

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FABIANA DIETERICH

**FONTES DE FÓSFORO EM RAÇÕES ORGÂNICAS PARA ALEVINOS E JUVENIS
DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Marechal Cândido Rondon

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FABIANA DIETERICH

**FONTES DE FÓSFORO EM RAÇÕES ORGÂNICAS PARA ALEVINOS E JUVENIS
DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Alimentação Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Co-orientador: Prof. Dr. Wilson Massamito Furuya

Marechal Cândido Rondon

2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

F556f	Dietrich, Fabiana Fontes de fósforo em rações orgânicas para alevinos e juvenis de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) / Fabiana Dietrich. - Marechal Cândido Rondon, 2010. 49 p. Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo Co-Orientador: Prof. Dr. Wilson Massamito Furuya Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2010. 1. Tilapicultura. 2. <i>Oreochromis niloticus</i> . 3. Tilápia - Ração orgânica. 5. Farinha de peixe. 6. Piscicultura orgânica. 7. Piscicultura. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título. CDD 21.ed. 639.31 CIP-NBR 12899
-------	---

Ficha catalográfica elaborado por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539

A meus pais, Carlos Arlindo Dieterich e Aida Maria Dieterich,
Pelo exemplo de vida, pelo amor e carinho, pelo apoio incondicional e pela presença apesar
da distância.

A meu irmão, cunhada, sobrinhos e irmã, Fabio, Priscilla, João Pedro, Pedro Eduardo (a
caminho) e Talita, pela amizade e incentivo.

A meu namorado, Leandro Daniel de Paris,
pelo companheirismo, paciência e amor

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao término de qualquer atividade que venhamos a cumprir, muitos são os agradecimentos a realizar, seja por um simples gesto ou por pela participação mais imprescindível. Sendo assim, tenho muito a agradecer:

A Fundação Araucária e CNPq pelo apoio financeiro;

A UNIOESTE, pela estrutura de Ensino, Pesquisa e Extensão, representada não só pelo curso de Pós-Graduação em Zootecnia, ao qual fiz parte nestes últimos dois anos, mas por toda a gama de cursos e grupos de pesquisa a ela vinculados.

Ao GEMAAq, Grupo de Estudos e Manejo em Aquicultura, representado pelos pesquisadores Wilson Rogério Boscolo, Aldi Feiden e Márcia Luzia Ferrarezi Maluf, pela disponibilidade de estruturas físicas de laboratórios, material didático e recursos humanos.

Wilson e Aldi, pelo convite para retornar a Universidade depois de dois anos distante, pela oportunidade de trabalhar junto ao grupo de pesquisa, pela confiança em mim creditada, pela orientação nos trabalhos desenvolvidos, pelo apoio para buscar o doutorado e, principalmente, pela amizade.

A todos os técnicos do GEMAAq, pelo companheirismo e amizade. De maneira especial agradeço ao Arcângelo pela paciência e disponibilidade de realizar correções de emergência, a Flávia pelo auxílio nas análises laboratoriais, com sua ajuda, poupamos muitas vidrarias do laboratório. Não poderia deixar de lembrar da Talita, irmã, sem você as referências bibliográficas seriam muito mais difíceis..., Evandro, parceiro graduação, mestrado, qualificação, defesa..., aos demais, Sidnei, Dacley, Guilherme, Letícia, Jacke..... enfim, todos!!!!

A todos os bolsistas do GEMAAq, em especial a Juliana Lösch e não Löesch, agradecer pela amizade, sem você que chatas seriam das análises de água? e do levantamento bibliográfico então? Não gosto nem de pensar... rs!

RESUMO

FONTES DE FÓSFORO EM RAÇÕES ORGÂNICAS PARA ALEVINOS E JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Foram realizados dois experimentos com objetivo de avaliar duas fontes de fósforo, farinha de peixe e fosfato bicálcico, e sua combinação em rações orgânicas para alevinos e juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram utilizados 270 alevinos com peso inicial de cerca de $0,88 \pm 0,33$ g distribuídos em 18 tanques experimentais com capacidade para 250L e 180 juvenis de tilápia do Nilo com peso inicial de $13,63 \pm 1,05$ g distribuídos em 18 tanques experimentais com capacidade para 500L, em um delineamento inteiramente casualizado em um sistema “indoor”. Cada experimento constou de três tratamentos e seis repetições, com uma taxa de renovação diária de água equivalente a 10%, realizada através de sifonagem para eliminar as fezes e eventuais sobras de ração. Os alevinos e juvenis foram alimentados com rações de origem orgânica a base de milho, trigo e farelo de soja contendo 32% e 28% de proteína bruta (PB), para o primeiro e segundo experimento, respectivamente. As rações foram suplementadas com farinha de resíduos da industrialização de pescado de origem marinha (FP), fosfato bicálcico (FB) ou sua combinação (FP+FB), neste caso com 50% de cada fonte como fonte suplementar de fósforo. Foram monitorados parâmetros físico-químicos (OD, pH, condutividade e temperatura) e realizadas análises da água no início, aos 30 dias e 60 dias do experimento para avaliação de amônia, nitrito, fósforo e nitrato. Ao final do experimento foram avaliados índices zootécnicos e de composição química da carcaça dos peixes. Os parâmetros físico-químicos da água enquadraram-se no recomendado para a espécie nos dois experimentos. As fontes de fósforo avaliadas não influenciaram ($P < 0,05$) os parâmetros zootécnicos como composição centesimal da carcaça e qualidade da água de cultivo dos alevinos de tilápia. Para juvenis de tilápia do Nilo os tratamentos avaliados não proporcionaram diferença significativa ($p > 0,05$) quanto a sobrevivência, entretanto houve diferença significativa ($p > 0,05$) para peso final, ganho de peso e conversão alimentar, indicando que os peixes alimentados com a dieta suplementada com fosfato bicálcico obtiveram menor peso final e ganho de peso quando comparados aos peixes alimentado com as dietas com suplementação de fósforo a base de farinha de peixe e com suplementação de fósforo a base de 50% de FB e 50% de FP e pior conversão alimentar que o tratamento com suplementação de fósforo a base de FP, mas não diferindo ($p > 0,05$) do tratamento FP + FB. Os valores obtidos para fósforo na água nos experimentos 1 e 2 ficaram acima do preconizado

pela Resolução 357/2005 do CONAMA, indicando a necessidade de melhorias quanto ao manejo alimentar e/ou tratamento alternativo do efluente gerado. Para alevinos é possível utilizar fosfato bicálcico, farinha de peixe ou sua combinação como fonte de fósforo, no entanto, para juvenis de tilápia do Nilo recomenda-se como suplementação de fósforo em rações orgânicas a farinha de resíduos de peixes ou a combinação de FP e FB, sendo que cada fonte deve suplementar 50% da demanda de fósforo.

Palavras-chave: farinha de peixe, piscicultura orgânica, qualidade de água

ABSTRACT

PHOSPHORUS SOURCES IN ORGANIC FEED FOR THE NILE TILAPIA FINGERLINGS AND JUVENILES (*Oreochromis niloticus*)

Two experiments were conducted in the Aquaculture Laboratory of the Group of Studies on Aquaculture Handling (GEMAQ, in the Portuguese acronyms), which, by the way, belong to the State University of the West of Paraná, in Toledo. In experiment 1, we utilized 270 Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) with 0.88 ± 0.33 g average weight, assigned into 18 500-liter tanks, in a total random fashion, indoor system. Each experiment dealt with three treatments and six repetitions, with a daily renewal of water equivalent to 10%, done through siphonage in order to eliminate feces and occasional feed rests. The fingerlings and the juveniles was feed organic, coming from corn, wheat and soybean meal, containing 32% and 28% of gross protein (GP), for the first and the second experiment, respectively. The diets were supplemented with industrial waste seafood flour (SF), bicalcium phosphate (BF), or their combination (SF + BF), in which case both the sources contributed with 50% of phosphorus amount. Physico-chemical parameters were evaluated (OD, pH, conductivity and temperature), as well as water analyses, one in the beginning, another after 30 days and a last one in 60 days of the experiment, aiming to check the values of ammonia, nitrite, phosphorus and nitrate. At the end of the experiment, then, the evaluations focused on livestock performance data and on the fish's carcasses chemical composition. Water physico-chemical parameters fit the recommendation for the species in both the experiments. Evaluated phosphorus sources didn't influence ($P < 0.05$) livestock performance, or the carcass centesimal composition and the water quality for the raising of Nile tilapia fingerlings. For the juveniles of Nile tilapia fingerlings, the evaluated treatments did not bring a significant difference ($p > 0.05$) as to the survival rate. However, there was a significant difference ($p < 0.05$) for the final weight, the weight gain and the food conversion, what indicates that the fish feds with diets supplemented with bicalcium phosphate obtained low final weight and weight gain when compared to the fish fed with the diets supplemented with phosphorus coming from seafood flour and with phosphorus supplementation equally divided, 50% BF, 50% SF and a worse food conversion when compared with the treatment based on phosphorus coming only from SF, but it didn't differ ($p > 0.05$) from the treatment SF and BF. The values obtained for phosphorus in water in experiments 1 and 2 were above the accepted by the resolution 357/2005 of CONAMA, what indicates the necessity of improvement in relation to the food handling and/or alternate treatment of the generated effluent. For

fingerlings, it is either possible to use the bicalcium phosphate, seafood flour, or their combination as source of phosphorus. However, for Nile tilapia juveniles it is recommended to use the seafood waste meal as for the phosphorus supplementation, or also the combination of SF and BF (it is important to note that each source must supplement 50% of the phosphorus demands).

Key-words: seafood flour, organic fish care, water quality

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Volume da produção aquícola por região no ano de 2006.....	13
Figura 2: Produção brasileira de peixes de água doce no ano de 2007	14

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Composição percentual e química calculada das rações orgânicas formuladas a base de ingredientes com certificação de origem orgânica utilizadas para a avaliação de fontes de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo 28
- Tabela 2: Composição percentual e química calculada das rações orgânicas formuladas a base de ingredientes com certificação de origem orgânica utilizadas para a avaliação de fontes de fósforo para juvenis de tilápia do Nilo. 29
- Tabela 3: Desempenho zootécnico de alevinos e juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações orgânicas contendo diferentes fontes de fósforo..... 32
- Tabela 4: Composição centesimal da carcaça de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo..... 36
- Tabela 5: médios de qualidade de água do cultivo de alevinos e juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo..... 38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Panorama Atual da Aquicultura	13
2.2 Espécie de Estudo: Tilápia do Nilo.....	15
2.3 Produção de Alimentos Orgânicos	16
2.4 Normas para a Aquicultura Orgânica	17
2.4.1 Seleção de local, interação com ecossistemas circundantes	18
2.4.2 Espécies e origem do estoque	18
2.4.3 Reprodução	19
2.4.4 Instalação do sistema de cultivo, qualidade de água e densidade populacional	19
2.4.5 Saúde e higiene	19
2.4.7 Fertilização orgânica	20
2.4.8 Alimentação	21
2.4.9 Transporte, abate e processamento	21
2.5 Importância do Fósforo na Nutrição de Peixes.....	22
2.6 Impactos Ambientais	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura orgânica difere da convencional, pois prima pela produção em perfeita harmonia com o meio ambiente, utilizando práticas que procuram se assemelhar as condições naturais dos organismos. Há, porém muitas questões que devem ser elucidadas para alcançar uma eficiência produtiva, que é o caso da alimentação, manejo, profilaxia e controle do efluente produzido.

