

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS  
PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**

**JULIANA MARA COSTA**

**NÍVEIS DE FÓSFORO EM DIETAS PARA KINGUIO (*Carassius  
auratus*)**

Toledo

2012

**JULIANA MARA COSTA**

**NÍVEIS DE FÓSFORO EM DIETAS PARA KINGUIO (*Carassius  
auratus*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Aldi Feiden  
Co-orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo

Toledo

2012

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai Lair e minha mãe Josefina, meus professores, meu namorado, Júnior, e aos meus amigos, em especial ao Edionei e Cleberson, fundamentais neste trabalho e em minha vida!

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e meu anjo da guarda, por ter conseguido atingir mais esta etapa de minha vida, de forma a atender os meus objetivos e de sentir-me orgulhosa de meus atos e metas alcançadas. E, também, agradeço pelos ensinamentos obtidos em toda a minha vida, tornando-me uma pessoa melhor a cada dia e pela maturidade e sabedoria para superar as dificuldades nos âmbitos pessoal e profissional.

Ao meu orientador e co-orientador, professor Aldi Feiden e Wilson R. Boscolo, pela amizade, auxílio e atenção na elaboração desta pesquisa, durante minha formação acadêmica e no meu desenvolvimento pessoal.

Aos meus pais, pelo apoio em todos os momentos, pelos abraços e palavras durante as dificuldades passadas, pelo apoio, carinho, sugestões nem sempre acatadas, mas sempre levadas em consideração. Obrigada pela minha educação e pelas cobranças realizadas diariamente e no decorrer da minha jornada estudantil, pois sem essa insistente rigidez, as coisas poderiam ter tomado rumos diferentes! Amo vocês....

Ao meu namorado, Júnior, pelo apoio e extrema confiança na minha capacidade. Por me proporcionar dois amores, um por ele e outro por peixinhos. Acompanhando, mesmo à distância, o desenvolvimento do presente estudo, com sugestões e críticas, sempre com o propósito de me ajudar! Pelos sofrimentos que passamos juntos, mas que serviram continuamente para nos ensinar muitas coisas; e pela distância que por algum tempo nos manteve afastados, mas que fortaleceram nossa união. Pela tua cobrança insistente de me fazer ser uma pessoa e uma profissional melhor. Obrigada por tudo, te amo!

Aos meus avós paternos, Ana e Serafim Costa e aos maternos, Amália e Vicente Michelon (*in memoriam*), que não estão mais nesta esfera da vida, mas acredito que estavam acompanhando de perto a elaboração deste trabalho e espero que, de onde estejam, sintam-se orgulhosos de mim.

Aos meus colegas de mestrado, pelos momentos de estudo, de descontração e exemplos de superação, obrigada a cada um de vocês!

Aos meus mais que colegas, amigos verdadeiros! Em especial ao Edionei M. Fries e Cleberson Ressel. Foram tantos momentos meninos... os almoços e jantares... as lembranças que surgiam no meio das conversas, o tereré depois do trabalho... e é claro o TRABALHO, palavra que nos uniu sempre, pois estávamos em busca de um mesmo ideal, e sem o esforço de vocês este estudo não teria se findado. Sempre dispostos a me ajudar, jamais esquecerei de vocês meninos!

Agradecimento especial ao Fábio Bittencourt, Micheli e Márcia. Obrigada pelo auxílio!

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À você, leitor deste trabalho, muito obrigada a todos que de alguma forma acrescentaram importância a este estudo.

“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos.”

Charles Chaplin

“O único lugar em que o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário. Se A é o sucesso, então A é igual a X, mais Y, mais Z; o trabalho é o X, Y é o lazer, e Z é manter a boca fechada.”

Albert Einstein

# NÍVEIS DE FÓSFORO EM DIETAS PARA KINGUIO (*Carassius auratus*)

## RESUMO

A alimentação balanceada é de fundamental importância para o sucesso da piscicultura, tendo em vista que representa a maior parte dos custos de produção. Considerando que os peixes possuem a capacidade de absorver certos minerais presentes na água, a quantidade de fósforo absorvida não é suficiente para o adequado desenvolvimento dos animais, quando cultivados, havendo a necessidade de seu fornecimento pela dieta. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta em parâmetros zootécnicos, de composição bromatológica e de fósforo plasmático à inclusão de diferentes níveis de fósforo em dietas para kinguio (*Carassius auratus*). Foram utilizados 200 alevinos com peso, comprimento padrão e total inicial médio de  $3,11 \pm 0,50$ g,  $3,68 \pm 0,23$ cm e  $5,11 \pm 0,31$ cm, respectivamente. Os indivíduos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, em 20 tanques-rede de  $0,15 \text{ m}^3$  de volume útil cada, confeccionados em malha sombrite e instalados em um tanque circular de alvenaria. O período experimental teve duração de 8 meses, sendo subdividido em 3 fases, utilizando a mesma dieta mas com variação da temperatura. As dietas foram formuladas com 30% de proteína bruta e  $2900 \text{ kcal.kg}^{-1}$  de energia digestível, isoproteicas e isoenergéticas, com concentrações de: 0,65, 0,80, 0,95, 1,10 e 1,25% de fósforo. O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia, *ad libitum*, até a saciedade aparente dos peixes. As variáveis físicas e químicas da água, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, foram mensuradas semanalmente e a temperatura monitorada diariamente, quatro vezes ao dia. Ao final do experimento, os peixes foram mantidos em jejum por 24 h, para esvaziamento do trato gastrointestinal. Após este procedimento, foram coletados e anestesiados com solução de benzocaína ( $75 \text{ mg.L}^{-1}$ ) durante 15 minutos e, posteriormente, pesados e medidos. Realizou-se a coleta de 1,0 mL sangue por peixe via punção da veia caudal utilizando-se seringas descartáveis contendo solução de EDTA (10%). Para determinação do fósforo no sangue, utilizou-se o método fosfomolibdato colorimétrico. Concluiu-se que, para a fase I, nas condições experimentais, obteve-se o melhor resultado para ganho em peso para os níveis de 0,95 e 1,10% de fósforo ( $P < 0,05$ ), não influenciando este parâmetro nas

demais fases. Para conversão alimentar aparente, o melhor índice foi obtido para o nível de 1,25% de fósforo na dieta, quando avaliado o período experimental completo. Não houve diferença na concentração de fósforo plasmático dos peixes. O maior valor de matéria mineral na composição bromatológica dos animais foi verificado para 1,25% de suplementação de fósforo ( $P < 0,05$ ).

Palavras-chave: piscicultura, peixes ornamentais, nutrição

# PHOSPHORUS LEVELS IN DIETS FOR GOLDFISH (*Carassius auratus*)

## ABSTRACT

Nutrition has a fundamental importance for the success of fish farming, considering that it represents the majority costs of production. Considering that the fish absorb various nutrients in the water, although the amount of phosphorus absorbed is not sufficient for its proper development, having the need to supply it in diet. Therefore, the present work aimed to evaluate the performance, chemical composition and plasmatic phosphorus response of the different levels of phosphorus inclusion on goldfish (*Carassius auratus*) diets. Were used 200 fry with weight, standard and total initial length of  $3,11\pm 0,50\text{g}$ ;  $3,68\pm 0,23\text{cm}$  and  $5,11\pm 0,31\text{cm}$ , respectively. The fish were distributed in a completely randomized design with five treatments and four replicates in 20 cages of  $0,15\text{ m}^3$  of useful volume, made of mesh shade and installed in a circular tank. The experimental lasted for 8 months, being divided into three phases. The diets were formulated with 30% of crude protein and  $2900\text{ kcal.kg}^{-1}$  of digestible energy, isoproteic and isocaloric, with 0,65, 0,80, 0,95, 1,10 e 1,25% of phosphorus concentration. The feed was realized four times a day until the fish apparent satiation. The physical and chemical water variables such as pH, electrical conductivity and dissolved oxygen were measured weekly and the temperature was monitored four times a day. At the end of the experiment, the fish were fasted for 24 h, to empty the gastrointestinal tract. After this procedure, were collected and anesthetized with solution of benzocaine ( $75\text{ mg.L}^{-1}$ ) during 15 minutes, and after that the fish were weighed and measured. Was carried out the collection of 1,0 mL of fish blood via caudal vein using disposable syringes containing EDTA (10%). For determination of phosphorus in the blood, the phosphomolybdate colorimetric method was used. It is concluded that, for the first phase, on experimental conditions, the best results of weight gain were obtained for the phosphorus inclusion levels of 0,95 and 1,10%, ( $P<0,05$ ) does not influence this parameter in the other phases. For feed conversion, the best index was obtained for the phosphorus inclusion levels of 1,25%, when evaluated the complete experimental period. There was no difference in phosphorus concentration in the fish plasm. The

highest value of mineral matter in the chemical composition of the animals was observed for 1,25% of phosphorus supplement ( $P < 0,05$ ).

