

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

ODAIR DIEMER

**FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO DE PACUS (*Piaractus mesopotamicus*) CRIADOS
EM TANQUES-REDE**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2011

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

ODAIR DIEMER

**FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO DE PACUS (*Piaractus mesopotamicus*) CRIADOS
EM TANQUES-REDE**

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. Aldi Feiden

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2011

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

ODAIR DIEMER

**FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO DE PACUS (*Piaractus mesopotamicus*) CRIADOS
EM TANQUES-REDE**

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”.

Marechal Cândido Rondon, ____ de _____ de ____

BANCA EXAMINADORA

À

Minha mãe Ilse e meu irmão Leandro

que me deram todo o apoio para mais essa vitória.

Aos

Meus amigos do GEMAp

Pelo auxílio, estímulo e companheirismo.

Aos

Meus sobrinhos Alan e Bruna

que trazem alegria para toda família.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo Deus, pela dádiva da vida.

À minha família que tanto amo, em especial minha mãe Ilse e meu irmão.

Aos professores da Pós-Graduação em Zootecnia pelos ensinamentos.

Ao professor orientador Dr. Wilson Rogério Boscolo pelas oportunidades, atenção, orientação e amizade.

Ao professor co-orientador Dr. Aldi Feiden pelas oportunidades, incentivo e amizade.

Aos estagiários e técnicos do GEMaQ pelas contribuições durante a realização do experimento.

Ao GEMaQ por ter disponibilizado recursos e a estrutura para o desenvolvimento do estudo.

Ao convênio 4500008796, firmado entre Itaipu Binacional e Grupo de Estudos em Manejo na Aqüicultura (GEMaQ)/UNIOESTE.

RESUMO

FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO DE PACUS (*Piaractus mesopotamicus*) CRIADOS EM TANQUES-REDE

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico, as características da carcaça, os parâmetros hematológicos e bioquímicos, a composição química e a qualidade da água na criação de pacus em tanques-rede no reservatório da Itaipu Binacional alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo total. Foram utilizados 3000 peixes com comprimento médio inicial de $17,85 \pm 0,57$ cm e peso inicial médio de $115,23 \pm 11,61$ g distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições em 20 tanques-rede, sendo a unidade experimental composta por um tanque com 150 peixes. Os tratamentos foram constituídos por cinco rações elaboradas de modo a conterem níveis de fósforo total de 0,60; 0,75; 0,90; 1,05 e 1,20% através da suplementação de fosfato bicálcico e fornecidas três vezes ao dia às 9h00, 14h00 e 17h00 até a saciedade aparente. Os níveis de 0,60 a 1,20% de fósforo total na ração podem ser utilizados na alimentação de pacus criados em tanques-rede sem que haja comprometimento do desempenho dos animais. Pode-se recomendar comercialmente a utilização de 0,60% de fósforo total em rações para pacus proporcionando bom desempenho zootécnico e principalmente diminuindo o efeito poluidor das rações.

Palavras-chave: Aquicultura, nutrição de peixes, manejo alimentar, peixe nativo.

ABSTRACT

PHOSPHORUS IN FEED PACU (*Piaractus mesopotamicus*) CREATION NET-CAGES

This study aimed to evaluate the growth performance, carcass characteristics, haematological and biochemical parameters, chemical composition and water quality in the creation of pacu in cages in the reservoir of Itaipu Binational fed diets containing different levels of phosphorus total. Were 3000 fish used with initial average length of 17.85 ± 0.57 cm and average weight of 115.23 ± 11.61 g distributed in a completely randomized design with five treatments and four replicates in 20 tanks, and the experimental unit consists of a tank with 150 fish. The treatments consisted of five foods prepared in order to contain phosphorus levels of 0.60, 0.75, 0.90, 1.05 and 1.20% by supplementation of dicalcium phosphate and given three times daily at 9:00 am, 14:00 and 17:00 until satiation. Levels of 0.60, 0.75, 0.90, 1.05 and 1.20% of total phosphorus in the diet can be used to feed pacus raised in cages without any commitment. You can recommend the use of commercially 0.60% of total phosphorus in the diet of pacu providing good growth performance and especially reducing the pollution effect of the diets.

Key Words: Aquaculture, fish nutrition, feed management, native fish.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais com diferentes níveis de fósforo total.....	18
Tabela 2. Parâmetros referentes ao desempenho de pacus (<i>P. mesopotamicus</i>) alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo total criados em tanques-rede.....	21
Tabela 3. Características da carcaça de pacus (<i>P. mesopotamicus</i>) alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo total criados em tanques-rede.	23
Tabela 4. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de pacus (<i>P. mesopotamicus</i>) alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo total criados em tanques-rede.	24
Tabela 5. Valores dos parâmetros abióticos analisados na criação de pacus (<i>P. mesopotamicus</i>) alimentados com rações contendo diferentes níveis fósforo total. ..	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Situação atual da aqüicultura.....	10
2.2 Espécie estudada.....	11
2.3 Cultivo de peixes em tanques-rede	12
2.4 Alimentação e nutrição do pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)	13
2.5 Nutrição mineral em peixes.....	15
2.6 Fósforo na nutrição de peixes.....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é largamente encontrado nas bacias do rio Paraná, Paraguai e Uruguai, sendo pertencente da superordem Ostariophysi, de onde estão os peixes de maior valor comercial na pesca e na aquicultura brasileira. Apresenta hábito onívoro, se alimentando de folhas, sementes, caules, flores e frutos, porém, havendo a necessidade e oportunidade se alimenta de insetos, aracnídeos, moluscos e peixes. É uma espécie promissora para aquicultura, pois apresenta rápido crescimento, rusticidade ao manejo, fácil adaptação a alimentação artificial e grande aceitação pelo mercado consumidor (URBINATI e GONÇALVES, 2005).

O Brasil tem potencial para aquicultura como poucos países do mundo pela quantidade de águas marítimas e continentais. No entanto, somente 1% dos corpos d'água provenientes de barramento, lagos, lagoas, açudes, depósitos de águas pluviais e remansos de rios foram liberados para produção de pescado (OSTRENSKY et al., 2008). O aproveitamento dos recursos hídricos existentes tem proporcionado o desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede, que é uma alternativa de investimento de menor custo e maior rapidez de implantação, apontada como um agronegócio capaz de melhorar as condições sociais, ambientais e econômicas de uma região.

A criação de peixes em tanques-rede depende de tecnologias específicas para que seu sucesso seja alcançado de modo satisfatório tanto no aspecto comercial quanto ambiental. Por se tratar de unidades produtivas restringidas em termos de espaço e volume, os animais ali confinados estão privados da livre circulação e, portanto da busca por locais que apresentam melhores condições de sobrevivência e desenvolvimento. Conseqüentemente, torna-se fundamental o fornecimento de rações nutricionalmente balanceadas que atendam as exigências metabólicas dos organismos cultivados.

