

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

SIDNEI KLEIN

**Níveis de proteína bruta em dietas para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*)
cultivado em tanques rede**

Toledo

2011

SIDNEI KLEIN

**Níveis de proteína bruta em dietas para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*)
cultivado em tanques rede**

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. Wilson Rogério Boscolo

Co-orientador: Prof. Dr. Aldi Feiden

Toledo

2011

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

Klein, Sidnei

K64n Níveis de proteína bruta em dietas para o Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques-rede / Sidnei Klein. -- Toledo, PR: [s.n.], 2010.
44 f.

Orientador: Drº Wilson Rogério Boscolo

Co-Orientador: Drº Aldi Feiden

Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas.

1. Aquicultura 2. Peixe – Alimentação e rações 3. Pacu - (*Piaractus mesopotamicus*) - Nutrição. 4. Pacu - (*Piaractus mesopotamicus*) – Dieta alimentar com proteína 5. Proteínas na nutrição animal 6. Peixe nativo 7. Tanques-rede I. Boscolo, Wilson Rogério, Or. II. Feiden, Aldi, Or. III. T.

CDD 20. ed. 639.375

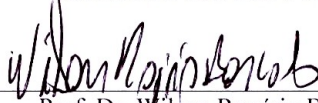
FOLHA DE APROVAÇÃO

SIDNEI KLEIN

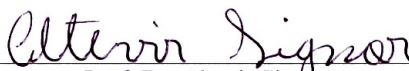
Níveis de proteína bruta em dietas para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*)
cultivado em tanques-rede

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, pela Comissão
Examinadora composta pelos membros:

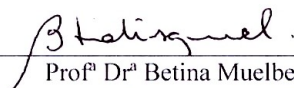
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



Prof. Dr. Altevir Signor
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Prof.ª Dr.ª Betina Muelbert Esquivel
Universidade Federal da Fronteira Sul/ *Campus* de Laranjeiras do Sul

Aprovado em: 18 de fevereiro de 2011.

Local de defesa: sala de treinamentos do GEMAq (Unioeste/*Campus* de Toledo).

DEDICATÓRIA

A Deus,

Pelo dom da vida

Aos

Meus pais

Ilgon e Iracema Klein,

pelo amor, ensinamentos e sacrifícios que
permitiram chegar até este momento
proporcionando oportunidades inigualáveis.

Minha eterna gratidão, admiração, amor e respeito.

A

Minha amada noiva

Margarete, pelo amor, apoio incondicional e amizade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela oportunidade e pelo ensino gratuito e de qualidade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca pela atenção, oportunidade e pelo ensino de qualidade.

Ao Gemaq, pela oportunidade ímpar, de retornar à vida acadêmica.

Ao professor, orientador e amigo Dr. Wilson Rogério Boscolo pelas oportunidades, incentivo, compreensão e, principalmente, pela orientação no mestrado.

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

Ao Msc Arcangelo Augusto Signor, e Msc Evandro Kléber Lorenz, Msc Fabiana Dieterich, Msc Márcia Ferrarezi Maluf, Dacley Neu, Flavia Renata Potrich, Michele Zaminhan, Juliana Alice Lösch pela amizade e apoio nos trabalhos a campo e laboratoriais.

Ao grande Rafael (Codorna), pela amizade, e apoio na realização desse experimento.

Ao professor Dr. Altevir Signor pela amizade e apoio.

A todos os técnicos e estagiários do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura pela amizade.

A Itaipu Binacional que através do convênio ITAIPU/UNIOESTE que disponibilizou a estrutura para a realização do experimento.

Níveis de proteína bruta em dietas para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques rede

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar o desempenho produtivo de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) cultivados em tanques rede no reservatório da Itaipu Binacional, alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta. O experimento foi realizado no Centro de Desenvolvimento de Tecnologia para Piscicultura em Tanques rede, localizado junto ao Refúgio Biológico de Santa Helena - PR, por um período de 74 dias. Foram utilizados 2.000 peixes com peso médio de $150,5 \pm 2,1$ g distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições em 20 tanques rede, com $5,0 \text{ m}^3$ de volume útil por tanque rede, sendo a unidade experimental composta por um tanque com 100 peixes. Os tratamentos foram constituídos por cinco rações extrusadas com diferentes níveis de proteína bruta (18,5; 20,7; 23,7; 25,6 e 28,3 %). O arraçoamento foi efetuado três vezes ao dia, até a saciedade aparente dos animais. Ao término do experimento foram aferidos os parâmetros de desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, composição química dos filés e hematologia. O peso final médio, ganho de peso e ganho de peso diário apresentaram efeito quadrático ($p < 0,05$). Foram observados efeito linear para conversão alimentar. Após a derivação das equações o maior peso final médio ocorreu para peixes alimentados com 25,9% PB e o maior ganho de peso foi observado com 25,8% PB. Os parâmetros de rendimento de carcaça não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Para composição química a umidade e o extrato etéreo apresentaram efeito linear, com relação inversa entre estes parâmetros. O aumento do nível de proteína bruta na dieta elevou o percentual de umidade e reduziu a porcentagem de extrato etéreo. Não foram observadas diferenças estatísticas para as variáveis hematológicas e bioquímicas, demonstrando que os níveis protéicos contidos nas dietas não influenciaram na higidez dos peixes. De acordo com os resultados obtidos, recomenda-se a utilização de ração contendo 25,8% de proteína bruta para juvenis de pacu (*P. mesopotamicus*), criados em sistema de tanques rede.

Palavras-chave: espécie nativa, sistema intensivo, nutrição de peixes, exigência nutricional, juvenis.

Requirement determination of crude protein for pacu (*Piaractus mesopotamicus*) reared in cages in the Itaipu Reservoir

Abstract

The present study aimed evaluate the performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) reared in cages in the Itaipu Reservoir, fed diets with different protein levels. The experiment was conducted at the Centre for Development of Technology for fish farming in cages, located along the Biological Refuge of Santa Helena - PR, for a period of 74 days. We used 2.000 fish with average weight of $150,5 \pm 2,1$ g distributed in a completely randomized design with five treatments and four replicates in 20 cages, with $5,0 \text{ m}^3$ of usable volume, and the experimental unit consists of a tank with 100 fish. The treatments consisted of five extruded feeds with different crude protein levels (18,5; 20,7; 23,7; 25,6; and 28,3%). The feeding was performed three times daily until satiation of the animals. After the experiment were measured the parameters of growth performance, hematology, carcass yield and fillet chemical composition. The Average final weight, weight gain and daily weight gain was statistically different ($P < 0,05$), showing a quadratic effect. We used linear effect on feed conversion. After the derivation of the equations the average final weight was greater for fish fed 25,9% CP and greater weight gain was observed with 25,8% CP. The parameters of carcass yield showed no significant difference ($P > 0,05$). For chemical composition only moisture and ether extract showed significant differences, showing a linear effect for both, with an inverse correlation between these parameters, as increased levels of protein in the diet increased moisture and decreased the ether extract. There were no statistical differences in the hematological and biochemical variables, showing that protein levels contained in the diets did not influence the physiological status of fish. According to the results, we recommend the use of feed containing 25,8% crude protein for pacu (*P. mesopotamicus*) juvenile, reared in cages system.

Key-Words: native species, intensive system, fish nutrition, nutritional requirement, juveniles.

SUMÁRIO

<u>Klein, Sidnei.....</u>	<u>14</u>
<u>1.0.Introdução.....</u>	<u>12</u>
<u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</u>	<u>14</u>
<u>Situação atual da pesca e aquicultura.....</u>	<u>14</u>
<u>Com a atual população mundial de 6,9 bilhões de habitantes (Unstats, 2010) e uma previsão de 9 bilhões de habitantes para 2050, será imprescindível o incremento substancial na produção de alimentos e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estima que 70% do adicional de alimentos produzidos devem ser provenientes do uso de tecnologias que melhorem a eficiência na produção de alimentos (Simmons, 2009).....</u>	<u>14</u>
<u>Tanques rede</u>	<u>15</u>
<u>Espécie estudada.....</u>	<u>16</u>
<u>Rendimento da carcaça.....</u>	<u>19</u>
<u>Composição química.....</u>	<u>20</u>
<u>Hematologia.....</u>	<u>21</u>
<u>Material e Métodos.....</u>	<u>23</u>
<u>Resultados e Discussão.....</u>	<u>26</u>
<u>Qualidade da água</u>	<u>26</u>
<u>Desempenho zootécnico</u>	<u>27</u>
<u>Rendimento de carcaça.....</u>	<u>30</u>
<u>Composição química.....</u>	<u>32</u>
<u>Hematologia.....</u>	<u>34</u>
<u>Conclusão.....</u>	<u>35</u>
<u>Referências.....</u>	<u>36</u>

1.0. Introdução

Os estoques pesqueiros naturais apresentam estagnação e com o crescente aumento populacional, alternativas de produção de pescado são imprescindíveis para suprir a demanda por alimentos com alto valor biológico. E como alternativas, destaca-se a aquicultura, que além de elevar a oferta de alimentos, é uma fonte de renda gerando empregos diretos e indiretos, na produção de formas jovens, na produção aquícola, nas unidades de processamento de ração e de pescado.

Dentre as atividades aquícolas a piscicultura se destaca em âmbito nacional principalmente em virtude da criação dos parques aquícolas, possibilitando a expansão dos sistemas de cultivo de peixes em tanques rede em águas públicas, promovendo desta forma, o uso múltiplo dos recursos hídricos. Em virtude desta expansão há necessidade de estudos que aprimorem o desenvolvimento adequado de peixes neste sistema de produção. Desta maneira, aspectos nutricionais são prioritários, visto que, neste sistema, a alimentação natural representa uma pequena parcela do alimento ingerido pelos peixes, supridos pela dieta artificial, que atenda as exigências nutricionais da espécie.

Assim o nível de proteína bruta contido na dieta é um requisito básico na nutrição dos peixes e deve atender as exigências nutricionais da espécie e da fase de vida da mesma, pois a proteína apresenta função primordial em diversos processos biológicos, como catalisadores, transportam e alojam moléculas, atuam no sistema imunológico, auxiliam na geração de movimento e apoio mecânico, controlam o desenvolvimento dos peixes e a diferenciação celular (Bicudo 2008). As proteínas são compostas basicamente por aminoácidos que representam de 65 a 75% do peso corporal total em matéria seca do animal (Nelson & Cox, 2005).