Keywords: fish farming, ornamental fish, nutrition

Dissertação elaborada e formatada  
conforme as normas da publicação  
científica *Freshwater Biology*.  
Disponível em: <<http://www.blackwell-synergy.com/loi/fwb>>\*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Aquicultura e Piscicultura .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Piscicultura Ornamental .....</b>	<b>13</b>
1.2.1 Piscicultura Ornamental Mundial .....	14
1.2.2 Piscicultura Ornamental Nacional .....	15
<b>1.3 Espécie Estudada .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 Aspectos Nutricionais de Peixes Ornamentais .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.1 O Fósforo .....</b>	<b>19</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<b>Figura 1.</b> Distribuição das unidades experimentais no tanque circular de 25m <sup>3</sup> .....	21
<b>Tabela 1.</b> Composição percentual das rações utilizadas no experimento .....	21
<b>Figura 2.</b> Equipamento utilizado para a extrusão das rações experimentais .....	22
<b>Tabela 2.</b> Parâmetros de qualidade de água, oxigênio dissolvido (OD), pH e condutividade elétrica (CE), mensurados durante o período experimental .....	24
<b>Figura 3.</b> Variação da temperatura média durante o período experimental.....	25
<b>Figura 4.</b> Parâmetro de ganho em peso (GP) do kinguio ( <i>C. auratus</i> ) nas fases I, II, III avaliadas, alimentados com dietas suplementadas por diferentes níveis de fósforo .....	25
<b>Figura 5.</b> Parâmetro de conversão alimentar aparente (CAA) do kinguio ( <i>C. auratus</i> ) nas fases I, II, e III avaliadas, alimentados com dietas suplementadas por diferentes níveis de fósforo. ....	27
<b>Tabela 3.</b> Desempenho do kinguio ( <i>C. auratus</i> ) para os parâmetros de comprimento total (CT), comprimento padrão (CP) e taxa de sobrevivência (SOB) nas fases I, II e III avaliadas, alimentados com dietas suplementadas por diferentes níveis de fósforo .....	28
<b>Figura 6.</b> Exemplares de kinguio ( <i>C. auratus</i> ) que apresentaram deformidades na coluna vertebral (Figura 6a) e no opérculo (Figura 6b), submetidos à dieta contendo 0,65% de fósforo .....	29
<b>Tabela 4.</b> Composição bromatológica de kinguio ( <i>C. auratus</i> ) alimentados com rações suplementadas de diferentes níveis de fósforo .....	30
<b>Tabela 5.</b> Concentração de fósforo plasmático de kinguio ( <i>C. auratus</i> ) alimentados com rações com suplementação de diferentes níveis de fósforo .....	30

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Aquicultura e Piscicultura**

Aquicultura é um termo amplamente utilizado nas últimas duas décadas para se referir a todas as formas de cultivo de animais e plantas com habitat predominantemente aquático (KUTTY e PILLAY, 1990; RANA, 1997), podendo ser realizado no mar (maricultura) ou em águas continentais (aquicultura continental) (IBAMA, 2007).

Inserida na aquicultura está a piscicultura, que representa o cultivo de peixes, sendo esta uma das atividades mais promissoras e que vem se firmando ao longo dos anos. É provável que a aquicultura teve início com o cultivo de peixes de água doce, e a sua ocorrência até os dias de hoje torna essa modalidade a mais economicamente importante (LANDAU, 1991).

A produção brasileira de pescados apresentou crescimento de 7,3% em 2009 se comparada ao ano anterior, e a oferta nacional passou de 1,15 milhões de toneladas em 2008 para 1,24 milhões em 2009 (MPA, 2010).

Atualmente, o consumo de organismos aquáticos alcança 7 kg/capita e a aquicultura já representa 25% da produção de peixes, crustáceos, moluscos e outros organismos aquáticos, produção que pode alcançar 2 milhões de toneladas, alavancada por condições climáticas favoráveis, disponibilidade de água doce (inclusive áreas alagadas e reservatórios) e grande extensão litorânea (SINDIRAÇÕES, 2011).

### **1.2 Piscicultura Ornamental**

Dentre as diversas atividades da piscicultura, a produção de peixes ornamentais é uma modalidade em plena expansão nas últimas décadas (ZUANON et al., 2007).

Organismos aquáticos ornamentais são quaisquer espécies que possuam habitats predominantemente aquáticos, e que sejam acondicionados em aquários, tanques ou lagos ornamentais, com a finalidade de educação, estética e hobby (RIBEIRO et al., 2010).

Os primeiros relatos escritos que mencionam o cultivo de peixes ornamentais datam do ano de 475 a.C, descrevendo o processo de manutenção de carpas e do kingiuo em recipientes tipo “bujão” (LIMA et al., 2001).

Considerado atualmente como uma das modalidades mais lucrativas da piscicultura, a produção de peixes ornamentais vem apresentando rápida expansão em

resposta ao aumento na demanda mundial, movimentando, no ano de 2006, mais de US\$ 6 bilhões, com crescimento de 20% ao ano (FAO, 2006).

A aquariofilia e a piscicultura ornamental são atividades diferentes. Enquanto a aquariofilia é a prática do hobby, sem interesse econômico, a piscicultura ornamental é a produção de peixes em cativeiro, envolvendo as fases comuns de piscicultura: reprodução, larvicultura e engorda, visando ao término o comércio (RIBEIRO e FERNANDES, 2008). Neste contexto, a piscicultura ornamental é impulsionada por dois principais agentes, a necessidade de ofertar ao mercado espécies exóticas e do desenvolvimento de variedades mais atrativas, podendo aumentar o valor do peixe em até dez vezes se comparado a um oriundo de captura (RIBEIRO et al., 2009).

Comparativamente com a pesca de organismos aquáticos ornamentais, a aquicultura tem diversas vantagens que justificam sua prática. Apesar de, na maior parte dos casos, produzir um organismo com maior custo, a aquicultura possui a capacidade de produzir a quantidade de indivíduos suficiente para atender o mercado consumidor, gerando impactos ambientais menores se comparado com a pesca extrativa (RIBEIRO et al., 2009), possibilitando a produção de espécies exóticas para o mercado local e o desenvolvimento de variedades mais valorizadas, além de reduzir a sobrepesca.

### 1.2.1 Piscicultura Ornamental Mundial

Os países do sudeste asiático, onde os primeiros cultivos foram iniciados (LIMA et al., 2001), desempenham importante papel como produtores e exportadores de peixes ornamentais, somando mais de US\$ 118 milhões exportados em 2006 (RIBEIRO, 2008). Ocupando lugar importante, a Cingapura há mais de 10 anos é líder absoluta do ranking dos exportadores, atingindo valores superiores a 61mil USD em 2006 (FISHSTAT-PLUS, 2008), correspondendo a 22% do total exportado no mundo, tendo como principais destinos EUA e Reino Unido.

Segundo Ribeiro (2008), a Malásia, apesar de possuir problemas tecnológicos e de recursos humanos, é o maior produtor mundial de peixes ornamentais, tendo estimado crescimento da aquicultura de 20% ao ano até 2010, saltando de 456 para 800 milhões de peixes ornamentais por ano, crescimento incentivado pelo governo, que projeta a instalação de 39 zonas industriais para aquicultura, somando cerca de 25 mil hectares, grande parte destinada à produção de ornamentais.

Segundo o autor, os asiáticos desenvolveram pacotes tecnológicos de produção de diversas espécies exóticas de alto valor comercial, fato que lhes proporciona a oferta

de peixes ornamentais oriundos de cultivo com custo reduzido quando comparado ao capturado de ambiente natural.

Políticas públicas de estímulo a produção de peixes ornamentais dos países asiáticos vem gerando impactos aos países onde a captura é importante para a economia, em razão da representativa perda de mercado internacional, pois para países tradicionalmente coletores poucos incentivos podem ser observados na substituição da pesca pela aquicultura.

Apesar do clima semi-árido, Israel tem se destacado desde o final dos anos 80 como grande produtor de peixes ornamentais, tendo como principal mercado a Europa, ocupando o 7º lugar dos maiores exportadores (FISHSTAT-PLUS, 2008).

Os peixes dulcícolas são produzidos em sistemas intensivos, ou em viveiros integrados com sistemas de irrigação otimizando o uso da água (RIBEIRO, 2008). Segundo o autor, o Japão, considerado berço da piscicultura ornamental, é o 3º maior do mundo, sendo baseado em peixes tropicais uma vez que os kinguios e carpas (peixes de clima temperado) são largamente produzidos no país, tendo como principais fornecedores o Brasil, EUA, Cingapura, Indonésia e Hong Kong.

Os EUA, que já foram segundo maior exportador, têm perdido posições situando-se atualmente na 15º posição no ranking dos maiores exportadores (FISHSTAT-PLUS, 2008), redução devida ao crescimento da demanda interna e diminuição da reexportação de peixes sul-americanos, que por sua vez buscam o mercado consumidor de forma direta. De acordo com a APPA (2010) os EUA possuem 14 milhões de casas que possuem aquários com mais de 180 milhões de peixes ornamentais.

Por possuir o maior mercado consumidor de peixes ornamentais do mundo, o EUA importou, em 2006, mais de US\$ 48 milhões, oriundos principalmente do sudeste asiático e da América do Sul, sendo a principal espécie o guppy (*Poecilia reticulata*) (RIBEIRO, 2008).