Os estudos relacionados às necessidades nutricionais dos peixes vêm se intensificando, principalmente com relação a fontes minerais que permitem melhor crescimento, rentabilidade econômica e menor impacto ambiental. Entre os minerais exigidos pelos peixes o cálcio e o fósforo são requeridos em níveis mais elevados quando comparados aos outros elementos minerais (ROBINSON et al., 1987).

O segundo mineral mais importante da estrutura óssea é o fósforo (37% do osso corresponde ao cálcio e 16% ao fósforo), existindo estreita relação entre estes dois minerais. Estruturalmente o fósforo ocorre como hidroxapatita nos tecidos ósseos atribuindo-lhes rigidez, resistência e suporte, como fosfolipídios fazendo parte da maioria das membranas biológicas e organelas intracelulares (DA SILVA e COZZOLINO, 2007). Contudo, os peixes podem absorver o fósforo e o cálcio da água através das brânquias, mas o fósforo em uma taxa muito menor que o cálcio (HEPHER, 1988). Portanto, os peixes não obtêm o fósforo suficientemente do ambiente, assim é necessário suplementar as rações com esse elemento.

A importância da suplementação do fósforo através da adição de fosfato bicálcico foi observada por Boscolo et al. (2005) ao determinarem as exigências nutricionais de fósforo total para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Os autores constataram que a ração contendo 0,80% de fósforo total (Pt)/kg de ração proporcionou um ganho de peso 61% superior em comparação a ração contendo 0,40%.

O fósforo se destaca por ser de grande importância fisiológica e também ser o principal agente eutrofizante do meio aquático. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico, as características da carcaça, os parâmetros hematológicos e bioquímicos, a composição química e a qualidade da água na criação de pacus (*P. mesopotamicus*) em tanques-rede no reservatório da Itaipu Binacional alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo total.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Situação atual da aquicultura

A aquicultura tem apresentado, desde a década de 1970, taxas de crescimento superiores há outros sistemas terrestres de produção de carne (FAO, 2010). Por isso, a produção pesqueira mundial aumentou de 139.803.000 toneladas em 2007 para 142.287.000 em 2008, sendo a maior parte desta produção proveniente de águas continentais. Esse crescimento contribuiu significativamente para que o pescado corresponda por aproximadamente 20% da proteína animal consumida pela população mundial. Embora existam indícios que a taxa de crescimento da aquicultura mundial

possa ter alcançado o seu limite, é possível que continue elevada para algumas regiões e espécies (FAO, 2010).

A produção brasileira de pescado aumentou 25% nos últimos oito anos passando de 990.899 toneladas anuais para 1.240.813 (MPA, 2011). Somente a piscicultura teve uma elevação de 60,2% em 2008 e 2009, na comparação com 2007. Contudo, o ritmo de crescimento da aquicultura continental pode ser ainda maior, principalmente devido às condições hidrográficas que o Brasil apresenta. Ainda, segundo Godinho (2007), no Brasil são produzidas comercialmente cerca de 40 espécies de peixes de água doce.

Além disso, estima-se que a aqüicultura já contribua com 5,0% da produção de proteína animal brasileira, apresentando um ritmo de crescimento muito superior à média nacional na última década. Nenhum outro setor da economia brasileira pode crescer tanto quanto a produção de pescados (OSTRENSKY et al., 2008).

2.2 Espécie estudada

O pacu (*P. mesopotamicus*) é um peixe representante da superordem Ostariophysi na qual estão situados os peixes de maior valor comercial na pesca e piscicultura brasileira (URBINATI e GONÇALVES, 2005). Esta espécie é pertencente a ordem Characiforme, família Characidae e da subfamília Mylenae, sendo originária da bacia do Prata, podendo ser encontrada nas bacias do rio Paraná, Paraguai e Uruguai e seu comprimento máximo pode chegar até 533 mm (GRAÇA e PAVANELLI, 2007).

A criação inicial de pacu no Brasil é realizada em sistema semi-intensivo de produção, havendo como consequência baixas taxas de sobrevivência. De acordo com Bock e Padovani (2000), após 30 dias de cultivo inicial, a taxa de sobrevivência desta espécie mantém-se em torno de 35 e 50%. No entanto, valores de sobrevivência inferiores têm sido reportados na literatura. Uma alternativa promissora para esta espécie é a produção intensiva em laboratório, que resulta em taxas de sobrevivência superiores às obtidas em sistema semi-intensivo (JOMORI et al., 2003). No entanto, a transição no fornecimento do alimento vivo para o inerte ainda representa um entrave para sua produção intensiva.

No Brasil o pacu destaca-se por apresentar grande potencial para a piscicultura intensiva devido à adaptabilidade ao cultivo, menor exigência de proteína e não exigir grandes quantidades de farinha de peixe na sua dieta (FERNANDES et al., 2000), e ainda, pelas boas taxas de crescimento e grande aceitação pelo mercado consumidor (BITTENCOURT, 2008)

Em meio às diversas espécies nativas aptas à criação em tanques-rede, o jundiá (*Rhamdia quelen*), curimba (*Prochilodus lineatus*) e o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) despertam grandes interesses. Porém, segundo SILVA (2008) avaliando a viabilidade econômico-financeira de investimento em projetos aquícolas, especificamente em tanques-rede para espécies nativas no reservatório de Itaipu, verificou-se que para o jundiá e a curimba é inviável a criação e o pacu torna-se uma espécie viável, que apresenta melhor adaptabilidade ao sistema de produção e as condições climáticas.

2.3 Cultivo de peixes em tanques-rede

O cultivo de peixes em tanques-rede é definida como a criação de peixes em um volume limitado de água, mas que permite a livre e constante circulação de água (BALDISSEROTTO e RADÜNZ NETO, 2004). As unidades produtivas são estruturas flutuantes de variados formatos e tamanhos, constituídos por redes ou telas que permitem a passagem livre da água (BEVERIDGE, 1996).

O Decreto N° 2.869 de nove de dezembro de 1998, regulamentou a utilização de águas públicas para a exploração da aquicultura. Sua implantação depende de estudos que avaliem a viabilidade econômica com a sustentabilidade ambiental, evitando assim conflitos no uso de recursos hídricos e promovendo o desenvolvimento regional. Posteriormente o Decreto n° 4.895 de 25 de novembro de 2003 definiu que os espaços físicos em corpos d'água da União poderão ter uso autorizado para fins da prática de aquicultura.

