORGHESI, R.; ARRUDA, L. F.; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim CEPPA**, v.25, n. 2, p.329-339, 2007.
- BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.A.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; REIDEL, A.; BOSCOLO, R.J. Substituição parcial e total do óleo de soja pelo óleo de tilápia em rações para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p.707-712, 2008.
- Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico de pesca e aquicultura do Brasil 2011**. Brasília: República Federativa do Brasil, 2013a. 60p. (República Federativa do Brasil. Boletim). Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol_bra.pdf. Acesso em: 30 abr. 2018.
- CANTELMO, O.A. **Nutrição de peixe e aquíicultura**. In: HERNANDEZ, A. (Ed.) Cultivo de colossoma. Bogotá: Guadalupe, 1989. p.85-91.
- DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilápia, *Oreochromis aureus* X *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchel 1822). **Aquaculture and Fisheries**

- Management**, v.22, n.4, p.397-403, 1991.
- EL-SAYED, A. F. M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis spp.* **Aquaculture**, v.179, n. 1-4, p.149- 168, 1999.
- EL-SAYED, A. F. M. 2006 *Tilapia Culture*. CABI publishing, Massachusetts, EUA. 277p.
- FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013. 375p.
- GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; KLEEMAN, G. K.; ROCHA, D. F. Efeitos da suplementação da fitase sobre a disponibilidade aparente de Mg, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em alimentos vegetais para Tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p.2155-2163, 2005.
- HAYASHI, C. Breves considerações sobre as tilápias. In: RIBEIRO, R.P.; HAYASHI, C; FURUYA, W.M. (Eds.). **Curso de piscicultura - criação racional de tilápias**. 1.ed. Maringá, 1995. p.4.
- HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 388p.
- KRISTINSSON, H. G. **The production, properties, and utilization of fish protein hydrolysates**. In: SHETTY, K.; PALIYATH, G.; POMETTO, A.; LEVIN, R. E. Food Biotechnology. New York: Taylor & Francis Group. 2006. 311p.
- LALL, S.P. **The minerals, Fish Nutrition**. Amsterdam: Elsevier, 2002. 500p.
- LEPRÉVOST, A.; SIRE, J.Y. Architecture, mineralization and development of the axial skeleton in Acipenseriformes, and occurrences of axial anomalies in rearing conditions; can current knowledge in teleost fish help? **Journal of Applied Ichthyology**, v.30, n. 4, p.767-776, 2014.
- MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S. **Fundamentos na moderna aquicultura**. Canoas: ULBRA, 2001. 200p.
- NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp**. The National Academy Press, 2011. 376p.
- OLIVEIRA, M. M.; PIMENTA, M. E. S. G.; CAMARGO, A. C. S.; FIORINI, J. E.; PIMENTA, C. J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - Análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.
- PATERSON, C.R. Calcium requirements in man: a critical review. **Postgraduate Medical Journal**, v. 54, n. 630, p.244-248, 1978.
- PEÑAFLORES, A.D. Interaction between dietary levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, (*Penaeus monodon*). **Aquaculture**, v. 172, n. 3-4, p.281-289, 1999.

- PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado: meta 11**. Santa Catarina: Universidade do Vale do Itajaí, 2001. (Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no sul do Brasil, convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA).
- PEZZATO, L.E. **Alimentos mais utilizados para peixes**. In: CASTAGNOLLI, N. (Ed.) Piscicultura. Jaboticabal: FUNEP, 1990. p.87-99.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, C.P. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.
- RIBEIRO, T. L. E. A.; DELMONDES, B, M, A.; DONZELE, J.; De FREITAS, A. S.; De SOUSA, M. P. M. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.4, p.1588-1593, 2006.
- SATOH, S. **Minerals**. In: NAKAGAWA, H.; SATO, M., GATTLIN III D.M. Dietary Supplements for the Health and Quality of Cultured Fish. Wallingford: Cabi, 2007. p.75-83.
- SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; REIDEL, A.; SIGNOR, A.; GROSSO, I. R. Farinha de vísceras de aves na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.828-834, 2007.
- SUCASAS, L. F. A. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva**. 2011. 164p. Tese (Doutorado em Ciências) – Química na Agricultura e no Ambiente – Centro de Engenharia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- STEVANATO, F. B.; COTTICA, S. M.; PETENUCCI, M. E.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Evaluation of processing, preservation and chemical and fatty acid composition of Nile tilapia waste. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 34, n.s1, p.373-383, 2010.
- TRUSHENSKI, J.; KASPER, C.; KOHLER, C. Challenge and opportunities in finfish nutrition. **North American Journal of Aquaculture**, v. 68, n.2, p.122-140, 2006.
- VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C.L.; de LIRA, A. D.; ALMEIDA, T. R.; SANTOS, G. B. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.1069-1074, 2008.
- VIEITES, F.M; ALBINO, L.F.T; SOARES, P.R; ROSTAGNO, H.S.; MOURA, C.O.; TEJEDOR, A.A. Valores de energia metabolizável aparente de farinhas de carne e ossos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia (Brasil)**, v.29, n.6, p.2292-2299, 2000.
- YAMAMOTO, S. M.; SILVA SOBRINHO, A. G.; VIDOTII, R. M.; HOMEM JUNIOR, A. C.; PINHEIRO, R. S. B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de

resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1131-1139, 2007.

ZAVAREZE, E. R.; SILVA, C.M.; MELLADO, M.S.; PRENTICE HERNÁNDEZ, C. Funcionalidade de hidrolisados proteicos de cabrinha (*Prionotus punctatus*) obtidos a partir de diferentes proteases microbianas. **Química Nova**, v.32, p.1739-1743, 2009.