Para receber um selo de certificação de produto de origem orgânica, o peixe necessita ser criado, como regra básica, com alimentos (grãos) sem a utilização de agrotóxicos ou adubação química, e ainda que a relação da indústria com os trabalhadores envolvidos no processo deve ser baseada nos conceitos do comércio justo. Vários trabalhos buscam a substituição da farinha de peixe em rações de organismos aquáticos por fontes de origem vegetal, ou por fontes de origem animal produzidas pela agroindústria, como as farinhas de carne e ossos, vísceras de aves entre outras. No entanto, a utilização de farinhas de origem animal (aves, suínos, bovinos) em rações para peixes orgânicos não é permitida pelas empresas certificadoras. Rações com certa inclusão de farinhas de peixes obtidas de resíduos da industrialização de pescado e peixes não adequados ao consumo humano são permitidas pelas certificadoras de produtos de origem orgânica, desde que não sejam resíduos do processamento da mesma espécie a ser criada.

A farinha de resíduos de pescado contém aproximadamente 50% de proteína sendo fonte rica em minerais como fósforo, e uma inclusão de 10 a 15% de farinha de resíduos da industrialização de pescado em rações a base de milho, trigo e farelo de soja suprem a exigência de fósforo para a tilápia. O fósforo é considerado um nutriente essencial para formação da estrutura óssea e o metabolismo corporal, sendo imprescindível que esteja em nível adequado nas rações para atender à exigência nutricional do animal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes fontes de fósforo em rações orgânicas formuladas a base de milho, trigo, farelo de soja e óleo com certificação de origem orgânica, suplementadas com farinha de resíduos da industrialização de pescado, fosfato bicálcico ou sua combinação como fonte de fósforo sobre o desempenho de alevinos e juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), composição centesimal dos animais, taxa de retenção de fósforo e a qualidade da água de cultivo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Panorama Atual da Aquicultura

Ao longo dos últimos anos a produção mundial da pesca e aquicultura continental passou de 32,7 milhões de toneladas no ano de 2002 para 41,7 milhões de toneladas, sendo que 78% deste montante é oriundo da aquicultura e o restante refere-se a pesca continental. Com relação ao pescado de origem marinha no mesmo período é possível observar a predominância da pesca, que corresponde a aproximadamente a 80,0% da produção total de pescado marinho, embora também seja possível observar um crescimento equivalente a 81,5% na aquicultura marinha entre os anos de 2002 e 2006. Do montante gerado entre pesca e aquicultura continental e marinha 78,0% é destinado para fins alimentares (FAO, 2009).

Neste contexto destaca-se a China que neste mesmo ano contribuiu com aproximadamente 67,0% da produção de animais aquáticos oriundos de cultivo (Figura 01). Neste país a aquicultura fornece 90,0% do pescado destinado à alimentação. Dentre os diferentes grupos de espécies cultivadas os peixes de água doce destacam-se com o equivalente a 54,0% do volume produzido, seguido por moluscos (27,0%) e crustáceos 9,0%). (FAO, 2009).

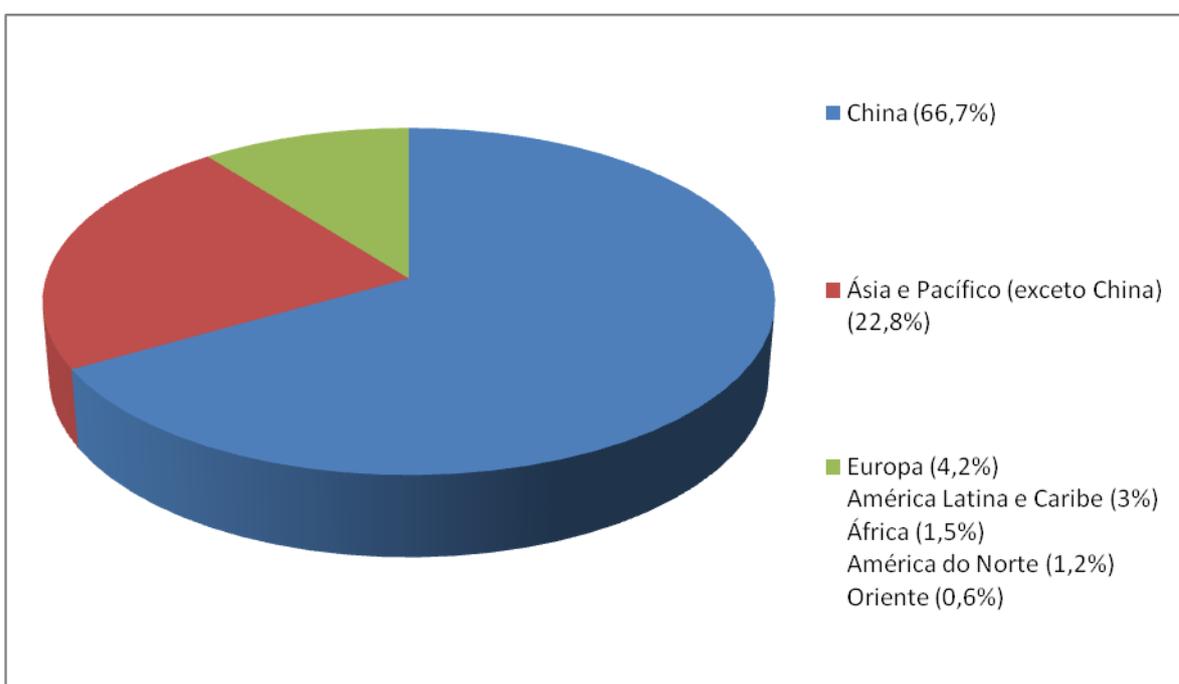


Figura 01: Volume da produção aquícola mundial por região no ano de 2006.

Fonte: FAO (2009).

A aquicultura nacional segue a tendência demonstrada pela aquicultura mundial e no ano de 2007 apresenta crescimento equivalente a 10,2% em relação aos dados registrados em 2006 e no mesmo período a pesca extrativa marinha apresentou crescimento de 2,30%, de forma contrária a pesca extrativa continental e a maricultura apresentaram decréscimo de 3,20 e 2,60% no mesmo período, respectivamente. Embora tenha apresentado bom crescimento a aquicultura continental representa apenas 19,60% da produção de pescado brasileira. Quanto a distribuição da produção aquícola por grupos, os peixes de água doce representam 99,60% do total produzido, com a tilápia ocupando lugar de destaque com produção de 95.091,0 toneladas, (45,30%) caracterizando-se como o espécie de peixe mais cultivada no Brasil (Figura 2), seguida pela carpa 36.631,5 toneladas (17,46%) (IBAMA, 2007).

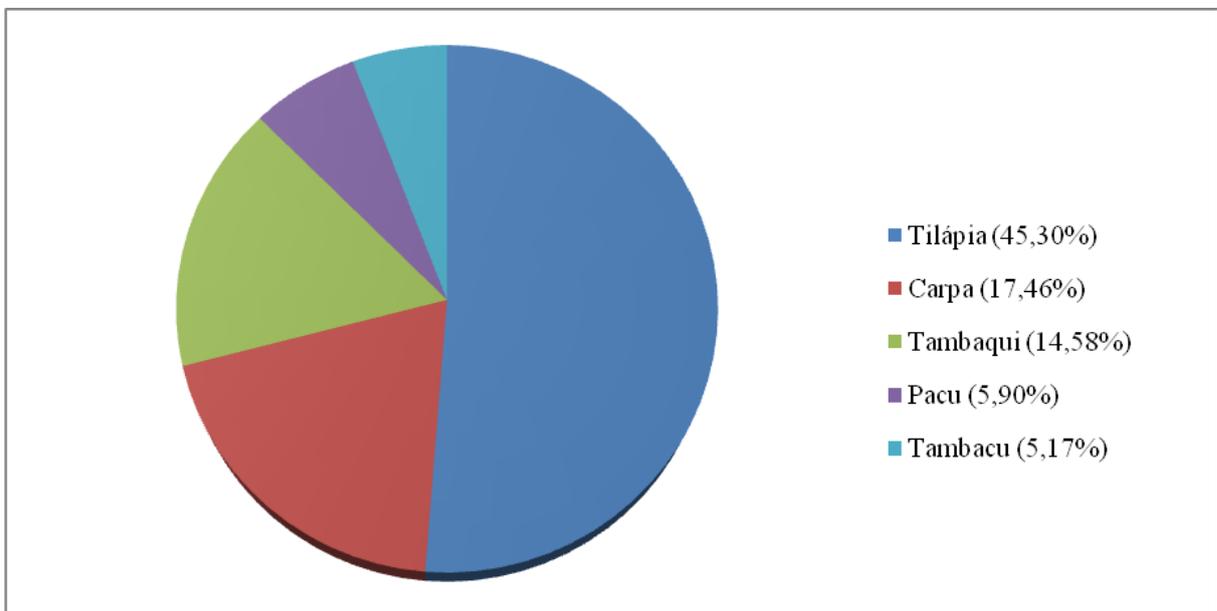


Figura 2: Produção brasileira de peixes de água doce no ano de 2007.

Fonte: IBAMA, 2007.

Nos últimos anos a aquicultura brasileira tem conquistado espaço no cenário econômico como um setor em constantemente aperfeiçoamento. Importantes avanços foram alcançados, como por exemplo a criação da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca-SEAP em 2003, no mesmo ano por meio do Decreto Nº 4.895, publicado no Diário Oficial da União em 26/11/2003, é autorizada a utilização dos espaços físicos em corpos d'água da União para fins da prática de aquicultura. Em agosto de 2009, a criação do Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA abre novos caminhos para o desenvolvimento da aquicultura brasileira. Entretanto, para que a atividade da aquicultura se consolide de forma concreta é necessário

aprimoramento dos processos de produção e industrialização do pescado gerando agregação de valor ao produto final, assim como a garantia de origem do produto ao consumidor. O cumprimento destes fatores permitirá que toda a cadeia produtiva se desenvolva de forma semelhante ao que ocorreu com a cadeia produtiva do frango.

2.2 Espécie de Estudo – Tilápia do Nilo

As tilápias representam o segundo grupo de maior importância na piscicultura mundial, superada apenas pelas carpas (FAO, 2007). Ao nível de Brasil trata-se da espécie de peixe de água doce mais cultivada (IBAMA, 2007), classificando o país como o sexto maior produtor mundial de tilápia (FAO, 2007), é natural da África, Israel e Jordânia e em função do seu potencial para a aqüicultura tiveram sua distribuição expandida nos últimos cinquenta anos. Devido a sua importância para a aqüicultura, muitos aspectos com relação ao seu cultivo são estudados.

Mais de vinte e duas espécies de tilápias são criadas no mundo. Entretanto, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a tilápia de Mossambique (*O. mossambicus*), a tilápia azul (*O. aureus*), *O. macrochir*, *O. hornorum*, *O. galilaeus*, *Tilapia zilli* e *T. rendalli* são as espécies comercialmente mais criadas (EL-SAYED, 1999).

A tilápia do Nilo é de baixo nível trófico (onívora), fato este que a coloca em vantagem em relação às espécies carnívoras que requerem, e em grande quantidade, a farinha de peixe nas rações (FITZSIMMONS, 2000). Além disso, trata-se de uma espécie rústica, capaz de suportar condições adversas, como por exemplo baixo nível de oxigênio e altos níveis de amônia na água de cultivo (ALCESTE; JORRY, 1998).