Desta forma, o aproveitamento dos recursos hídricos existentes tem proporcionado o desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede, destacando-se em especial os reservatórios de usinas hidrelétricas que são usados para os mais variados fins, inclusive o cultivo de peixes em tanques-rede apresentando-se como uma importante alternativa para a diminuição da pressão sobre os recursos pesqueiros,

além de gerar empregos e renda para as populações ribeirinhas. Este sistema de produção é uma alternativa de investimento de menor custo e maior rapidez de implantação, sendo apontada como um agronegócio capaz de melhorar as condições sociais, ambientais e econômicas de uma região, em especial no combate à fome e à exclusão social (AYROSA et al., 2006).

Neste panorama o estado do Paraná destaca-se pela quantidade de recursos hídricos existentes, entre eles o reservatório de Itaipu, caracterizado pela extensão de 170 km com uma superfície de 1.350 km², de Foz do Iguaçu a Guaíra. O lago de Itaipu possui uma capacidade de suporte para produzir 6.237 toneladas de peixes por ano e instalação de 7.779 tanques-rede, nos três parques aquícolas demarcados e licenciados, com apoio da Itaipu Binacional. No entanto, estima-se que o potencial produtivo é maior (INFORMATIVO CULTIVANDO ÁGUA BOA, 2010).

2.4 Alimentação e nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Arraçoamentos eficientes e a máxima utilização dos nutrientes dos alimentos são as principais preocupações dos aquicultores diante da alta demanda mundial de pescados a curto e médio prazo (OLIVEIRA et al, 2007). O crescimento da piscicultura necessita principalmente de rações balanceadas para permitir o aumento na produtividade com menor impacto ambiental (SILVA et al., 2007).

O cultivo de pacus em tanques-rede é baseado no sistema superintensivo de produção, e a alimentação é totalmente representada por rações balanceadas completas e esses alimentos perfazem grande parte do custo operacional da atividade (EL-SAYED, 1999).

Os primeiros estudos nutricionais com o pacu visaram determinar a exigência da proteína. Carneiro e Castagnolli (1984) utilizando dietas práticas isoenergéticas (3000 kg EM kg⁻¹) com 14, 18, 22 e 26% de PB, concluíram que a dieta com 26% de PB promoveu maior aproveitamento da proteína e maior ganho de peso dos peixes. Brenner (1988) determinou a exigência protéica de alevinos de pacu, usando seis dietas contendo os níveis de 12, 20, 28, 36, 44 e 52% de PB, tendo a caseína como única fonte protéica. Pelo método da regressão determinou a exigência em PB em 35,9% para peixes com peso inicial de 22,2 g.

Além do nível de proteína, a qualidade das fontes protéicas também é fundamental na nutrição de peixes. O pacu, por ser uma espécie onívora, permite a utilização de grande variedade de fontes protéicas na sua alimentação, sejam elas de origem vegetal ou animal. Fernandes et al. (2000) não encontrou efeito da substituição (0, 50 e 100%) da farinha de peixe pelo farelo de soja, em dietas isocalóricas com diferentes níveis de proteína, no desempenho de alevinos.

Diante da necessidade de desenvolver dietas com menor custo e ambientalmente sustentáveis motivou alguns pesquisadores a estudar o uso de lipídios como agente economizador da proteína em dietas para peixes. O efeito economizador da proteína pelos lipídios já foi relatado para várias espécies de peixes (ABIMORAD, 2008). Entretanto, Carneiro (1990) avaliou dietas com 20 e 30% de PB e níveis de energia bruta (EB) de 3600 e 4000 kcal kg⁻¹ para alevinos de pacu mantidos em três diferentes temperaturas – 24, 28 e 32°C – e registrou melhor desempenho dos animais no maior nível de proteína e menor nível de energia (relação PB:ED de 83 mg PB/kcal EB), sob 28 e 32°C, não sendo possível observar efeito economizador da energia sobre a exigência de proteína para esta espécie.

Os pacus, assim como outros peixes, não apresentam exigência em proteína e, sim exigências em aminoácidos, sendo sua quantificação pré-requisito para a formulação de rações que maximizem a utilização da proteína (SHIPTON et al., 2002). Assim, a suplementação de aminoácidos pode ser uma alternativa para maximizar a utilização da proteína, promovendo melhora no crescimento, além de benefícios econômicos e ambientais. Muñoz-Ramírez e Carneiro (2002) compararam o desempenho de pacus alimentados com dietas contendo 22% de PB, suplementada com níveis de lisina e metionina, com uma dieta controle de 26% de PB sem suplementação. Os autores concluíram que a suplementação não foi suficiente para maximizar o desempenho dos animais.

2.5 Nutrição mineral em peixes

Os peixes necessitam de aproximadamente 30 elementos naturais que são essenciais para seu desenvolvimento, entre eles está a matéria mineral ou cinza presente principalmente na carcaça dos peixes no qual é constituída de elementos

minerais dos quais sete estão presentes em grandes quantidades e dezesseis em pequenas quantidades (DAVIS e GATLIN III, 1996).

Os minerais têm grande importância na alimentação dos peixes, sendo responsáveis na manutenção e desenvolvimento do esqueleto, na sustentação dos sistemas coloidais e na regulação do equilíbrio ácido-base, além de participar como constituintes imprescindíveis de algumas vitaminas, hormônios e ativadores enzimáticos (LALL, 2002).

Os minerais: cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, cloro e enxofre representam 2,72% do peso vivo do animal. Estes são necessários em quantidades altas e, assim, são quantificados em gramas ou porcentagens. Outros dezoito elementos minerais, entre eles: cobalto, cobre, ferro, manganês, zinco aparecem no corpo dos animais em baixas concentrações e, desta forma são quantificados em miligramas ou microgramas (PINTO, 2008).

Ao contrário da maioria dos animais terrestres, os peixes possuem a capacidade de absorver alguns elementos minerais tanto das dietas quanto do ambiente externo (LALL, 2002). De acordo com Watanabe et al. (1997) dos minerais dissolvidos na água, os peixes podem suprir parte das exigências nutricionais de cálcio, magnésio, sódio, potássio, ferro, zinco, cobre, cobalto e selênio. Outros minerais como fósforo, cloro, enxofre, manganês e iodo, são absorvidos mais efetivamente de fontes alimentares.

Alguns micros minerais essenciais na vida de vertebrados superiores não têm sido reportados como essenciais em peixes (LALL e LEWIS-MCCREA, 2007). Mesmo que a maioria dos minerais essenciais conhecidos para animais terrestres também sejam considerados necessários para algumas espécies de peixes, deve-se apenas considerar as exigências quantitativas para cinco micro minerais são eles: ferro, cobre, manganês, zinco, e iodo (WATANABE et al., 1997).