O diferencial dos peixes oriundos da América do Sul, segundo Lima et al. (2001), está na abundante diversidade natural existente na região amazônica, e em alguns casos são exportadas espécies sem ao menos possuírem descrição científica.

### 1.2.2 Piscicultura Ornamental Nacional

Seguindo a tendência mundial, o Brasil apresentou redução na exportação de 1996 até 2003. Incentivado pelo aquecimento no setor, suas exportações tem

aumentado, dobrando de valor entre 2003 e 2006 (de US\$ 2,4 para US\$ 4,1 milhões) (RIBEIRO, 2008). Em 2007, o Brasil foi considerado o 18º exportador mundial de peixes ornamentais, com US\$ 5.051.895,00 (RIBEIRO et al., 2008).

O Brasil se destaca como grande exportador de peixes ornamentais oriundos, principalmente, de captura na Bacia Amazônica, em especial na região de Barcelos-AM, onde 60% da economia do município são atribuídos à pesca de peixes ornamentais (CHAO et al., 2001). No Pará esse mercado também tem grande importância na economia local, e em 2009 esse estado superou o Amazonas no valor de organismos aquáticos ornamentais (OAO) exportados, ambos os estados correspondem a 88% do valor exportado pelo país anualmente, totalizando 41 milhões de peixes ornamentais exportados pelo país (SECEX, 2010).

O maior pólo produtor brasileiro de peixes ornamentais encontra-se no estado de Minas Gerais, e no Brasil estima-se existir cerca de 1.800 produtores (VIDAL Jr., 2003). Em outros Estados, especialmente Ceará, São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná, encontram-se médios e grandes produtores de forma isolada.

No período de 2000 a 2007, o Brasil importou entre US\$ 50 e 120 mil por ano de peixes ornamentais (RIBEIRO et al., 2008), verificando-se que no Brasil, bem como em outros países, a oferta de peixes ornamentais está abaixo da demanda do mercado interno (LIMA et al., 2001).

Quanto ao mercado consumidor, de maneira geral, situam-se nos grandes centros urbanos, intensamente no entorno das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, apesar do mercado também ser representativo em capitais como Belo Horizonte e Curitiba.

### **1.3 Espécie Estudada**

Os peixes japoneses de água doce compreendem 15 ordens, 35 famílias e 96 gêneros, com 211 espécies e subespécies, grande parte pertencente à família *Cyprinidae* (29% das espécies e subespécies) (KAWANABE et al., 1998), à qual pertence a espécie *Carassius auratus* (FAO, 2007) sendo parente próximo da carpa comum e capim. Pertencente à classe *Actinopterygii*, ordem *Cypriniformes*, é denominado popularmente como kingiuo ou *goldfish* (FAO, 2009). A esta espécie agrega-se grande valor comercial, pois seu destaque no mundo pelos aquarofilistas é devido ao seu grande polimorfismo e pela característica de que, por seleção, é possível se obter indivíduos

com mutações, principalmente nos olhos, e nadadeiras, bem como coloração variada (ROSA et al., 1994), permitindo grandes variações dentro da espécie.

Por volta do Século X, o kingiuo era comumente encontrado em domicílios chineses chegando a Sakai, no Japão, por volta de 1500 (RIBEIRO et al., 2010). Devido ao interesse da população por informações sobre aquarismo, em 1596 houve a publicação do Livro do Peixe Vermelho na China (BOTELHO, 1990), possibilitando a disseminação da prática por outras partes do mundo, como foi o caso do continente europeu, onde o kingiuo chegou em 1611 e em 1770 era considerado popular pela sua ampla distribuição, atingindo em 1850 o continente americano (RIBEIRO et al., 2010).

As carpas do gênero *Carassius* são originárias de águas frias, podendo, algumas espécies, suportar dias em situações de anoxia em lagos congelados (JENG et al., 2008), mas a espécie *Carassius auratus* pode suportar temperaturas na faixa de 0 a 41°C (BEITINGER e BENNET, 2000).

Foram relatados exemplares de kingiuo com mais de 60 cm de comprimento e até 3,9 kg (FISHING-WORLD RECORDS, 2005), porém, seu comprimento médio quando adulto é de 35 cm. A taxa de crescimento na natureza pode atingir 13,1 cm ano<sup>-1</sup> (MITCHELL, 1979), dependendo das condições de cultivo, principalmente dos fatores de: temperatura, qualidade da água, densidade de estocagem, taxa de arraçoamento e qualidade do alimento fornecido.

Dentre as espécies mais cultivadas em escala comercial no mundo o kingiuo destaca-se, com produção que atingiu cerca de 3 mil toneladas em 1996, segundo (FAO, 1996).

#### **1.4 Aspectos Nutricionais de Peixes Ornamentais**

Como outros setores produtivos, o de peixes ornamentais tem sua expansão dependente da intensificação dos sistemas de produção e da geração de tecnologias adequadas, fazendo-se necessário o conhecimento das exigências nutricionais de cada espécie para a formulação de rações balanceadas (ZUANON et al., 2006), e o fornecimento insuficiente de alimento e/ou formulação inadequada da dieta podem acarretar desnutrição dos indivíduos, incremento da carga de nutrientes no meio de cultivo bem como redução do oxigênio dissolvido na água. Segundo Sales e Janssens (2003), há escassez em informações básicas sobre nutrição de peixes ornamentais, até mesmo sobre exigências de proteína e energia para a maioria das espécies, no caso de produção em larga escala.

Segundo Ribeiro et al. (2009), as rações utilizadas em pisciculturas ornamentais são, muitas vezes, as elaboradas para peixes de corte, que possuem pacotes tecnológicos amplamente difundidos, uma vez que as de aquarismo apresentam custo muito elevado. De acordo com o autor, o ideal seria a utilização de rações específicas para peixe ornamental, porém, como consequência ao pequeno volume comercializado e a falta de conhecimento das necessidades nutricionais deste segmento da piscicultura, ainda não existe uma produção específica em larga escala.

A piscicultura atual, em muitos casos, tem como característica a alta densidade de estocagem, restringindo o peixe à busca pelo alimento natural. Dessa forma, sua exigência nutricional é condicionada a ser atendida pela ração fornecida durante o cultivo, promovendo, segundo Takahashi (2005), a alimentação como sendo o fator de maior importância para a administração das criações. Prova disso é o aumento da demanda por ração para peixes, que apresentou crescimento de 15% em 2010, sendo este estimado em 14% para 2011 (SINDIRAÇÕES, 2011).

A formulação de uma dieta deve atender a exigência nutricional de crescimento, reprodução e sanidade (NRC, 1993). O conhecimento das exigências nutricionais dos peixes está relacionado com a produtividade e economicidade dos sistemas de produção, em que a alimentação representa 70% dos custos totais (MEER et al., 1995), bem como o aproveitamento eficiente dos nutrientes das dietas (PORTZ et al., 2000). Desse modo, o conhecimento sobre nutrição e alimentação de peixes é essencial para o sucesso da piscicultura.

O ajuste das exigências nutricionais de cada espécie aliado ao emprego de técnicas avançadas na fabricação das rações, aumenta a biodisponibilidade de nutrientes, melhorando sua assimilação pelos peixes (KIANG, 1998). O desbalanço de qualquer nutriente em uma ração pode trazer sérios riscos ao sistema de produção e problemas de distúrbios nutricionais dos animais (TACON, 1992).

Quanto ao processamento, a extrusão necessita alta temperatura e pressão, causando modificações físicas e químicas nos alimentos, provocando uma maior exposição dos nutrientes contidos no interior das células à ação digestiva, melhorando a eficiência alimentar dos peixes (KIANG, 1993). Dentre as diversas vantagens obtidas nesse processo, destacam-se a melhor digestibilidade do amido, da proteína e da gordura, a fluabilidade da ração na água, bem como a eliminação de fatores antinutricionais, devido à alta temperatura durante o processamento (RAMOS, 1993).

#### 1.4.1 O Fósforo

Os peixes podem obter certos minerais diretamente da água de criação, porém o fósforo é um mineral essencial que deve ser fornecido pela dieta (LALL, 2002). Em geral, os valores de fósforo são ajustados com ingredientes aditivos, isto é, componentes individuais utilizados na formulação a fim de ajustar primordialmente seu teor.

O fósforo é um mineral fundamental para todas as formas de vida (HARDY e GATLIN, 2002), representando 70% dos minerais totais no corpo juntamente com o cálcio, e possui diversas funções: componente essencial para a formação de coenzimas, fosfolipídios e ácidos nucleicos, e na transferência de energia através de ATP (BASF, 2000), bem como componente estrutural de tecidos, como ossos, dentes e escamas (HARDY e GATLIN, 2002).

Com finalidade zootécnica, o fósforo ainda está envolvido no controle do apetite e na eficiência alimentar (MCDOWELL, 1992), e seu fornecimento inadequado pode levar a graves consequências em termos de desempenho reduzido, mortalidade excessiva e redução na qualidade de carcaça (WALDROUP, 1999). No entanto, o fósforo é um poluente ambiental e, quando na forma de fitato, é também um fator antinutricional (WIESMANN et al., 1988) por não ser digerido em animais monogástricos devido à ausência da enzima fitase no trato gastrointestinal.

