

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

**CLEONICE CRISTINA HILBIG**

**TAXA DE ARRAÇOAMENTO PARA O PACU *Piaractus mesopotamicus***  
**CRIADO EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2010**

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

**CLEONICE CRISTINA HILBIG**

**TAXA DE ARRAÇOAMENTO PARA O PACU *Piaractus mesopotamicus*  
CRIADO EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU**

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**

**2010**

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária  
UNIOESTE/Campus de Toledo.

Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

H641t Hilbig, Cleonice Cristina  
Taxa de arraçoamento para o Pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) criado em tanques-rede no Reservatório de Itaipu / Cleonice Cristina Hilbig. -- Marechal Cândido Rondon, PR : [s. n.], 2010.  
44 f.

Orientador: Drº Wilson Rogério Boscolo  
Co-Orientador: Drº Aldi Feiden  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Marechal Cândido Rondon. Centro de Ciências Agrárias.

1. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) – Alimentação e rações – Reservatório de Itaipu 2. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) – Manejo nutricional 3. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) - Nutrição 4. Nutrição animal 5. Piscicultura em tanques-rede I. Boscolo, Wilson Rogério, Or. II. Feiden, Aldi, Or. III. T.

CDD 20. ed. 639.375

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

**CLEONICE CRISTINA HILBIG**

**TAXA DE ARRAÇOAMENTO PARA O PACU *Piaractus mesopotamicus***  
**CRIADO EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU**

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**

---

Prof.Dr. Wilson Rogério Boscolo

---

Prof.Dr. Gilmar Baumgartner

---

Prof. Dra. Betina Muelbert Esquivel

À minha família,

À minha mãe, Veleda,

À meu irmão, Odair

À minha irmã, Adriana

Pelo apoio, compreensão e paciência.

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pelo dom da vida e por demonstrar por diversas vezes sua existência em minha vida.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela atenção, oportunidade e ensino de qualidade.

Ao professor Dr. Wilson Rogério Boscolo pela orientação, compreensão e oportunidade.

Ao professor Dr. Aldi Feiden pela co-orientação, conselhos e oportunidade.

À Evandro Kléber Lorenz e Rafael Glenn pelo auxílio nos trabalhos de campo.

À Itaipu binacional pelo financiamento do projeto.

A todos os integrantes do Grupo de Estudos de Manejo em Aquicultura - GEMAQ, em especial à MSc. Márcia Luzia Ferrarezi Maluf, MSc. Fabiana Dieterich, Micheli Zaminhan, pelo apoio na realização do experimento.

Aos meus colegas de mestrado, em especial à Flávia Potrich, Talita Gabriela Dieterich e Márcia Bartolomeu, pela amizade e companheirismo.

À Priscila Sabino, Carlos Weirich, Douglas Fockink e Adriana Câmera, pela amizade, compreensão e apoio.

Muito Obrigada!

## RESUMO

### TAXA DE ARRAÇOAMENTO PARA O PACU *Piaractus mesopotamicus* CRIADO EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU

O objetivo do trabalho foi avaliar o manejo alimentar de juvenis de pacu submetidos a diferentes taxas de arraçoamento e sua relação com o desempenho produtivo, composição corporal e características hematológicas. O experimento foi realizado na área de transição do reservatório de Itaipu Binacional, no Centro de Desenvolvimento de Pesquisa para Piscicultura em Tanques-rede, localizado no Refúgio Biológico do município de Santa Helena – PR, por um período total de 78 dias. Foram utilizados 300 peixes com peso inicial médio de  $84,75 \pm 4,52$  g, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos (100, 90, 80 e 70 % de fornecimento de ração) e cinco repetições, utilizando-se vinte tanques-rede com área de  $0,49 \text{ m}^2$  e com volume de  $0,34 \text{ m}^3$ . Um tanque contendo quinze peixes em uma densidade  $44 \text{ peixes/m}^3$ , foi considerado uma unidade amostral. Para a alimentação utilizou-se ração comercial extrusada com 32% de proteína bruta. As taxas de alimentação foram ordenadas de acordo com a quantidade de ração fornecida no tratamento 100 %, ou até saciedade aparente. Ao final do período experimental, os peixes permaneceram em jejum por um período de 24 horas para, posteriormente, serem realizadas avaliações hematológicas, parâmetros de desempenho, rendimento e composição química da carcaça dos animais. Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) para as variáveis de peso final, ganho de peso e taxa de crescimento específico. No entanto, verificou-se que o índice de conversão alimentar aparente apresentou aumento linear diretamente proporcional a porcentagem de arraçoamento dos animais. Não foram encontradas diferenças ( $P > 0,05$ ) entre as médias de peso eviscerado, tronco limpo, filé, índice hepato-somático e índice de gordura viscero-somática dos animais. Também, não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis hematológicas e composição centesimal avaliadas. Conclui-se que a taxa de alimentação de até 70% sobre a saciedade aparente diminui o índice de conversão alimentar, proporcionando bons resultados de desempenho, sem influenciar na composição corporal, bem como nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de juvenis de pacu (*P. mesopotamicus*) criados em tanques-rede.

**Palavras-chave:** espécie nativa, quantidade de ração, manejo alimentar, piscicultura intensiva.

## ABSTRACT

### FEEDING RATE FOR PACU *Piaractus mesopotamicus* REARED IN CAGES IN THE ITAIPU RESERVOIR

The aim of this study was to evaluate the feeding management of pacu juveniles submitted to different feeding rates and its relation with productive performance, body composition and hematological characteristics. The experiment was conducted at the transition area of the Itaipu Binacional reservoir, in the Research development center for aquaculture in cages, situated on the Santa Helena - PR town's biological refuge, during a 78 days period. There were used 300 fish with initial mean weight  $84,75 \pm 4,52$  g, distributed in a completely randomized design, composed of four treatments (100, 90, 80 e 70 % of feed supply) and five replications, using twenty cages with  $0,49$  m<sup>2</sup> of area and  $0,34$  m<sup>3</sup> of volume. A cage containing fifteen fish in a  $44$  fish/m<sup>3</sup> density was considered a sampling unit. A commercial extruded feed containing 32% of crude protein was used. The feeding rates were calculated according to the quantity of feeding provided in the 100% treatment, or until apparently satiety. At the end of the experimental period, the fish were fasten by 24 hours to then be made the hematological, performance, yield, carcass chemical composition evaluations of the animals. No differences were observed ( $P > 0,05$ ) for final weight, weight gain and specific growth rate. However, the apparently feed conversion showed linear increase directly proportional to the animal's feeding percentage. There were no differences found ( $P > 0,05$ ) between the averages of gutted weight, dressed out, fillet, hepatosomatic index and viscerasomatic fat index of the animals. Also for the hematological parameters and the chemical composition there were not observed differences ( $P > 0,05$ ). Therefore the feeding rate until 70% over the apparently satiety reduces the apparently feed conversion index, providing good productive results, without influencing the chemical composition as well as biochemical and hematological parameters of pacu (*P. mesopotamicus*) juveniles reared in cages.