A tilápia do Nilo apresenta carne de ótima qualidade, com boa aceitação no mercado consumidor e por não apresentarem espinhas na forma de “Y” no seu filé, é uma espécie apropriada para a indústria de filetagem, tornando-a uma espécie de grande interesse para a piscicultura (HILDSORF, 1995).

Apesar de todo o interesse econômico e social no cultivo dessa espécie, ainda são poucas as informações acerca das exigências de minerais para tilápia do Nilo que permitem a formulação de dietas balanceadas. Adicionalmente, o número reduzido de pesquisas no Brasil força a adoção de recomendações obtidas em outros países, que, muitas vezes, não são aplicáveis às nossas condições (RIBEIRO, 2006).

2.3 Produção de Alimentos Orgânicos

A produção e comercialização de produtos orgânicos tomaram corpo na Europa no final da década de 80 e ganhou força com a instituição de normas e padrões de produção, processamento, comercialização e importação de produtos orgânicos de origem vegetal e animal por meio da Lei 2092/91 da CCE, de 24 de junho de 1991 (ORMOND et al., 2002).

Para receber um selo de certificação de produto de origem orgânica, o produto necessita ser produzido, como regra básica, sem a utilização de agrotóxicos ou adubação química, e ainda que a relação da indústria com os trabalhadores envolvidos no processo deve ser baseada nos conceitos do comércio justo. Os movimentos de certificação para diferenciar produtos e produtores agrícolas são originários de países ricos, principalmente da Europa e são capitaneadas pela Federação Internacional de Movimentos da Agricultura Orgânica (IFOAM), que elaborou as normas que são seguidas mundialmente pelas associações filiadas. Dentre as certificadoras mais conhecidas mundialmente é possível destacar a Bioland e a Naturland na Alemanha, a Agriculture Biologique na França, a Bio-Suisse na Suíça, a NOP nos Estados Unidos, e o IBD (Instituto Bio Dinâmico) no Brasil (ORMOND et al., 2002).

Segundo Darolt (2002) dentre os estados brasileiros, o Paraná se destaca na produção orgânica com cerca de 3000 produtores orgânicos certificados com 20% do número total de produtores do país, com uma produção de 35.519 toneladas na safra de 2001, sendo que a soja representou mais de 11.000 toneladas e o milho 3.700 toneladas. Portanto, a piscicultura orgânica pode ser uma importante forma de agregação de valor a esta produção primária.

Atualmente no Paraná alguns produtores estão desenvolvendo a tilapicultura sob bases agroecológicas, buscando atuar em parceria com produtores familiares que tenham interesse na verticalização da produção agropecuária, atuando na exploração das propriedades rurais, agregando valor a sua produção, desde a produção de matérias-primas até a produção animal de forma integrada seguindo princípios agroecológicos. Estes produtores visam produzir alimentos com qualidade de origem, e certificada, para atender a consumidores exigentes, tanto no mercado nacional como internacional, dentro de normas internacionais de certificação de produção orgânica aquícolas.

Segundo IPARDES (2007) as regiões oeste e sudoeste do Paraná apresentam grande potencial para produção de grãos e criação de animais. O sudoeste do Paraná é responsável por 43% da produção de soja orgânica do Paraná, sendo comercializada por empresas processadoras da região ou de fora e que geralmente exportam seus produtos. Além da soja a região participa com 20% da produção estadual de mandioca e milho. A região Sudoeste é conhecida por apresentar uma produção orgânica agrícola e pecuária bem diversificada e

organizada através associações de agricultores familiares, onde a produção é comercializada em feiras, mercados varejistas locais e regionais. Ao todo são 741 produtores orgânicos que colaboram com 10.290 toneladas de produtos/ano. Portanto, a piscicultura orgânica pode ser uma importante forma de agregação de valor a esta produção primária.

2.4 Normas para a Aquicultura Orgânica

A produção de alimentos orgânicos no Brasil tem avançado nos últimos anos e paralelamente a estes avanços vem a legislação a ela aplicada. Atualmente a legislação brasileira já contempla vários setores e aspectos relacionados a produção orgânica de produtos de origem vegetal e animal. A normatização da atividade está inserida na Lei nº 10.831/03 e Instrução Normativa nº16/04 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e, segundo a mesma, esta produção deve conservar o ambiente e proteger os consumidores, sendo proibido o uso de terapêuticos sintéticos, produtos químicos e organismos geneticamente modificados. Em 28 de dezembro de 2007 foi assinado o Decreto 6.323 de 27 de dezembro de 2007 e mais recentemente a Instrução Normativa nº64 de 18 de dezembro de 2008 do MAPA, torna-se um marco regulatório para a atividade, aprovando o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal, bem como uma lista de substâncias permitidas para o uso nos sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. No tocante a produção animal define-se normas técnicas para sistemas orgânicos de bovinos, bubalinos, ovinos, caprinos, eqüinos, suínos, aves, coelhos e abelhas, sendo que a aquicultura orgânica terá normas técnicas a serem definidas e aprovadas em regulamento específico.

Desta forma o que é estabelecido e seguido por produtores orgânicos na área de aquicultura no Brasil segue padrões e normas de empresas especializadas em certificação orgânica, segundo os moldes legislativos internacionais como da certificadora alemã, Naturlad, por exemplo. Abaixo serão listados alguns aspectos referentes a normas da Certificadora Naturland para certificação de empreendimentos aquícolas para produção de aquícola orgânica.

A piscicultura orgânica é a criação de peixes em água isenta de contaminantes ou poluentes, sendo que os organismos devem ser alimentados naturalmente (p. ex.: plâncton, nécton, bentos, ou vegetais) ou receber ração "orgânica", utilizando preferencialmente alevinos e pós-larvas de cultivos "orgânicos" (NATURLAND, 2004).

O cultivo de tilápias segundo Naturland (2004), pode ser realizado em viveiros de terra

e tanques-rede, sob diferentes condições geográficas ecológicas e sociais. Quanto ao uso de farinha e óleo de peixe como alimento estabelece que a farinha de peixe deve ter origem na mesma região geográfica onde ocorre a produção aquícola, sendo permitido o uso de farinha de peixe e/ou óleo de peixe de fornecedor independente certificado, levando em consideração a composição do produto; o uso de resíduos de pescado processado para o consumo humano. O uso de produtos de outras fontes poderá ser utilizado, mas de forma limitada, não ultrapassando 30% de toda quantidade de farinha de peixe e/ou óleo de peixe ao longo da vida do animal.

Quanto aos princípios gerais de administração e exploração vários são os itens e critérios a ser considerados para a implantação de um cultivo de peixes orgânico, a saber:

2.4.1 Seleção de local, interação com ecossistemas circundantes

A localização e o método de manejo da empresa aquícola não devem afetar adversamente os ecossistemas circundantes, qualquer impacto negativo, especialmente causado por águas residuais, assim como a fuga de animais deve ser prevenido por meio da adoção de medidas adequadas.

Em caso de uma instalação nova ou ampliação de empresa, a vegetação natural não deve ser danificada de maneira permanente, sobretudo se a vegetação é classificada como em perigo de extinção.

A proteção das áreas de cultivo contra aves predadoras e outras espécies animais devem ser realizadas preferencialmente por meio de medidas que não causem injúrias corporal aos animais.

2.4.2 Espécies e origem do estoque

É preferível o uso de espécies nativas (endêmicas) para a produção orgânica examinando a possibilidade de cooperações com programas regionais de conservação e cultivo. Em caso de espécies não endêmicas, deve-se prevenir o risco de fuga ou a introdução em águas abertas.

O policultivo é preferível sob condições adequadas, devendo conduzir a um benefício direto as espécies cultivadas ou a um uso mais efetivo dos recursos disponíveis

O material de semente (larvas, alevinos, etc...) deve ser originário de empresas com certificação orgânica. Caso isto não seja possível e haja a necessidade de compra do material

de semente em fornecedores convencionais deve-se cumprir as seguintes condições:

- a) Ficam excluídos os organismos geneticamente modificados (transgênicos) ou que tenham sido obtidos mediante recursos de poliploidia ou ginogenese.
- b) Os organismos devem ser mantidos e alimentados pelo menos 2/3 de suas vidas de acordo com as normas da certificadora, antes que possam ser vendidos fazendo referência a Naturland.

2.4.3 Reprodução

O objetivo é a reprodução natural ou a recuperação dos ovos. O uso de hormônios, mesmo que da mesma espécie, não é permitido. Se devido a condições climáticas extremas não ser possível aguardar a obtenção natural dos ovos, é possível o uso de medidas convencionais, previamente solicitadas. As sementes (ovos), obtidas com estas medidas, não podem ser rotuladas como orgânicas.

2.4.4 Instalação do sistema de cultivo, qualidade de água e densidade populacional

As condições de densidade populacional devem assegurar a subsistência de padrões de comportamento específico das espécies, em particular as necessidades de comportamento quanto a liberdade de movimentos, descanso e alimentação, assim como hábitos sociais e reprodutivos.

A qualidade da água (temperatura, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, amônia e nitrato) devem estar em conformidade com os requisitos naturais da espécie em questão. Havendo necessidade comprovada de iluminação artificial, a duração do dia simulado não pode exceder o período de 16 horas.

Para a construção do sistema de cultivo, bem como manejo, somente é permitido o uso de substâncias que não causem nenhum dano aos organismos e meio ambiente.

2.4.5 Saúde e higiene

De maneira primordial é necessário assegurar a saúde dos organismos mediante a adoção de medidas preventivas (cuidado dos animais, cultivo e manejo). Deve-se optar pelos métodos curativos naturais em caso de enfermidade.

O uso da medicina convencional é somente permitido em vertebrados, mas somente

depois de um diagnóstico detalhado e uma receita de um médico veterinário. Neste caso deve-se esperar pelo menos o dobro do período de carência prescrito. O uso da medicina convencional é proibido nos organismos invertebrados (moluscos e crustáceos).

Os tratamentos de rotina e profiláticos com drogas químico-sintéticas, como os hormônios não são permitidos. Deve-se cumprir todas as condições legais e oficiais.

A população deve ser inspecionada regularmente para avaliação de seu estado de saúde. Os organismos mortos devem ser removidos imediatamente do sistema de cultivo.

Os tratamentos permitidos como rotineiros ou profiláticos são:

- a) Uso de métodos físicos naturais (particularmente secagem e congelamento rápido).
- b) Uso de compostos não tóxicos inorgânicos (exemplo: peróxido de hidrogênio, sal comum, cal, cal viva, hipoclorito de sódio).
- c) Uso de compostos orgânicos naturais não tóxicos (ácido peracético, ácido cítrico, ácido fórmico, álcool).
- d) Uso de substâncias vegetais naturais (em particular espécies da família Labiatae. Para o uso de peretrina (piretróides não sintéticos) assim como *Quassia amara*, é necessário permissão prévia da Naturland).
- e) Uso de produtos homeopáticos.
- f) Uso de pó mineral.

Em caso de qualquer substância ou medida satisfaça os critérios acima mencionados, mas não tem seu nome incluso nestas normas, antes de sua aplicação deve-se consultar a certificadora.

2.4.6 Oxigênio

A atividade da aquíicultura deverá estar baseada nas condições físicas naturais da água. A aeração artificial permanente não é permitida.

2.4.7 Fertilização orgânica

A fertilidade da água de cultivo pode ser aumentada mediante a aplicação de matéria orgânica como fertilizante, em quantidades e composições específicas. O fertilizante utilizado deve ser de origem orgânica e em caso da impossibilidade comprovada do uso de fertilizante oriundo de operações certificada de cultivo orgânico, permite-se o uso de fertilizantes de cultivos convencionais, preferencialmente oriundos de cultivos extensivos.