Para rações formuladas com base em proteína do farelo de soja o fósforo é o nutriente mais limitante (FURUYA et al., 2004). As plantas retiram grande parte dos seus nutrientes do solo, e na fase de maturação do grão há translocação destes elementos para sementes e, no caso do fósforo, na forma de ácido fítico (JONGBLOED, 1987). Por causa do seu grupo ortofosfato, altamente ionizado, o ácido fítico forma complexos com cátions, com alguns aminoácidos através dos grupos amina e, ainda, com moléculas conjugadas de glicose, especialmente a do amido, e quando complexado com o fosfato de cálcio inibe a ação da alfa-amilase (DESHPANDE e CHERYAN, 1984), diminuindo assim a solubilidade do amido e sua digestibilidade (KNUCKLES e BETSCHART, 1987). Este complexo categoriza o fitato como um fator antinutricional, por diminuir a digestibilidade de vários nutrientes, como aminoácidos e energia (MORRIS, 1986).

A expansão da produção aquícola é, em grande parte, o resultado da intensificação da atividade, com um maior grau de entrada de alimentação e saída de resíduos por sistema de criação (HARDY e GATLIN, 2002), comumente com altos níveis de fósforo no efluente, que contribuem para a poluição do ecossistema aquático e,

eventualmente, causa a eutrofização das águas doces naturais. Assim, a quantidade de fósforo a ser fornecido aos animais em cultivo deve ser a que não comprometa o crescimento dos peixes, nem contamine o meio ambiente. Coloso et al. (2002) relataram que os níveis de fósforo no efluente podem ser diminuídos através da redução de seus teores nos alimentos e/ou através da melhoria da utilização da dieta pelos peixes. Esta abordagem nutricional deve estar de acordo com os níveis de exigência dietética de fósforo, considerando sua proporção disponível aos peixes.

Baseado nestes preceitos, o trabalho teve como objetivo avaliar a resposta em parâmetros zootécnicos e hematológico à inclusão de diferentes níveis de fósforo em dietas para kinguio (*Carassius auratus*).

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na estufa do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAq, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *Campus* de Toledo, por 232 dias. O período experimental foi subdividido em 3 fases. A fase I compreendeu o período de 16/09/2010 a 27/11/2010, a fase II de 28/11/2010 a 02/03/2011 e a fase III de 03/03/2011 a 12/05/2011.

Foram utilizados 200 alevinos de kinguio (*C. auratus*), com peso, comprimento padrão e total inicial médio de  $3,11 \pm 0,50$ g,  $3,68 \pm 0,23$ cm e  $5,11 \pm 0,31$ cm, respectivamente. Os indivíduos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, em 20 tanques-rede de  $0,15 \text{ m}^3$  cada, confeccionados em malha sombrite e instalados em um tanque circular de alvenaria com capacidade de  $25 \text{ m}^3$  (Figura 1), provido de aeração constante. Periodicamente foram realizadas trocas parciais de água para compensar as perdas por evaporação.



**Figura 1.** Distribuição das unidades experimentais no tanque circular de 25m<sup>3</sup>.  
FONTE: Arquivo pessoal

As dietas foram formuladas com 30% de proteína bruta e 2900 kcal.kg<sup>-1</sup> de energia digestível (Tabela 1), com o objetivo de ser isoproteicas, isoenergéticas e isocalcíticas, com concentrações de 0,65, 0,80, 0,95, 1,10 e 1,25% de fósforo na dieta, fornecido através da adição de fosfato bicálcico. Os ingredientes selecionados e utilizados na elaboração das dietas foram moídos individualmente em moedor tipo martelo, TRAPP 2CV - 220V Monofásico - TRF-400, com peneira 0,5 mm, misturados e homogeneizados de acordo com os tratamentos.

**Tabela 1.** Composição percentual das rações utilizadas no experimento.

Ingredientes %	Níveis de Fósforo (%)				
	0,65	0,80	0,95	1,10	1,25
Farelo de Soja	43,68	43,77	43,86	43,94	44,06
Milho	27,11	26,65	26,19	25,71	29,39
Quirera de arroz	10,00	10,00	10,00	10,00	5,72
Farinha vísceras aves	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Farinha de peixe	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	3,56	3,65	3,74	3,84	4,04
Calcário	2,09	1,56	1,03	0,51	0,00
Glúten de milho	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix*	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-Metionina	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Propionato	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Fosfato bicálcico	0,01	0,82	1,63	2,45	3,24
<b>Total (%)</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Nutrientes</b>					
Amido (%)	24,47	24,17	23,89	23,60	22,75
Cálcio (%)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Energia digestível (kcal/kg)**	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Fósforo total (%)	0,65	0,80	0,95	1,10	1,25
Gordura (%)	5,91	5,99	6,06	6,14	6,44
Lisina (%)	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
Metionina + cistina (%)	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Proteína bruta (%)	30	30	30	30	30

\*Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000UI; vit. D3 - 250.000UI; vit. E - 5.000mg; vit. K3 - 500mg; 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 - 10.000mg; biotina - 10mg; Inositol - 1.000; nicotinamida - 7.000; colina - 10.000mg; Co - 10mg; Cu - 1.000mg; Fe - 5.000mg; I - 200mg; Mn - 1500mg; Se - 30mg; Zn - 9.000mg.

\*\* Energia digestível para jundiá (*Rhamdia* sp).

Após a mistura dos ingredientes, a ração passou pelo processo de extrusão (Figura 2), à temperatura de 120°C, com matriz de 2,0mm, e a secagem foi realizada em estufa com ventilação forçada, Tecnal-TE – 39413, por um período de 48h a 55 °C.



**Figura 2.** Equipamento utilizado para a extrusão das rações experimentais.

FONTE: Arquivo pessoal.

No período inicial, nos dois primeiros meses, a ração foi submetida à trituração antes de ser fornecida com o intuito de melhorar e facilitar a ingestão do alimento pelos animais. O arraçoamento dos peixes foi realizado quatro vezes ao dia, às 8h, 11h, 14h e 17h, *ad libitum*, até a saciedade aparente dos peixes.

As variáveis físicas e químicas da água, pH, condutividade elétrica ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) e oxigênio dissolvido ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) foram mensuradas semanalmente com os respectivos equipamentos, Hanna HI 8314, Hanna HI 99301e Hanna HI 9146, a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) foi monitorada diariamente, quatro vezes ao dia, com termômetro de bulbo de mercúrio.

Ao final do experimento, os peixes foram mantidos em jejum por 24h, para esvaziamento do trato gastrointestinal. Após serem retirados das unidades experimentais foram anestesiados com solução de benzocaína ( $75 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (GOMES et al., 2001) durante 15 minutos, e posteriormente pesados em balança semi-analítica Gehaka-Bg 4000, classe 2, e medidos.

Após a anestesia dos animais iniciou-se a coleta de 1,0mL de sangue para cada indivíduo via punção da veia caudal, utilizando-se seringas descartáveis contendo EDTA (10%). Para determinação do fósforo no plasma sanguíneo, utilizou-se o kit para determinação de fosfato inorgânico pelo método fosfomolibdato colorimétrico, marca ANALISA, sendo o resultado expresso em mg/dL.

Utilizou-se 0,1 mL de soro, ao qual foi adicionado 2,5 mL de água destilada, uma gota do redutor e uma gota do molibdato. Após este procedimento, a solução foi agitada para homogeneização e deixada em repouso por dois minutos à temperatura ambiente, acrescentando-se, posteriormente, duas gotas da solução tampão. Na sequência fez-se a agitação da solução e então esta foi mantida em repouso à temperatura ambiente por cinco minutos, sendo posteriormente realizada a leitura em espectrofotômetro com absorvância de 650 nm.

Para o preparo da solução padrão utilizou-se 0,1 mL do padrão, este com concentração de 5,0 mg/dL, 2,5 mL de água destilada, uma gota de redutor e uma gota do molibdato. Em seguida, a solução foi agitada para homogeneização e deixada por dois minutos em repouso sob temperatura ambiente. Acrescentaram-se duas gotas da solução tampão, agitou-se a solução, aguardou-se cinco minutos em temperatura ambiente. Esta solução foi submetida à leitura em espectrofotômetro com absorvância de 650 nm.

Para o preparo da solução branco, utilizaram-se 2,5 mL de água destilada, uma gota do redutor e uma gota do molibdato, agitando-se a solução até sua

homogeneização. Deixou-se a solução em repouso por dois minutos sob temperatura ambiente. Em seguida, acrescentaram-se duas gotas da solução tampão, agitou-se e manteve-se em repouso por cinco minutos sob temperatura ambiente, sendo feita, na sequência, a leitura em espectrofotômetro com absorvância de 650 nm.

Cinco peixes de cada unidade experimental, após o mesmo processo de anestesia, foram triturados inteiros para análise de composição química segundo AOAC (2000), avaliando-se a proteína bruta (PB), o extrato etéreo (EE), a matéria mineral (MM), a umidade (UM) e o fósforo (P).

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância no programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas UFV, 2007) e, em caso de diferença, submetidos ao teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos parâmetros de qualidade de água (Tabela 2), a concentração de oxigênio dissolvido (OD) manteve-se acima de 5,0mg/l, que, de acordo com Ostrensky e Boeger (1998) é a faixa ideal de concentração do gás na água para o cultivo de peixes.