**Keywords:** native species, feed quantity, feed management, intensive aquaculture

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Níveis de garantia da ração comercial.....	22
Tabela 2- Valores médios dos parâmetros de desempenho dos juvenis de pacu <i>P. mesopotamicus</i> criados em tanques-rede, submetidos a diferentes taxas de arraçoamento, cultivado em tanques-rede .....	26
Tabela 3- Recomendação da taxa alimentar por classe de tamanho para pacus criados em tanques-rede utilizando ração com 32% PB na forma extrusada com temperaturas entre 27 e 30°C .....	29
Tabela 4- Valores médios dos parâmetros de rendimento de carcaça dos juvenis de pacu <i>P. mesopotamicus</i> criados em tanques-rede, submetidos a diferentes taxas de arraçoamento .....	30
Tabela 5- Análise centesimal de filés de juvenis de pacu <i>P. mesopotamicus</i> criados em tanques-rede, submetidos a diferentes taxas de arraçoamento .....	32
Tabelas 6- Variáveis hematológicas e bioquímicas do pacu ( <i>P. mesopotamicus</i> ) criados em tanques-rede submetidos a diferentes taxas de arraçoamento .....	33

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Ganho de peso total e em diferentes períodos (biometrias) de juvenis de pacu (*P.mesopotamicus*) criados em tanques-rede, submetidos a diferentes taxas de arraçoamento ..... 27
- Figura 2- Ganho de peso diário total e em diferentes períodos (biometria) de juvenis de pacu (*P.mesopotamicus*) criados em tanques-rede, submetidos à diferentes taxas de arraçoamento ..... 27
- Figura 3- Conversão alimentar total e por períodos (biometrias) de juvenis de pacu (*P.mesopotamicus*) criados em tanques-rede, submetidos a diferentes taxas de arraçoamento ..... 28

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1 Situação atual da aquíicultura.....	12
2.2 Espécie estudada.....	13
2.3 Cultivo de peixes em tanques-rede.....	14
2.4 Manejo alimentar.....	16
2.4.1 Taxa de arraçamento.....	17
2.5 Hematologia .....	19
<b>3 TAXA DE ARRAÇOAMENTO PARA O PACU <i>Piaractus mesopotamicus</i></b>	
<b>    CRIADO EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU .....</b>	<b>21</b>
3.1 Introdução.....	21
3.2 Material e Métodos.....	22
3.2.1 Local de realização dos experimentos .....	22
3.2.2 Delineamento experimental.....	22
3.2.3 Análises de água .....	23
3.2.4 Desempenho .....	23
3.2.5 Análises Hematológicas .....	24
3.2.6 Análises Estatísticas .....	25
3.3 Resultados e Discussão.....	25
3.4 Conclusão .....	35
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de reservatórios para a produção de organismos aquáticos, especificamente através da piscicultura em tanques-rede, possibilita elevar a oferta de pescado e gerar renda para a população lindeira. E é um dos objetivos inseridos no programa sócio ambiental “Cultivando Água Boa” chamado “Produção de peixes em nossas águas” financiado pela Itaipu binacional.

O cultivo em tanques-rede é uma técnica de criação de peixes super-intensiva (GONTIJO, 2008) com alta e contínua renovação de água, que promove a remoção dos metabólitos e dejetos produzidos pelos peixes, mantendo a qualidade da água. Com o aumento da biomassa por área de cultivo, há aumento no fornecimento de alimentos, sendo necessário buscar um manejo alimentar eficiente, para maximizar o rendimento e consequentemente o lucro. A este aspecto podemos relacionar dois parâmetros importantes: a frequência e a taxa alimentar diária oferecida aos peixes.

O alimento fornecido deve ser adequado, tanto em qualidade como em quantidade, pois, pode ser responsável por até 70% dos custos totais da produção (COELHO, 1997). Em relação à quantidade ofertada ou taxa alimentar, esta irá influenciar tanto o crescimento quanto a eficiência alimentar de peixes cultivados, sendo o crescimento destes diretamente proporcionais (NG et al., 2000; MIHELAKAKIS et al., 2002; EROLDOGAN et al., 2004).

A quantidade de ração fornecida a uma dada espécie é influenciada principalmente pela temperatura da água, fase de crescimento e qualidade da água (KUBITZA, 1997). A fração diária de alimento fornecida aos peixes a fim de proporcionar uma melhor eficiência, deve ser menor do que a capacidade máxima de consumo (HALVER, 1972), porém deve estar acima do nível utilizado para a manutenção (HARDY, 1998).

O conhecimento dessas frações ideais para uma espécie é fundamental, pois frações abaixo dos ideais podem comprometer o crescimento e a conversão alimentar aparente. O consumo de alimento de um indivíduo diminui proporcionalmente em relação ao seu peso, à medida que esse indivíduo cresce, portanto, é importante avaliar a quantidade necessária de alimento para o cultivo de qualquer espécie, desde sua fase larval até o momento da despesca (TESSER e SAMPAIO, 2006).

Além disso, esses níveis podem auxiliar a estimar o custo de produção e também estabelecer um protocolo alimentar, na qual os aquicultores possam maximizar o crescimento e minimizar os valores de conversão alimentar, obtendo dessa forma mais lucratividade.

O pacu *Piaractus mesopotamicus*, (Holmberg, 1887), é uma espécie nativa largamente encontrada nas bacias do rio Paraná, Paraguai e Uruguai. Esta espécie é de grande importância para a aquicultura, pois apresenta rápido crescimento, rusticidade ao manejo, fácil adaptação à alimentação artificial e grande aceitação pelo mercado consumidor (URBINATI e GONÇALVES, 2005). A sua adaptabilidade ao sistema de criação em tanques-rede foi comprovada por Signor et al. (2010) que estudaram a relação entre proteína e energia e por Bittencourt et al. (2010), que verificaram a melhor densidade de estocagem para o pacu criado em tanques-rede.

O presente trabalho objetivou avaliar a influência da taxa de arraçamento sobre o desempenho produtivo e variáveis hematológicas de juvenis de pacu (*P. mesopotamicus*) criados em tanques-rede.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Situação atual da aquicultura**

Segundo a FAO (2009) a aquicultura mundial saltou de uma produção de menos de um milhão de toneladas no início dos anos 1950 para 51,7 milhões de toneladas em 2006, representando a quantidade de 78,8 bilhões de dólares. Ainda, estima-se que a aquicultura já contribua com 5,0% da produção de proteína animal brasileira, apresentando um ritmo de crescimento muito superior à média nacional na última década, mostrando que nenhum outro setor da economia brasileira pode crescer tanto quanto a exportação de pescados. Portanto, há um imenso potencial a ser explorado para a colocação de produtos derivados de pescado no mercado (OSTRENSKY et al., 2008).

A aquicultura continental com uma produção de 210.644,5 toneladas representa 19,6% da produção de pescado total do Brasil, com um valor estimado de R\$ 781.145.700,00, para o ano de 2007, apresentando dessa forma um crescimento de 10,2% em relação ao ano de 2006 (IBAMA, 2007). A região Sul produziu 64.483,5

toneladas de pescado em 2007 com um valor total estimado de R\$ 249.535.100,00, contribuindo com a maior parcela da produção nacional, com 30,6%.