Em sistemas intensivos e semi-intensivos a alimentação artificial corresponde à maior parcela do custo total de produção (Signor et al., 2010). Dentre os insumos da dieta, as fontes protéicas representam o maior custo, além de proporcionar poluição ambiental, devido ao aporte excessivo de fontes nitrogenadas nas dietas (Silva & Anderson, 1995). Segundo Bechara et al. (2005), a diminuição do nível de proteína bruta (PB) é fundamental para reduzir os resíduos nitrogenados excretados, melhorando a qualidade da água. A elaboração de estudos que promovam a diminuição dos custos de produção, e possibilitem menor excreção

de nitrogênio pelos peixes é fundamental para a sustentabilidade econômica e ambiental dos projetos aquícolas.

Para a implantação destes projetos a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além das condições e padrões de lançamento de efluentes, sendo para o nitrogênio amoniacal total máximo 3,7 mg/L de Nitrogênio, para pH menor ou igual a 7,5; até 0,5 mg/L de Nitrogênio, para pH maior de 8,5.

A Resolução CONAMA nº413, de 26 de junho de 2009, dispõe sobre diretrizes para o licenciamento ambiental da aquicultura, e relata que a atividade de aquicultura somente será permitida quando houver a utilização de espécies autóctones ou nativas, ou, no caso de espécies alóctones ou exóticas, quando constar de ato normativo federal específico que autorize a sua utilização.

Dentre as espécies nativas cultivadas da bacia do Prata, o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, destaca-se, por apresentar características desejáveis para criação, como hábito alimentar onívoro, crescimento rápido e boa qualidade da carne (Jomori et al., 2003). De acordo com Castagnolli & Zuim (1985), apresenta ainda rusticidade, fecundidade elevada, fácil adaptação à alimentação artificial e grande aceitação no mercado.

Diversos são os estudos sobre a espécie e de acordo com Bicudo et al. (2010), juvenis de pacu com peso médio inicial de 15g apresentam exigência de 27% PB, já Fernandes et al. (2001), avaliaram juvenis de pacu com pesos médios iniciais de 79,99 e 144,31g e observaram que 22% PB atendeu a exigência. Estas avaliações foram executadas em estruturas laboratoriais, não refletindo todas as realidades e dificuldades observadas em monitoramentos efetuados a campo, mas todas têm sua devida importância para o fortalecimento do setor.

Pesquisas envolvendo situação extra laboratorial, ou seja, *in situ*, refletindo as realidades vivenciadas pela cadeia produtiva, enriquecem os conhecimentos, justamente por vivenciarem as mesmas dificuldades como alterações da qualidade da água, enfermidades endêmicas, incidência solar, que em estudos efetivados em condições laboratoriais não causam influência.

O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho produtivo de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) cultivados em tanques rede no reservatório da Itaipu Binacional, alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Situação atual da pesca e aquicultura

Com a atual população mundial de 6,9 bilhões de habitantes (Unstats, 2010) e uma previsão de 9 bilhões de habitantes para 2050, será imprescindível o incremento substancial na produção de alimentos e a **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação** (FAO) estima que 70% do adicional de alimentos produzidos devem ser provenientes do uso de tecnologias que melhorem a eficiência na produção de alimentos (Simmons, 2009).

Somente a população brasileira apresenta 190.732.694 habitantes (IBGE, 2010), com um consumo de pescado de 9,03 kg por habitante/ano, ou seja, um consumo de 1.722.316 toneladas de pescado/ano, para atender esta demanda a produção nacional apresentou 1.240.813,1 toneladas de pescado somando a pesca e aquicultura em 2009. Este déficit foi suprido pela importação de pescado provenientes de países como Chile, Noruega e Argentina (MPA, 2010).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera como ideal o consumo de 12 kg por habitante/ano de pescado. Com base na população atual brasileira seria necessário 2.288.792 toneladas de pescado/ano, diferindo 566.476 toneladas de pescado/ano, do atual consumo. Portanto, este incremento pode ser advindo da aquicultura, segmento que supre a demanda crescente por organismos aquáticos, apresentando crescimento de 33,08% de 2003 para 2009, enquanto que a pesca foi de 13,69% no mesmo período (MPA, 2010).

Tanques rede

Os tanques rede são sistemas de produção intensivos, onde os peixes são confinados em altas densidades, dentro de uma estrutura onde os animais recebem dieta balanceada, com uma grande troca de água com o ambiente. A utilização destas estruturas para a criação de peixes estava presente desde o final do século XIX na Ásia, sendo empregados na retenção de peixes e era confeccionado com materiais não sintéticos, como o bambu.

A partir de 1950, nos Estados Unidos, surgiram as primeiras estruturas construídas com materiais sintéticos como o plástico (Kentucky State University, 2005). Com formatos e tamanhos diversos o tanque rede apresenta-se como um ótimo sistema de cultivo intensivo, utilizando corpos hídricos como reservatórios de hidroelétricas, que por meio de sistemas convencionais não poderiam contribuir com a produção de alimentos, desta forma, este sistema possibilita a criação de peixes, agregando assim, a produção de alimentos junto com os demais usos múltiplos do reservatório.

O sistema intensivo de cultivo de peixes em tanques rede tem crescido nos países como China, Indonésia e Brasil e tende a tornar-se o mais importante sistema de criação de peixes em países com práticas em aquicultura, devido às vantagens que apresenta sobre os sistemas convencionais de cultivo (Zaniboni-Filho et al., 2005).

De acordo com Nogueira (2007) as vantagens na criação de peixes em tanques rede são: menor custo de implantação em comparação com outros sistemas de cultivo intensivo em viveiros escavados e Raceway, maior facilidade e rapidez na montagem da infra estrutura de produção, maior facilidade e rapidez para expansão da capacidade de produção, maior facilidade de controle e monitoramento do processo de cultivo, maior proteção contra predadores naturais, amostragens de peixes são realizadas facilmente, possibilidade de combinar o cultivo de várias espécies, colheita simplificada e aproveitamento de corpos hídricos como reservatórios hidroelétricos.

Em contrapartida apresenta desvantagens como: menor possibilidade de correção dos parâmetros físicos e químicos da água, ração constituída de ingredientes de alto valor biológico e nutricionalmente balanceados, dificuldade no controle de enfermidades,

amortização dos investimentos poderá ser pequena e maior demanda por mão-de-obra mais especializada (Nogueira, 2007).

O Decreto 4.895 de 25 de novembro de 2003 e a Instrução Normativa nº6, de 28 de maio de 2004, norteia a prática da aquicultura em águas públicas, sendo que estas poderão ter seus usos autorizados para estes fins até o limite máximo de 1% da área superficial dos corpos d'água de domínio da União. Estima-se que o potencial hídrico do Brasil seja de 5,5 milhões de hectares de grandes reservatórios naturais e artificiais, representando grande potencial para a criação de peixes em águas continentais (Zaniboni-Filho et al., 2005). As áreas de produção de peixes em tanques rede devem estar em conformidade com o Decreto supracitado e a Instrução Normativa 06/2004. Deve-se, também, observar o preconizado na Resolução nº413, de 26 de junho de 2009, do CONAMA que serve como diretriz para o licenciamento ambiental da aquicultura.

A demanda crescente para implantação de unidades de produção em tanques rede justificada pelos índices zootécnicos satisfatórios obtidos como boa produtividade de 60 a 150 kg/m³, conversão alimentar aparente em torno de 1:1,6 e taxa de sobrevivência acima de 85%. Mas são escassas as informações técnico-científicas que subsidiem tecnologias de criação e políticas públicas de ordenamento e gestão dos recursos hídricos dentro dos princípios de sustentabilidade ambiental (Ayroza et al., 2008).

Este sistema de criação de peixes pode incrementar consideravelmente a produção aquícola, criando condições para atrair novos investidores, tornando-se excelente alternativa de geração de emprego e renda, além de diminuir a pressão sobre os estoques pesqueiros naturais e sobre as várzeas (Ayroza et al., 2005).

Espécie estudada

Nativo da bacia do Prata, o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, apresenta maior distribuição nas planícies alagadas da região Centro-Oeste, no Pantanal do Mato Grosso (Petrere, 1989), destaca-se entre as espécies nativas apresentando características zootécnicas desejáveis para o cultivo como: hábito alimentar onívoro, rápido crescimento, carne de excelente qualidade com boa aceitação pelos consumidores, destacando-se como uma

interessante alternativa para produção aquícola (Jomori et al., 2003). Além de apresentar fácil adaptação à alimentação artificial, elevada rusticidade e fecundidade (Castagnolli & Zuim, 1985).

Peixes com hábito alimentar onívoro apresentam menor exigência protéica em comparação com espécies carnívoras, pois admite-se que estas espécies possam digerir e metabolizar mais eficientemente carboidratos e lipídeos, poupando assim a proteína para o crescimento (Silva, 2008). Segundo Bicudo et al. (2010), o pacu apresenta exigência de 27% de proteína bruta, em contrapartida, de acordo com Ituassú et al. (2005), para juvenis de pirarucu (hábito carnívoro) a exigência de PB é de 48,6%.

Independentemente do hábito alimentar o crescimento dos peixes depende diretamente da temperatura, sendo o pacu uma espécie tropical que apresenta melhor desenvolvimento com temperaturas acima de 24°C, abaixo dessa temperatura, há redução e até mesmo estabilização do crescimento (Cestarolli et al., 1984; Torloni et al., 1984). Para pacus em tanques rede, quanto maior a temperatura da água, maior o consumo de alimento, o que leva ao maior rendimento, enquanto que em baixas temperaturas, o consumo e o rendimento são reduzidos (Borghetti & Canzi, 1993). Carneiro (1983) relata que temperaturas entre 28 e 32°C são mais adequadas para o desenvolvimento da espécie em questão.

Diante das vantagens apresentadas, o pacu alcançou o quarto lugar no ranking da aquicultura nacional em produção, com 12.397 toneladas produzidos em 2007 (Ibama, 2007), representando 5,9% da produção nacional. Mas dentre as espécies nativas, obteve o segundo lugar, perdendo apenas para o tambaqui. Segundo Bicudo (2008), este peixe destaca-se entre as espécies nativas de águas interiores como a mais estudada.

Enquanto que Urbinati & Gonçalves (2005), relatam que estudos sobre criação de pacus em tanques rede são bastante escassos, destacando-se trabalhos de Merola & Souza (1988), com densidades de estocagem em tanques rede de 0,5m³, Souza et al. (1992), recomendam seleção fenotípica na criação de pacus em tanques rede de 1m³, Canzi & Borghetti (1992), com a indicação do consorciamento de pacu e curimatá na proporção de 10:1 com finalidade de limpeza da malha do tanque.