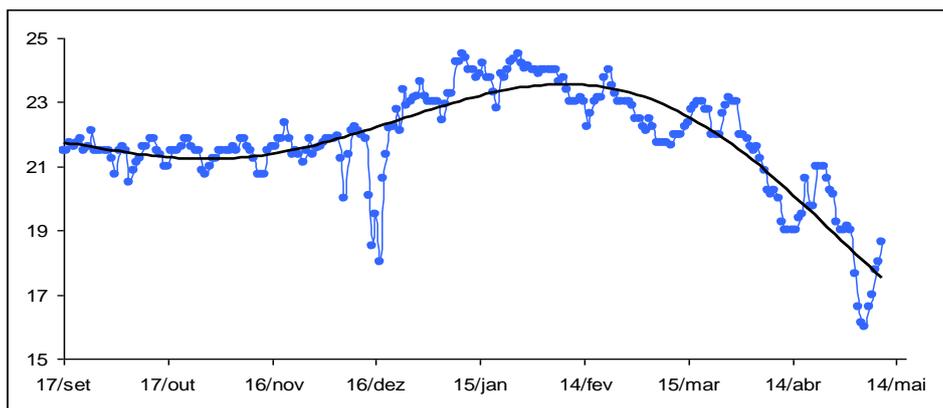
**Tabela 2.** Parâmetros de qualidade de água, oxigênio dissolvido (OD), pH e condutividade elétrica (CE), mensurados durante o período experimental.

Períodos	Parâmetros de qualidade de água		
	OD (mg/L)	pH	CE (mS/cm)
FASE I	5,78	7,60	0,03
FASE II	6,48	7,33	0,03
FASE III	6,00	7,40	0,04

De acordo com Galli e Torloni (1984), os valores de pH e OD situaram-se na faixa ideal para piscicultura, entre os limites de 5 e 9 para pH e superior à 3mg/l para OD, sendo este um nível específico para a carpa.

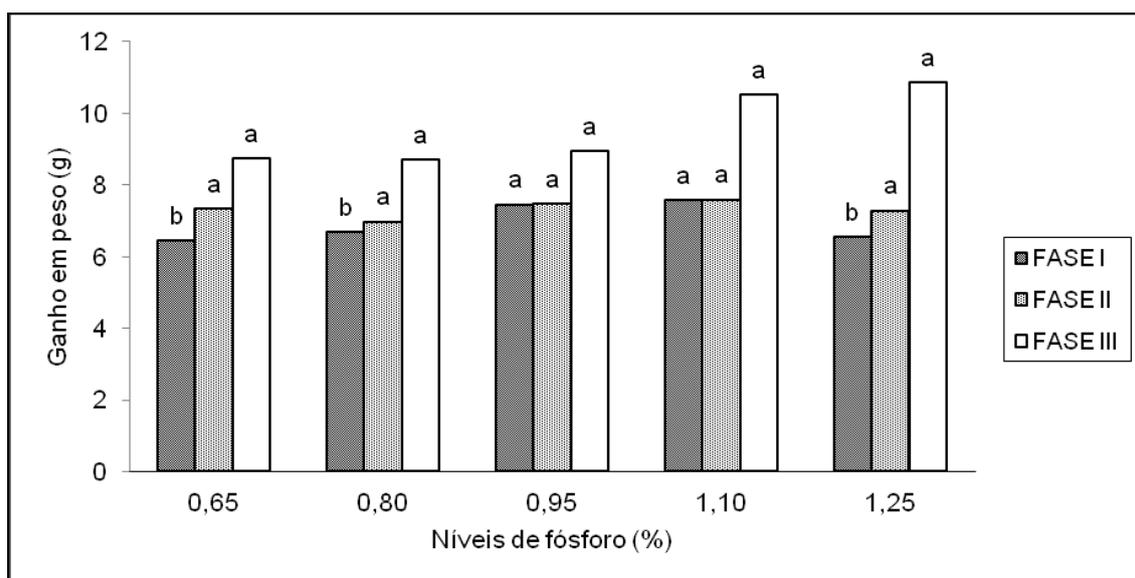
Os valores de condutividade elétrica estão de acordo com os sugeridos por Boyd (1990) como adequados para a criação de peixes.

A faixa de temperatura ideal para o crescimento de carpa (*Cyprinus carpio*) situa-se entre 16 °C e 28 °C (OSTRENSKY e BOEGER, 1998). Destacando que kinguios e carpas pertencem à mesma família, *Cyprinidae*, pode-se estender estas temperaturas para o cultivo de kinguios, assim, a temperatura média manteve-se dentro deste intervalo, com oscilações de 16 a 24,5°C (Figura 3).



**Figura 3.** Variação da temperatura média durante o período experimental.

O ganho de peso médio diferiu estatisticamente na Fase I ( $P < 0,05$ ), sendo que os tratamentos de 0,95 e 1,10% de fósforo apresentaram superioridade neste parâmetro (Figura 4).



**Figura 4.** Parâmetro de ganho em peso (GP) do kinguio (*C. auratus*) nas fases I, II, e III avaliadas, alimentados com dietas suplementadas por diferentes níveis de fósforo.

Devido à proximidade dos valores de ganho em peso para os níveis de 0,95 e 1,10% de fósforo sugere-se que a exigência, nesta fase, esteja entre esses intervalos de suplementação. O aproveitamento de nutrientes da dieta pelos peixes é determinado pela sua capacidade em metabolizar tais nutrientes (LÖNNERDAL et al., 1988), pois níveis superiores influenciam negativamente o aproveitamento e, por conseqüência seu desempenho produtivo (SANDSTRÖM, 2001). Quando atendida a exigência do mineral pelos peixes, o excedente, embora absorvido, não é metabolizado e pode acarretar a

eutrofização do meio em sistemas de cultivo gerando possíveis danos na produtividade e contaminação ambiental (MIRANDA et al., 2000a).

Elangovan e Shim (1998) em estudo para juvenis de barbo tigre (*Barbus tetrazona*) também observaram influência dos níveis de suplementação para o ganho de peso. Para carpa (*Cyprinus carpio*), Ogino e Takeda (1976) observaram maior ganho de peso com 0,7% de fósforo na dieta.

Para alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), Miranda et al. (2000b) também verificaram variação significativa no ganho em peso. Contrários a este resultado, Miranda et al. (2000a) não verificaram diferença para o ganho em peso dos níveis de fósforo avaliados para a mesma espécie.

Se comparados os valores de ganho em peso para as diferentes fases observa-se exigência superior de fósforo na fase I, resultado semelhante ao encontrado por Pinto (2008), que ressalta o fato de animais mais jovens apresentarem taxa metabólica elevada, resultando, dentre outros aspectos, no aumento da exigência mineral. Discordando destes resultados, Shearer (1995) observou que a exigência de fósforo para peixes em fase de juvenis é maior que para alevinos, apresentando diminuição na fase adulta.

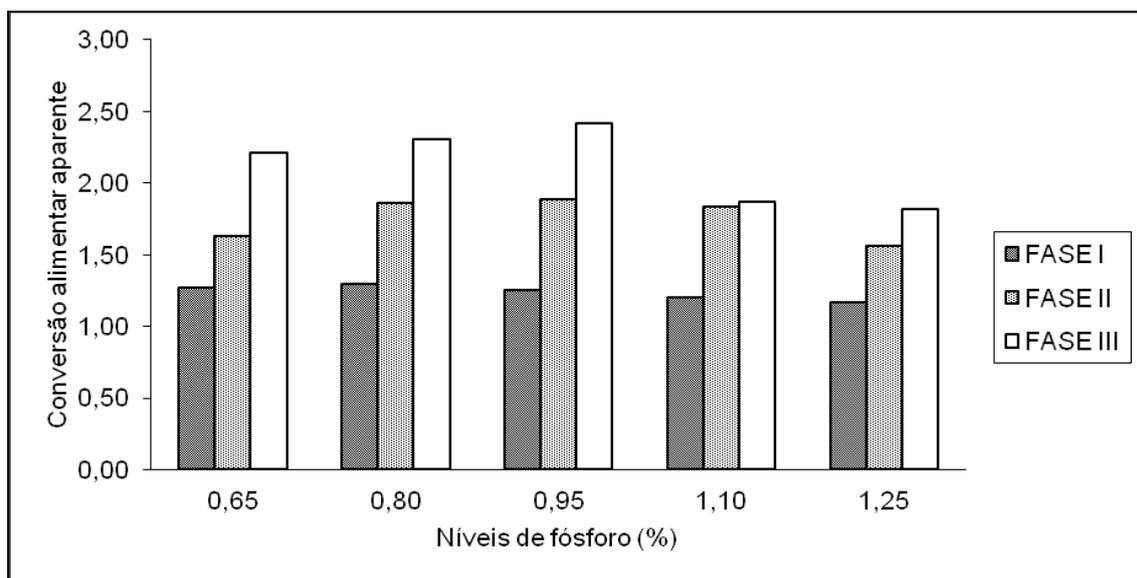
Observa-se que, quando levado em conta o período experimental total, o ganho em peso não apresenta variação significativa, porém observa-se melhora gradativa superior à 14% neste parâmetro entre os níveis de 0,80 a 1,10% de fósforo. Observando a mesma tendência, Ribeiro et al. (2006) atribuíram a ausência de significância ao alto coeficiente de variação.