## 2.2 Espécie estudada

O pacu, *P. mesopotamicus* (Holmberg, 1887), é representante da superordem Ostariophysi na qual, segundo Urbinati e Gonçalves (2005), incluem-se os peixes de maior valor comercial na pesca, tanto profissional como esportiva e na piscicultura brasileira. Estes peixes são representantes da ordem Characiformes, família Characidae e da subfamília Myleinae, sendo uma espécie originária da bacia do Prata, pode ser encontrada nas bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, podendo chegar até 533 mm de comprimento máximo (GRAÇA e PAVANELLI, 2007), sua desova é total, não apresenta cuidado parental, realiza grandes migrações e na natureza a maturação sexual ocorre com cerca de 4 anos de idade (SUZUKI et al., 2004).

Segundo Silva (1985) o conteúdo estomacal de pacus na natureza é constituído principalmente de folhas, resíduos vegetais e restos de esqueletos de peixe, podendo ser caracterizado como uma espécie de hábito alimentar onívora. Sua alimentação sofre flutuações de acordo com a disponibilidade do alimento, em consequência de variações ambientais e da migração reprodutiva. Na estação chuvosa, o pacu permanece nas áreas de inundação, onde se alimenta de itens de origem vegetal, porém, na época de estiagem, fica no leito dos rios com pouca disponibilidade de alimentos (URBINATI e GONÇALVES, 2005).

Dentre as espécies brasileiras destaca-se o pacu, por apresentar grande potencial para a piscicultura intensiva devido à sua adaptabilidade ao cultivo, menor exigência de proteína e farinha de peixe na sua dieta (FERNANDES et al., 2000), boas taxas de crescimento e aceitação pelo mercado consumidor (JOMORI et al. 2005).

Em experimentos de longa duração (ciclo produtivo de dois anos), observou-se que a época de melhor crescimento e ganho de peso, é nas estações de primavera e verão, onde as temperaturas são maiores que 24° C, sendo que com valores abaixo dessa temperatura, há redução e até mesmo estabilização do crescimento (CESTAROLLI et al., 1984; TORLONI et al., 1984). Borghetti e Canzi (1993) revelam ainda, que para o pacu 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.

Outros estudos com pacu em tanques-rede foram realizados por Bittencourt et al.(2010) e Signor et al. (2010), onde os primeiros autores verificaram que quanto maior a densidade de estocagem menor a deposição de lipídios, enquanto que os últimos relatam que a exigência de proteína bruta para o pacu é de 3.250 Kcal de energia digestível por Kg de dieta.

Segundo IBAMA (2007), a criação brasileira de pacu representou cerca de 10.625,50 toneladas da produção anual, entretanto, a limitação da produção e comercialização de peixes redondos é devido a presença de espinhas intermusculares na forma de “Y”, impedindo a produção de um filé de qualidade, porém, há cortes específicos que possibilitam sua retirada (CARACIOLO et al., 2001). Uma opção para a comercialização desse tipo de pescado é na forma de carne mecanicamente separada (CMS) com o uso de despoldadeiras, assim, produtos processados como bolinhos, fishburgueres, nuggets, entre outros (ANTUNES, 1997), podem se tornar uma forma de incrementar a oferta de produtos a base de pescados e estimular a produção, pois o rendimento de tronco limpo destes peixes é de aproximadamente 60% (BENCKE et al., 2005), devido a baixa porcentagem de cabeça.

### **2.3 Cultivo de peixes em tanques-rede**

As primeiras gaiolas ou tanques-rede destinados à piscicultura foram desenvolvidas no final do século passado no sudeste asiático, estes eram construídas de madeiras ou bambus e os peixes eram alimentados com restos de peixes e comida (ZIMMERMANN e HASPER, 2003). Com o passar do tempo, foram sendo desenvolvidas estruturas flutuantes de variados formatos e tamanhos, constituídos por redes ou telas (BEVERIDGE, 1996) que, permitam a renovação constante da água no interior dos tanques, promovendo o suprimento de oxigênio e a remoção de dejetos e metabólitos, possibilitando a produção de uma grande biomassa de peixes por unidade de volume.

Segundo Ono e Kubitza (2003), a qualidade de água no ambiente onde estão localados os tanques-rede, é fator decisivo para o crescimento, conversão alimentar e saúde dos peixes. Segundo esse mesmo autor, além da qualidade do ambiente aquático,

o desempenho produtivo do sistema depende da qualidade dos insumos, das técnicas de manejo da produção e da capacidade técnica.

Segundo o Decreto N<sup>o</sup> 2.869 de 9 de dezembro de 1998, ficou regulamentada a cessão de águas públicas para a exploração da aquíicultura, entretanto sua implantação depende de estudos que avaliem o impacto causado pelos efluentes gerados pelos animais confinados, e para o qual ainda não existem estudos de impacto para as condições dos reservatórios brasileiros. Devemos considerar também, que os peixes confinados em tanques-rede não têm acesso a melhor qualidade de água, sendo então necessário que seja dispensada atenção especial ao monitoramento da qualidade de água e ao posicionamento dos tanques nos corpos d'água (BOZANO e CYRINO, 1999).

O sistema de criação em tanques-rede é uma opção para a produção racional de peixes, gerando proteína animal de elevado valor nutricional em ambientes improdutivos ou pouco produtivos como açudes, reservatórios, lagos, rios e mar territorial. A capacidade de suporte e níveis de arraçoamento obtido para criação de peixes em viveiros serve como referência para os limites de capacidade de suporte de reservatórios, represas e viveiros destinados à produção de peixes em tanques-rede ou gaiolas.

Com auxílio das informações sobre capacidade de suporte em reservatórios, onde se tem muitas vantagens ao se instalar tanques-rede, como o de aproveitar ambientes aquáticos existentes, dispensando o desmatamento de grandes áreas, evitando problemas de erosão e assoreamento, maior proteção contra predadores naturais e a alta afinidade com a cultura dos pescadores, que tem o peixe e o ambiente aquático como parte de seu cotidiano, torna-se uma atividade econômica alternativa em regiões onde a pesca está em declínio.

Essa atividade pode ser uma opção rentável, haja visto, a pobreza relatada em reservatórios, quanto ao número de espécies, cardumes e porte de exemplares, em função da baixa produtividade da pesca em reservatórios brasileiro e conseqüente baixa remuneração. Ainda, a criação de peixes em tanques-rede apresenta outras vantagens como: rapidez de implantação, com custo relativamente baixo, controle da densidade de estocagem, da sanidade dos peixes, alta produtividade, facilidade de manejo e despesca (AYROSA et al., 2005).

Embora, muitos estudos estão sendo desenvolvidos para peixes em tanques-rede como taxa de arraçoamento (NG et al., 2000; VAN HAM et al., 2003), densidade

de estocagem (MARENGONI, 2006; ROWLAND et al., 2006; BITTENCOURT et al., 2010), reprodução associada à nutrição (REIDEL et al., 2010) e frequência de arraçamento (BISWAS et al. 2010) entre outros, ainda se tem pouco conhecimento sobre as espécies nativas, como o pacu e outras com potencial para essa atividade.