Boscolo et al. (2010), promoveram ensaios na criação de pacus em tanques rede e estabeleceram que o povoamento sucede-se com peso inicial superior a 5g, realizando

manejos de classificação com redução da densidade em cada classificação homogeneizando o lote, contribuindo com melhor desempenho produtivo, atingindo segundo Bittencourt et al. (2010), a densidade final de 75kg/m³. Já para o manejo alimentar a taxa de arraçoamento de 70% com relação à saciedade aparente apresentou melhor retorno econômico (Hilbig, 2010).

1.1. Proteína na nutrição de peixes

As proteínas são compostos macromoleculares, de estrutura variável, com cerca de 50% de carbono, 22% de oxigênio, 7% de hidrogênio e 16 % de nitrogênio, além de quantidades de enxofre e fósforo (Steffens, 1987). Os constituintes fundamentais das proteínas são os aminoácidos responsáveis pelo desenvolvimento dos peixes, sendo divididos em funções dinâmicas e estruturais. As funções dinâmicas constituem em transporte (hemoglobina e transferrina), controle metabólico (hormônios), contração (miosina e actina), catálise de transformações químicas (enzimas) e proteção bacteriana e viral (imunoglobulinas e interferon), já as funções estruturais são relativas ao desenvolvimento da matriz óssea e tecido conjuntivo (colágeno e elastina) (Devlin, 1998).

Os aminoácidos são divididos em essenciais (arginina, histidina, isoleucina, lisina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina) e não essenciais, sendo os essenciais não sintetizados pelos peixes, portanto, indispensáveis nas dietas. Suas deficiências provocam a redução na utilização da proteína, influenciando no crescimento, acarretando em menor ganho de peso e diminuição da resistência a doenças (Pezzato et al., 2004).

O excesso ou escassez de alguns aminoácidos podem causar um desequilíbrio aminoacídico afetando a taxa de ingestão, o transporte de nutrientes, o catabolismo, a taxa de síntese e degradação de tecido muscular e a formação de metabólitos tóxicos (Jaramillo, 1996).

Para fontes protéicas de baixo valor biológico, os níveis de proteína na forma de nitrogênio não protéico são elevados ou ocorre um desequilíbrio na proporção de aminoácidos, assim os metabólitos excretados apresentam maior nível de amônia, prejudicando a qualidade da água (Cho, 1990, 1992; Baldisserotto, 2002). Comprovado por Bechara et al. (2005), que relacionando níveis protéicos contido na dieta (25, 35 e 45% PB)

com a qualidade da água, observaram o declínio da qualidade da água com o aumento no teor de proteína bruta da dieta.

As proteínas são degradadas para a biossíntese de proteínas corporais, já dietas deficientes em proteína, promovem a degradação de proteínas corporais de tecidos menos vitais para manutenção de tecidos essenciais, enquanto que no excesso, são utilizados como fonte de energia implicando em gasto de energia para a excreção de resíduos nitrogenados (Wilson, 1989).

Segundo Boscolo et al. (2004), a exigência protéica varia entre as diferentes espécies e entre as fases de vida da própria espécie, dependendo ainda de outros nutrientes. Além disto, o sistema de produção empregado, a qualidade da água, taxa de arraçoamento, tamanho do peixe, qualidade da fonte protéica e hábito alimentar subsidiam a exigência nutricional do animal (Bicudo, 2008).

A literatura apresenta estudos referentes à nutrição do pacu, como: Fernandes et al. (2000) e Fernandes et al. (2001) sobre níveis de proteína bruta para alevinos (26% PB) e para juvenis (22% PB), respectivamente. Bicudo et al. (2010), recomenda 27% PB para juvenis, Signor et al. (2010), relacionando PB e ED recomenda a utilização de 25% independente do nível energético, já Cantelmo (1993), relacionando níveis de PB com níveis de ED observou o melhor ganho de peso com 26 e 30% de PB, independentemente do nível de energia estudada.

Rendimento da carcaça

Os valores de rendimento da carcaça do pescado são importantes para a cadeia produtiva, haja visto, que a partir destes resultados obtêm-se maior eficiência produtiva. Sendo o produto final de um sistema produtivo dependente da matéria prima empregada, como forma anatômica do corpo, tamanho da cabeça, peso dos resíduos (vísceras, cabeça, pele e nadadeiras), além disto, a nutrição adequada e densidades de cultivo exercem influencia sobre aspectos de rendimento de carcaça, sendo os rendimentos de tronco limpo e filé que apresentam maior interesse econômico (Dieterich et al., 2008).

Fatores como manejo nutricional, densidade de estocagem, tamanho e formas de abate exercem influência direta sobre o rendimento da carcaça (Lorenz, 2010), comprovado por

Bombardelli et al. (2007), monitorando diferentes dietas observaram discrepância entre as dietas fornecidas em relação ao aproveitamento da carcaça. Signor et al. (2010), relacionando níveis de proteína e energia para pacu em sistema de tanque rede, também, observaram diferenças entre os tratamentos.

De acordo com Souza et al. (1999), é primordial para as unidades de processamento e para o produtor o conhecimento do peso de abate, a metodologia de processamento que contribua para o melhor rendimento do peixe, e dos subprodutos das diferentes espécies. Estudos referentes a este assunto esclarecem o potencial de determinadas espécies e o peso de abate ideal, norteados planejamentos de produção e comercialização do pescado (Freato et al., 2005).

Composição química

Produtos da pesca constituem em um importante ingrediente da dieta humana para melhorar as condições nutricionais da população (Memon et al., 2010). Os peixes são fontes de proteína de alta qualidade, vitaminas e minerais essenciais, além de Omega 3 que apresenta cadeia longa poli-insaturado (Jabeen & Chaudhry, 2010). A composição química dos peixes pode ser influenciada também pela qualidade da dieta fornecida (Morris, 2001).

Segundo Memon et al. (2010), o pescado é uma fonte importante de proteínas, lipídeos e ácidos graxos. A composição dos ácidos graxos contidos nos peixes, geralmente, reflete a dos lipídeos contidos na dieta fornecida aos peixes (Bell, 1998). A composição da dieta tem influência sobre as condições de cultivo e desenvolvimento, assim como na composição química dos tecidos dos peixes (Coutteau et al., 2000). Durante períodos de escassez de alimentos os peixes utilizam depósitos de energia na forma de lipídeos e podem, também, utilizar proteína (Memon et al., 2010; Huss, 1995).

As condições supra citados influenciarão na qualidade do pescado e condicionará a produtividade e a eficiência do processo, portanto o conhecimento da composição química do pescado é fundamental na aplicação de diferentes processos tecnológicos (Stansby, 1967; Connell, 1975; Huss, 1988, citados por Yeannes & Almandos, 2003). Segundo Ogawa & Maia

(1999), o músculo do pescado pode apresentar 60 a 85% de umidade, em torno de 20% de proteína, 1 a 2% de cinzas e 0,6 a 36% de lipídeos, concentrações estas dependentes da espécie, sexo, idade, época do ano, habitat e dieta.

O conteúdo de gordura apresenta conseqüências para características tecnológicas pós abate (Huss, 1995), essencial para aspectos da qualidade da matéria prima, atributos sensoriais e estabilidade de armazenamento (Sikorski, 1994). Ocorre uma relação inversa entre umidade e lipídeos, porém o somatório de ambos está em torno de 80% (Ogawa & Maia, 1999). Em função da quantidade de lipídeos no músculo dos peixes, podem ser classificados como gordos ou magros. Geralmente peixes migradores (carne vermelha) apresentam pigmento muscular mioglobina, com alta quantidade de lipídeos, enquanto que não migradores (carne branca) encontram menor teor de mioglobina, ou seja, menor teor de lipídeos (Maia & Ogawa, 1999).

Turchini et al. (2007), estudaram o efeito de óleos de soja e linhaça sobre as características químicas e sensoriais de *Tinca tinca L.* e como resultado, as dietas contendo maior quantidade de ácidos graxos n-6, foram responsáveis por um aumento do nível de n-6 e ácidos graxos na carne de peixe. Por conseguinte, um aumento na quantidade relativa de n-6 e derivados aldeídos voláteis também foi observada. Estes são compostos geralmente notificados por contribuir negativamente para o aroma geral do músculo do pescado e, consistentemente, os resultados da análise sensorial mostrou um alto índice de “off-flavour” atributo para os peixes alimentados com a dieta contendo apenas óleo de soja n-6.

Hematologia

A hematologia é fundamental para diagnósticos de doenças infecciosas, leucemias e estresse (Garcia - Navarro & Pachally, 2005). A presença, quantidade e proporção das diferentes células no sangue periférico refletem o estado fisiológico do organismo, apresentando ampla variação em função de fatores externos e internos (Ranzani-Paiva & Silva-Souza, 2004). As análises das variáveis relativas à série vermelha apresentam identificação de processos anemiantes, enquanto o leocograma pode ser empregado como auxílio no diagnóstico nos processos infecciosos. (Tavares-Dias & Moraes, 2004).

O sangue é um tecido conectivo de propriedades especiais, composto por 90% de água, 7% de proteínas (globulinas e albumina) que são imprescindíveis para manutenção da pressão oncótica, além disso, é composto por metabólitos como hormônios, enzimas e eletrólitos variados (Ranzani-Paiva, 2007). A presença, quantidade e proporção das diferentes células no sangue periférico refletem o estado fisiológico do organismo, apresentando ampla variação em função de fatores externos e internos como distribuição de calor e transporte de gases respiratórios, nutrientes, produtos de excreção e defesa do organismo (Ranzani-Paiva & Silva-Souza, 2004).

Os parâmetros sangüíneos apresentam variações entre peixes da mesma espécie ou de espécies diferentes, podem ser influenciados por uma série de fatores, como o sexo, o comprimento, o peso, o estado nutricional, a condição de higidez, o ciclo sazonal e a idade (Larson et al., 1976, citado por Melo et al., 2006; Ranzani-Paiva, 1991), assim como o ambiente na qual o animal é mantido (Hickey, 1982; Chaudhuri et al., 1986; Zuim et al., 1988).

As células mais abundantes do sangue são os eritrócitos, apresentando o rim cefálico como principal sitio de formação, quando comparado com a reduzida atividade eritropoietica do baço (Houston et al., 1996). São responsáveis pelo transporte de oxigênio e gás carbônico por meio da combinação da hemoglobina com oxigênio formando oxihemoglobina, nos órgãos respiratórios, ocorrendo posterior a troca pelo CO₂ tecidual (Ranzani-Paiva, 2007). A concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), assim como o número de eritrócitos, tamanho dos mesmos (VCM) e hematócrito, podem variar nas diversas espécies de peixes devido à atividade ecológica, além da posição na escala evolutiva (Tavares-Dias & Moraes, 2004).