2.6 Fósforo na nutrição de peixes

Na natureza o fósforo se encontra amplamente distribuído em combinação com outros elementos. O fosfato na forma livre também é conhecido como fósforo inorgânico. O fosfato covalentemente ligado aos açúcares, às proteínas e a outros

componentes da célula é chamado fósforo orgânico. As concentrações de fósforo total nos tecidos variam entre 7,8 e 20,2 mg/g de proteína, com exceção das células especializadas de alto conteúdo de ácido ribonucléico (RNA) e dos tecidos nervosos de alto teor de mielina onde o fósforo é mais abundante (DA SILVA e COZZOLINO, 2007).

O fósforo é requerido para manutenção normal das funções metabólicas e fisiológicas dos animais, e a carência de um mineral essencial na dieta pode levar a vários sinais de deficiência, como baixo desempenho e mineralização óssea deficiente (DATO-CAJEGAS e YAKUPITIYAGE, 1996). A digestibilidade de lipídeos, carboidratos e conseqüentemente da energia é prejudicada em peixes alimentados com dietas deficientes em fósforo (RODEHUTSCORD et al., 2000).

O fósforo pode ser absorvido da água através das brânquias, mas a uma taxa muito pequena, conseqüentemente, os peixes não obtém esse mineral suficientemente do ambiente, e devido ao fato de o fósforo contido nos alimentos de origem vegetal ser parcialmente indisponível, as rações para peixes são usualmente suplementadas com fosfatos (LI et al., 1996).

Praticamente todos os alimentos contêm fósforo em sua composição, mas sua disponibilidade é variável entre as diferentes espécies de peixe (HEPHER, 1988). Processamentos como a peletização e extrusão melhoram a eficiência de retenção de energia e proteína diminuindo consideravelmente a produção de resíduos devido a mudanças físicas e químicas provocadas nos nutrientes e também em função de uma melhor estabilidade da ração na água. Contudo, Ballestrazzi e D'agaro (1998) não observaram redução na excreção de fósforo pela peletização e extrusão. De acordo com McDowell (1995) a absorção de fósforo é dependente de sua solubilidade e o grau de moagem do alimento pode influenciar a utilização do mineral.

De acordo com Steffens (1987), as necessidades de fósforo dos peixes dependem, entre outras coisas, da constituição do trato digestório e do tipo de fonte de fósforo. As espécies que dispõem de estômago podem absorver mais eficientemente os fosfatos de baixa solubilidade que os peixes sem estômago.

As informações sobre a exigência de fósforo para cada espécie e a disponibilidade deste nutriente nos alimentos são fundamentais para a formulação de

rações de baixo custo e que minimizem a excreção para o meio (PEÑAFLORIDA, 1999).

Nos efluentes de piscicultura, o fósforo juntamente com o nitrogênio ocasionam elevadas taxas de eutrofização. Tal processo pode comprometer a qualidade da água e, no caso de domínios de cianobactérias, prejudicar as características organolépticas dos peixes ou ainda produzir compostos tóxicos aos peixes (VAN DER PLOEG e BOYD, 1991).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de 08 de fevereiro a 03 de maio 2010, totalizando 85 dias experimentais, realizado no Centro de Desenvolvimento de Tecnologia para Piscicultura em Tanques-rede/ ITAIPU BINACIONAL/UNIOESTE localizada no Refúgio Biológico do município de Santa Helena – PR entre as coordenadas geográficas W 54° 21' 196, S 24° 51' 105, W 54° 21' 078, S 24° 51' 192 e W 54° 21' 224, S 24° 51' 143.

Foram utilizados 3000 peixes com comprimento médio inicial de $17,85 \pm 0,57$ cm e peso inicial médio de $115,23 \pm 11,61$ g distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições em 20 tanques-rede, com dimensões de 1,5 x 2,0 x 2,0 m (comprimento x largura x profundidade) totalizando 5 m³ de volume útil, sendo a unidade experimental composta por um tanque com 150 peixes.

Os tratamentos foram constituídos por cinco rações elaboradas de modo a conterem níveis de fósforo total de 0,60; 0,75; 0,90; 1,05 e 1,20% através da suplementação de fosfato bicálcico, sendo as mesmas isoprotéicas, isoenergéticas e isocálcicas e submetidas ao processamento de extrusão na fábrica-escola da UNIOESTE/GEMAq localizada no município de Capitão Leônidas Marques – PR e fornecidas três vezes ao dia às 9h00, 14h00 e 17h00 até a saciedade aparente.

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais com diferentes níveis de fósforo total.

Ingredientes (%)	Níveis de fósforo total (%)				
	0,60 %	0,75 %	0,90 %	1,05 %	1,20 %
Farelo de Soja	41,00	41,10	41,20	41,31	41,41
Milho grão	33,30	32,80	32,26	31,76	31,19
Farelo de trigo	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Farinha vísceras aves	2,98	3,00	3,00	3,00	3,00
Cálcario	2,78	2,26	1,73	1,20	0,68
Farinha de peixes	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Óleo de soja	1,31	1,46	1,60	1,75	1,90
Premix*	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
L-Lisina	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Propionato	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Fosfato bicálcico	-	0,81	1,62	2,44	3,25
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes					
Amido (%)	25,20	24,90	24,57	24,23	23,90
Cálcio (%)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
ED. Pacu (Kcal/Kg)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Fósforo Total (%)	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
Gordura (%)	3,78	3,90	4,03	4,16	4,28
Lisina Total (%)	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
Metionina (%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
PB (%)	27,0	27,00	27,00	27,00	27,00

*Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D3 - 250.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K3 - 500 mg; vit. B1 - 1.500 mg; vit. B2 - 1.500 mg; vit. B6 - 1.500 mg; vit. B12 - 4.000 mg; ác. fólico - 500 mg; pantotenato Ca - 4.000 mg; vit. C - 10.000 mg; biotina - 10 mg; Inositol - 1.000; nicotinamida - 7.000; colina - 10.000 mg; Co - 10 mg; Cu - 1.000 mg; Fe - 5.000 mg; I - 200 mg; Mn - 1500 mg; Se - 30 mg; Zn - 9.000 mg.

Para o monitoramento da qualidade da água foram realizadas três coletas (início, meio e fim do período experimental), sendo obtidas amostras de água de todos os tanques-rede. O oxigênio dissolvido, a temperatura da água, a condutividade

elétrica, a turbidez e o pH foram avaliados "*in situ*", isto é, no local através de potenciômetros portáteis Hanna Instruments®.

As parcelas de água coletadas foram preservadas em garrafas de polietileno escuras e conservadas resfriadas para posterior análise. No Laboratório de Controle de Qualidade do Grupo de Estudos em Manejo na Aquicultura GEMaQ/UNIOESTE localizado na cidade de Toledo-PR, determinaram-se os parâmetros fósforo, ortofosfato, amônia e nitrito, seguindo a metodologia proposta por Mackreth et al. (1978) para o fósforo e ortofosfato, Strickland e Parson (1972) para amônia e nitrito.