Recomenda-se o uso de métodos de cultivo que permitam a combinação da aquíicultura

com outros tipos de cultivo animal ou vegetal.

2.4.8 Alimentação

O tipo, a quantidade e a composição do alimento deve levar em consideração os métodos naturais de alimentação da espécie animal a ser cultivada. Todos os alimentos devem ser produzidos de acordo com as normas da empresa certificadora ou de acordo com as Normas Básicas do IFOAM.

Entretanto, se em algum país ocorre a impossibilidade de obtenção de todo alimento de uma produção orgânica certificada é possível permitir alimentos oriundos da produção tradicional extensiva ou silvestre, desde os requerimentos gerais seja comprovados por sistema de controle adequado. São permitidos alimentos de origem animal em quantidades limitadas e com comprovação de origem.

Alimentos provenientes de organismos geneticamente modificados e seus derivados não podem ser utilizados.

Se em cultivo de espécies carnívoras que requerem uma dieta rica em proteínas de origem animal (farinha e óleo de pescado) é necessário seguir os seguintes princípios:

- a) A porcentagem de um componente animal no alimento deve ser reduzido ao máximo ou substituído por produtos vegetais.
- b) O alimento não poderá ser obtido de animais terrestres criados no sistema convencional (mamíferos e aves)

Com o objetivo de suprir as necessidades específicas dos animais é permitido o uso de vitaminas e minerais ao alimento. Da mesma maneira, o uso de pigmentos naturais também é permitido na alimentação.

Não é permitido o uso de antibióticos sintéticos nem substâncias que etimulem o crescimento, assim como outros aditivos sintéticos ao alimento (aminoácidos sintéticos, agentes de coloração).

2.4.9 Transporte, abate e processamento

O transporte e abate devem ser realizados de maneira cuidadosa e rápida, de forma a evitar o sofrimento desnecessário dos animais. O sacrifício dos peixes deve ser realizado com incisões nas brânquias ou evisceração imediata. Previamente os peixes deverão ser anestesiados (mediante concussão, descarga elétrica, dióxido de carbono e se necessário

anestésicos vegetais (NATURLAND, 2004).

Desde o abate até os pontos de venda, a cadeia de frios deve ser praticada estritamente com o objetivo de prevenir perdas na qualidade do produto. Em caso de produtos processados, somente poderão ser usados produtos e aditivos de acordo com as normas da certificadora.

O uso de processos físicos e mecânicos de limpeza das áreas de produção, bem como utensílios e equipamentos devem ser preferidos com relação a métodos químicos e o efluente gerado deve ser submetido a um sistema de tratamento eficiente.

2.5 Importância do Fósforo na Nutrição de Peixes

Entre os minerais essenciais na alimentação de animais, o cálcio e o fósforo são apontados como aqueles exigidos em altos níveis em comparação aos demais minerais. Para os peixes, de 65,0 a 80,0% das exigências de cálcio, podem ser supridas diretamente da água, por meio de absorção ativa pelas brânquias, enquanto o fósforo deve ser oferecido na dieta (WILSON et al., 1982).

Em contraste com animais terrestres, que são completamente dependentes de uma provisão dietética, os peixes podem absorver parte dos minerais exigidos diretamente da água, através das brânquias ou até mesmo pela superfície do corpo. A absorção de minerais da água é um processo vital para osmorregulação em peixes de água doce, sendo importante também do ponto de vista nutricional (NRC, 1994). Mas apesar de os peixes poderem absorver o fósforo da água, a capacidade de utilização desse mineral é reduzida. Além disso, a concentração desse elemento geralmente é baixa em água doce, o que torna a dieta a principal fonte desse mineral (ROY; LALL, 2003).

O fósforo é um nutriente essencial na formação da estrutura óssea, no metabolismo corporal para que apresente um adequado crescimento e na reprodução dos peixes (ROY; LALL, 2003) e também encontra-se distribuído em todas as células do organismo, portanto, exigido em grandes quantidades na dieta (LOVELL, 1988), sendo imprescindível que esteja em nível adequado nas rações para atender à exigência nutricional do animal. Conseqüentemente, peixes alimentados com rações deficientes em fósforo apresentam deformidades em diversas regiões do corpo (CHENG et al., 2005), como resultado da dificuldade de mineralização dos ossos (FURUYA et al., 2001, SUGIURA et al., 2004), redução na taxa de crescimento, deposição de minerais na carcaça e nos ossos (DOUGALL et al., 1996; HARDY; GLATIN, 2002; LALL, 2002), e um aumento na deposição de lipídios na carcaça também tem sido observado, provavelmente em virtude da alteração nos níveis

plasmáticos de fosfatase alcalina e de enzimas envolvidas na gliconeogênese no fígado (ZHANG et al., 2006; YANG et al., 2006), e ainda segundo Bock (2007), baixos índices de fósforo disponível restringem a utilização da proteína dietética, corroborando com Ribeiro (2006), onde os níveis de fósforo da dieta tiveram efeito ($p < 0,05$) sobre a taxa de eficiência protéica, melhorando até o nível estimado de 1,10% de fósforo.

Nos alimentos de origem vegetal, a disponibilidade do fósforo é baixa, uma vez que esse mineral se encontra na forma de fitato, não disponível a animais não-ruminantes (SUGIURA et al., 1998). Como nos peixes a presença da enzima fitase é desprezível (HARDY, 1998), a ração é a principal fonte de fósforo para esses animais, uma vez que o fósforo absorvido da água é insuficiente para atender suas exigências. Assim, o fosfato bicálcico é a principal fonte inorgânica de fósforo em rações para peixes, principalmente quando essas rações contêm elevadas proporções de alimentos de origem vegetal.

Ribeiro (2006) afirma que as pesquisas realizadas para determinação dos valores de exigência de fósforo para tilápia do Nilo são muito discrepantes, com valores de 0,50 a 0,90% (WATANABE et al., 1980; VIOLA et al., 1986; ROBINSON et al., 1987; HAYLOR et al., 1988; NRC, 1993; SIGNOR et al., 2004). Essa variação pode estar relacionada à fase de desenvolvimento dos peixes utilizados nos experimentos, visto que as exigências dos animais podem variar nos diferentes estádios de vida.

Miranda et al. (2000), estudando níveis de fósforo para tilápia do Nilo, observaram que a retenção de fósforo diminuiu à medida que se elevou o nível de fósforo da dieta. Porém, resultado diferente foi encontrado por Haylor et al. (1988), que verificaram aumento na retenção de fósforo em tilápias do Nilo com o aumento do conteúdo desse mineral na ração, independentemente do nível de Ca. Entretanto, Nakamura (1982) observou relação linear positiva entre retenção de fósforo em carpas com o aumento do conteúdo de fósforo da ração quando a concentração de cálcio foi de 0,70%. Todavia, essa relação diminuiu quando a concentração de Ca foi de 1,00%. Portanto, o teor de Ca da dieta pode afetar a taxa de eficiência de retenção de fósforo, sugerindo que níveis elevados de Ca na ração podem promover efeito inibitório sobre a absorção e/ou retenção de fósforo.

O processo de incorporação do fósforo e do nitrogênio da ração à biomassa de peixes cultivados depende de vários fatores: fase de vida, concentração e disponibilidade no alimento. Dentre estes compostos o fósforo é um nutriente limitante e a exigência de fósforo total de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações à base de ingredientes vegetais com suplementação de fósforo por fosfato bicálcico para a fase de alevino, segundo Boscolo et al. (2005a), é de 0,74% e na fase de crescimento é de 0,70%

(Boscolo et al., 2003). Em rações a base de vegetais à suplementação de fósforo se faz necessária, pois estes alimentos vegetais apresentam baixo teor de fósforo e além disto cerca de 60 a 70% da quantidade de fósforo está na forma fítica, ou seja, indisponível (Denstadli et al., 2007).

Praticamente todo o ingrediente utilizado nas rações contém fósforo, mas sua disponibilidade é variável dependendo da fonte. Podemos observar este efeito claramente comparando os resultados obtidos por Boscolo et al. (2005a) utilizando fosfato bicálcico com os resultados obtidos por Ribeiro et al. (2006) que utilizaram o fosfato monoamônio. Ambos trabalhos avaliaram a influência de níveis de fósforo total para alevinos em rações a base de milho e farelo de soja, mas devido à diferença na fonte suplementar observaram melhores resultados quando utilizaram 0,74% e 1,10% de fósforo total, respectivamente.

Quanto às fontes, geralmente a utilização é maximizada em forma solúvel de fosfato inorgânico, intermediária em fontes de origem animal e menor em fontes vegetais, onde uma parcela considerável do elemento está na forma de fitatos. Estudos têm demonstrado que a inclusão de fitase em rações ricas em produtos de origem vegetal para peixes tem melhorado a disponibilidade do fósforo (SILVA et al., 2005; BOCK et al., 2006; DENSTADLI et al., 2007). No entanto, a utilização de produtos sintéticos como enzimas, aminoácidos, antibióticos entre outros não são permitidos pelas certificadoras de produtos de origem orgânica.

Vários trabalhos buscam a substituição da farinha de peixe em rações de organismos aquáticos por fontes de origem vegetal, ou por fontes de origem animal produzido pela agroindústria, como as farinhas de carne e ossos, vísceras de aves entre outras. No entanto, a utilização de farinhas de origem animal (aves, suínos, bovinos) em rações para peixes orgânicos não é permitida pelas certificadoras. Rações com certa inclusão de farinhas de peixes obtidas de resíduos da industrialização de pescado e peixes não adequados ao consumo humano são permitidas pelas certificadoras de produtos de origem orgânica, desde que não sejam resíduos do processamento da mesma espécie que será cultivada. As farinhas de resíduos de pescado contém cerca de 50% de proteína (SAMPAIO et al., 2001) sendo fontes ricas em minerais como o fósforo, e a inclusão de cerca de 10 a 15% de farinha de resíduos da industrialização de pescado em rações a base de milho, trigo e farelo de soja suprem a exigência de fósforo de tilápias (BOSCOLO et al., 2005b).

Fatores como temperatura da água, linhagem dos animais utilizados nos experimentos e critério de resposta utilizado para definir o nível de fósforo da dieta, podem influenciar na determinação da exigência. Além disso, o modelo estatístico adotado também pode

proporcionar variação entre os valores de exigência de fósforo obtidos, sendo que na maior parte das pesquisas, como as conduzidas por Haylor et al. (1988) e Signor et al. (2004), foram utilizados testes de média para determinar a variação obtida nas variáveis avaliadas.

De acordo com Borlongan & Satoh (2001), o fósforo fecal é a principal forma de excreção de fósforo pelos peixes. Neste estudo, ainda que o ganho de peso pelos peixes tenha aumentado linearmente com o aumento nos níveis de fósforo disponível na dieta, a excreção de fósforo fecal por quilo de peixe produzido aumentou linearmente, comprovando a necessidade de não utilizar dietas com valores de fósforo disponível acima das exigências. Na prática, é comum utilizar dietas com valores de fósforo disponível acima das exigências, principalmente pelo fato de serem utilizadas fontes protéicas de origem animal com elevado teor de cinzas.

Segundo Furuya (2008a) e Furuya (2008b), ainda são poucos os trabalhos realizados no Brasil para determinar as exigências de fósforo para tilápias do Nilo nas diferentes fases de criação. Esses estudos são necessários para melhorar o desempenho produtivo de forma economicamente viável, por meio do adequado crescimento dos peixes e da manutenção da qualidade de carcaça e da qualidade da água, permitindo a criação sustentável de tilápias em sistemas intensivos.