Não foi observada tendência entre o acréscimo de fósforo que resultasse na diminuição do GP, acreditando-se que nenhum dos níveis avaliados estivesse acima da exigência do animal. Nwanna et al. (2008) constataram diminuição no crescimento de Catfish africano (*Heterobranchus bidorsalis*) alimentados com dietas contendo fósforo além do requisito ideal, corroborando com Coloso et al. (2002), para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Quando em excesso, o fósforo pode reduzir a síntese protéica e a disponibilidade de zinco da dieta (SATO et al., 1996), reduzindo a produtividade dos animais cultivados.

O melhor índice de conversão alimentar aparente (CAA) foi obtido no tratamento com suplementação de 1,25% de fósforo ( $P < 0,05$ ) quando avaliado o período experimental completo. Este resultado foi observado em cada fase

experimental, porém sem diferir estatisticamente quando analisado por períodos (Figura 5).

A CAA piorou no decorrer do período experimental, corroborando com Henken et al. (1986) que verificou maior eficiência e aproveitamento do alimento por peixes mais jovens.



**Figura 5.** Parâmetro de conversão alimentar aparente (CAA) do kinguio (*C. auratus*) nas fases I, II, e III avaliadas, alimentados com dietas suplementadas por diferentes níveis de fósforo.

Avaliando níveis crescentes de inclusão de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), Ribeiro et al. (2006) observaram resultados próximos ao deste estudo (1,10%), e superiores ao sugerido por Watanabe et al. (1980) (0,90%).

Observa-se piora na CAA para os peixes alimentados com os menores níveis de fósforo ( $P > 0,05$ ). Corroborando com estes resultados, Pezzato et al. (2006) afirmam que suplementação de fósforo insuficiente geralmente é expressa em piora da CAA.

Também constatou-se piora da CAA na fase III, podendo estar relacionada à diminuição da temperatura neste período, fato que influencia diretamente o metabolismo dos peixes, intervindo em parâmetros como índice de conversão alimentar aparente (PIEDRAS et al., 2004), reprodução e ingestão de alimento pelos peixes, em parâmetros estruturais, funcionais e bioquímicos, e podendo atuar como agente potencializador de efeitos negativos de toxinas e interagir com outros fatores abióticos (OLIVEIRA, 2003), como a solubilidade do oxigênio dissolvido.

Não houve variação significativa ( $P < 0,05$ ) para os parâmetros de comprimento total (CT), comprimento padrão (CP) e taxa de sobrevivência (SOB) nas fases I, II e III (Tabela 3). Corroborando com este estudo, Pimentel-Rodrigues e Oliva-Teles (2001), também não observaram piora no crescimento de juvenis de gilthead sea bream (*Sparus aurata*).

**Tabela 3.** Desempenho do kinguio (*C. auratus*) para os parâmetros de comprimento padrão (CP), comprimento total (CT) e taxa de sobrevivência (SOB) nas fases I, II e III avaliadas, alimentados com dietas suplementadas por diferentes níveis de fósforo.

Fase	Parâmetros	Níveis de suplementação de fósforo ( $10\text{g.kg}^{-1}$ de ração)					CV%
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
I	CP (cm)	4,80±0,47	4,93±0,45	4,89±0,49	4,88±0,57	4,89±0,48	3,41ns
	CT (cm)	6,91±0,47	7,05±0,55	7,09±0,64	6,96±0,68	6,99±0,64	3,03ns
	SOB (%)	100±0,00	97±0,50	97±0,50	100±0,00	100±0,00	3,47ns
II	CP (cm)	5,96±0,67	6,00±0,53	6,01±0,62	6,08±0,73	6,11±0,71	4,13ns
	CT (cm)	8,84±1,01	9,02±0,94	9,14±0,92	8,96±1,14	8,98±1,29	3,40ns
	SOB (%)	100±0,00	97±0,50	97±0,50	100±0,00	100±0,00	3,47ns
III	CP (cm)	6,51±0,90	6,51±0,78	6,56±0,95	6,86±0,97	6,81±0,89	5,54ns
	CT (cm)	10,16±1,04	10,43±1,12	10,43±1,34	10,29±1,43	10,31±1,32	3,99ns
	SOB (%)	100±0,00	97±0,50	97±0,50	100±0,00	100±0,00	3,47ns

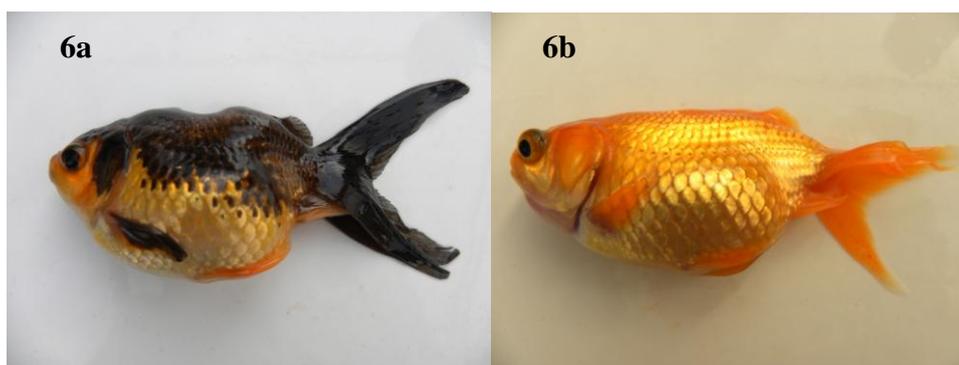
CV= coeficiente de variação.

Em estudos com carpa (*C. carpio*), Ogino e Takeda (1976) não observaram diferença para o crescimento entre os níveis de 0,67 a 1,45%, obtendo o melhor resultado com 0,6-0,7% de fósforo, enquanto que os peixes alimentados com dietas contendo níveis de fósforo inferiores a 0,5% apresentaram crescimento reduzido, resultado semelhante ao encontrado por Pezzato et al. (2006). No presente estudo, provavelmente, este resultado não foi verificado devido à ausência de níveis de fósforo tão baixos.

O índice de sobrevivência nas fases II e III são os acumulados da primeira fase, único período em que houve mortalidades. Corroborando com estes resultados, Furuya et al. (2008) também não constataram efeitos dos níveis de fósforo na taxa de sobrevivência.

Nos tratamentos com os menores níveis de suplementação de fósforo (0,65 e 0,80%) foram observados animais com deformidades na coluna vertebral (Figura 6a). Ogino e Takeda (1976) também relatam diversos sinais de deficiência de fósforo, entre os quais destacaram deformidade do osso frontal e da curvatura da coluna vertebral.

Verificou-se também a existência de animais com má formação do opérculo para o tratamento com menor nível de fósforo (0,65%) (Figura 6b). Esta deformidade pode ser devida ao baixo nível de inclusão do mineral, uma vez que este atua de forma essencial na mineralização dos ossos (FURUYA et al., 2008), aumentando os casos de deformidades quando não suplementado em quantidade adequada (SUGIURA et al., 2004).



**Figura 6.** Exemplares de kingiuo (*C. auratus*) que apresentaram deformidades na coluna vertebral (Figura 6a) e no opérculo (Figura 6b), submetidos à dieta contendo 0,65% de fósforo.

Confirmando ambos os resultados Cheng et al. (2005) descrevem que juvenis de Garoupa malabar (*Epinephelus malabaricus*) alimentados com dietas deficientes em fósforo apresentaram deformidades. Alimentando trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) com dietas isentas de minerais, Ogino e Kamizono (1975) observaram, no período de duas semanas, escoliose e lordose nos animais sobreviventes, resultado diferente do encontrado por Pezzato et al. (2006), que não constataram deformações aparentes na carcaça de alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*).

Dentre os parâmetros avaliados de composição bromatológica dos animais (Tabela 4), apenas a concentração da matéria mineral diferiu entre os tratamentos, tendo seu incremento proporcional ao aumento da suplementação de fósforo na dieta ( $P < 0,05$ ).

A baixa suplementação de fósforo na dieta prejudica a deposição de minerais na carcaça e nos ossos dos peixes (RODEHUTSCORD e PFEFFER, 1995; FURUYA et al., 2008), resultando em concentrações inferiores de fósforo e matéria mineral (OGINO et al., 1979). Este resultado foi observado neste estudo, porém sem significância ( $P > 0,05$ ) para o fósforo.

**Tabela 4.** Composição bromatológica de kinguio (*C. auratus*) alimentados com rações suplementadas de diferentes níveis de fósforo.