Ao final do período experimental, os animais permaneceram em jejum por 24 horas. Posteriormente, foram coletados quatro peixes de cada unidade experimental para a coleta de sangue. Para tanto os animais foram anestesiados com Eugenol® (solução de óleo de cravo) (60 mg.L⁻¹), e, em seguida, por punção caudal, foram coletados, com o auxílio de uma seringa descartável contendo EDTA (10%), dois mL de sangue de cada animal. Essa alíquota foi destinada à contagem do número de eritrócitos em câmara de Neubauer sob microscópio óptico com objetiva de 40 vezes após a diluição do sangue com líquido de Hayem (Collier, 1944). As determinações de hemoglobina e hematócrito foram realizadas segundo metodologia descrita por Collier (1944) e Goldenfarb et al. (1971), respectivamente.

Com os valores obtidos da contagem de eritrócitos, hematócrito e taxa de hemoglobina foram calculados os índices hematimétricos absolutos segundo Wintrobe (1934): volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

As análises bioquímicas para avaliação dos triglicéridios e proteínas do sangue foram coletados 1 mL de soro (sem anticoagulante). As determinações das concentrações foram realizadas utilizando-se "kits" específicos para cada análise Gold Analisa® e a leitura em espectrofotometria com comprimento de onda específico para cada análise.

Posteriormente, coletaram-se todos os peixes dos tanques-rede, sendo anestesiados para a avaliação dos índices zootécnicos de peso final, ganho de peso,

conversão alimentar, sobrevivência taxa de crescimento específico (TCE) e fator de condição (FC). A taxa de crescimento específico foi determinada conforme a equação: $TCE = [(\ln \text{ peso médio final (g)} - \ln \text{ peso médio inicial (g)}) / \text{tempo de experimento (dias)}] \times 100$. O fator de condição foi obtido conforme a fórmula: $FC = [\text{Peso} / (\text{Comprimento total}^3) \times 100]$.

Logo em seguida, foram retirados aleatoriamente, oito animais (seis para avaliação das características da carcaça e dois para avaliação da composição química) de cada tanque-rede, insensibilizados por hipotermia, acondicionados em caixa com gelo e transportados ao Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE/ Campus de Toledo.

No laboratório foram avaliados os seguintes índices de rendimento da carcaça: comprimento total, comprimento padrão, peso total, peso eviscerado, tronco limpo, filé, cabeça, gordura visceral e índice hepatossomático. Para isso os animais foram pesados em balança digital, abertos na região ventral e eviscerados. Em seguida, foram efetuados os cortes referentes a separação da cabeça, nadadeiras, retirada de couro e filé. As vísceras foram colocadas em placas de Petry nas quais foram efetuadas a separação da gordura e do fígado e o material resultante foi pesado em balança analítica.

Dois peixes de cada tanque-rede foram separadas e moídos inteiros para análise da composição química segundo metodologia descrita na AOAC (2005) tendo sido avaliadas a umidade (UM), a proteína bruta (PB), o extrato etéreo (EE) e a matéria mineral (MM).

Os dados referentes aos parâmetros avaliados foram tabulados e submetidos a análise de variância e regressão através do programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas UFV, 1997).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de peso médio inicial, peso médio final, ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico e fator de condição não apresentaram diferença ($P>0,05$) pela análise de variância e regressão (Tabela 2). Ao final do período experimental não foi verificado mortalidade em nenhum dos tratamentos.

Tabela 2 – Parâmetros referentes ao desempenho de pacus (*P. mesopotamicus*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo total criados em tanques-rede.

Parâmetros	Níveis de fósforo total (%)					CV (%)
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
Peso médio inicial (g)	118,33	108,33	115,66	121,50	114,83	10,42 ^{ns}
Peso médio final (g)	383,57	374,56	358,53	384,82	383,73	4,82 ^{ns}
Ganho de peso (g)	265,24	266,22	242,86	263,32	269,40	8,44 ^{ns}
Conversão alimentar aparente	2,67	2,69	2,91	2,69	2,62	8,87 ^{ns}
TCE (%)	1,47	1,55	1,41	1,44	1,51	10,03 ^{ns}
Fator de condição	2,50	2,54	2,43	2,40	2,74	9,41 ^{ns}

ns - não significativo.

Conforme o demonstrado na tabela 2 o pacu apresenta um excelente aproveitamento do fósforo presente nos ingredientes utilizados para a elaboração das rações. De acordo com Dias-Koberstein et al. (2005) o pacu em ambiente natural, alimenta-se basicamente de folhas e de frutas de árvores, o que leva a crer que este peixe possui uma habilidade especial na digestão e na absorção de alimentos. Silva (1985) observou que esta espécie apresenta adaptações alternativas de sua alimentação, não só na composição, mas também no grau de fracionamento dos alimentos encontrados no seu trato digestório, assim consegue maximizar a digestão e absorção e conseqüentemente extrair do alimento o máximo de nutrientes.

Segundo Pezzato et al. (2006) para alevinos de tilápia do Nilo é necessário um nível mínimo de 0,75% de fósforo disponível na dieta, já Furuya et al. (2008a)

determinou a exigência de fósforo disponível em 0,52% para juvenis de tilápia do Nilo. No entanto, o ganho de peso foi superior nos peixes alimentados com quantidades mais elevadas de fósforo, condições essas diferentes à observada no presente estudo com juvenis de pacu, sugerindo que esta espécie apresenta menor exigência de fósforo em comparação a Tilápia.

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que não se faz necessária a suplementação de fósforo através de fosfato bicálcico em rações formuladas com ingredientes convencionais e que contenham 0,60% de fósforo total. Por outro lado, Furuya et al. (2008b) quando avaliaram a adição de fitase em rações para juvenis de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) observaram aumento linear dos níveis de fitase nas dietas sobre o ganho de peso, cinzas na carcaça e nos ossos e efeito quadrático sobre a conversão alimentar, taxa de eficiência protéica e níveis de cálcio e fósforo nos ossos. De maneira geral, os efeitos positivos da adição de fitase sobre o desempenho produtivo e retenção de minerais na carcaça possivelmente está relacionado com a maior disponibilidade do fósforo.

A deficiente suplementação do fósforo nas rações para peixes causa letargia, redução do apetite, baixa taxa de crescimento, coloração escura, agressividade, deficiente mineralização dos ossos, altos teores de lipídeos no filé e no fígado e, em alguns casos, deformações e presença de nódulos nas espinhas dorsais das vértebras (CHENG et al., 2005). Anormalidades estas não verificadas nos peixes do presente estudo.