Segundo Bain (1997), a membrana dos eritrócitos é composta por uma dupla camada lipídica, sendo atravessada por varias proteínas, quando há deficiência de alguns aminoácidos a eritropoiese pode ser prejudicada (Garcia-Navarro & Paschaly, 1994).

A hematologia dos peixes contribui para a compreensão da fisiologia comparativa, relação filogenética, condições alimentares e outros parâmetros ecológicos (Larsson, 1976 citado por Melo et al., 2006).

Camargo et al. (2005) avaliando parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido a dieta com diferentes níveis de proteína bruta (30, 40 e 50%) observaram que o nível de 50% PB possibilitou uma boa eritropoiese e foi o que mais estimulou a produção de hemoglobina, assegurando o bom estado de saúde aos peixes. A concentração de hemoglobina (HGB) e o percentual de hematócrito (HCT) aumentaram conforme aumentou o nível protéico.

Os trabalhos referentes a hematologia representam um grande avanço na caracterização e quantificação das diferentes células sanguíneas, visando ao entendimento de sua participação nos processos vitais e mesmo mórbidos, além de deficiências nos aspectos nutricional e ambiental (Tavares-Dias & Moraes, 2004).

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Centro de Desenvolvimento de Tecnologia para Piscicultura em Tanques-rede, localizado junto ao Refúgio Biológico de Santa Helena - PR, durante o período de 21 de dezembro de 2009 a 05 de março de 2010, totalizando 74 dias experimentais.

Foram utilizados 2.000 peixes com peso médio de $150,5 \pm 2,1$ g distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições em 20 tanques rede, com 5,0 m³ de volume útil por tanque rede, sendo a unidade experimental composta por um tanque com 100 peixes.

Os tratamentos foram constituídos por cinco rações elaboradas de modo a conterem diferentes níveis de proteína bruta (18,5; 20,7; 23,7; 25,6 e 28,3 %) (Tabela 01), submetidas ao processamento de extrusão na Fábrica-escola da UNIOESTE/GEMAq com capacidade de produção de 300kg/hora. O arraçoamento foi efetuado três vezes ao dia, às 9h00, 14h00 e 17h00, até a saciedade aparente.

Tabela 011: Composição percentual e química das rações experimentais com diferentes níveis de proteína bruta.

Ingredientes (%)	Níveis de proteína bruta (%)
------------------	------------------------------

Milho	52,00	48,10	44,20	40,30	36,40
Farinha de vísceras de aves	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50
Farelo de soja	3,00	8,60	14,20	19,80	25,40
Farelo de trigo	23,00	19,88	16,76	13,64	10,52
Farinha de resíduos de tilápia	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Óleo de soja	2,96	2,36	1,77	1,18	0,59
Fosfato bicálcico	1,63	1,30	0,98	0,65	0,33
Suplemento mineral e vitamínico*	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Calcáreo calcítico	0,65	0,54	0,43	0,32	0,21
L-lisina	0,28	0,22	0,17	0,11	0,06
L-treonina	0,07	0,06	0,04	0,03	0,01
Antifúngico (Propionato de cálcio)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Nutrientes

Amido (%)	40,48	36,82	33,17	29,51	25,86
Cálcio (%)	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
Energia digestível (Kcal/Kg)	3039,00	3038,82	3038,65	3038,47	3038,30
Fibra bruta (%)	2,47	2,62	2,76	2,91	3,05
Fósforo total (%)	1,13	1,13	1,13	1,13	1,14
Gordura (%)	7,20	6,75	6,31	5,86	5,42
Lisina (%)	1,14	1,31	1,48	1,65	1,82
Metionina (%)	0,38	0,44	0,49	0,55	0,61
Proteína bruta (%)	18,50	20,70	23,70	25,60	28,30
Treonina (%)	0,79	0,92	1,05	1,18	1,30

*Premix Peixe Tectron®. Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A 1.000.000 UI; vit. D3 500.000 UI; vit. K3 500 mg; vit. B1 1.900 mg; vit. B2 2.000 mg; vit. B6 2.400 mg; vit. B12 3.500 mg; vit. E 20.000UI; ácido pantotênico 4.000 mg; ácido fólico 200 mg; biotina 40 mg; niacina 5.000 mg; manganês 7.500 mg; Selênio 70 mg; vit. C 25.000 mg; ferro 12.500 mg; cobre 2.000 mg; iodo 200 mg.

Ao término do experimento todos os peixes permaneceram em jejum por 24 horas e, posteriormente, foram despescados, para a aferição dos parâmetros de desempenho, como comprimento total, comprimento padrão, ganho de peso total, ganho de peso diário, ganho de biomassa, conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência.

Para avaliação hematológica foram coletados quatro peixes sem aplicação de jejum de 24 horas de cada unidade experimental para a coleta de sangue. Os animais foram anestesiados com Eugenol® (solução de óleo de cravo na concentração de 60 mg/l (Barbosa et al., 2007). Posteriormente, 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:

$$\text{VCM} = \text{Hematócrito} * 10 / \text{N}^\circ \text{ de eritrócitos}$$

- Hemoglobina corpuscular média:

$$\text{HCM} = \text{Hemoglobina} * 10 / \text{N}^\circ \text{ de eritrócitos}$$

- Concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM):

$$\text{CHCM} = \text{Hemoglobina} * 100 / \text{Hematócrito}$$

Para determinação do colesterol e proteínas do sangue foram coletados 1 ml de soro (sem anticoagulante). Por meio de “kits” específicos para cada análise (Gold Analisa[®]) e através de leitura em espectrofotometria com comprimento de onda específico para cada análise, obteve-se as concentrações bioquímicas de colesterol e proteína contidos no soro sanguíneo.

Foram coletados 20 peixes por tratamento, anestesiados e abatidos com benzocaína (250 mg/dl) para calcular o rendimento de carcaça como: tronco limpo e filé. Das vísceras, foi separado a gordura visceral e o fígado, que foram pesados para calcular o índice hepatossomático e porcentagem de gordura visceral. O índice hepatossomático foi efetuado conforme metodologia descrita por Vazzoler (1996):

$$\text{IHS} = (\text{W}_f / \text{W}_t) \times 100$$

Onde:

W_f = peso do fígado;

W_t = peso total.

Para a caracterização da composição química foi utilizado o filé de cinco peixes de cada repetição, sendo analisados a matéria seca, umidade, proteína bruta, matéria mineral e o extrato etéreo dos filés. No momento da realização das análises, as amostras foram

descongeladas, moídas em multiprocessador e homogêneo removendo uma alíquota para a determinação da composição de matéria seca (estufa a 105°C por 24 h), extrato etéreo (extrator de sohxlet), proteína bruta (microkjeldahl) e cinzas (incineração em mufla a 600° C por 3 horas), de acordo com os métodos oficiais da AOAC (2005).

Os parâmetros físicos e químicos da água como: oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica foram monitorados mensalmente com aparelhos portáteis, enquanto temperatura e transparência foram monitoradas diariamente (período matutino e vespertino) com termômetro de bulbo de mercúrio e disco de secchi, respectivamente.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de regressão e teste de média pelo programa estatístico SAS (2004), a nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Qualidade da água

Os valores médios dos parâmetros físicos e químicos da água monitorados no período experimental foram: 7,14±0,27 de pH; 30,39±0,68 °C de temperatura; 6,40±0,33 mg/L de oxigênio dissolvido; 48,83±14,34 µS/cm de condutividade elétrica e 0,06±0,03 mg/L de amônia. Os valores registrados estão dentro da faixa recomendada para criação de espécies tropicais (Boyd, 1990; Sipaúba-Tavares, 1995).

Para criação de peixes de águas quentes os níveis desejáveis de pH encontram-se entre 6,5 a 9,0 (Boyd, 1981; Lopes et al., 2001). O melhor desempenho produtivo para o pacu é alcançado com temperaturas acima de 24°C, abaixo dessa temperatura, ocorre à estabilização e até mesmo redução do crescimento (Cestarolli et al.,1984; Torloni et al.,1984). Ferrari & Bernardino (1986) relatam que abaixo de 22°C o crescimento é prejudicado e Salaro et al. (1992) estudando o desenvolvimento de alevinos de pacu determinaram que podem suportar oscilações térmicas médias de 5 a 6°C. Temperaturas entre 28 e 32°C são adequadas para o melhor desempenho (Carneiro, 1983). Portanto, o pH e temperatura no presente experimento ficaram dentro dos níveis desejados para a espécie.

Quanto ao oxigênio para espécies tropicais são indicados níveis acima de 5mg/L de oxigênio dissolvido (Berka, 1986). Segundo Ferraz de Lima et al. (1988), o pacu resiste a

concentrações de oxigênio de até 3,0 mg/L. Para a maioria das espécies de peixes e crustáceos as concentrações de 0,4 a 2,0 mg/L de amônia não iônica são letais expostos por 24 a 96 horas (Boyd & Tucker, 1998). Martinez et al. (2006), observaram que juvenis de pacu (22,93±1,77 g) expostos por 24 horas a concentração de amônia de 0,85 mg/L, apresentaram CL₅₀ (concentração média letal).

No presente estudo não foram avaliadas diferenças de qualidade da água entre os níveis proteicos utilizados, pois o monitoramento dos parâmetros ficam comprometidos em virtude dos tanques rede estarem contidos no mesmo corpo hídrico sujeito a diluição. Já Bechara et al. (2005), relacionando níveis protéicos contido na dieta (25, 35 e 45% PB) e a qualidade da água para pacus com peso médio inicial de 14g e peso final de 337g criados em viveiros de 10x15x1,5m, observaram que não houve diferença no desempenho produtivo dos pacus entre os níveis de PB, mas ocorreu um declínio na qualidade da água com o aumento no teor de proteína bruta da dieta.

Dietas formuladas com fontes protéicas de baixo valor biológico, apresentam proteína na forma de nitrogênio não protéico mais elevados ou ocorre um desequilíbrio na proporção de aminoácidos, assim os metabólicos excretados apresentam maior nível de amônia, prejudicando a qualidade da água (Cho, 1990, 1992)

Desempenho zootécnico

Para os valores médios de comprimento total, comprimento padrão, peso inicial, peso final, ganho de peso, ganho de peso diário, conversão alimentar aparente e sobrevivência, apenas o peso final médio, ganho de peso e ganho de peso diário diferiram estatisticamente (p<0,05) (Tabela 02).

Tabela 02. Desempenho produtivo de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) cultivados em tanques-rede no reservatório de Itaipu com diferentes níveis de proteína bruta.