Parâmetros	Níveis de suplementação de fósforo (10g.kg <sup>-1</sup> de ração)					CV (%)
	0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Proteína bruta	14,03a	14,82a	15,07a	16,95a	18,46a	20,19
Extrato etéreo	17,60a	20,05a	20,75a	20,00a	18,55a	13,33
Matéria mineral	2,30c	2,54c	2,64bc	3,00ab	3,14a	9,12
Umidade	65,4a	63,9a	62,5a	62,15a	61,50a	4,91
Fósforo	0,48a	0,50a	0,50a	0,52a	0,52a	8,69

CV= coeficiente de variação. Valores na mesma linha com letras diferentes são estatisticamente diferentes através do teste de Duncan (P<0,05).

Os valores de fósforo e cinzas foram próximos aos obtidos por Shamber (2008), avaliando a exigência de fósforo para tilápia do nilo (*O. niloticus*) na terminação.

Em outros estudos não foram encontradas diferença na composição corporal da carcaça de *gilthead sea bass* (PIMENTEL-RODRIGUES e OLIVA-TELES, 2001); *sea bass* Europeu (OLIVA-TELES e PIMENTEL-RODRIGUES, 2004), e truta arco-íris (COLOSO et al., 2002).

Baixos níveis de fósforo na dieta resultam na diminuição dos níveis plasmáticos do mineral, uma vez que a baixa oferta do mineral pela dieta não favorece sua absorção, como o que ocorre para outros minerais (LALL, 2002).

Quanto à concentração do fósforo plasmático, não foi observada diferença estatística entre os níveis avaliados, porém há relação positiva entre o aumento do fósforo na dieta com seu acréscimo no sangue (Tabela 5). Corroborando com estes resultados, Cheng et al. (2005) observaram que o fósforo plasmático dos animais alimentados com dieta deficiente de fósforo era menor do que os submetidos à suplementação adequada do mineral.

**Tabela 5.** Concentração de fósforo plasmático de kinguio (*C. auratus*) alimentados com rações com suplementação de diferentes níveis de fósforo.

Parâmetros	Níveis de suplementação de fósforo (10g.kg <sup>-1</sup> de ração)					CV (%)
	0,65	0,8	0,95	1,1	1,25	
P plasmático*	6,49	7,05	7,42	6,95	7,80	21,61ns

\* Expresso em mg/dL. CV= coeficiente de variação.

Em dietas de truta alimentadas com níveis de fósforo adequados, houve variação (P>0,05) na concentração de fosfato inorgânico no plasma entre 2,3 e 6,5 mmol.l<sup>-1</sup> (KNOX et al., 1981; 1982), confirmando que suplementação de fósforo acima

da exigência pelos peixes não promovem incremento de sua concentração plasmática (COWEY et al., 1977).

De acordo com Rodehutschord (1996), a duração do período de fixação (preparo do material para a leitura) ou situações de estresse antes da coleta do sangue podem influenciar nos valores obtidos.

Geralmente o nível plasmático de fósforo inorgânico é de 3,1 mg/dL, (DA SILVA e COZZOLINO, 2007), valor inferior ao encontrado no presente estudo para todos os tratamentos.

Miller et al. (1983) observaram concentração de 8,68mg/dL de fósforo inorgânico para truta (*Salmo gairdneri*), valor maior que o apresentado neste estudo, provavelmente devido à espécie estudada possuir características alimentares e de habitat diferentes daqueles da truta. Resultados semelhantes ao deste trabalho foram encontrados para a carpa comum (7,35 a 8,43 mg/dL) (DOTTA et al., 1985).

#### 4 CONCLUSÃO

O kinguio apresentou exigência diferenciada de fósforo de acordo com o peso corporal, atendida na fase inicial do estudo com suplementação de 0,95%, e sua composição mineral esteve correlacionada ao aumento dos níveis de suplementação de fósforo na dieta ao longo do período experimental.

#### 5 REFERÊNCIAS

AOAC - **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis. 17. ed. Maryland: USA, 2000.

APPA – National Pet Owners Survey. **Pet Owner Trends 2009/2010**. Disponível em: <<http://furminator.petbusiness.com>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

BASF, 2000. **Phosphorus as an Essential Nutrient, Anti-Nutritional Factor and Environmental Pollutant**. Disponível em: <<http://www.basf.com/businesses/consumer/animalnutrition>>. Acesso em: 01 ago. 2011.

BEITINGER, T. L.; BENNETT, W. A. Quantification of the role of acclimation temperature in temperature tolerance of fishes. **Environment Biology Fisheries**, v. 58, n. 3, p. 277-288, 2000.

BOTELHO, G. **Síntese da História da Aquariofilia**. Editora Interciência, 1990. 88p.

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

CHAO, N. L.; PRANG, G.; PETRY, P. **Maintenance and Sustainable Development of Ornamental Fisheries in the Rio Negro Basin, Amazonas, Brazil**. In: Conservation and Management of Ornamental Fish Resources of the Rio Negro Basin, Amazonas – Projeto Piaba. Manaus: Universidade do Amazonas, 2001. p. 3-14.

CHENG, A. C.; WU, J. D.; YANG, S. D., LIU, C. H. Dietary phosphorus requirement of juvenile Malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). **Journal of Fish Society Taiwan**, v. 32, n. 1, p. 41-52, 2005.

COLOSO, R. M.; KING, K.; FLETCHER, J. W.; HENDRIX, M. A.; SUBRAMANYAN, M.; WEIS, P.; FERRARIS, R. P. Phosphorus utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed practical diets and its consequences on effluent phosphorus levels. **Aquaculture**, v. 220, p. 801-820, 2002.

COWEY, C.; KNOX, D.; ADRON, J. W.; GEORGE, S.; PIRIE, B. The production of renal calcinosis by magnesium deficiency in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal of Nutrition**, v. 38, p. 127-135, 1977.

DA SILVA, A. Y. H.; COZZOLINO, S. M. F. **Fósforo**. In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2. ed. Barueri-SP: Manole Interesse Geral, 2007. p. 447-458.

DESHPANDE, S. S.; CHERYAN, M. Effects of phytate, divalent cations and their implications on alpha-amylase activity. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 516-519, 1984.

DOTTA, J.; GRÜNDLING, M. C. D. P.; MOCELIN, R. S. P.; MACHADO, C. M. B.; RIEGEL, R. E.; SANTOS, R. P. Avaliação de alguns parâmetros bioquímicos do sangue da carpa comum (*Cyprinus carpio*) submetida a diferentes tratamentos e a diferentes épocas. **Revista Científica do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 177-184, 1985.

ELANGOVAN, A.; SHIM, K. F. Dietary phosphorus requirement of juvenile tiger barb, *Barbus tetrazona* (Bleeker, 1855). **Aquarium Sciences and Conservation**, v. 2, n. 1, p. 9-19, 1998.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Aquicultura Ornamental no Mundo**. 2006. Disponível em: <<http://www.conselhos.mg.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura**. Roma, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/sofia/es>>. Acesso em: 22 ago. 2011.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Global Aquaculture Production**. Roma, 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 24 maio 2011.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of Food and Agriculture**. Roma, 1996. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/003/w1358e/w1358e00.htm>>. Acesso em: 09 jun. 2011.

FISHING-WORLD RECORDS. **World Records Freshwater Fishing**. 2005. Disponível em: <<http://www.fishingworldrecords.com>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

FISHSTAT PLUS. **Universal software for fishery statistical time series**. Version 2.3. FAO Fisheries Department, Fisheries information, Data and Statistics Unit, 2008.

FURUYA, W. M.; FUJII, K. M.; SANTOS, L. D.; SILVA, T. S. C.; SILVA, L. C. R.; MICHELATO, M. Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-Nilo (35 a 100 g). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 961-966, 2008.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in fish-meal-free diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, v. 35, n. 12, p. 1110-1116, 2004.

GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. **Criação de Peixes**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1984.

GOMES, L. C.; CHIPPARI-GOMES, A. R.; LOPES, N. P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 32, n. 4, p. 426-431, 2001.

HARDY, R. W.; GATLIN, D. M. **Nutritional Strategies to Reduce Nutrient Losses in Intensive Aquaculture**. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 2002, Cancun. Memórias... Cancun, México, p. 23-34. 2002.

HENKEN, A. M.; MACHIEL, M. A. M.; DEKKER, W. ; HOGENDOORN, H. The effect of dietary protein and energy content on growth rate and feed utilization of the African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). **Elsevier**, Amsterdam, v. 58, p. 55-74, 1986.

IBAMA. **Estatística da pesca 2007**. Brasil: Grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Ibama/Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: 12 fev. 2011.

JONGBLOED, A. W. **Lelystad Rapport I.V.V.D**. 16. ed. London: Rapport I.V.V.D., 1987. 343 p.

KAWANABE, H.; YUMA, M.; NAKAMURA, I.; FAUSH, K. D. **Fish biology in Japan: an anthropology in Honour of Hiroya Kawanabe**. Norwell: Springer, 1998. 410 p.

KIANG, M. J. **La extrusion como herramienta para mejorar el valor nutritivo de los alimentos**. In: **Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura**. Nuevo León. Anais... Nuevo León: Universidad de Nuevo León, 1993. p. 415-429.

KIANG, M. J. **Principles of aquaculture feed production by cooking extruder**. In: CHANG, Y. K.; WANG, S. S., MONTEROS, J. E. **Advances in extrusion technology: aquaculture animals feeds and foods**. Águas de Lindóia, SP., 1998. p. 107-114.