De acordo com Pinto (2008) as exigências nutricionais de fósforo digestível para Tilápia do Nilo são específicas por fase de produção, sendo mais altas nas etapas iniciais de vida do animal e diminuem progressivamente ao longo do ciclo produtivo. Como o estudo foi realizado com animais com peso aproximado inicial de 110 e final 350 gramas aproximadamente, o que sugere que na fase inicial o pacu pode ter uma exigência maior que 0,60% de fósforo total.

Os resultados das características da carcaça não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre os diferentes tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 – Características da carcaça de pacus (*P. mesopotamicus*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo total criados em tanques-rede.

Parâmetros	Níveis de fósforo total (%)					CV (%)
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
Comprimento total (cm)	25,16	24,37	25,75	25,87	24,25	7,35 ^{ns}
Comprimento padrão (cm)	21,66	20,85	22,37	22,25	21,00	6,94 ^{ns}
Rendimento de carcaça (%)	87,51	87,25	85,44	85,71	86,63	2,29 ^{ns}
Tronco limpo (%)	52,00	56,80	52,60	55,04	54,01	7,11 ^{ns}
Filé (%)	35,10	38,57	40,58	38,21	36,68	11,57 ^{ns}
Cabeça (%)	21,11	19,56	21,88	19,63	19,80	10,70 ^{ns}
Gordura visceral (%)	5,59	6,00	5,25	5,27	5,14	23,41 ^{ns}
Índice hepatossomático	0,57	0,48	0,45	0,51	0,58	33,87 ^{ns}

ns - não significativo.

Os rendimentos de carcaça e tronco limpo foram semelhantes aos encontrados por Bombardelli et al. (2007) para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Os autores obtiveram 84,40 e 57,94%, respectivamente. Contudo, os valores de tronco limpo se mostram superiores ao encontrados por Boscolo et al. (2001) que avaliaram o rendimento de duas linhagens de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tailandesa e comum alcançando 49,46 e 51,39%.

Os valores de rendimento, tronco limpo e gordura visceral são semelhantes aos encontrados por Hilbig (2010) para a mesma espécie. A autora encontrou 88,70, 54,38 e 5,96%, respectivamente, porém, os valores de filé e índice hepatossomático foram diferentes. Esta diferença pode estar associada ao tamanho de peixe. Contudo, o valor de filé é semelhante ao relatado por Gomiero et al. (2003), quando avaliaram o rendimento de carcaça de matrinxã (*Brycon cephalus*) nos diferentes cortes de cabeça.

Os pacus não apresentaram alterações ($P>0,05$) em seus parâmetros hematológicos e bioquímicos nos distintos tratamentos (tabela 4), possibilitando afirmar que todos os animais estavam em bom estado de homeostase e ainda permaneceram dentro dos padrões para a espécie (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004).

Tabela 4. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de pacus (*P. mesopotamicus*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo total criados em tanques-rede.

Parâmetros	Níveis de fósforo total (%)					CV (%)
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
Hemoglobina (g.dL ⁻¹)	10,83	10,33	10,93	10,11	10,57	5,87 ^{ns}
Hematócrito (%)	34,00	31,50	33,77	33,33	32,66	3,13 ^{ns}
Eritrócito (10 ⁶ µL)	1,80	1,72	1,73	1,77	1,80	4,33 ^{ns}
Triglicéridios (mg.dL ⁻¹)	261,97	216,32	255,44	250,13	298,43	26,89 ^{ns}
Proteínas(g.dL ⁻¹)	3,63	3,71	3,44	3,54	3,37	13,54 ^{ns}
VCM	188,57	183,21	195,27	187,86	181,50	4,73 ^{ns}
HCM	60,15	60,07	63,25	57,03	58,68	7,08 ^{ns}
CHCM	3,19	3,28	3,23	3,03	3,24	6,57 ^{ns}

ns - não significativo.

Os resultados de hemoglobina, hematócrito e eritrócito corroboraram com os obtidos por Bittencourt (2008) para a mesma espécie o autor encontrou valores 9,98 g.dL⁻¹, 42,93 % e 1,88 10⁶µL, respectivamente.

Chagas e Val (2003) avaliando parâmetros hematológicos de tambaqui (*Colossoma macropomum*), verificaram que a redução no hematócrito caracterizou anemia nos peixes, o que não foi observado nos peixes alimentados com diferentes níveis de fósforo total.

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água analisados não apresentaram efeito ($P>0,05$) dos diferentes níveis de fósforo total (tabela 5).

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros abióticos analisados na criação de pacus alimentados com rações contendo diferentes níveis fósforo total.

Parâmetros	Níveis de Fósforo (%)					CV (%)
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
Turbidez (NTU)	8,05	7,68	7,70	7,95	7,97	2,55 ^{ns}
pH	7,50	7,56	7,58	7,53	7,59	0,87 ^{ns}
Condutividade elétrica ($\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$)	40,00	46,68	40,00	40,00	46,67	8,55 ^{ns}
Oxigênio ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	5,87	5,99	5,80	5,83	5,77	2,03 ^{ns}
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	30,57	30,67	30,57	30,50	30,67	0,91 ^{ns}
Amônia ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	0,072	0,048	0,081	0,061	0,093	32,0 ^{ns}
Ortofosfato ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	0,022	0,018	0,016	0,014	0,049	76,9 ^{ns}
Nitrito ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	0,008	0,009	0,008	0,008	0,009	16,8 ^{ns}
Fósforo ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	0,058	0,040	0,050	0,037	0,090	48,8 ^{ns}

ns - não significativo.

A lixiviação do fósforo total contido na ração não comprometeu a qualidade da água durante a criação de pacus em tanques-rede, já que o ambiente utilizado para o estudo é aberto, possibilitando a circulação total da água. Provavelmente, se o experimento tivesse sido realizado em ambiente fechado sem renovação de água as características químicas da água seriam alterados, assim, como o relatado por Diemer et al. (2010a) ao verificarem a qualidade da água após a alimentação de jundiás (*Rhamdia voulezi*) com rações contendo diferentes níveis fósforo total.

Os parâmetros de qualidade de água avaliados manteve-se bem próximos dos resultados apresentados por Diemer et al. (2010b) para o mesmo reservatório, quando analisaram a dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes nativos em tanques-rede no reservatório da Itaipu

Binacional. Os autores relataram também que o reservatório apresenta características propícias para o cultivo de peixes em tanques-rede.

Os resultados da composição centesimal do presente trabalho (figura 1) são similares aos encontrados por Bittencourt (2008) quando analisou a composição da carcaça no cultivo de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) sob diferentes densidades em tanque-rede no reservatório de Itaipu. O autor encontrou valores de matéria seca 41,28%, proteína bruta 19,95%, lipídios 21,82 e matéria mineral 3,75%.