Variáveis*	Níveis de proteína bruta (%)					CV (%)
	18,5	20,7	23,7	25,6	28,3	
Comprimento total (cm)	25,42a	25,92a	25,97a	26,40a	25,62a	5,28 ^{ns}
Comprimento padrão (cm)	22,01a	22,41a	22,64a	22,81a	22,15a	5,77 ^{ns}
Peso inicial médio (g)	149,6	150,2	148,9	153,5	150,5	1,7 ^{ns}
Peso final médio ¹ (g)	396,6b	406,8ab	414,1ab	429,8a	416,1ab	3,0*
Ganho de peso ² (g)	246,99b	256,5ab	265,1ab	276,3a	265,6ab	4,0*
Ganho de peso diário ³ (g)	3,3b	3,4ab	3,5ab	3,7a	3,5ab	4,0*
Ganho de biomassa (kg)	24,4a	25,5a	25,9a	26,5 a	26,4a	4,6 ^{ns}
Conversão alimentar aparente ⁴ (g/g)	1,8a	1,7a	1,7a	1,7a	1,6a	5,5 ^{ns}

Sobrevivência (%)	99,2a	99,7a	98,5a	97,5a	99,7a	2,0 ^{ns}
-------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------------------

*Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ao nível de 5% de probabilidade.

¹Efeito quadrático: $Y = -0,491x^2 + 25,45x + 92,51$; $R^2 = 0,82$

²Efeito quadrático: $Y = -0,467x^2 + 24,13x - 40,88$; $R^2 = 0,88$

³Efeito quadrático: $Y = -0,006x^2 + 0,3223x - 0,536$; $R^2 = 0,76$

⁴Efeito linear: $Y = -0,016x + 2,080$; $R^2 = 0,79$

Os dados obtidos apresentaram efeito quadrático para peso final médio, ganho de peso e ganho de peso diário, e efeito linear para conversão alimentar (Figura 01 e 02). Após a derivação das equações o maior peso final médio ocorreu para peixes alimentados com 25,9% PB e o maior ganho de peso para juvenis de pacu criados em sistema de tanque rede foi observado com 25,8% PB (Figura 01).

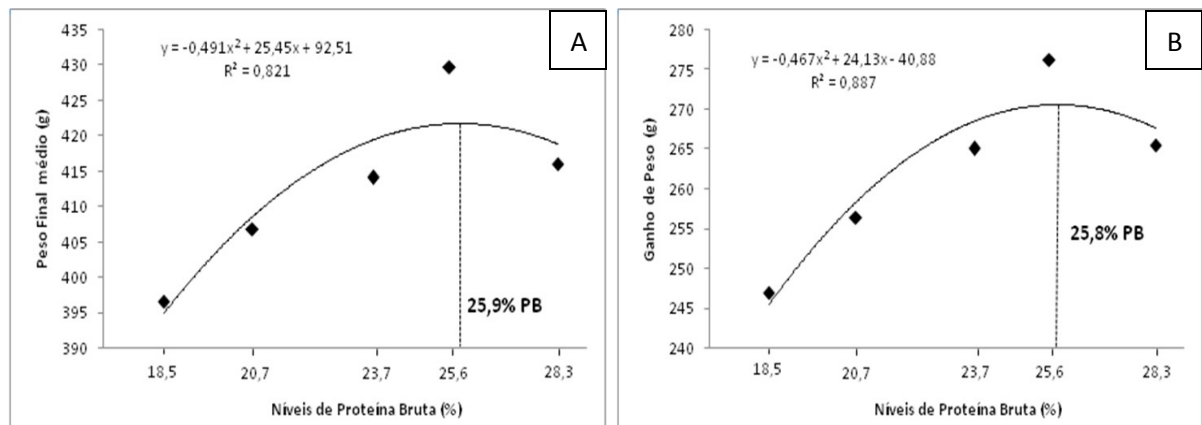


Figura 01. Efeito quadrático para peso final médio (g) (A) e ganho de peso (g) (B) para juvenis de pacu submetidos a diferentes níveis de proteína bruta.

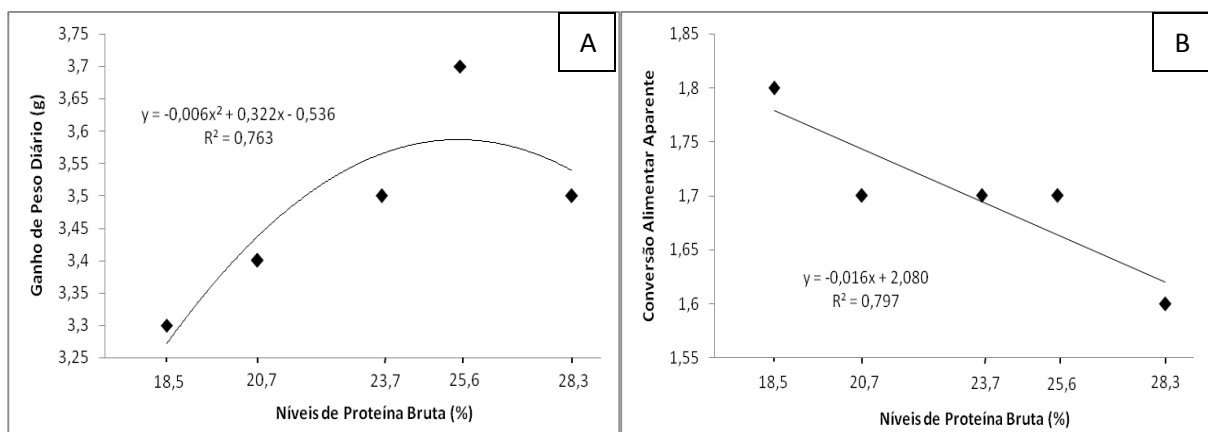


Figura 02. Efeito quadrático para ganho de peso diário (g) (A) e efeito linear para conversão alimentar aparente (B) de juvenis de pacu submetidos a diferentes níveis de proteína bruta.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ferrari et al. (1992) para ganho de peso diário. De acordo com Bicudo et al. (2010), avaliando níveis de proteína bruta para

juvenis de pacu com peso médio inicial de $15,5 \pm 0,4$ g concluíram que 27% de PB atendeu a exigência da espécie. Estudo efetivado por Signor et al. (2010) com três níveis de proteína bruta (25, 30 e 35% PB) com pacus com peso médio inicial de 293,38 g e peso médio final de 834,70 g criados em tanques rede de 5m^3 , concluíram que o melhor resultado foi de 25% PB. Assim como Cantelmo (1993), que monitorou três níveis de PB (26, 30 e 34%) relacionando com três níveis de ED (2600, 3000 e 3400 kcal/kg de ração) e observou o melhor ganho de peso com 26 e 30% de PB, independentemente do nível de energia estudada. Ambos os resultados corroboram com o presente estudo que apresentou melhor desempenho produtivo com 25,8% PB.

Estudos realizados com alevinos (4,62 e 11,31g) por Fernandes et al. (2000) e juvenis de pacu (79,99 e 144,31g) por Fernandes et al. (2001), avaliando fontes protéicas e níveis de proteína, concluíram que a farinha de peixe pode ser substituída parcial ou totalmente pelo farelo de soja para alevinos e juvenis, e os níveis de proteína bruta recomendados foram 26% para alevinos e 22% para juvenis de pacu. No presente estudo a formulação da dieta foi composta em média entre os tratamentos por 53,03% da proteína bruta de fonte vegetal e 46,95% de fonte animal, apresentando combinação mista entre as fontes protéicas, o que segundo Fernandes et al. (2001), contribui com melhor desempenho, devido ao melhor perfil de aminoácidos essenciais e melhores níveis de cálcio e fósforo.

Este resultado foi reforçado por Muñoz-Ramírez & Carneiro (2002), que avaliaram dietas suplementadas com os aminoácidos lisina e metionina com 22% PB e uma dieta controle com 26% PB sem suplementação de aminoácidos para alevinos de pacu, e constataram que o maior ganho em peso foi observado com 26% PB, em virtude do maior consumo ou por possíveis diferenças no balanço e disponibilidade dos aminoácidos ligados às proteínas, quando comparados com os aminoácidos sintéticos.

O desequilíbrio aminoacídico pode afetar a taxa de ingestão, o transporte de nutrientes, o catabolismo, a taxa de síntese e degradação de tecido muscular e a formação de metabólitos tóxicos (Jaramillo, 1996), provoca a redução na utilização da proteína, influenciando no crescimento, acarretando em menor ganho de peso e resistência a doenças (Pezzato et al., 2004).

Estudos sobre a nutrição de peixes subsidiam as necessidades quanti e qualitativas dos nutrientes essenciais da dieta (Pezzato et al., 2004), como ressaltado por Wilson (1989) em

que dietas deficientes em proteína promovem a degradação de proteínas corporais de tecidos menos essenciais para manutenção de tecidos vitais, enquanto no excesso, são utilizados como fonte energética, implicando em gasto de energia para a excreção de resíduos nitrogenados.

As variáveis de conversão alimentar e sobrevivência não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$). A conversão alimentar média foi de 1,7 diferindo de Fernandes et al. (2001), que apresentou 3,31 como melhor índice, e Signor et al. (2010) que observaram conversão alimentar de 2,88, enquanto que a sobrevivência do referido trabalho corroborou com os resultados do presente estudo. Para viveiros escavados Scorvo Filho et al. (1998), identificaram parâmetros zootécnicos de peixes redondos (incluindo o pacu), com a conversão alimentar alternando de 1,6 a 1,8, confirmado no presente estudo.

Rendimento de carcaça

Os parâmetros de rendimentos de carcaça não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$), quando submetidos à análise de regressão. Os valores médios para rendimento de carcaça do referido estudo estão apresentados na Tabela 03.

Tabela 03. Valores médios para rendimento de carcaça para pacus em tanques-rede submetidos a diferentes níveis de proteína bruta.

Variáveis*	Níveis de Proteína Bruta (%)					CV%
	18,5	20,7	23,7	25,6	28,3	
Tronco limpo (%)	53,03a	54,46a	52,71a	55,53a	53,44a	9,68
Filé (%)	37,07a	37,43a	36,60a	38,73a	37,85a	7,71
Gordura visceral (%)	3,71a	3,04a	3,70a	4,19a	3,38a	46,41
Índice Hepatosomático (%)	0,86a	0,80a	0,89a	0,84a	0,85a	40,64

*não significativo ($p>0,05$).