O projeto de aquicultura em tanques-rede é uma alternativa possível e viável, e a Itaipu binacional através do programa “Peixes em nossas águas” comprova que ao se utilizar o pacu como espécie cultivada se obtém ótimos resultados de desempenho (SILVA, 2008). Todavia mais estudos para esta espécie devem ser desenvolvidos para se criar um pacote tecnológico para aprimorar seu desenvolvimento, entre eles um manejo alimentar eficiente.

## **2.4 Manejo alimentar**

A ração representa cerca de 30 a 60% dos custos operacionais da criação de peixes em tanques-rede (HUGUENIN, 1997), podendo chegar até 70% (COELHO, 1997). Silva (2008) estudando o pacu em tanques-rede no reservatório de Itaipu corrobora com os autores acima, revelando que a ração pode variar de 50 a 70% dos custos, no entanto, essa variação deve-se também pelo fato dos insumos da ração sofrerem alteração dependendo da safra.

Assim, esse alto custo deve ser minimizado com um manejo alimentar adequado, utilizando rações de qualidade e em quantidade apropriada. Sobre esse último aspecto, tanto a falta quanto o excesso são prejudiciais aos peixes pelo não desenvolvimento de seu potencial produtivo, assim a quantidade de ração fornecida aos peixes deve ser suficiente para o bom desenvolvimento dos animais, ao mesmo tempo em que evita deterioração das condições da água, pelo acúmulo de nutrientes não aproveitados (SALARO, 2009).

O uso de rações comerciais, principalmente extrusadas, é uma boa alternativa para a criação de peixes, por facilitar a observação pelos tratadores, reduzir o tempo de engorda, melhorar a eficiência alimentar e diminuir o impacto sobre a qualidade da água além de ser uma forma mais precisa para ajustar a taxa de alimentação (KUBITZA, 1997; ONO e KUBITZA, 2003).

Schmittou (1993) apresenta algumas recomendações de frequências e taxas de arraçamento de acordo com diferentes classes de peso para três espécies, bagre-do-

canal (*Ictalurus punctatus*), carpa comum (*Cyprinus carpio*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzidas em tanques-rede, sendo que a taxa alimentar recomendada para tilápia com peso de 100 g é de 3,2 % de ração sobre o peso, enquanto que ao atingir 400g esse nível decresce para 2,0%.

A quantidade de alimento a ser fornecida aos peixes a fim de proporcionar uma melhor eficiência, deve ser menor do que a capacidade máxima de consumo (HALVER, 1972) acima do nível utilizado para a manutenção (HARDY, 1998). Por outro lado, o consumo de alimento de um indivíduo diminui proporcionalmente em relação ao seu peso, à medida que esse indivíduo cresce. Portanto, é importante avaliar a quantidade necessária de alimento para o cultivo de qualquer espécie, desde sua fase larval até o momento da despesca (TESSER e SAMPAIO, 2006).

A redução no consumo de ração, geralmente ocorre devido ao estresse causado pela inadequada qualidade de água, deficiência nutricional ou início de problemas com parasitoses e doenças (ONO e KUBITZA, 2003).

Com relação ao manejo alimentar os dois principais parâmetros a serem monitorados são a frequência alimentar e a taxa de arraçoamento, sendo que o conhecimento dessas frações ideais para uma espécie é fundamental, tendo em vista que a alimentação inadequada pode comprometer o crescimento e a conversão alimentar aparente. Além disso, esses níveis podem auxiliar a estimar o custo de produção e também estabelecer um protocolo alimentar, onde os produtores possam maximizar o crescimento e minimizar os valores de conversão alimentar, obtendo dessa forma mais lucratividade.

#### 2.4.1 Taxa de arraçoamento

A taxa de arraçoamento representa a quantidade de ração fornecida aos peixes. A determinação dessa taxa deve associar o ganho de peso, a conversão alimentar, o retorno econômico e a qualidade da água. A subalimentação piora o desempenho, aumenta a competitividade pelo alimento, podendo ainda tornar os indivíduos mais suscetíveis à doenças (ROWLAND et al., 2005), enquanto que o excesso pode comprometer o desempenho de forma direta, provocando alterações metabólicas-digestivas, piorando a conversão alimentar e, indiretamente, a redução da qualidade da água, que em consequência pode deixar os peixes mais suscetíveis às doenças, sem

falar nas perdas monetárias, causadas pelo alimento não consumido (CASTAGNOLLI, 1979; MEURER et al., 2005; FURUYA, 2007).

Outro efeito causado pela variação desses níveis é sobre a composição corporal dos peixes, onde os teores de proteína e lipídios podem se alterar, de modo que ao se elevar as taxas de arraçoamento esses parâmetros também se elevam (JOHANSSON et al., 2000; NG et al., 2000; MIHELAKAKIS et al., 2002; VAN HAM et al., 2003).

A quantidade de ração fornecida a uma dada espécie é influenciada principalmente pela temperatura da água, fase de crescimento, e ainda, pela qualidade da água, sendo o nível de oxigênio dissolvido e de amônia os que mais influenciam (KUBITZA, 1997).

Sobre a influência da temperatura Bódis e Bercényi (2009) observaram que juvenis de perca (*Sander lucioperca*) cultivados em tanques-rede à baixas temperaturas (17 - 18°C), recebendo dietas a uma taxa de 2,0% do peso vivo diariamente, tiveram suas necessidades satisfatoriamente atendidas, enquanto que em temperaturas altas (24-25°C), a taxa diária ideal de arraçoamento parece estar entre 4,0-6,0% sobre o peso vivo.

Trabalhos realizados com alevinos de tilápia (*O. niloticus*) e de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*) demonstraram que a uma temperatura de 23°C e 25°C, respectivamente, o melhor nível alimentar foi de 11,5% sobre o peso vivo (MARQUES et al., 2003 ; MEURER et al., 2005).

Os híbridos de pintado (*Pseudoplatystoma curruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) criados em tanques-rede quando submetidos a duas taxas de alimentação (4,0 e 8,0 % sobre o peso vivo) e a três frequências alimentares, apresentaram melhor desempenho com a maior taxa alimentar, no entanto para a frequência alimentar não foi observada diferença significativa, sendo sugerido que novas taxas, de 5,0; 6,0 e 7,0% deverão ser testadas (ALEXANDRE et al., 2009).

Nas fases de recria e terminação é recomendável que o nível de alimentação seja restrito a 80 ou 90% do máximo consumo de ração, de forma a se obter melhor conversão alimentar e peixes com menor deposição de gordura visceral (ONO e KUBITZA, 2003). Contudo, para a produção de characiformes, na qual se enquadra o pacu, OLIVEIRA et al. (2004) relataram que a proporção de alimentação a ser fornecida durante as fases de crescimento e terminação, deve ser de 5,0% do peso vivo, com frequência alimentar de três vezes ao dia.

Tesser e Sampaio (2006) sugerem que na criação de juvenis de peixe-rei (entre 100 a 500mg) a taxa de arraçoamento diária deva ser 9,0% sobre o peso vivo. Para o cultivo de peixes ornamentais como o Tricogaster (*Trichogaster trichopterus*) estudados por Zuanon et al. (2004) uma taxa de arraçoamento de 9,0% sobre o peso vivo com densidades de 0,214 kg/m<sup>3</sup> tiveram melhor desempenho produtivo.