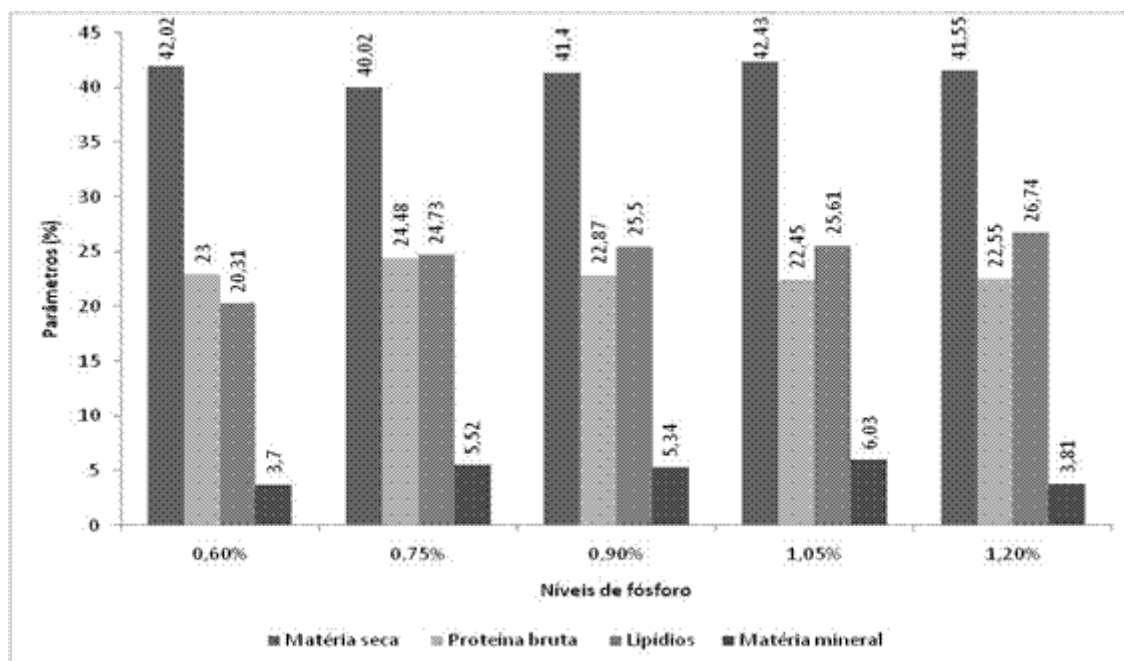


Figura 1. Composição química da carcaça na matéria natural do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) criados em tanques-rede alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo total.

A composição química do pacu encontrado no presente trabalho corrobora com os estudos Arbeláez-Rojas et al, (2002) ao avaliarem a composição corporal de tambaqui (*Colossoma macropomum*), em sistemas de cultivo intensivo e semi-intensivo.

Alguns autores observaram que o aumento no teor de fósforo da dieta resultou em redução do conteúdo de gordura da carcaça e aumento do teor de umidade (Vielma et al., 2002; Roy & Lall, 2003). Esses

autores especularam que a deficiência de fósforo na dieta pode provocar a inibição da β -oxidação dos ácidos graxos, o que aumenta a acumulação de gordura corporal.

5. CONCLUSÃO

Pode-se recomendar comercialmente a utilização de 0,60% de fósforo total na alimentação de pacus criados em tanques-rede proporcionando bom desempenho zootécnico e principalmente diminuindo o efeito poluidor das rações. Assim, a utilização de apenas 0,60% de fósforo total pode diminuir os potenciais impactos que as rações podem causar em ambientes de cultivo e principalmente aumentar a capacidade de suporte do ambiente, conseqüentemente, aumentar a capacidade de produção de determinada área.

6. REFERÊNCIAS

- ABIMORAD, E.G. **Digestibilidade e exigência de aminoácidos para juvenis de pacu, (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2008. 83 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal, 2008.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSI, D. M.; FIM, J. D. I. Composição corporal de tambaqui *Colossoma macropomum* e matrinxã *Brycon cephalus* em sistemas de cultivo intensivo e em igarapé semi-intensivo em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 17, ed. Arlington: 2005, v.1 e v.2.
- AYROZA, D.M.M.R.; FURLANETO, F.P.B.; AYROSA, L.M.S. Regularização dos projetos de tanques-rede em águas públicas continentais de domínio da União no

estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 36, p. 131, 2006.

BALDISSEROTO, B. e RADÜNZ NETO, J. **Criação de jundiá**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. 232 p.

BALLESTRAZZI, R., LANARI, D., D'AGARO, E. Performance, nutrient retention efficiency, total ammonia and reactive phosphorus excretion of growing European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) as affected by diet processing and feeding level. **Aquaculture**, v.161, n 1-4, p.55-65, 1998.

BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. Cambridge, Inglaterra: Fishing News Books, 1996. 351p.

BITTENCOURT, F. **Cultivo de Pacu *Piaractus mesopotamicus* sob Diferentes Densidades em Tanques-rede no Reservatório de Itaipu**. Marechal Cândido Rondon, 2008. 46 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

BOCK, C.L.; PADOVANI, C.R. Considerações sobre a reprodução artificial e alevinagem de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) em viveiros. **Acta Scientiarum**, v.22, p.495-501, 2000.

BOMBARDELLI, R. A.; BENCKE B.C.; SANCHES, E. A. Processamento da carne do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 457-463, 2007.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A.; SIGNOR, A.; GENTELINI, A. L.; SOUZA, B. E. Exigência de fósforo para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 27, p. 87-91, 2005.

BUREAU, D.P., CHO, C.Y. Phosphorus utilization by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): estimation of dissolved phosphorus waste output. **Aquaculture**, v.179, p.127-140, 1999.

BRENNER, M. **Determinação da exigência de proteína do pacu (*Colossoma mitrei* Berg, 1895)**. 87 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

CARNEIRO, D. J. **Efeito da temperatura na exigência de proteína e energia em dietas para alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. 59 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1990.

CARNEIRO, D.J.; CASTAGNOLLI, N. **Nutrição do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895), Pisces, Characidae. II Digestibilidade aparente da proteína em dietas isocalóricas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1983, São Carlos. Anais...São Carlos:ABRAQ, 1984.

CHAGAS, E.C.; VAL, A.L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.397-402, 2003.

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

COLLIER, H.B. The standardizations of blood haemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, Ottawa, 50: 550-552, 1944.

DATO-CAJEGAS, C.R.S., YAKUPITIYAGE, A. The need dietary mineral supplementation for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, cultured in a semi-intensive system. **Aquaculture**, v.144, n.1-3, p. 227-327, 1996.