Resultados distintos foram observados por Signor et al. (2010) para os valores médios de rendimento de carcaça, que se deve principalmente, a diferença do peso médio final de 834,7g, em comparação com 412,7g do atual estudo. Faria et al. (2003), estudando o rendimento do processamento do pacu, encontraram porcentagens de filé de 46,73 a 51,6%, respostas divergentes ao atual estudo que obteve rendimento de filé de 36,60 a 38,73%, discrepância justificada pelo tamanho de abate. Comprovado por Souza & Maranhão (2001) e Ribeiro et al. (1998), que identificaram diferenças de rendimentos em decorrência do tamanho dos peixes.

A forma de abate também é relevante, pois Gomiero et al. (2003), realizando cortes oblíquos e retos da cabeça de matrinxãs, concluíram que o corte oblíquo da cabeça proporcionou melhores rendimentos em relação ao corte reto da cabeça, sendo tronco limpo 65,67% e filé 37,23% para corte oblíquo, já 61,28% para tronco limpo e 36,61% de filé para o corte reto.

Segundo Souza et al. (2000) o peso da cabeça apresenta uma relação inversa para o rendimento. Faria et al. (2003), ao estudar os rendimentos da tilápia do Nilo e do pacu, verificaram que o pacu devido a menor cabeça, proporcionou melhor rendimento de carcaça, especialmente na forma de filé. O rendimento de filé pode ser prejudicado pela deposição de gordura ocorrida tanto na região celomática, quanto na musculatura (Burkert et al., 2008).

O presente estudo obteve percentual de gordura visceral entre 3,04 a 4,19%, corroborado por Macedo-Viegas et al. (2000), que em estudo sobre o efeito das classes de peso (400 a 700g) sobre o rendimento do processamento de matrinxã *Brycon cephalus*, encontraram valores de gordura visceral entre 3,68 a 4,20%.

O percentual de gordura visceral sofre efeito direto em relação ao tamanho dos peixes, fator este que exerce maior deposição de gordura visceral com a elevação do tamanho, como descrito por Signor et al. (2010), com peso médio final de 834,7g e percentual médio de gordura visceral de 6,82%. Enquanto que para alevinos de pacu Muñoz-Ramírez & Carneiro (2002), relataram o índice de gordura visceros-somático entre 2,17 e 2,81.

Segundo Abimorad et al. (2007), que estudaram os efeitos de dois níveis de proteína digestível (20 e 23% PD), dois de lipídeos (4,0 e 8,0%) e três níveis de carboidratos (41; 46 e 50%) para juvenis de pacu, indicaram que o aumento dos níveis de nutrientes contidos nas

dietas reduziram os níveis de triglicerídeos, enquanto o aumento da energia eleva o índice hepatossomático.

Estudo realizado por Baldan (2008), com dietas isoprotéicas e isoenergéticas, com três níveis de carboidratos (28; 35 e 48%), que refletiu na concentração de amido total de 16,6; 22,4 e 38,8% para juvenis de pacu e, concluiu que os níveis de amido contidos na dieta exercem efeito sobre o índice hepatossomático, ocasionado pelo aumento de lipídio no fígado, que segue o mesmo comportamento da gordura visceral. De acordo com Brauge et al. (1994), o carboidrato absorvido, que ao invés de ser empregado para energia é depositado na forma de glicogênio no fígado. E espécies onívoras apresentam o efeito poupador de proteína e melhor aproveitamento de altos níveis de carboidrato quando comparado a espécies carnívoras (Hemre et al., 1993, 1995; Deng et al., 2000).

Mas este efeito não foi observado no presente estudo, pois ocorreu uma relação inversa entre o amido e a proteína bruta contida na dieta, determinando em um comportamento não linear para o índice hepatossomático e sem diferença estatística entre os tratamentos.

Composição química

As médias dos parâmetros da análise química de filés do presente estudo estão apresentadas na Tabela 04.

Tabela 04. Análise química de filés de pacu em tanques rede submetidos a diferentes níveis de proteína bruta.

Variáveis*	Níveis de Proteína Bruta (%)					CV%
	18,5	20,7	23,7	25,6	28	
Umidade ¹	69,04b	71,48a	70,71ab	70,81ab	72,65a	1,44*
Proteína Bruta	16,72a	15,98a	16,50a	17,15a	16,91a	6,00ns
Extrato Etéreo ²	11,88a	10,12ab	10,16ab	10,33a	8,00b	9,78*
Matéria Mineral	1,27a	1,22a	1,20a	1,30a	1,31a	7,42ns

*Médias na mesma linha seguida de letras distintas diferem ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Efeito linear: $y = 0,0263x + 64,7853$; $R^2 = 0,60$;

² Efeito linear: $y = 0,031x + 17,2815$; $R^2 = 0,75$.

De acordo com a análise de regressão ao nível de 5% de probabilidade apenas a umidade e o extrato etéreo apresentaram diferença significativa, submetidos à análise de

regressão, constatou-se efeito linear para ambos os parâmetros (Figura 03). Observando-se uma elevação para umidade conforme aumento do nível de proteína bruta na dieta, enquanto para o extrato etéreo ocorreu diminuição, conforme o aumento do nível de proteína bruta na dieta.

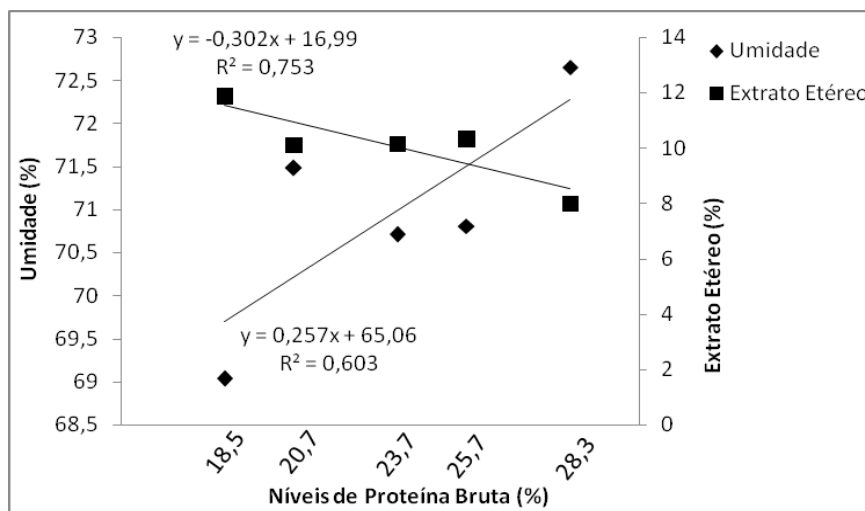


Figura 03. Efeito linear para umidade e extrato etéreo em diferentes níveis de proteína bruta.

A relação inversa obtida entre umidade e extrato etéreo, foi evidenciada também por Bicudo (2010), sendo que o aumento de carboidratos digestíveis na dieta proporcionou elevação do lipídio corporal (Kaushik & Oliva-Teles, 1985; Lanari et al., 1999), confirmado no presente estudo onde as dietas com 18,5% PB apresentaram maior nível de amido, e maior concentração de extrato etéreo com relação aos demais tratamentos (Tabela 04). Coutteau et al. (2000), relatam que a composição química dos tecidos dos peixes é influenciado pela composição da dieta.

Os valores médios de análise química foram semelhantes aos trabalhos de Fernandes et al. (2001) e Bicudo (2010), e diferiu apenas da avaliação efetuada por Signor et al. (2010), em relação ao extrato etéreo, que apresentou valores de 2,76 a 3,48.

Estudo executado por Ramos Filho et al. (2008), com relação a composição química de quatro espécimes de peixe (pintado *Pseudoplatystoma coruscans*, cachara *Pseudoplatystoma fasciatum*, pacu *Piaractus mesopotamicus* e dourado *Salminus maxillosus*) capturados no Rio Miranda, demonstraram que o pacu apresenta maior índice de lipídeos (18,83%) em comparação com as demais espécies avaliadas, sendo superior aos níveis de

lipídeos, também, do referido estudo. Segundo Ackman (1989), o teor de gordura é considerado alto para peixes que contém acima de 8%, e baixo teor para valores inferior a 8%.

Hematologia

Não foram observadas diferenças estatísticas para as variáveis hematológicas e bioquímicas do pacu criados em tanques rede alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta (Tabela 05).

Tabela 05. Variáveis hematológicas e bioquímicas do pacu criados em tanques-rede alimentados com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta.

Variáveis*	Níveis de Proteína Bruta (%)					CV%
	18,5	20,7	23,7	25,6	28,3	
Hematológicas						
Hematócrito (%)	37,69	38,31	38,4	36,67	38,06	5,90
Hemoglobina (g/dL)	7,14	7,68	7,36	7,48	8,43	9,27
Eritrócitos (10 ⁶ /μL)	2,11	2,01	2,02	1,89	2,07	11,97
VCM (fL)	182,11	193,36	192,19	193,67	186,03	13,30
HCM (g/dL)	34,40	38,77	36,84	39,47	40,83	12,72
CHCM (g/dL)	19,05	20,22	19,15	20,48	22,26	12,94
Bioquímicas						
Colesterol (mg/dL)	268,94	228,34	242,49	209,37	222,2	14,74
Proteína total (g/dL)	7,67	5,93	6,92	5,72	6,45	25,48

*não significativo (P>0,05).

As variáveis hematológicas apresentaram valores condizentes com a literatura (Tabela 06). O percentual de hematócrito, segundo Zuim et al. (1988) é maior para adultos de *P. mesopotamicus*, evidenciado por Bicudo et al. (2009), Hilbig et al. (2010) e Bittencourt et al. (2010), que analisaram pacus com peso médio de 55,74; 950 e 1107g e hematócrito de 32,88; 43,08 e 41,35%, respectivamente. Confirmado com o presente estudo, que apresentou peso médio final de 418g e o hematócrito foi de 37,82%.

Tabela 06. Parâmetros hematológicos mínimos e máximos do pacu.

Variáveis	Máx.	Mín.	Literatura
Hematológicas			
Hemoglobina (g/dL)	6,6	10,4	Tavares-Dias et al. (1999a) Tavares-Dias et al. (1999b)
Hematócrito (%)	28,2	39,8	Martins et al. (2001) Tavares-Dias et al. (1999b)
Eritrócito (10 ⁶ µL)	1,63	3,13	Ranzani-Paiva et al. (1998/1999) Martins et al. (2001)
VCM (fL)	117,6	224,7	Tavares-Dias et al. (1999b) Ranzani-Paiva et al. (1998/1999)
HCM (g/dL)	26,5	49,7	Martins et al. (2001) Ranzani-Paiva et al. (1998/1999)
CHCM (g/dL)	21,4	50,5	Tavares-Dias et al. (1999a) Ranzani-Paiva et al. (1998/1999)
Bioquímicas			
Colesterol (mg/dL)	155,31	183,08	Hilbig et al. (2010)
Proteína total (g/dL)	5,06	5,66	Bicudo et al. (2009)

De acordo com Garcia - Navarro & Pachally (2005) e Ranzani-Paiva & Silva-Souza (2004), avaliações hematológicas esclarecem possíveis doenças infecciosas, leucemias, estresse e o estado fisiológico do organismo. Os resultados obtidos nas análises hematológicas deste trabalho, demonstram que os níveis protéicos contidos na dieta não influenciaram na higidez dos peixes.