2.6 Impactos Ambientais

Atualmente é crescente a preocupação com a utilização racional e conservação dos recursos hídricos, cujos fins são bastante variados, tais como o abastecimento humano, irrigação, geração de energia hidroelétrica, aquicultura, lazer e outros (NOGUEIRA et al., 2006).

Desde o surgimento da humanidade, os ecossistemas aquáticos vêm sendo submetidos a impactos, tais como poluição proveniente de esgotos domésticos e agroindustriais devido ao despejo de efluentes que possuem grande quantidade de resíduos sólidos (orgânicos e inorgânicos), desmatamento ciliar, processos erosivos e assoreamento devido a exploração agrícola e mineral de seu entorno, pesca predatória, introdução de espécies exóticas, e atualmente, um novo possível impacto negativo é a aquicultura (AGOSTINHO, 1999; SANTOS; FORMAGIO, 2000; LATINI; PETRERE, 2004)

De acordo com Tundisi (2003) o cultivo de peixes com alimentação artificial, enriquece o meio aquático com dejetos do metabolismo, gerando em maior ou menor escala, a eutrofização artificial, sendo nesse processo, os principais contaminantes do ecossistema

aquático as diferentes formas de nitrogênio e fósforo, que são os nutrientes mais limitantes à produtividade primária em ambientes aquáticos naturais (ODUM, 1983).

Assim, é importante o adequado balanceamento de minerais nas rações, para minimizar as perdas urinária e fecal para reduzir a possibilidade de eutrofização (RICHIE; BROWN, 1996), que pode comprometer a qualidade da água e a capacidade de suporte dos sistemas aquícolas (VER DER PLOEG; BOYD, 1991) e, no caso de predominância de cianobactérias, prejudicar as características organolépticas da carcaça dos peixes (VAN DER PLOEG; TUCKER, 1994).

Estudos indicam que somente 32% do fósforo são utilizados para o metabolismo do peixe e os 68% restantes são transferidos para o meio (PENCZAK et al., 1982), sendo este capaz de induzir o processo de eutrofização (ESTEVES, 1998). Reforçando esta idéia, Alves e Baccarin (2005) informam que 66% do fósforo aportado pelo arraçamento intensivo vão para o sedimento, 11% ficam dissolvidos na água e 23% são incorporados no peixe em cultivo. Pearson e Gowen (1990), também avaliando os impactos deste sistema produtivo em ambientes aquáticos, afirmaram haver perda de 20% do alimento antes de ser ingerido.

Normalmente, o fósforo e a luz são os principais fatores limitantes na produção de plâncton em águas doces temperadas e tropicais. As descargas de nutrientes em efluentes de piscicultura estão diretamente associadas ao alimento, e em virtude da necessidade de reduzir a poluição de águas e incrementar a aquíicultura sustentável, deve-se reduzir a quantidade de fósforo em viveiros de piscicultura, pois seu excesso pode aumentar o crescimento de fitoplâncton na água, resultando em largas flutuações em oxigênio dissolvido.

O maior desafio da aquíicultura atual é o de superar os problemas ambientais e ampliar sua lucratividade através do desenvolvimento e implementação de um processo tecnológico que reduza o desperdício de nitrogênio e fósforo dos insumos utilizados na produção (JACKSON et al., 2003; BOCK et al., 2006). Portanto, a avaliação de rações contendo diferentes fontes de fósforo é de extrema importância visando obter subsídios para a produção de peixes que além de apresentarem ótimo desempenho também produzam carne de qualidade com mínima geração de efluentes, principalmente na aquíicultura orgânica, onde o monitoramento dos parâmetros ambientais é muito exigido pelas certificadoras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos por um período de 60 dias cada no Laboratório de Aqüicultura do Grupo de Estudos de Manejo na Aqüicultura (GEMAQ) na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Toledo-PR. No Experimento 1, foram utilizados 270 alevinos de tilápia do Nilo com peso inicial de cerca de $0,88 \pm 0,33$ g distribuídos em 18 tanques experimentais com capacidade para 250L. No Experimento 2, foram utilizados 180 juvenis de tilápia do Nilo com peso inicial aproximado de $13,63 \pm 1,05$ g distribuídos em 18 tanques experimentais com capacidade para 500L, em um delineamento inteiramente casualizado em um sistema “*indoor*”, em sistema de recirculação contínuo sem biofiltro. Em ambos experimentos, os peixes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e seis repetições. O manejo constou de renovação diária de água equivalente a 10%, realizada através de sifonagem para retirada das fezes e eventuais sobras de ração.

Os alevinos e juvenis foram alimentados com rações formuladas a base de milho, trigo e farelo de soja com certificação orgânica, contendo 32 e 28% de proteína bruta (PB), para alevinos e juvenis, respectivamente. Foram avaliadas rações com farinha de resíduos da industrialização de pescado de origem marinha (FP), fosfato bicálcico (FB) ou sua combinação (FP+FB), 50% de FP e 50% de FB, como fontes de fósforo. As rações foram formuladas de acordo com as normas Naturland para aquicultura orgânica (Naturland, 2004).

Para a formulação das rações, foram realizadas análises bromatológicas dos alimentos (milho, trigo, farelo de soja e farinha de peixe) no Laboratório de Controle de Qualidade-GEMAQ/UNIOESTE, sendo formuladas para serem isoenergéticas, isoprotéicas, isofosfóricas e isocálcicas, com base nos dados do NRC (1993) e obtidos por e Boscolo et al. (2003) e Boscolo et al. (2005b). Os coeficientes de digestibilidade aparente foram baseados em dados de Boscolo et al. (2002), Pezzato et al. (2002) e Meurer et al. (2003) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Composição percentual e química calculada das rações orgânicas formuladas a base de ingredientes com certificação de origem orgânica utilizadas para a avaliação de fontes de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo.

Ingredientes ¹	Fontes de fósforo		
	FP ²	FB ³	FP+FB ⁴
Milho ⁵	42,15	32,22	37,20
Farelo de soja ⁵	31,82	57,88	44,83
Farinha de resíduos de peixe	19,73	0,00	9,88
Trigo grão ⁵	5,00	5,00	5,00
Suplemento mineral e vitamínico ⁶	1,00	1,00	1,00
Calcário calcítico	0,00	1,05	0,52
Sal comum	0,30	0,30	0,30
Fosfato bicálcico	0,00	1,78	0,89
Óleo de soja orgânico	0,00	0,77	0,38
Total	100,00	100,00	100,00
Nutrientes	%		
Amido	30,02	24,61	27,32
Cálcio	1,04	1,04	1,04
Energia digestível (kcal kg ⁻¹)	3.303	3.303	3.303
Fibra bruta	2,28	2,21	2,75
Fósforo total	0,80	0,80	0,80
Gordura	4,93	6,02	5,47
Lisina ⁷	1,91	1,79	1,85
Metionina + cistina ⁷	1,06	0,94	1,00
Metionina ⁷	0,61	0,45	0,53
Proteína digestível	27,69	27,71	27,70
Proteína bruta	32,00	32,00	32,00

¹Rações formuladas conforme normas de certificação orgânica (NATURLAND, 2004)

²Dieta com suplementação de fósforo a base de farinha de resíduos de peixe marinho.

³Dieta com suplementação de fósforo a base de fosfato bicálcico.

⁴Dieta com suplementação de fósforo a base de 50% de farinha de resíduos de peixe marinho e 50% de fosfato bicálcico.

⁵Alimentos com certificação orgânica

⁶Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 5.000mg; Vit. K₃, 1.000mg; Vit. B₁, 1.500mg; Vit. B₂, 1.500mg; Vit. B₆, 1.500mg; Vit. B₁₂, 4.000mg; Ác. Fólico, 500mg; Pantotenato Ca, 4.000mg; Vit. C, 15.000mg; Biotina, 50mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Colina, 40.000mg; Co, 10mg; Cu, 500mg; Fe, 5.000mg; I, 50mg; Mn, 1500mg; Se, 10mg; Zn, 5.000mg.

⁷Rostagno et al. (2000).

Tabela 2 – Composição percentual e química calculada das rações orgânicas formuladas a base de ingredientes com certificação de origem orgânica utilizadas para a avaliação de fontes de fósforo para juvenis de tilápia do Nilo.

Ingredientes ¹	Fontes de Fósforo		
	FP ²	FB ³	FP+FB ⁴
Milho ⁵	50,89	42,78	46,73
Farelo de soja ⁵	26,73	47,98	37,51
Farinha de resíduos de peixe	16,08	0,00	7,99
Trigo ⁵	5,00	5,00	5,00
Suplemento mineral e vitamínico ⁶	1,00	1,00	1,00
Calcário calcítico	0,00	0,87	0,44
Sal comum	0,30	0,30	0,30
Fosfato bicálcico	0,00	1,45	0,73
Óleo de soja orgânico	0,00	0,62	0,3
Total	100	100	100
Nutrientes	%		
Amido	35,31	30,90	33,10
Cálcio	0,86	0,86	0,86
Energia digestível (kcal kg ⁻¹)	3.254	3.254	3.254
Fibra	2,24	2,99	2,61
Fósforo	0,70	0,70	0,70
Gordura	4,66	5,54	5,09
Lisina ⁷	1,62	1,52	1,57
Metionina + cistina ⁷	0,94	0,84	0,89
Metionina ⁷	0,53	0,40	0,46
Proteína digestível	24,21	24,22	24,21
Proteína	28,00	28,00	28,00

¹Conforme normas de certificação orgânica (NATURLAND, 2004)

²Dieta com suplementação de fósforo a base de farinha de resíduos de peixe marinho.

³Dieta com suplementação de fósforo a base de fosfato bicálcico.

⁴Dieta com suplementação de fósforo a base de 50% de farinha de resíduos de peixe marinho e 50% de fosfato bicálcico.

⁵Alimentos com certificação orgânica

⁶Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 5.000mg; Vit. K₃, 1.000mg; Vit. B₁, 1.500mg; Vit. B₂, 1.500mg; Vit. B₆, 1.500mg; Vit. B₁₂, 4.000mg; Ác. Fólico, 500mg; Pantotenato Ca, 4.000mg; Vit. C, 15.000mg; Biotina, 50mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Colina, 40.000mg; Co, 10mg; Cu, 500mg; Fe, 5.000mg; I, 50mg; Mn, 1500mg; Se, 10mg; Zn, 5.000mg.

⁷Rostagno et al. (2000).

As rações foram fornecidas até a saciedade aparente na forma extrusada quatro vezes ao dia (8h00, 11h00, 14h00 e 17h00).

A temperatura da água foi monitorada diariamente pela manhã e a tarde antes de realizar a sifonagem. O pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido foram monitorados semanalmente, por meio de equipamentos eletrônicos digitais. Amostras de água de cada unidade experimental foram coletadas no início, aos 30 dias e aos 60 dias do experimento para avaliação da qualidade de água, quanto aos parâmetros de amônia segundo metodologia de Strickland e Parson (1972), nitrito, fósforo e nitrato segundo Mackreth et al. (1978).

Ao final do experimento, os peixes foram anestesiados e eutanaziados com benzocaína (250 mg L^{-1}), pesados e medidos para avaliar o ganho de peso (g), comprimento final (cm), conversão alimentar e sobrevivência (%). Posteriormente, avaliou-se composição química com relação umidade, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, e fósforo, segundo Silva (1990).