KNOX, D.; COWEY, C.; ADRON, J. W. The effect of low dietary manganese intake on rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal Nutrition**, v. 46, p. 495-501, 1981.

KNOX, D.; COWEY, C.; ADRON, J. W. Effects of dietary copper and copperzinc ratio on rainbow trout *Salmo gairdneri*. **Aquaculture**, v. 27, p. 111-119, 1982.

KNUCKLES, B. E.; BETSCHART, A. A. Effect of phytate and other myo-inositol phosphate esters on alpha-amylase digestion of starch. **Journal of Food Science**, v. 52, p. 719-721, 1987.

KUTTY, M. N.; PILLAY, T. V. R. **Aquaculture: principles and practices**. Oxford: Fishing News Books, 1990. 503p.

LALL, S. P. **The Minerals**. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. **Fish Nutrition**. 3. ed. New York: Academic Press, 2002. p. 159-308.

LANDAU, M. **Introduction to aquaculture**. Nova Iorque: John Wiley & Sons Inc., 1991. 440 p.

LIMA, A. O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C. E. M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 65, p. 14-24, 2001.

LÖNNERDAL, B.; HENDRICKX, D.; BURNS, R. A.; KEEN, C. L. Effect of phytate removal on Zn absorption from soy formula. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, p. 1301-1306, 1988.

MCDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Animal Science Department. Gainesville, USA, 1992. 660 p.

MEER, M. B.; MACHIELS, M. A. M.; VERDEGEM, M. C. J. The effect of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v. 26, n. 12, p. 901-909, 1995.

MILLER, W. R.; HENDRICKS, A. C.; CAIRNS, J. R. Normal ranges for diagnostically important hematological and blood chemistry characteristics of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 40, n. 4, p. 420-425, 1983.

MIRANDA, E. C.; PEZZATO, A. C.; PEZZATO, L. E.; FURUYA, W. M. Disponibilidade aparente de fósforo em ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, p. 669-675, 2000a.

MIRANDA, E. C.; PEZZATO, A. C.; PEZZATO, L. E.; GRANER, C. F.; ROSA, G. J.; PINTO, L. G. Q. Relação cálcio/fósforo disponível em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2162-2171, 2000b.

MITCHELL, B. D. Aspects of growth and feeding in golden carp, *Carassius auratus*, from South Australia. **Transactions Royal Society of South Australia**, v. 6, n. 103, p. 137-144, 1979.

MORRIS, E. R. **Phytate and mineral bioavailability**. In: GRAF, E. **Phytate Chemistry and Application**. Minneapolis: Pilatus, 1986. p.57-76.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção de pescado aumenta 25% nos últimos oito anos**. 2010. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: 04 mar. 2011.

NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Fish**. N.W. Washington, D.C. National Academy Press, 1993. 124 p.

NWANNA, L. C.; ADEBAYO, I. A.; OMITOYIN, B. Effect of different levels of phosphorus on growth and mineralization in African giant catfish *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffrey Saint Hillarie, 1809). **Journal of Applied Sciences Environmental Management**, v. 12, n. 4, p. 25-32, 2008.

OGINO, C.; KAMIZONO, M. Mineral requirements in fish. Effects of dietary salt-mixture levels on growth, mortality and body composition in rainbow trout and carp. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 41, n. 4, p. 429-434, 1975.

OGINO, C., TAKEDA, H. Mineral requirements in fish III. Calcium and phosphorus requirements in carp. **Bulletin of the Japanese Journal of Scientific Fisheries**, v. 45, n. 12, p. 1527-1532, 1976.

OLIVEIRA, A. M. B. de M. S. **Substituição de fontes protéicas de origem animal por fontes protéicas de origem vegetal em rações para o “Black bass” *Micropterus salmoides***. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ-USP, Piracicaba-SP. 2003.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Porto Alegre: Guaíba/Agropecuária, 1998. 211 p.

PEZZATO, L. E.; ROSA, M. J. S.; BARROS, M. M.; GUIMARÃES, I. G. Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1600-1605, 2006.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 177-182, 2004.

PIMENTEL-RODRIGUES, A.; OLIVA-TELES, A. M. Phosphorus requirement of gilthead sea bream (*Sparus aurata L.*). **Aquaculture Research**, v. 32, p. 157-161, 2001.

PINTO, L. G. Q. Exigências dietárias e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu-SP, 2008. 82p.

PORTZ, L.; DIAS, C. T. dos S.; CYRINO, J. E. P. Regressão Segmentada como Modelo na Determinação de Exigências Nutricionais de Peixes. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 601-607, 2000.

RAMOS, A. Q. **Aplicaciones y tendencias de la tecnologia de extrusion – Coccion**. In: **Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. Nuevo León**. Anais... Nuevo León: Universidad de Nuevo León, 1993. p. 465-477.

RANA, K. J. **Guidelines on the collection of structural aquaculture statistics**. Supplement to the Program for the world census of agriculture 2000. FAO Statistical Development. Series 5b, 1997, 56 p.

RIBEIRO, F. A. S.; FERNANDES, J. B. K. Sistemas de criação de peixes ornamentais. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, setembro-outubro, p. 34-39, 2008.

RIBEIRO, F. A. S.; JÚNIOR, J. R. C.; FERNANDES, J. B. K.; NAKAYAMA, L. Cadeia produtiva do peixe ornamental. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 112, p. 36-45, 2009.

RIBEIRO, F. A. S.; JÚNIOR, J. R. C.; FERNANDES, J. B. K.; NAKAYAMA, L. Comércio brasileiro de peixes ornamentais. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 110, p. 54-59, 2008.

RIBEIRO, F. A. S.; LIMA, M. T.; FERNANDES, J. B. K. Panorama do Mercado de Organismos Aquáticos Ornamentais. **Boletim ABLimno**, Rio Claro, v. 2, n. 38, 2010, 15p.

RIBEIRO, F. A. S. Panorama mundial do mercado de peixes ornamentais. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 108, p. 32-37, 2008.

RIBEIRO, F. B.; LANNA, E. A. T.; BOMFIM, M. A. D.; DONZELE, J. L.; FREITAS, A. S.; SOUSA, M. P.; QUADROS, 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.

RODEHUTSCORD, M. Response to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growing from 50 to 200 g to supplements of dibasic sodium phosphate in a semipurified diet. **Journal of Nutrition**, v. 126, n. 1, p. 324-331, 1996.

RODEHUTSCORD, M.; PFEFFER, E. Effects of supplemental microbial phytase on phosphorus digestibility and utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Water Science and Technology**, v. 31, n. 10, p. 143-147, 1995.

ROSA, J. C. S.; SILVA, J. W. B.; OLIVEIRA, J. W. B. Propagação artificial do peixe japonês *Carassius auratus* (Linnaeus, 1766) GUNTHER, 1870, com extrato de hipófise. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 25, p. 44-52, 1994.

SAEG- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Centro de Processamento de Dados - UFV/CPD. SAEG - **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa: UFV, 1982. 52p.

SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. Nutrient requirements of ornamental fish. **Aquatic Living Resources**, Cambridge, v. 16, n. 6, p. 533-540, 2003.

SANDSTRÖM, M. Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. **British Journal of Nutrition**, v. 85, n. 2, p. 181-185, 2001.

SATOH, S.; PORN-NGAM, N.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T. Influence of dietary phosphorus levels on growth on mineral availability in rainbow trout. **Fisheries Science**, v. 62, p. 483-487, 1996.

SECEX - SISTEMA DE ANÁLISE DE INFORMAÇÕES DO COMÉRCIO EXTERIOR – ALICEWEB, 2010. Disponível em: <<http://www.aliceweb.gov.br>>. Acesso em: 12 de mar. 2011.

SHEARER, K. D. The use of factorial modeling to determine the dietary requirements for essential elements in fishes. **Aquaculture**, v. 133, p. 57-72, 1995.

SINDIRAÇÕES – SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Indústria de ração cresceu mais de 5% em 2010. Setor de alimentação animal. **Boletim informativo do setor**, mar. 2011.

TACON, A. G. J. **Nutritional fish pathology**. Rome: FAO, 1992. 75p.

TAKAHASHI, N. S. **Nutrição de Peixes**. Instituto de Pesca, 2005. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br>>. Acesso em: 21 abr. 2011.

VIDAL Jr, M. V. **Produção de Peixes Ornamentais**. Viçosa: CPT, 2003. 234 p.

WATANABE, T.; TAKEUCHI, L.; MURAKAMI, A.; OGINO, C. The availability to *Oreochromis niloticus* of phosphorus in white fish meal. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 46, n. 7, p. 897-900, 1980.

WIESMANN, D.; SCHEID, H.; PFRFFER, E. Water pollution with phosphorus of dietary origin by intensively fed rainbow trout (*Salmo gairdneri rich*). **Aquaculture**, v. 69, p. 263-270, 1988.

ZUANON, J. A. S.; HISANO, H.; FALCON, D. R.; SAMPAIO, F. G.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para fêmeas de beta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 987-991, 2007.

ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; BALBINO, E. M.; SARAIVA, A.; QUADROS, M.; FONTANARI, R. L. Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1893-1896, 2006.