As variáveis bioquímicas apresentaram índices discrepantes com o descrito pela literatura, devido ao fato dos exemplares não estarem em jejum para as coletas, o que não é tradicionalmente executado, mas com esta metodologia obtêm-se valores condizentes com a rotina da criação dos peixes.

Conclusão

O melhor desempenho produtivo dos peixes foi evidenciado com rações contendo nível de 25,8% de proteína bruta para pacu criados em tanques rede.

Referências

- ABIMORAD, E.G; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. Growth and metabolism of pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 36-44, 2007.
- ACKMAN, R. G. Nutritional composition of fats in seafoods. **Progress in Food and Nutrition Science**, Oxford, v. 13, n. 1 p. 161-241, 1989.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 18. Ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.
- AYROZA, D.M.M.R. DE; FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, L.M.S. Regulamentação do acesso territorial aos tanques-rede em áreas de preservação permanente – APP, no estado de São Paulo. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 90, p. 63-65, 2005.
- AYROZA, D.M.M.R; FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, L.M.S. Regularização de projetos de piscicultura no estado de São Paulo. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. p. 33-41, 2008.
- BAIN, J. B.; **Células sanguíneas - Um guia prático**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 334p.
- BALDAN, A.P. **Avaliação da tolerância do pacu (*piaractus mesopotamicus*) a carboidratos**. 2008. Tese (Doutorado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista. Campus de Jaboticabal.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 98 p.

- BARBOSA, L.G.; MORAES, G.; INOUE, L.A.K. Respostas metabólicas do matrinxã submetidos a banho anestésico de eugenol. **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 29, n. 3. p. 255-260, 2007.
- BECHARA, J.; ROUX, J.P.; DÍAZ, F.R.; QUINTANA, C.F.; MEABE, C.L. The effect of dietary protein level on pond water quality and feed utilization efficiency of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Aquaculture Research**, v. 36, p. 546-553, 2005.
- BELL, J. G. Current aspects of lipid nutrition in fish farming. In: BLACK, K.D.; PICKERING A. D., (Eds.), **Biology of farmed fish**. Sheffield, UK: Sheffield Academic Press. p. 114–145, 1998.
- BERKA, R. **The transport of live fish: a review**. FAO, Rome, p.01;48. (EIFAC Technical Papers, 48). 1986. 1p.
- BICUDO, A.J.A. **Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887): proteína, energia e aminoácidos**. 2008, f.24. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, E.P. Growth and haematology of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquaculture Research**, V. 40, P. 486-495, 2009.
- BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**, v. 16, p. 213–222, 2010.
- BITTENCOURT. F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; LORENZ, E.K.; MALUF, M.L.F. **Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede**. R. Bras. Zootec., v.39, n.11, p.2323-2329, 2010.
- 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 Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 29, n. 4, p. 457-463, 2007.
- BORGHETTI J.R.; CANZI C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. **Aquaculture**, v. 114, p. 93-102, 1993.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. et al. Digestibilidade Aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 8-13, 2004.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; KLEIN, S.; LORENZ, E.K.; DIETERICH, F.; CANZI, C.; SILVA, J.R., (org.) **Relatório final das atividades desenvolvidas no convênio de cooperação técnico-financeiro firmado entre Itaipu e Unioeste sob o nº 4500008796**. Toledo, 2010.
- BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama: Birmingham Publiscing, 1990, 482p.

BOYD, C.E. **Water quality in warmwater fish culture**. Auburn: Auburn University, 1981. 359p.

BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer, 1998. 700p.

BRASIL, Presidência da República. **Decreto nº 4.895, 25 de novembro de 2003**. Brasília: 182o da Independência e 115o da República. 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4895.htm. Acesso em 10/10/2010.

BRAUGE, C., MÉDALE, F., CORRAZE, G. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in seawater. **Aquaculture**, v. 123, p. 109-120, 1994.

BURKERT, D.; ANDRADE, D.R.; SIROL, R.N.; SALARO, A.L.; RASGUIDO, J.E.A.; QUIRINO, C.R. Rendimento do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1137-1143, 2008.

CAMARGO, S.B.; POUHEY, J.L.; MARTINS, C. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido a dieta com diferentes níveis de proteína. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1406-1411, 2005.

CANTELMO, O.A. **Níveis de proteína e energia em dietas para o crescimento do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. 1993. 55f. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CANZI, C.; BORGHETTI, I.A. Estudo preliminary sobre a utilização de curimbatá na limpeza de tanques-rede povoado com pacu *Piaractus mesopotamicus*. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 1992, Peruíbe. Anais... p. 14.

CARNEIRO D.J. **Níveis de proteína e energia na alimentação do Pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895)**. Jaboticabal, SP:UNESP, 1983. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1983.

CASTAGNOLLI, N.; ZUIM, S.M.F. **Consolidação do conhecimento adquirido sobre o pacu *Colossoma mitrei* (BERG,1895)**. Jaboticabal: FCAV/Unesp, 1985.

CESTAROLLI, M.A.; GODINHO, H.M.; VERANI, J.R.; BASILE-MARTINS, M.A.; FENERICH-VERANI, N.; LEITE, R.G. Observações sobre o comportamento do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895), em tanque experimental. In: Simpósio brasileiro de aquicultura, 3., São Carlos, 1984, **Anais**. São Carlos: ABRAq: Universidade Federal de São Carlos, 1984. 537-545p.

CHAUDHURI, S.H.; PANDIT, T.; BANERJEE, S. Size and sex related variations 01' some blood parameters of *Sarotherodon mossambica*. **Environ. Ecol.**, v.4 (1), p. 61-63, 1986.

CHO, C.Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. **Food Reviews International**. p. 333-357. 1990.

CHO. C.Y. Feeding for rainbow trout and other salmonids, with reference to current estimates of energy and protein requirement. **Aquaculture**. p. 107-123. 1992.

COLLIER, H.B. The standardization of blood haemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, Vancouver, v. 50, p. 550-552, 1944.

CONAMA - BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2010.

CONAMA - BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 413, de junho de 2009**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providência. Disponível em: <<http://www.areaseg.com/conama/2009/413-2009.pdf>>. Acesso em 02 set. 2010.

COUTTEAU, P., KONTARA, E. K. M.,; SORGELOOS, P. Comparison of phosphatidylcholine purified from soybean and marine fish roe in the diet of post larval *Penaeus vannamei* bone. **Aquaculture**, v. 181, p. 331–345, 2000.

DENG, D.F., REFSTIE, S., HEMRE, G.I., CROCKER, C.E., CHEN, H., CECH, JR., J.J., HUNG, S.S.O. A new technique of feeding, repeated sampling of blood and continuous collection of urine in white sturgeon. **Fish Physiol. Biochem.** v. 22, p. 191-197, 2000.

DEVLIN, T.M. **Manual de bioquímica com correlações químicas**. 4 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998. 1007p.

DIETERICH, F. ; BOSCOLO, W. R. ; BITTENCOURT, F. ; FEIDEN, A. ; LORENZ, E. K. ; SIGNOR, A. A. . Proporções corporais do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes classes de peso cultivado em tanques-rede. In: Aquaciência, 2008, Maringá. Anais do Aquaciência 2008, 2008.

FARIA, R.H.S.; SOUZA, M.L.R.; WAGNER, P.M. et al. Rendimento do processamento da tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 1, p. 21-24, 2003.

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

FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. Fontes e Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Juvenis de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista brasileira de zootecnia**, v. 30(3), p. 617-626, 2001.

FERRARI, V.A.; BERNARDINA, G. Efeitos da temperatura e densidade de estocagem na segunda alevinagem de pacu *Colossoma mitrei*. In: Simpósio brasileiro de aquicultura, 4., 1986, Cuiabá. **Anais**. 87p.

FERRARI, V.A.; BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A. Efeito do peso de estocagem sobre o desempenho do pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887, em tanques. In: Simpósio brasileiro de aquicultura,7., 1992. Peruíbe. **Anais ...** p.18.

FERRAZ DE LIMA, J.A.; DE MELO, J.S.C.; GASPAR, L.A.; CHABALIN, E.; DOS SANTOS, E.P. Comportamento do pacu em um cultivo experimental, no centro Oeste do Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 1, p. 15-28, 1988.

FREATO, T.A.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, V.B.; LOGATO, P.V.R.; VIVEIROS, A.T.M. Efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento da piracanjuba (*Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 676-682, 2005.

GARCIA – NAVARRO, C.E.K.; PACHALY.J.R. **Manual de Hematologia Veterinária**. 2 ed. São Paulo: Editora Varela, 2005. 169p.

GARCIA-NAVARRO C. E. K.; PASCHALY, J. R. **Hematologia veterinária**. Varela, São Paulo, 1994. 161p.

GOLDENFARB, P.B.; BAYIR, A.; NECDET SIRKECIOGLU, A. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 56, p. 35-39, 1971.

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. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.27, n.1, p. 211-216, 2003.

HEMRE, G.I., KARLSEN, O., LEHMANNG., HOLM, J.C., LIE, O. Utilization of protein, fat and glycogen in cod (*Gadus morhua*) during starvation. **Fisk Dir Skr Series Ern cering** v. 6, p. 1-9, 1993.

HEMRE, G.I., SANDNES, K., LIE, O., TORRISSEN, O., WAAGBO, R. Carbohydrate nutrition in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., growth and feed utilization. **Aquac. Nutr.** v. 26, p. 149-154, 1995.

HICKEY, C.R., Jr. Comparative hematology of wild and captive cunners. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 111, n. 2, p. 242-249, 1982.

HILBIG, C.C.; ZAMINHAN, M.; DIETERICH, F.; MALUF, M. F.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Hematologia do pacu criado em tanques-rede submetido a diferentes taxas de arraçamento. In: II Simpósio Nacional de Engenharia de Pesca, IV Simpósio Paranaense de Engenharia de Pesca e XII Semana Acadêmica de Engenharia de Pesca, 2010, Toledo. II SINPESCA, 2010. **Anais...**

HOUSTON, A.H.; ROBERTS, W.C.; KENNINGTON, J.A. Hematological response in fish: pronephric and splenic involvements in the goldfish, *Carassius auratus*. **L. Fish Physol. Biochemistry.**, v. 15(6), p. 481-489, 1996.