Cho et al. (2006) avaliaram os efeitos da taxa de alimentação no crescimento e composição corporal de juvenis de linguado (*Paralichthys olivaceus*) alimentados com ração extrusada durante a estação do verão, e concluíram que a melhor taxa alimentar pode ser reduzida para 95% em relação à saciedade, sem afetar o crescimento.

O pacu pode apresentar grande acúmulo de gordura visceral de acordo com a composição da ração utilizada (SIGNOR et al., 2010), desse modo embora a composição da dieta seja importante, estudos realizados com taxas de arraçoamento também devem ser analisados, pois a presença de gordura nas vísceras e no filé pode ser prejudicial, interferindo na vida útil do produto e na sua aceitação pelo consumidor, dadas às reações de lipólise e autoxidação sofridas pelos lipídeos (PEREIRA e CAMPOS, 2000).

Portanto, a escolha do melhor nível de arraçoamento para os peixes, nas diferentes fases, torna-se determinante no sucesso de sua criação devendo ser ajustada constantemente (TACON e COWEY, 1985).

## **2.5 Hematologia**

Os peixes de cultivo, principalmente os de sistema intensivo, devem ter suas condições morfofisiológicas conhecidas, para que haja um bom desempenho zootécnico, e ainda verificar os possíveis efeitos de uma dieta ou de fatores ambientais que venham a se alterar. Além disso, os estudos hematológicos das diferentes espécies de peixes são de interesse ecológico e fisiológico, pois, auxiliam na compreensão da relação entre as características sanguíneas, a filogenia, a atividade física, o hábitat e a adaptabilidade dos peixes ao meio ambiente (RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004).

O sangue é um tecido líquido, móvel, e que está em equilíbrio com todos os outros tecidos (KALASHNIKOVA, 1976) atua na distribuição de calor, no transporte

de gases para o sistema respiratório, nutrientes e produtos de excreção, além de atuar na defesa do organismo (RANZANI-PAIVA e SILVA-SOUZA, 2004).

O plasma é um líquido claro que além das células sanguíneas, podemos encontrar minerais dissolvidos, produtos absorvidos da digestão, produtos de resíduos de tecidos, secreções especiais, enzimas, anticorpos, e gases dissolvidos. Os peixes têm baixos níveis de proteínas plasmáticas quando comparado com vertebrados superiores (LAGLER et al., 1977).

Os peixes são desprovidos de medula óssea e de linfonodos, assim o tecido linfóide e mielóide estão, geralmente, associados no mesmo órgão. Em teleósteos, a porção cefálica do rim é responsável pela hematopoiese (processo de formação, desenvolvimento e maturação das células sanguíneas) (ROCHA e FLORES, 2001) que, além da produção de anticorpos, promove a interação imunoendócrina, de importância para ambos os sistemas, atuando na produção de anticorpos e catecolaminas (WEYTS et al., 1999), outros órgãos e regiões também podem realizar a produção de células sanguíneas como, baço, timo, estroma esplênico e nos espaços peritoporiais hepáticos e submucosa intestinal (MATUSHIMA e MARIANO, 1996).

O sangue dos peixes teleósteos é formado por eritrócitos, leucócitos e trombócitos, podendo ser essa ordem de proporção ou não. Os eritrócitos maduros são as células mais numerosas no sangue, e sua função é transportar oxigênio e gás carbônico, através da hemoglobina. Já os leucócitos são constituídos por diferentes células denominadas linfócitos (atuam no processo inflamatório), neutrófilos (desempenham papel importante contra infecções), monócitos (atividade fagocítica nos focos inflamatórios), eosinófilos e basófilos (ainda não possui função definida em peixes), todas elas ligadas às particularidades do sistema imune dos organismos (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004).

O hematócrito é expresso como um volume percentual das células empilhadas no sangue total após a centrifugação e a maioria das espécies de animais domésticos tem hematócritos variando entre 38 e 45% com média de 40% (SWENSON, 1996).

O estado de saúde do *P. mesopotamicus* através das características sanguíneas tem sido pesquisado por diversos autores (RANZANI-PAIVA et al., 1999; TAVARES-DIAS, SCHALCH, MORAES, 2003; FUGIMOTO et al., 2007), pois podem caracterizar os efeitos que determinados nutrientes e/ou condições ambientais podem causar sobre os indivíduos.

### 3 TAXA DE ARRAÇOAMENTO PARA O PACU *Piaractus mesopotamicus* CRIADO EM TANQUES-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU

#### 3.1 Introdução

A indústria de ração animal e os produtores de pescado vêm buscando estratégias alimentares mais eficientes para as diferentes espécies criadas em tanques-rede, entre elas estão, alimentação à vontade, até a saciedade aparente, restrição alimentar baseada na biomassa, ou ainda, sobre a quantidade de ração lançada diretamente no tanque-rede (HEPHER, 1988; LOVELL, 1989; TUCKER e ROBINSON, 1990; EL-SAYED e TESHIMA, 1991; HOSSAIN, HAYLOR e BEVERIDGE, 2001; ROBINSON, MANNING e LI, 2004).

Além disso, estudos com dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos para reduzir a proteína bruta, também estão sendo testadas, no intuito de diminuir o impacto ambiental e melhorar o desempenho zootécnico (BOTARO et al., 2007; ABIMORAD et al., 2009). Contudo, o manejo alimentar pode ser ainda mais eficiente quando se observa a frequência e a taxa de arraçoamento. Para a frequência estão sendo estudados alguns dispensadores automáticos de ração (OLIVEIRA, 2007), que podem reduzir o custo com mão-de-obra e melhorar a eficiência alimentar.

No entanto, a taxa de arraçoamento é influenciada por diversos fatores e deve ser ajustada de acordo com a temperatura do ambiente e da fase de produção do animal. Van Ham et al. (2003) verificaram o efeito da temperatura (16 e 22 °C) e taxa de arraçoamento (100%, 65% e 35% da saciedade aparente) no desempenho e composição corporal de juvenis de linguado Europeu (*Scophthalmus maximus*), sendo que os animais mantidos à 16 °C e com 65% de arraçoamento, apresentaram melhor eficiência alimentar, retenção de energia e proteína. Outra forma de se obter respostas sobre o manejo alimentar proporcionados aos peixes confinados é a hematologia.

Estudos hematológicos em peixes são cada vez mais utilizados para avaliar a saúde das espécies cultivadas. A padronização dos parâmetros hematológicos dos peixes é fundamental, pois, auxilia na determinação de influências de dietas, enfermidades e até mesmo outras situações de estresse ambiental (SILVEIRA e RIGORES, 1989).

O pacu (*P. mesopotamicus*) é uma das espécies nativas mais importantes para a aquicultura no Brasil, e apesar de ser um peixe migrador, tem-se demonstrado uma

espécie de fácil adaptabilidade ao cultivo em tanques-rede. Dessa forma este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes taxas de arraçamento sobre os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça, composição centesimal e hematologia, de juvenis de pacu criados em tanques-rede no reservatório de Itaipu.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Local de realização dos experimentos

O experimento foi realizado na área de transição do reservatório da Itaipu Binacional, no Centro de Desenvolvimento de Tecnologias para Piscicultura em Tanque-rede, localizado no Refúgio Biológico do município de Santa Helena – PR.