A retenção de fósforo (TERF) foi estimada por meio da seguinte equação:

$$RF (\%) = \frac{(P_f \times \%F_f) - (P_i \times \%F_i) \times 100}{CR \times \%F}$$

em que: P_f = peso médio final dos peixes; $\%F_f$ = porcentagem média de fósforo corporal final;

P_i = peso médio inicial dos peixes; $\%F_i$ = porcentagem média de fósforo corporal inicial;

CR = consumo de ração; $\%F$ = porcentagem de fósforo na dieta experimental.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em caso de diferença ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Duncan por meio do pacote estatístico SAEG (UFV, 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho produtivo de alevinos e juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações orgânicas contendo diferentes fontes de fósforo estão apresentados na Tabela 3. As fontes de fósforo avaliadas não proporcionaram diferença ($p>0,05$) quanto aos parâmetros zootécnicos avaliados para alevinos de tilápia.

Tabela 3 – Desempenho zootécnico de alevinos e juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações orgânicas contendo diferentes fontes de fósforo.

Parâmetros*	Fontes de Fósforo						CV (%)	CV (%)
	FP ¹		FB ²		FP + FB ³			
	Alevinos	Juvenis	Alevinos	Juvenis	Alevinos	Juvenis	Alevinos	Juvenis
PF (g)	13,13	42,41 ^a	12,42	33,46 ^b	12,72	42,61 ^a	13,46 ^{ns}	6,48*
GP (g)	12,15	28,69 ^a	11,44	19,31 ^b	11,75	28,51 ^a	14,62 ^{ns}	10,19*
GP (%)	1239	203,19 ^a	1167	136,56 ^b	1211	202,34 ^a	14,62 ^{ns}	38,23*
CAA	1,51	1,56 ^b	1,57	1,80 ^a	1,56	1,68 ^{ab}	22,45 ^{ns}	5,57*
TCE	2,08	2,30 ^a	2,05	1,98 ^b	2,18	2,12 ^b	23,27 ^{ns}	6,74*
TEP	2,20	2,30	2,00	2,00	2,10	2,10	17,04 ^{ns}	16,99 ^{ns}
S (%)	83,33	100	85,55	100	81,11	96,66	11,90 ^{ns}	3,02 ^{ns}

* $P>0,05$.

¹ Dieta com suplementação de fósforo a base de farinha de resíduos de peixe marinho.

² Dieta com suplementação de fósforo a base de fosfato bicálcico.

³ Dieta com suplementação de fósforo a base de 50% de farinha de resíduos de peixe marinho e 50% de fosfato bicálcico.

PF = Peso final; GP = Ganho de peso; CAA = Conversão alimentar aparente; TCE = Taxa de crescimento específico; TEP = Taxa de eficiência protéica.

No caso de juvenis os resultados indicam que as rações avaliadas não proporcionaram diferença ($p>0,05$) quanto a sobrevivência e taxa de eficiência protéica. Entretanto, houve diferença ($p<0,05$) para peso final, ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico, indicando que os peixes alimentados com a dieta suplementada com fosfato bicálcico obtiveram menor peso final e ganho de peso quando comparados aos peixes alimentados com as dietas com suplementação de fósforo a base de farinha de peixe e com suplementação de fósforo a base de 50% de FB e 50% de FP e pior conversão alimentar

aparente que o tratamento com suplementação de fósforo a base de FP, mas não diferindo ($p>0,05$) dos peixes que receberam a ração do tratamento FP + FB. Os dados de taxa de crescimento específico demonstraram que o tratamento com FP, proporcionou melhor resultado em relação aos peixes que receberam as rações dos tratamentos FP+FB e FB.

O fato dos resultados obtidos no experimento com alevinos de tilápia não diferirem entre os tratamentos podem estar relacionados com o maior teor protéico da ração (32% PB), bem como com a sua composição de aminoácidos. No caso dos níveis de metionina + cistina que variaram de 0,94 a 1,06% para os tratamentos a base de FB e FP, respectivamente onde observamos altos níveis destes aminoácidos em todos os tratamentos. Os níveis destes aminoácidos estão de acordo com o recomendado por Bomfim et al. (2008) em trabalho sobre exigência de metionina mais cistina, no qual observaram que 0,91% de metionina + cistina total proporciona os melhores resultados quanto ao desempenho de alevinos de tilápia do Nilo.

Os melhores resultados de desempenho e peso final demonstrados por juvenis de tilápia do Nilo submetidos aos tratamentos suplementados com FP e FP + FB, podem ser justificados em função dos baixos teores de metionina + cistina (0,84%) apresentados pela dieta contendo FB como fonte suplementar de fósforo, quando comparados as dietas com suplementação a base de farinha de peixe (0,94%) e com suplementação de fósforo a base de 50% de FB e 50% de FP (0,89%), todas contendo 28% PB. Segundo Furuya et al. (2004) a utilização de 1,00% de metionina + cistina na ração proporciona melhores resultados de desempenho em juvenis de tilápia do Nilo. Os alimentos de origem animal apresentam alto teor protéico e bom balanço em aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas (Vergara et al., 1999).

O aumento linear no ganho de peso foi observado para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com farinha de resíduos de filetagem de tilápias na dieta de juvenis de tilápia do Nilo (Boscolo et al., 2005c). Os autores atribuíram à melhora no ganho de peso devido ao

balanço de aminoácidos, principalmente a metionina, nas rações com inclusão de farinha de tilápia, ressaltando que a dieta contendo 16% de inclusão de farinha proporcionou um incremento aproximado de 25% em metionina total na ração, quando comparado ao tratamento controle com 0% de inclusão de farinha de tilápia.

No presente trabalho, as rações dietas com suplementação a base de FP e com suplementação de fósforo a base de 50% de FB e 50% de FP apresentaram maior percentual de metionina, 0,53% e 0,46%, respectivamente, quando comparadas a dieta contendo suplementação de fósforo a base de FB, apresentando-se como uma característica positiva ao cultivo orgânico de peixes, uma vez que a suplementação de aminoácidos industriais, prática utilizada para suprir aminoácidos limitantes em uma ração, não é permitida em cultivos de peixe com certificação orgânica.

Outro fator que pode explicar o melhor desempenho dos peixes alimentados com rações contendo farinha de peixe refere-se ao coeficiente de digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de peixe, Boscolo et al. (2008) observaram que a farinha de tilápia apresentou alto coeficiente de digestibilidade do fósforo (70,44%) com 1,94% de fósforo disponível para tilápia do Nilo, caracterizando-se portanto como um ingrediente com potencial para ser incluído em rações para tilápia do Nilo. No entanto, as normas de cultivo orgânico de peixes não permitem a inclusão de resíduos do processamento da mesma espécie a ser cultivada.

Com relação aos dados de CAA para alevinos, estes se assemelham ao observado por Pontes (2008), de 1,48 em estudo sobre o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo níveis de farinha de peixe variando entre 0,0 a 6,0%, não havendo efeito ($p > 0,05$) em relação aos níveis avaliados. No entanto, foram superiores aos obtidos por Oliveira et al. (2006) avaliando o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes (0, 10, 20, 30, 40%) de silagem ácida em substituição à

farinha de peixe na ração, de 1,36, mas não observaram diferença ($p>0,05$) entre os níveis avaliados.

Os valores de CAA para juvenis observados no presente trabalho corroboram aos relatados por Furuya et al. (2008a) em estudo de fósforo disponível para tilápia do Nilo de 35 a 100 g alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de fósforo disponível equivalente a CAA de 1,55, em rações contendo 0,35% de fósforo disponível, embora o ganho de peso percentual (52,91%) seja inferior ao valor descrito no presente trabalho para a ração suplementada com fósforo do FB (136,56%), que foi a menor taxa entre os tratamentos.

Quanto a sobrevivência, os valores médios de 83,3% para alevinos de tilápia, assemelham-se aos relatados por Boscolo et al. (2005a) para alevinos de tilápia com suplementação de 0,75% de fósforo disponível e 0,80% de fósforo total na dieta, por outro lado, inferiores aos observados por Pezzato et al. (2006) para alevinos de tilápia, alimentadas com ração contendo 0,75% de fósforo disponível.

A composição centesimal da carcaça dos alevinos de tilápia do Nilo (Tabela 4), não diferiu ($p>0,05$) entre as fontes de fósforo avaliadas. Para juvenis, houve diferença ($p<0,05$) apenas para a taxa de eficiência de retenção de fósforo, indicando que o tratamento com FB apresentou maior taxa quando comparado com a dos peixes que receberam a ração FP, não diferindo do tratamento FP+FB.

Tabela 4 – Composição centesimal da carcaça de alevinos de tilápia do Nilo alimentos com rações contendo diferentes fontes de fósforo.

Parâmetros	Fontes de Fósforo						CV (%)	CV (%)
	FP ¹		FB ²		FP + FB ³			
	Alevinos	Juvenis	Alevinos	Juvenis	Alevinos	Juvenis	Alevinos	Juvenis
Umidade	71,85	72,5	72,47	70,99	71,94	72,47	1,26 ^{ns}	2,26 ^{ns}
Proteína	14,85	14,7	14,62	14,72	14,77	14,64	5,31 ^{ns}	5,05 ^{ns}
Lipídios	8,52	8,11	7,58	7,99	8,18	8,22	10,56 ^{ns}	12,00 ^{ns}
Cinzas	4,11	4,37	4,23	4,25	4,14	4,08	7,18 ^{ns}	7,05 ^{ns}
Fósforo	0,32	4,08	0,33	4,11	0,32	4,22	5,11 ^{ns}	9,78 ^{ns}
TERF	28,00	32,00 ^b	22,00	37,00 ^a	26,00	36,00 ^{ab}	25,19 ^{ns}	8,93 [*]

*P>0,05

¹Dieta com suplementação de fósforo a base de farinha de peixe.

²Dieta com suplementação de fósforo a base de fosfato bicálcico.

³Dieta com suplementação de fósforo a base de 50% de farinha de peixe e 50% de fosfato bicálcico.

As médias de proteína (11,29%) e lipídeos (5,85%) descritas por Takishita et al. (2009) para alevinos de tilápia alimentados com diferentes níveis de lisina são inferiores aos observados neste trabalho (14,75 e 8,09%, respectivamente). Ribeiro et al. (2006) relataram valores inferiores de proteína (12,56%) e superiores de lipídios (9,89%) em alevinos alimentados com dieta contendo 0,73% de fósforo total. Entretanto, Hernández et al. (2010), avaliando a substituição de farinha de peixe por farinhas de suínos e aves para alevinos de tilápia do Nilo, descreveram teores superiores de proteína (18,6%), e inferiores para lipídios (6,3%) para os peixes alimentados com a dieta controle contendo farinha de peixe.

Em estudo avaliando a exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia do Nilo, Furuya et al. (2008b) observaram valores superiores de proteína (18,18%) e inferiores de lipídios na carcaça (3,46%) comparado ao presente trabalho, equivalentes a 14,72% e 8,22%, respectivamente. Foram observadas variações entre os valores de composição corporal descritos na literatura, quando comparados aos descritos neste trabalho, devendo-se ressaltar que os resultados de composição centesimal variam de acordo com a espécie do peixe, fase de cultivo e parte corporal do peixe a ser analisada. Neste trabalho, foi utilizado o peixe inteiro, podendo ser esta a razão das diferenças encontradas com relação aos da literatura.