HUSS, H. H. El pescado fresco: Su calidad y cambios de calidad. **Manual decapacitación preparado por el programa decapacitación FAO/DANIDA en Tecnología Pesquera y Control de Calidad**, (colección FAO: Pesca No. 29). 1988.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca 2007: Grandes regiões e unidades da federação**. 2007. 97p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/index.php>. Acesso em: 05/10/2010.

ITUASSÚ, D.R.; PEREIRA FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B.A.S.; GANDRA, A.L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 40, n. 3, p. 255-259, 2005.

JABEEN, F.; CHAUDHRY, A.S. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. **Food Chemistry**, v. 125, p. 991-996, 2010.

JARAMILLO, M.P.S. Nutrientes essenciais. In: JARAMILLO, M.P.S.; GÓMES, H.R.; DAZA, P.V., editors. **Fundamentos de nutrición y alimentación em acuicultura**. Bogotá; I.N.P.A., Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. 1996. 53-63p.

JOMORI, R.; CARNEIRO, D. J.; PORTELLA, M. C. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, v. 221, n. 1-4, p. 277-287, 2003.

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

KENTUCKY STATE UNIVERSITY. **Cage production systems**. Disponível em: <<http://www.ksuaquaculture.org/cageproduction.htm>>. acesso em: 12/09/2010.

LANARI, D., POLI, B.M., BALLESTRAZZI, R., LUPI, P., D'AGARO, E., MECATTI, M. The effects of dietary fat and NFE levels on growing European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Growth rate, body and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiency. **Aquaculture**, v. 179, p. 351-364, 1999.

LOPES, J.M.; SILVA, L.V.F.; BALDISSEROTTO, B. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. **Aquaculture International**, v. 9, p. 73-80, 2001.

LORENZ, E.K. **Densidade de estocagem de piracanjuba (*Brycon orbigniannus*) em tanques-rede de pequeno volume. 2010**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SCORVO, C. M. D. F.; VIDOTTI, R. M.; SECCO, E. M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, p. 725-728, 2000.

MARTINEZ, C B R; AZEVEDO, F; WINKALER, E. U.. Toxicidade e efeitos da amônia em peixes neotropicais. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C. (Org.). **Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura**. Jaboticabal - SP: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática. 2006. 81-95p.

MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; MORAES, F.R.; FUJIMOTO, R.Y. Mebendazole treatment against *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea, Dactylogyridae) gill parasite of cultivated *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes, Characidae) in Brazil. Efficacy and hematology. **Acta Parasitol.**, v. 46(4), p. 332-336, 2001.

MELO, J.F.B.; TAVARES-DIAS, M.; LUNDESTEDT, L.M. MORAES, G. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. **Revista Ciência Agroambiental**, v. 1, n. 1, p. 43-51, 2006.

MEMON, N.N.; TALPUR, F.N.; BHANGER, M.I.; BALOUCH, A. Changes in fatty acid composition in muscle of three farmed carp fish species (*Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, *Catla catla*) raised under the same conditions. **Food Chemistry**. p. 1-6. 2010.

MEROLA, N.; SOUZA, J.H. Preliminary studies on the culture of the pacu *Colossoma mitrei* in floating cages: effect of the stocking density and feeding rate on growth performance. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 68, p. 243-248, 1988.

MORRIS, P. C. The effect of nutrition on the composition of farmed fish. In: KESTIN, S. C. WARRISS, P. D., (Eds.), **Farmed fish quality**. London, UK: Fishing News Books. Blackwell. p.161-179, 2001.

MPA – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/>. Acesso em: 04/11/2010.

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.

NELSON, D.L.; COX, M.M. Lipids. In: **Lehninger principles of biochemistry**, New York: W.H. Freeman and Company. Chap. 10, 2005. p. 343-368.

NOGUEIRA, A.C.; RODRIGUES, T. **Criação de tilápias em tanque-rede**. Salvador: Sebrae Bahia, 2007. 23p.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Livraria Varela. 1999. 29-55p.

PETRERE Jr, M. River fisheries in Brazil: a review. **Regulated Rivers: Research and Management**, v. 4, p. 1-16, 1989.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Ed. TecArt, 2004. 79p.

RAMOS FILHO, M.M.; RAMOS, M.I.L.; HIANE, P.A.; SOUZA, E.M.T. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28(2), p. 361-365, 2008.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia como ferramenta para avaliação da saúde de peixes. In: 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, 2007. **Anais...** 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes. Botucatu, São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 74p.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia de peixes. In: SANTOS, H.S.L (Ed.). **Histologia de peixes**. Jaboticabal. FCAV-UNESP. 1991. 83p.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T. Hematologia de peixes brasileiros. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T., TAKEMOTO, R.M., LIZAMA, M.A.P. **Sanidade de Organismos Aquáticos**. Ed. Livraria Varela, São Paulo. 442 p. 2004.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SALLES, F.A.; EIRAS, J.C.; EIRAS, A.C.; ISHIKAWA, C.M.; ALEXANDRINO, A.C. Análise hematológica de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de

piscicultura do Instituto de Pesca, Estado de São Paulo. **B. Inst. Pesca**, v. 25, p. 77-83, 1998/1999.

RIBEIRO, L. P.; LIMA, L. C.; TURRA, E. M.; QUEIROZ, B. M.; RIBEIRO, T. G.; MIRANDA, M. O. T. Efeito do peso e do operador sobre o rendimento de filé em tilápia vermelha *Oreochromis spp.*. In: AQUICULTURA BRASIL' 98, 1998, Recife. *Anais/Proceedings...* Recife: ABRAq. 1998, v. 2. p. 773-778.

SALARO, A.L.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; DEL CARRATORE, C.R.; ROSA, G.J.M. Influência da oscilação térmica sobre o ganho de peso de alevinos de pacu, tambacu e carpa comum durante o inverno de Botucatu. In: Simpósio brasileiro de aquicultura, 7., 1992. Peruíbe, **Anais**. p.117-121.

SAS Institute Inc. **SAS User's guide statistics**. 9ª ed, Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 9.1.3. 2004.

SCORVO FILHO, J.D.; MARTINS, N.B.; AYROZA, L.M.S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra de 1996/1997. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 8, p. 41-60, 1998.

SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; COLDEBELLA, A.; REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2336-2341, 2010.

SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; BITTENCOURT F.; FEIDEN A.; GONÇALVES G.S.; FREITAS, J.M.A. Desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo complexo enzimático. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 977-983, 2010.

SIKORSKI, Z. E. **Tecnología de los Productos del Mar: Recursos y Composición Nutritiva**. España: Ed. Acribia, primera Edición. 1994.

SILVA, C.A.H. **Desempenho , enzimologia e metabolism de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dietas peletizadas e extrusadas com níveis médio e alto de lipídeos e carboidratos**. 2008. f. 13. Tese (Dourado em Ciências Fisiológicas. Universidade Federal de São Carlos, Araraquara.

SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in Aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1995. 319p.

SIMMONS, J. **Technology's role in the 21st century: food economics and consumer choice**. Elanco Animal Health, Greenfield, IN. 2009.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: Funep, 1995. 72p.

SOUZA, JH.; FERRAZ DE LIMA, J.A.; CHABALIN, E. Importância da seleção fenotípica para a criação de pacu *Piaractus mesopotamicus* em gaiolas flutuantes. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO DE PESCA, 1., 1992, São Paulo. *Anais...*p.49.

SOUZA, M.L.R.; MACEDO-VIEGAS, E.M.; KRONKA, S.N. Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre o rendimento de carcaça, filé e pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 1-6, 1999.

SOUZA, M.L.R.; MARANHÃO, T.C.F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.

SOUZA, M.L.R.; MARENGONI N.G.; PINTO A.A. Rendimento do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): tipos de cortes da cabeça em duas categorias de peso. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 701-706, 2000.

STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. Editora Acribia, Zaragoza, Espanha. 1987. 49p.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. **Hematologia de Peixes Teleosteos**. Ed. Eletrônica e Arte Final. Riberão Preto. SP, 2004. 144p.

TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; MARTINS, M.L.; SILVA, E.D.; MORAES, F.R.; PERECIN, D. Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária. I. Variáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). **Acta Scientiarum**, v. 21, p. 337-342, 1999b.

TAVARES-DIAS, M.; TENANI, R.A.; GIOLI, L.D.; FAUSTINO, C.D. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. II. Parâmetros sanguíneos do *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) em policultivo intensivo. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 423-431, 1999a.

TORLONI, C.E.C.; SILVA FILHO, J.A.; VERANI, J.R.; PEREIRA, J.A. Estudos experimentais sobre o cultivo do pacu, *Colossoma mitrei*, no Sudeste do Brasil. In: Simpósio brasileiro de aquicultura, 3., São Carlos, 1984, **Anais**. São Carlos: ABRAQ: Universidade Federal de São Carlos, 1984. 559-576p.

TURCHINI, G.M.; MORETTI, V.M.; MENTASTI, T.; ORBAN, E.; VALFRÈ, F. Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.). **Food Chemistry**. v. 102, p.1144–1155, 2007.

UNSTATS – UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION. Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/socind/population.htm#tech>>. Acesso em: 25/11/2010.

URBINATI, E.C.; GONÇALVES, F.D. Pacu, (*Piaractus mesopotamicus*), In: BALDISSEROTO, B. & GOMES, L.C. (Org) **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**, Santa Maria – RS, ed.UFSM, 2005. 225-255p.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, EDUEM. 1996. 169p

WILSON, R.P. Amino acid and proteins. In: HALVER, J.E. **Fish nutrition**. San Diego: Academic Press, 1989. cap. 3, p. 112-150.

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

YEANNES, M.I.; ALMANDOS, M.E. Estimation of fish proximate composition starting from water content. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, p. 81–92, 2003.

ZANIBONI FILHO, E.; NUÑER, A.P.O.; GUERESCHI, R. M.; SILVA, S.H. **Cultivo de peixes em tanques-rede e impactos ambientais**. In: Cultivo de peixes em tanques-rede: desafios e oportunidades para um desenvolvimento sustentável. EPAMIG. Belo Horizonte, 2005. 58p.

ZUIM, S.M.F., ROSA, A.A.M., CASTAGNOLLI, N. Sex and sexual cycle influences over metabolic parameters in pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Bulletin Canadian of Aquaculture of the Association Proceeding**, v. 88, n. 4, p. 55-56, 1988.