### 3.2.2 Delineamento experimental

Foram utilizados 300 peixes com peso inicial médio de aproximadamente  $84,75 \pm 4,52$  g, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em vinte tanques-rede com área de  $0,49 \text{ m}^2$ , com volume de  $0,34 \text{ m}^3$ , composto por quatro tratamentos e cinco repetições. Foi considerado como unidade experimental um tanque contendo quinze peixes, com uma densidade  $44 \text{ peixes/m}^3$ . Para a alimentação utilizou-se ração comercial extrusada com 32% de proteína bruta, conforme os níveis de garantia constados na Tabela 1.

Tabela 1. Níveis de garantia da ração comercial

Nutrientes	Níveis de garantia
Umidade (máx)	12%
Energia Digestível	3500Kcal/Kg
Proteína Bruta (mín)	32%
Extrato Etéreo (mín)	5%
Cálcio (máx)	2,5%
Fósforo (mín)	1%
Vitamina C	300 mg/Kg

O arraçoamento foi realizado três vezes ao dia (9h00min, 13h00min e 17h00min), no período de novembro a fevereiro. Os tratamentos foram constituídos por quatro diferentes taxas de arraçoamento, sendo:

Tratamento 1 (T1): ração fornecida até a saciedade aparente ou seja, pesou-se anteriormente uma quantidade de ração, que foi dividida em três frequências de arraçoamento, sendo que depois da última alimentação diária o que restava no recipiente era pesado, estimando os 100% para o dia seguinte.

Tratamento 2 (T2): fornecimento de 90% de ração em relação ao T1;

Tratamento 3 (T3): fornecimento de 80% de ração em relação ao T1;

Tratamento 4 (T4): fornecimento de 70% de ração em relação ao T1.

Ao longo do período experimental foram realizadas biometrias mensais após 23, 50 e 78 dias, quando do encerramento do experimento. Para tanto, os tanques-rede foram trazidos próximo à margem e com auxílio de um puçá todos os indivíduos foram coletados e acondicionados em um recipiente contendo água com benzocaína (75mg/L) para posterior pesagem.

### **3.2.3 Análises de água**

Os parâmetros físicos e químicos como pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e oxigênio dissolvido (mg/L) da água, foram mensurados mensalmente através de potenciômetros digitais, enquanto a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a transparência (m) da água foi monitorada diariamente pela manhã e à tarde, com o auxílio de um termômetro e disco de Secchi, dentro da área onde se encontram os tanques-rede e no ambiente externo de aproximadamente 30 metros.

### **3.2.4 Desempenho**

Ao final do período experimental os peixes permaneceram em jejum por 24h para o esvaziamento do trato digestório. Posteriormente foram anestesiados com (100 mg/L de benzocaína) para realização da aferição dos dados de peso final (PF), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), taxa de crescimento específico (TCE) sobrevivência (SO), conversão alimentar (CA).

Para a avaliação do rendimento de carcaça como peixe eviscerado (PE), tronco limpo (TL), filé (FL), índice hepatossomático (IHS) e índice de gordura visceral (IGVS), foram selecionados aleatoriamente cinco animais por tanque, os quais foram anestesiados (250 mg/L de benzocaína), conservados em gelo e transportados ao Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/*Campus* de Toledo.

Para determinação dos índices de gordura visceral e índice hepatossomático utilizou-se as fórmulas, descrita por Santos et al. (2004):

$$\text{IGVS} = [\text{PGV (g)} / \text{PC (g)}] \times 100, \text{ sendo:}$$

IGVS = índice de gordura visceros-somática;

PGV = peso da gordura visceral;

PC = peso do corpo;

O índice hepatossomático foi determinado pela seguinte fórmula:

$$\text{IHS} = [\text{PFíg (g)} / \text{PC (g)}] \times 100, \text{ sendo:}$$

IHS = índice hepatossomático

PFíg = peso do fígado

PC = peso do corpo

Em seguida, foram separadas amostras de filés para a caracterização da composição centesimal dos filés quanto a umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) segundo metodologia descrita pela AOAC (2005). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade/GEMAq da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Toledo.

### **3.2.5 Análises Hematológicas**

No final do experimento foram selecionados ao acaso, cinco peixes de cada tanque-rede para realizar as análises sanguíneas. Os peixes foram anestesiados com solução de Eugenol® (60mg/L) seguindo protocolo proposto por Barbosa et al. (2007), posteriormente, por punção da veia caudal, coletou-se de cada animal 2,0 mL de sangue com o auxílio de uma seringa descartável contendo EDTA (10%). Sendo essa alíquota 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*, a determinação da hemoglobina e do hematócrito foram realizadas segundo metodologia descrita por Collier (1944) e Goldenfarb et al. (1971), respectivamente. O volume corpuscular médio (VCM), a hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM) foram calculadas através dos resultados obtidos e determinados segundo os índices hematimétricos de WINTROBE (1934).

Para as avaliações bioquímicas de glicose, colesterol e triglicerídeos utilizou-se o soro que foi imediatamente separado por centrifugação. As análises foram realizadas utilizando-se “kits” específicos Gold Analisa<sup>®</sup>, e a leitura foi realizada por espectrofotômetro.

### **3.2.6 Análises Estatísticas**

Os resultados obtidos, nos diferentes tratamentos, foram submetidos à análise de variância, a um nível de 5% de probabilidade e, em caso de diferença significativa, foram aplicados o teste de comparação múltipla de médias de Tukey e/ou regressão linear. O Software utilizado para as análises estatísticas foi o SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas) (UFV, 1997).

### **3.3 Resultados e Discussão**

Os valores médios dos parâmetros físicos e químicos da água como temperaturas mínima e máxima, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica e transparência, apresentaram médias  $27,7 \pm 0,9$  °C e  $29,0 \pm 1,1$  °C;  $7,36 \pm 0,06$ ;  $7,03 \pm 0,45$  mg/L;  $41 \pm 3,5$   $\mu$ S/cm,  $2,5 \pm 0,6$ m, respectivamente. Esses valores permaneceram dentro dos recomendados para piscicultura de clima tropical durante o período experimental (BOYD, 1990; SIPAÚBA- TAVARES, 1995) e segundo Bueno et al. (2008), esta área é considerada oligotrófica.

A sobrevivência registrada foi de 100% e as médias de desempenho de juvenis de pacu *P. mesopotamicus* submetidos a diferentes taxas de arraçoamento cultivados em tanque-rede no reservatório de Itaipu estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros de desempenho dos juvenis de pacu *P. mesopotamicus* submetidos a diferentes taxas de arraçoamento, criado em tanques-rede.