Os teores de fósforo na carcaça dos alevinos de tilápia alimentados com rações orgânicas suplementadas com diferentes fontes de fósforo assemelham-se aos valores obtidos por Ribeiro et al. (2006) que avaliando dietas com a suplementação de 0,73% de fósforo total, observaram 0,35% de fósforo na carcaça de alevinos de tilápia do Nilo. Jahan et al. (2001) para alevinos de carpa comum (*Cyprinus carpio*) observaram 0,5% de fósforo na carcaça dos animais, levando os autores a concluir que rações com 25% de farinha de peixe proporciona menor taxa de retenção de fósforo quando comparado a dietas com 10% de farinha de peixe e com suplementação de farinha de sangue, farinha de pena de aves e farelo de soja desengordurado. Este fato pode ser explicado devido a farinha de peixe conter altos níveis de fosfato tricálcico, que é indisponível para alevinos de carpa, indicando que a inclusão de 15 a 20% de farinha de peixe em dietas para carpa comum é mais eficiente. Em peixes sem estômago, como por exemplo, a carpa, a digestão ácida é comprometida, pois o conteúdo do trato digestivo é alcalino, uma vez que não ocorre a secreção gástrica, prejudicando a disponibilização de fontes de fósforo como a farinha de peixe. O pH estomacal da tilápia do Nilo varia entre 1,25 e 1,60 (Kubitza, 2000), explicando o bom aproveitamento das fontes de fósforo utilizadas devido ao seu pH estomacal ácido.

Resultados superiores de fósforo na carcaça de alevinos de tilápia foram descritos por Pezzato et al. (2006), que em alevinos alimentados com dieta contendo 0,75% de fósforo disponível relataram 3,56% de fósforo na carcaça, valores estes semelhantes aos obtidos no presente trabalho para juvenis nos diferentes tratamentos.

O fósforo é um nutriente essencial na formação da estrutura óssea, reprodução (Roy & Lall, 2003) e sua deficiência resulta em deformidades em diversas regiões do corpo (Cheng et al., 2005). Ao término do período experimental, não foi observado nenhum tipo de deformidade corporal.

Em estudo com carpas alimentadas com dietas comerciais contendo diferentes níveis de

fósforo Jahan et al. (2003) observaram valores de TERF oscilando entre 34,40% em carpas alimentadas com a dieta controle contendo 20,0% de inclusão de farinha de peixe e 15,40% para carpas alimentadas com ração comercial, valores semelhantes aos deste trabalho para o tratamento com FB, embora inferiores aos apresentados pelo tratamento com FB. Segundo esses autores, a retenção de fósforo pode ser influenciada pelo conteúdo de fósforo disponível na dieta.

Durante o período experimental, a média da temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade foram equivalentes a $25,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$; $7,63 \pm 0,24$; $6,66 \pm 0,13 \text{ mg L}^{-1}$; $80,0 \pm 9,01 \text{ }\mu\text{S cm}^{-1}$ e $25,7 \pm 0,4^\circ\text{C}$; $7,53 \pm 0,19$; $6,49 \pm 0,18 \text{ mg/L}$ e $81,0 \pm 8,89 \text{ }\mu\text{S/cm}$, respectivamente, para alevinos e juvenis, e estão na faixa aceitável para a criação de peixes de clima tropical (Boyd, 1990).

Com relação aos resultados de qualidade de água (Tabela 5) do sistema de cultivo de alevinos e juvenis alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo não foi observada diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 5 – Valores médios de qualidade de água do cultivo de alevinos e juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo.

Parâmetros	Fontes de Fósforo						CV (%)	CV (%)
	FP ¹		FB ²		FP + FB ³			
	Alevinos	Juvenis	Alevinos	Juvenis	Alevinos	Juvenis	Alevinos	Juvenis
Nitrato (mg L^{-1})	0,63	0,58	0,69	0,56	0,69	0,6	32,582 ^{ns}	32,92 ^{ns}
Amônia (mg L^{-1})	0,29	0,29	0,33	0,06	0,31	0,25	42,942 ^{ns}	61,30 ^{ns}
Nitrito (mg L^{-1})	0,04	0,06	0,07	0,31	0,04	0,06	83,374 ^{ns}	54,49 ^{ns}
Fósforo (mg L^{-1})	0,30	0,28	0,32	0,25	0,27	0,25	33,677 ^{ns}	36,53 ^{ns}

* ($P > 0,05$)

¹ Dieta com fonte de fósforo a base de farinha de peixe.

² Dieta com fonte de fósforo a base de fosfato bicálcico.

³ Dieta com fonte de fósforo a base de 50% de farinha de peixe e 50% de fosfato bicálcico.

Lawrence et al. (2003) relatam que as rações têm sido identificadas como o principal poluente na composição dos efluentes. Os teores máximos de amônia ($0,33 \text{ mg L}^{-1}$) e nitrato

(0,69 mg L⁻¹), ficaram abaixo dos valores estabelecidos pela legislação brasileira. Em condições de ausência de oxigênio ou próximas à anaerobiose o nitrato pode ser reduzido a amônio (NH₄⁺), processo conhecido por amonificação ou ser novamente convertido a nitrito e a nitrogênio gasoso (N₂), processo conhecido por desnitrificação (Tundisi & Tundisi, 2008). Em ecossistemas aquáticos o nitrato e o íon amônio destacam-se como as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários, sendo que a absorção é energeticamente mais viável, uma vez que o nitrato para ser absorvido precisa ser reduzido enzimaticamente até amônio no interior da célula. Embora tenha absorção facilitada, o íon amônio encontra-se em baixas quantidades nas camadas onde o fitoplâncton é encontrado, sendo o nitrato, portanto, a principal fonte de nitrogênio para os vegetais aquáticos (Esteves, 1998).

O nitrito é considerado um produto intermediário da amônia dentro do processo de nitrificação bacteriana da amônia ou da desnitrificação do nitrato. O valor máximo determinado de 0,31 mg L⁻¹, é inferior a 1,0 mg L⁻¹, limite máximo para lançamento em corpos hídricos preconizado pela Resolução 357/2005. Segundo Esteves (1998), em ambientes bem oxigenados o nitrito é encontrado em baixas concentrações, já em condições anaeróbicas pode-se ter altas concentrações, sendo este extremamente tóxico a maioria dos organismos aquáticos.

Os valores obtidos nas análises de fósforo para os três tratamentos encontram-se acima de 0,030 mg L⁻¹ de P, limite máximo de fósforo para águas doce classe 2 em ambientes lênticos, preconizado pelo CONAMA, por meio da Resolução 357/2005. É preciso destacar que as análises da água de abastecimento do sistema experimental demonstraram valores equivalentes a 0,037 mg L⁻¹ de P, valores estes já acima do limite da referida legislação. Considerando o valor inicial de fósforo na água de cultivo, houve um incremento médio de 0,27 mg L⁻¹, que está associado a lixiviação do fósforo da ração e a liberação de resíduos pela espécie cultivada (Araripe, 2006). Segundo Verant et al. (2007), a densidade tem forte

influência nas taxas de excreção de fósforo e nitrogênio em lagos rasos, enquanto a influência de parâmetros como temperatura da água, tamanho e taxa de crescimento dos peixes é mínima. Valores superiores de fósforo ($0,59 \text{ mg L}^{-1}$) no efluente de piscicultura orgânica foram observados por Gentelini et al. (2008), avaliando a produção de biomassa de macrófitas aquáticas em sistema de tratamento de efluente de piscicultura orgânica, sendo que, após o tratamento do efluente com uso de aguapé (*Eichhornia crassipes*) e egeria (*Egeria densa*), com tempo de detenção hidráulica equivalente a 12 horas, os valores diminuíram para 0,35 e $0,34 \text{ mg L}^{-1}$ de fósforo, respectivamente, assemelhando-se aos valores descritos no presente trabalho.

Considerando as condições experimentais de um sistema de cultivo “*indoor*” com baixa renovação de água, sem biofiltro e em que a luminosidade não equivale a encontrada em sistemas de cultivo em ambientes de cultivo para haver produtividade primária e, portanto, os processos de metabolização do nitrogênio e fósforo possivelmente foram interrompidos ou não aconteceram, tornando seus níveis mais elevados em função de não haver produtividade primária nos aquários experimentais.

Medidas alternativas podem ser utilizadas para o uso e tratamento da água de oriunda da aquicultura, como demonstrado por Castro et al. (2005) em estudo dos efeitos de efluente de piscicultura e água de poço na irrigação de tomate cereja concluíram que os valores de peso seco da parte aérea, peso seco da raiz e peso médio de fruto do tomate cereja, demonstraram uma tendência de superioridade quando utilizado efluente de piscicultura para irrigação em comparação à água de poço. Outra alternativa, conforme demonstrado por Graber e Junge (2009), é o cultivo hidropônico de vegetais como beterraba, pepino e tomate utilizando o efluente do cultivo de peixes.

Em peixes a presença da enzima fitase não é significativa (Hardy, 1998), e o uso de fitase em rações para peixes pode ser uma alternativa para a redução dos níveis de fósforo

inorgânico das rações e por consequência auxiliar na redução dos impactos causados pelo fósforo em um sistema de produção aquícola (Bock et al., 2006), principalmente quando as rações contêm elevados níveis de alimentos de origem vegetal, em que cerca de 60 a 70% do fósforo encontra-se na forma de fítica (Denstadli et al., 2007), indisponível a animais não ruminantes (Sugiura et al., 1998).

Apesar da importância comercial das tilápias no Brasil, ainda existem poucas informações sobre a alimentação e cultivo de peixes com rações orgânicas, embora seja uma atividade com grande potencial de expansão uma vez que segundo dados do IBGE (2006) do total de estabelecimentos produtores de orgânicos (90.497), apenas 0,41% dedicam-se a aqüicultura. Devido a valorização comercial do produto orgânico, tornam-se importantes pesquisas para avaliar rações que permitam o máximo desempenho dos peixes e que não sejam impactantes ao meio ambiente. No presente trabalho, observou-se que a farinha de peixes e a associação de farinha de peixes com fosfato bicálcico podem ser utilizadas como principais fontes de minerais, destacando-se o fósforo, em rações para alevinos e juvenis de tilápia do Nilo. Para juvenis, além dos níveis de minerais, é importante considerar a energia e outros nutrientes da ração, principalmente os aminoácidos.

5 CONCLUSÕES

É possível utilizar fosfato bicálcico, farinha de peixe ou sua combinação como principais fontes de fósforo em rações de origem orgânica para alevinos de tilápia do Nilo . Para juvenis, recomenda-se a utilização de rações com farinha de peixes ou associação de farinha de peixes e fosfato bicálcico em rações orgânicas para a tilápia do Nilo.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A. et al. A pesca no reservatório de Itaipu: aspectos socioeconômicos e impactos de represamento. In: HENRY, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundebio/Fapesp, 1999. p. 281-319.
- ALCESTE, C.; JORRY, D. Analisis de las tendencias actuales em comercialización de tilapia em los Estado Unidos de Norteamérica y la Union Europea. In: CONGRESSO SULAMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife, PE. *Anais...* Recife: SIMBRAQ, 1998. p. 349.
- ALVES, R.C.P.; BACCARIN, A.L. Efeitos da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no Córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava), baixo rio Tietê In: NOGUEIRA, M.G. et al. (Org.). *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. São Carlos: Rima, 2005. p. 329-347.
- ARARIPE, M. N. B. A. et al. Efeito do cultivo de peixes em tanques rede sobre o aporte de fósforo para o ambiente. **Revista Científica de Produção Animal**, v.8, n.2, p.56-65, 2006.
- BOCK, Claudio Luiz et al. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p. 2197-2202, 2006.
- BOCK, Claudio Luiz et al. Fitase em rações para tilápia-do-nilo na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36 (supl.), n.5, p. 1455-1461, 2007.
- BOMFIM, Marcos Antonio Delmondes et al. 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.
- BORLONGAN, Ilda G.; SATOH, Shuichi. Dietary phosphorus requeriment of juvenile milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal). **Aquaculture Research**, v.32, p.26-32, 2001.
- BOSCOLO, W. R., HAYASHI, C., MEURER, F., Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- BOSCOLO, Wilson Rogério et al. Exigência de fósforo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. **Varia Scientia**, Cascavel, v.3, n.5, p.115-124, 2003.
- BOSCOLO, Wilson Rogério et al. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias como fonte de proteína e minerais para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p. 1425-1432, 2005a.
- BOSCOLO, W.R. et al. Exigência de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, p. 87-91, 2005b.
- BOSCOLO, Wilson Rogério et al. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias

para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. In: 42^a REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2005. p.423-426.