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

DAVIS, D.A.; GATLIN III, D. E.. Dietary mineral requirements of fish and marine crustaceans. **Reviews in fisheries science**, v.4, n. 1, p. 75-90, 1996.

DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; CARNEIRO, D. J.; URBINATI, E. C. Tempo de trânsito gastrintestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 27, n. 3, p. 413-417, July/Sept., 2005

DIEMER, O; BOSCOLO, W. R.; DIETERICH, T. G.; POTRICH, F. R.; ROQUE, L. A. Rações contendo diferentes níveis de fósforo total na alimentação de jundiás (*Rhamdia voulezi*): qualidade da água. In... Anais do II Simpósio Nacional de Engenharia de Pesca, Toledo-PR, 2010a.

DIEMER, O; NEU, D. H.; FEIDEN, A.; LORENZ, E. K.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W. R. Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes nativos em tanques-rede. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 1, p. 24-31, jan./mar. 2010b.

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

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. Rome, 2010. 182p.

FERNANDES, J.B.K., CARNEIRO, D.J., SAKAMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.29, n.3, 246-253. 2000.

FURUYA, W.M.; FUGII, K.M.; SANTOS, L.D.; SILVA, T.S.C.; SILVA, L.C.R.; SALES, P.J.P. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1517-1522, 2008a.

FURUYA, W. M.; MICHELATO, M.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, T. S. C.; SCHAMBER, C. R.; VIDAL, L. V. O.; FURUYA, V. R. B. Fitase em rações para Juvenis de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) **Boletim Instituto da Pesca**, São Paulo, 34(4): 489 - 496, 2008b.

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicada à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 351-360, 2007.

GOMIERO, J. S. G.; RIBEIRO, P. A.P. FERREIRA, M. W. LOGATO, P. V. R. rendimento de carcaça de peixe matrinxã (*Brycon cephalus*) nos diferentes cortes de cabeça. **Ciência agrotécnica**, Lavras. V.27, n.1, p.211-216, jan./fev., 2003.

GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. **American Journal Clinical of Pathology**, Hagerstown, 56(1): 35-39, 1971.

GRAÇA, W. J. e PAVANELLI. C. S. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. Eduem: Maringá: 2007.241 p.

HEPHER, B. **Nutrition of Pond Fishes**. New York: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1988, 388p.

HILBIG, C. C. **Taxa de arraçoamento para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) criados em tanques-rede no reservatório de Itaipu.** Marechal Cândido Rondon, 2010. 46 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

INFORMATIVO CULTIVANDO ÁGUA BOA. Caderno aquíicultura III, Disponível em: <http://www.itaipu.gov.br/aguaboa>, Acesso em 24/07/2010.

JAUNCEY, K.; ROSS, B. **A guide to tilapia feed and feeding.** Scotland: University of Stirling, 1982. 111p.

JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larvicultura periods indoors. **Aquaculture**, v.221, p.277-287, 2003.

LALL, S. P. The minerals. IN: Halver, J. E. e Hardy, R. W. Eds. **Fish Nutrition**, Third Edition, Elsevier Science (USA), p. 259-308, 2002.

LALL, S.P.; LEWIS-MCCREA, L.M. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish — An overview. **Aquaculture**, v.267, p.3–19, 2007.

LI, M.H., ROBINETE, H.R., ROBINSON, E.H. Efficacy of dicalcium and defluorinated rock phosphates as dietary phosphorus sources for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.147, n.1-2, p. 107-114, 1996.

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

McDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition.** London: ACADEMIC PRESS, 1995. 524p.

MUÑOZ-RAMÍREZ, A.P.; CARNEIRO, D.J. Suplementação de lisina e metionina em dietas com baixo nível protéico para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus*

mesopotamicus (Holmberg). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 909-916, 2002.

MPA – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Caderno de consolidação dos dados estatísticos**. Disponível em: www.mpa.gov.br. Acessado jan.2011.

OLIVEIRA, G.R. LOGATO, P.V.R.; FREITAS, R.T.F. Digestibilidade de nutrientes em rações com complexo multienzimático para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p. 1945 - 1952, 2007.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D.. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília-DF, 2008. 276 p.

PEÑAFLORES, A.D. Interaction between dietary levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. **Aquaculture**. v.172, n. 3-4, p. 281-289, 1999.

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**, v.36, n.5, p.1600-1605, 2006.

PINTO, L. G. Q. **Exigências dietárias e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*)**, Botucatu, SP, 2008, Tese, 95 p. Universidade Estadual Paulista.

ROBINSON, E.H., LABOMASCUS, D., BROWN, P.B. et al. Dietary calcium and phosphorus requirements of *Oreochromis aureus* reared in calcium-free water. **Aquaculture**, v.64, p.267-276, 1987.

RODEHUTSCORD, M., GREGUS, Z., PFEFFER, E. Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. **Aquaculture**. v.188, p.383-398, 2000.

ROY, P.K. & LALL, S.P. Dietary phosphorus requirements of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.). **Aquaculture**, v.221, p.451-468, 2003.

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

SILVA, A.J. da. **Aspectos da alimentação do pacu adulto, *Colossoma mitrei* (BERG,1895) (Pisces, Characidae), no Pantanal de Mato Grosso**. 1985. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Zoologia)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Digestibilidade aparente de nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta Amazônica**, v.37, n.1, p.157-164, 2007.

SILVA, J. R. **Análise da viabilidade econômica da produção de peixes em tanques-rede no reservatório de Itaipu**, 2008. 142 p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.

SHIPTON, T.A., BRITZ, P.J., WALKER, R.B. An assessment of the efficacy of two lysine microencapsulation techniques to determine the quantitative lysine requirement of the South African abalone, *Haliotis midae* L. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 221-227, 2002.

STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. **A practical handbook of sea water analysis**. Fish Res. Board of Canada. Ottawa. 310p. 1972.

STEFFENS, W. **Principios Fundamentales de la Alimentation de los Peces**. Zaragoza: EDITORA ACRIBIA S.A., 1987, 275p.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: Villimpress Complexo Gráfico, 2004. 144p.

URBINATI, E.C.; GONÇALVES, F.D. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFSM, 2005. 470p.

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

VIELMA, J.; KOSKEIA J.; RUOHONEN K. Growth, bone mineralization, and heat and low oxygen tolerance in European whitefish (*Coregonus lavaretus L.*) fed with graded levels of phosphorus. **Aquaculture**, v.212, p.321-333, 2002.

WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace mineral in fish nutrition. **Aquaculture**, v.151, p.185–207, 1997.

WINTROBE, M.M. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Hematologica**, Leipzig, 51: 32-49, 1934.