Parâmetros	Taxa de arraçoamento (%)				CV (%)
	100	90	80	70	
<b>Desempenho</b>					
Peso inicial médio(g)	83,35	84,05	88,41	81,41	4,32 <sup>ns</sup>
Peso final médio(g)	395,41	381,17	370,49	360,56	8,23 <sup>ns</sup>
Ganho de peso total(g)	312,06	297,12	282,08	279,15	10,09 <sup>ns</sup>
Ganho peso diário total(g)	4,00	3,81	3,62	3,57	10,09 <sup>ns</sup>
Conversão alimentar total <sup>1</sup>	2,51	2,37	2,22	1,96	8,89**
Taxa de crescimento específico	1,99	1,93	1,90	1,83	4,68 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup> Efeito linear ( $y=0,7242+0,0181x$ )  $R^2=0,97$ ; <sup>ns</sup>= não significativo

Os resultados obtidos demonstraram que o peso final, o ganho de peso total, ganho de peso diário total e taxa de crescimento específico, não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos diferentes tratamentos, embora o tratamento até a saciedade aparente resultou em maiores valores de peso final (395,41g) e ganho de peso (312,06g) que os demais tratamentos, sendo que ao restringirmos à 30% obteve-se os menores valores para esses parâmetros de (360,56g e 279,15g), respectivamente. Este fato pode ser explicado em virtude de que peixes submetidos à baixa taxa de alimentação maximizam a digestão e absorção, para extrair do alimento o máximo de nutrientes e convertê-los em crescimento, (MIHELAKAKIS et al., 2002; EROLDOGAN et al., 2004; KIM et al., 2007); fato este, que diminui com o aumento da taxa de alimentação.

Os pesos finais registrados não são comerciáveis devido ao tamanho dos tanques-rede influenciarem no crescimento, por isso o experimento foi cessado aos 78 dias.

Por outro lado, ao analisarmos o ganho de peso total, e o ganho de peso diário por período (Figuras 1 e 2), verificamos que no primeiro período (biometria 1) houve efeito significativo para os diferentes tratamentos para ambos parâmetros.

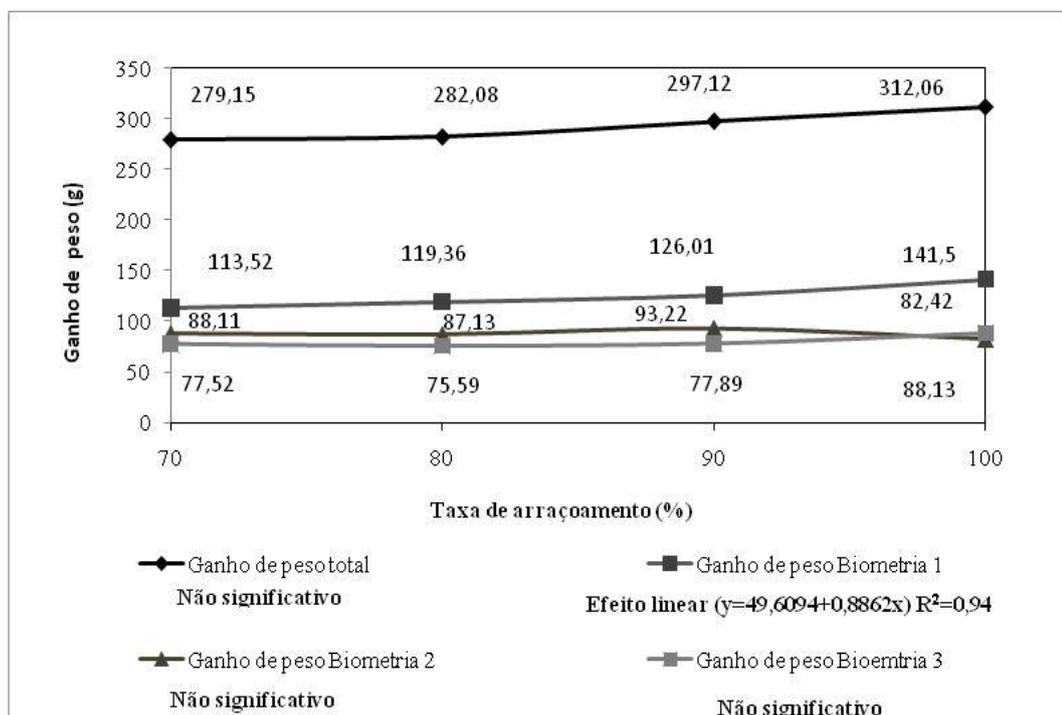


Figura 1. Ganho de peso total e em diferentes períodos (biometrias) de juvenis de pacu (*P.mesopotamicus*) criados em tanques-rede submetidos a diferentes taxas de arraçamento.

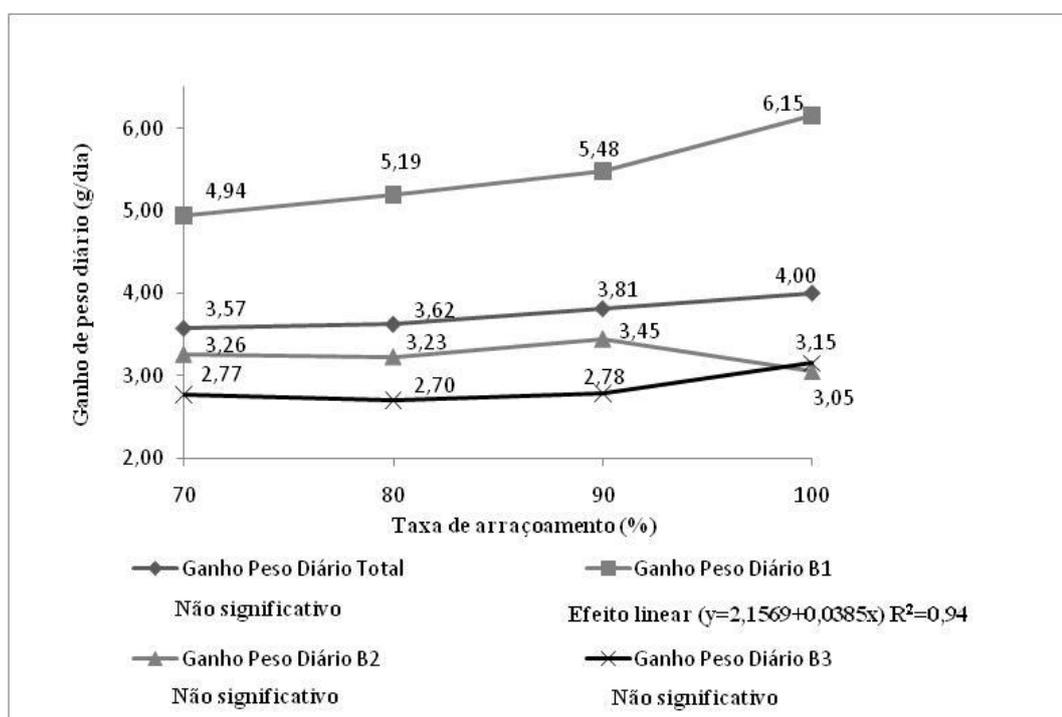


Figura 2. Ganho de peso diário total e em diferentes períodos (biometria) de juvenis de pacu (*P.mesopotamicus*) criados em tanques-rede submetidos a diferentes taxas de arraçamento.

Analisando-se os efeitos sobre a conversão alimentar, observou-se um aumento linear neste índice com o aumento da taxa de alimentação (Figura 3), com os melhores resultados obtidos para o tratamento de 70%.