BOSCOLO, Wilson Rogério et al. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, p.2579-2586, dez, 2008.

BOYD, C.E. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing, 1990. 482p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo agropecuário 2006: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro, 2006. 777 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução normativa Nº 16, de 14 de junho de 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução normativa Nº 64, de 18 de dezembro de 2008.

BRASIL. Presidência da República. Decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007.

BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 10.831, DE 23 DE dezembro DE 2003.

CAO, L. et al. Effects of pretreatment with microbial phytase on phosphorous utilization and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v.14, p.99-109, 2008.

CASTRO, Renato Silva de et al. Efeitos de efluente de viveiro de piscicultura e de água de poço na irrigação do tomate cereja, cultivado em diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.36, n.3, p. 396-399, 2005

CHENG, A.C. et al. Dietary phosphorus requeriment of juvenile Malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). **Journal of Fish Society Taiwan**, v.32, p.41-52, 2005.

DAROLT, Moacir Roberto. **Agricultura orgânica: Inventando o futuro**. Londrina:IAPAR. 250p. 2002.

DENSTADLI, Vegard et al. A comparison of online phytase pretreatment of vegetable feed ingredients and phytase coating in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared in cold water. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 269, p. 414-426, 2007.

DOUGALL, David S. et al. Dietary phosphorus requirements of juvenile striped bass, *Morone saxatilis*. **Journal of World Aquaculture Society**, v.27, n.1, p.82-91, 1996.

EL-SAYED, Abdel Fattah M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis spp.* **Aquaculture**, v.179, p.149-168, 1999.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro/RJ: Interciência, 2ª ed., 1998. 602p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2006. Rome: FAO, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Rome: FAO, 2009.

FITZSIMMONS, Kevin. Tilapia: most important aquaculture species of the 21st century. In: PROCEEDINGS FROM THE FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 2000, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: ISTA, 2000. p.3-8.

FURUYA, Wilson Massamito et al. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (linhagem tailandesa). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.2, p.465-469, 2001.

FURUYA, Wilson Masamito et al. Exigência de metionina + cistina para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1933-1937, novembro, 2004.

FURUYA, Wilson Massamito et al. Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-Nilo (35 a 100 g). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.6, p.961-966, 2008.

FURUYA, Wilson Massamito et al. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1517-1522, 2008.

GENTELINI, André Luiz. et al. Produção de biomassa das macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Egeria densa* (egeria) em sistema de tratamento de efluente de piscicultura orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 441-448, abr./jun. 2008

GRABER, Andreas; JUNGE, Ranke. Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. **Desalination**, v.246, p.147-156.

HARDY, Ronald W. Phytase. **Aquaculture Magazine**, vol. 24, n.6, p.77-80, Nov-Dez 1998.

HARDY, Ronald .W.; GATLIN, Delbert M. Nutritional strategies to reduce nutrients losses in intensive aquaculture. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 6., 2002, Cancun: 2002. p.23-34.

HAYLOR, Graham et al. Phosphorus nutrition of juvenile *Oreochromis niloticus*. In: THE SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 1998, Manila. **Proceedings...** Manila: Department of Fisheries, 1988. p.341-345.

HÉRNANDEZ, C. et al. Complete replacement of fish meal by porcine and poultry by-product meals in practical diets for fingerling Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: digestibility and growth performance. **Aquaculture Nutrition**, v.16, p.44-53, 2010.

HILDSORF, A.W.S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.22, p.73-87, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Estatística da pesca 2007. Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Brasília, DF, 2007. 151p.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **O mercado de orgânicos no Paraná : caracterização e tendências**. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social e Instituto Agrônômico do Paraná. – Curitiba : IPARDES, 2007. 188 p.

JACKSON, Christopher et al. Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm. **Aquaculture**, v. 218, n.1-4, p. 397– 411, mar. 2003.

JAHAN, P. et al. Formulation of low phosphorus loading diets for carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture Research**, Oxforf, v.32 (supl. 1), p. 361-368, 2001.

JAHAN, P. et al. Reassessment of phosphorus and nitrogen discharge from commercial carp feeds. **Fisheries Science**, v.69, p.117-123, 2003.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e produção comercial**. Jundiaí: F.Kubitza, 2000. 285p.

LALL, S.P. The minerals. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2002. p.260-308.

LATINI, A.O.; PETRERE, M. Jr. Reduction of a native fauna by alien species: an example from Brazilian freshwater tropical lakes. **Fisheries Management and Ecology**, v.11, p.71-79.

LAWRENCE, A.; CASTILLE, F.; VELASCO, M.; BRAY, W. Programa de rações favoráveis ao meio ambiente ou menos poluentes para fazendas de camarão marinho. **Revista da ABCC**, Recife, v.5, n.2. p.88-94, 2003.

LOVELL, R.T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 260p.

MACKERETH, J. F. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. Water analysis: some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association**, n. 36, 121 p., 1978.

MEURER, Fabio, HAYASHI, Carmino, BOSCOLO, Wilson Rogério. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, (supl.2), p.1801-1809, 2003.

MIRANDA, Edma Carvalho de et al. Relação calcio/fósforo disponível em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2162-2171, 2000.

NAKAMURA, Yoshikazu. Effects of dietary phosphorus and calcium contents on the absorption of phosphorus in the digestive tract of carp. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.48, p.409-13, 1982.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals**. Washington, 1993. 114 p.

NATURLAN ASOCIACIÓN REGISTRADA. Agricultura orgânica: Naturland normas para la acuicultura orgânica. Naturland, 2004. 21p.

NOGUEIRA, Marcos Gomes; HENRY, Raoul; JORCIN, Adriana. Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata. São Carlos: RIMA, 2006. p. 83-125.

OLIVEIRA, Marinez Moraes et al. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1196-1204, nov./dez., 2006.

ODUM, E.P. Basic ecology. Georgia: Saunders College Pub, 1983.

ORMOND, José Geraldo P. et al. Agricultura Orgânica: Quando o passado é futuro. **BNDS Setorial**, n.15 v.1, p 3-34. 2002.

PEARSON, T.H.; GOWEN, R.J. Impact of caged farming on the marine environment. In: OLIVER, P.; COLLERAN, E. (Ed.). Interaction between aquaculture and environment. Dublin: The National Trust for Ireland, 1990.

PENCZAK, Tadeusz et al. The enrichment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **Journal Applied Ecology**. Oxford, v. 19, n. 2, p. 371-393, 1982.

PEZZATO, Luiz Edvaldo et al. Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 965-971, 2002

PEZZATO, Luiz Edvaldo et al. Exigência de fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.5, p. 1600-1605, 2006.

PONTES, Edvânia da Conceição. Níveis de farinha de peixe em rações para alevinos e juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Lavras, 2008. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras.

RIBEIRO, F. B. et al. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.35, n.4 (supl.), p.1588-1593, 2006.

RICHIE, Marty; BROWN, Paul B. Availability of phosphorus from feedstuffs fed to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.142, n.3-4; p.269-282, 1996.

ROBINSON, Edwin H. Dietary calcium and phosphorus requirements of *Oreochromis aureus* reared in calcium- free water. **Aquaculture**, v.64, n.4, p.267-279, 1987.

ROY, Prabir K.; LALL, Santosh P. Dietary phosphorus requirement of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.). **Aquaculture**, v.221, n.1-4, p.451-468, 2003.

SAMPAIO, Fernanda Garcia et al. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e *spray-dried*, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 891-896, 2001.

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

SATOH, Shuichi et al. Changes of phosphorus absorption from several feed ingredients in rainbow trout during growing stages and effect of extrusion of soybean meal. *Fisheries Science*, v.68, p.325-331, 2002.

SIGNOR, Altevir et al. Exigência de fósforo para alevinos de tilápia-do-nilo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. p.441.

SILVA, D. J. **Análise de Alimentos** (Métodos químicos e biológicos). Imprensa Universitária, Viçosa. 1990. 165p.

SILVA, Tarcila Souza de et al. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de soja integral sem e com fitase para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 27, n. 3, p. 371-376, July/Sept., 2005

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T.R. **A practical handbook of sea water analysis**. Bulletin Fisheries Research Board of Canada. Ottawa, 1972. 310p.

SUGIURA, Shozo H. et al. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. **Aquaculture**, v.159, n3-4, p.177-202, 1998.

SUGIURA, S. H.; HARDY, R.W.; ROBERTS, R.J. The pathology of phosphorus deficiency in fish – a review. **Journal of Fish Disease**, v.27, p.255-265, 2004.

TAKISHITA, Sylvia Sanae et al. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.11, p.2099-2105, 2009.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. 2ª Edição. São Paulo: Rima, 2003. 248p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo. Oficina de textos, 2008. 631p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. UFV. 1997. **SAEG**: Sistema para análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário).

VAN DER PLOEG, M.; BOYD, C.E. Geosmin production by cyanobacteria (blue green algae) in fish ponds at Auburn, Alabama. **Journal World Aquaculture Society**, v.22, p.207-216, 1991.

VAN DER PLOEG, M.; TUCKER, C.S. Seasonal trends in flavor quality of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, from commercial ponds in Mississippi. **Journal of Applied Aquaculture**, v.3, p.121-140, 1994

VERANT, Michelle. et al. Factors influencing nitrogen and phosphorus excretion rates of fish in a shallow lake. **Freshwater Biology**, v.52, p. 1968–1981, 2007.

VERGARA, J. M.; LOPEZ-CALERO, G.; ROBAINA, L. Growth, feed utilization and body lipid content of gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed increasing lipid levels and fish meals of different quality. **Aquaculture**, v. 179, n 1/4, p.35-44, 1999.

VIOLA, S.; ZOHAR. G.; ARIELE, Y. Requirements of phosphorus and its availability from different sources for intensive pond culture species in Israel. Part II - carp culture. **Bamidgeh**, v.38, p.44-54, 1986.

YANG, Shuenn-Der et al. Influence of dietary phosphorus levels on growth, metabolic response and body composition of juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). **Aquaculture**, v.253, n.1-4, p.592-601, 2006.

ZHANG, Chunxiao et al. Dietary phosphorus requirement of juvenile japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. **Aquaculture**, v.255, n.1-4, p.201-209, 2006.

WATANABE, Takashi. et al. The availability to tilapia nilotica of phosphorus in white fish meal. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.46, n.7, p.897-900, 1980.

WILSON, Robert P. et al. Dietary phosphorus requirement of channel catfish. **Journal Nutrition**, v.112, p.1197-1292, 1982.