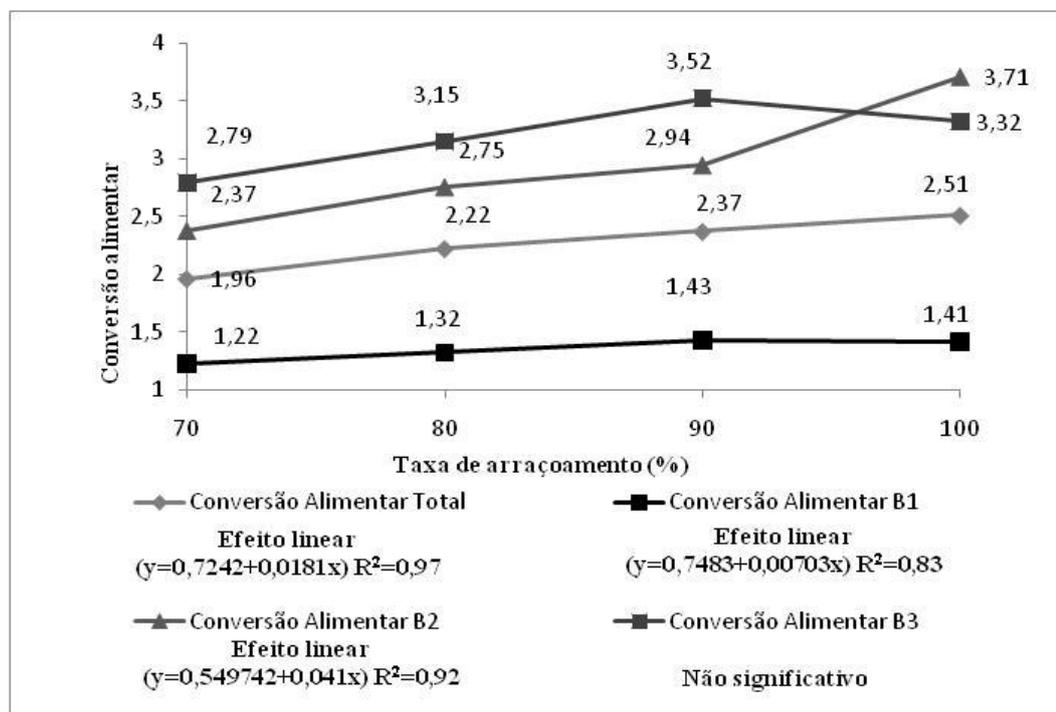


Figura 3. Conversão alimentar total e por períodos (biometrias) de juvenis de pacu (*P.mesopotamicus*) criados em tanques-rede, submetidos a diferentes taxas de arraçoamento.

Ao analisarmos a conversão alimentar por períodos, ou seja, após a realização das biometrias (23 e 50 dias) nota-se efeito linear para os diferentes tratamentos, exceto para o último período, contudo a conversão alimentar total observada foi significativa, demonstrando-se melhor desempenho para o tratamento 4, ou seja 70% da saciedade aparente.

Um fato importante que deve ser levado em consideração é a resposta de consumo de ração nula observada por até dois dias logo após a realização das biometrias, em todos os tratamentos.

Com os resultados obtidos de ganho de peso e consumo de ração durante o experimento podemos sugerir uma taxa ideal de arraçoamento para o pacu criado em tanques-rede (Tabela 3), nos fornecendo desta forma, um protocolo de alimentação a ser seguida para as diferentes classes de peso.

Tabela 3. Recomendação da taxa alimentar por classe de tamanho para pacus criados em tanques-rede utilizando ração com 32% PB na forma extrusada com temperaturas entre 27 e 30°C.

Peso(g)	Taxa alimentar recomendada (30% de restrição)	Consumo até saciedade aparente (100%)
210	3,6	5,0
295	2,7	3,6
365	2,2	3,0

Os valores da taxa de arraçoamento sobre o peso vivo (Tabela 3) decrescem conforme o crescimento dos indivíduos, fato este já observado por Halver (1972) e comprovado no presente estudo. Esses valores sugeridos são superiores aos recomendados por Schmittou (1993), que para a tilápia com peso médios de 200, 250, 300 e 400g, o fornecimento ideal de alimentação diária seriam 2,8; 2,5; 2,3 e 2,0% do peso vivo, respectivamente.

Neste trabalho utilizamos uma ração comercial extrusada com 32% de PB indicada para peixes onívoros cultivados em tanques-rede, que é utilizada por pescadores-aquicultores atualmente no reservatório de Itaipu. No entanto, com os dados obtidos de desempenho e conversão alimentar, que sugere uma restrição alimentar de 30% com esta ração, indicando que podemos utilizar para esta espécie uma ração menos adensada em nutrientes, ou seja, ao invés disponibilizar 32% de proteína bruta até a saciedade aparente, ao se utilizar 70%, passa a ter um consumo em quantidade de 22,4 % de proteína bruta. Esta hipótese é comprovada por trabalhos que demonstram que o pacu é uma espécie que apresenta menor exigência de PB. Na fase de alevinagem o valor ideal é de 27% de proteína bruta (BICUDO et al., 2009), Por outro lado, Fernandes et al. (2001) descrevem que um nível de 22% de proteína bruta foi suficiente para atender as exigências de juvenis de pacu e Signor et al. (2010) recomendam 25% de proteína bruta na fase de crescimento (300 a 850 g) para pacus em tanques-rede.

Os dados obtidos por Chagas et al. (2007) quando avaliaram diferentes taxas de arraçoamento (1,0; 3,0 e 5,0%) para o tambaqui *Colossoma macropomum* cultivado em tanque-rede, revelam médias maiores ( $P < 0,05$ ) de ganho de peso para os peixes submetidos à taxa de 3,0 e 5,0% de arraçoamento quando comparados aos animais submetidos a 1,0% de arraçoamento. Por outro lado, os autores descreveram que os

melhores resultados de conversão alimentar (CA) foram obtidos para os peixes submetidos a 1,0 % de arraçamento, pois para 3,0% e 5,0% os índices de CA encontrados foram, 4,86 e 7,07%, respectivamente, sendo esses valores superiores ao presente experimento.

Entretanto, Salaro et al. (2008), encontraram uma taxa de arraçamento ideal para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*) de 4,0% o que proporcionou maior ganho de peso, quando comparado com 2,0% e 6,0%, sendo que esse último nível obteve os piores índices de ganho de peso diário e conseqüentemente, a pior conversão alimentar.

Os valores de conversão alimentar também foram superiores quando comparada ao trabalho realizado por Meurer et al. (2005) para alevinos de lambari-do-rabo-amarelo, que testando níveis ideais de alimentação (1,0; 4,0; 7,0; 10,0;13,0; e 16,0 % PV) alcançaram conversão alimentar de 1,12; 1,14; 1,99; 2,50; 3,47 e 4,49).

A taxa de crescimento específico (TCE) também não diferiu (Tabela 2) sendo que os valores estão um pouco acima do encontrado por Costa et al. (2008) que obtiveram uma TCE de 1,8 (g/dia) fornecendo uma taxa de arraçamento de 3% PV de ração em associação com capim teosinto para a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) e próximos quando comparados com Bicudo et al.( 2009) ao analisar diferentes níveis de proteína e energia digestível para o pacu (*P. mesopotamicus*) ( 1,9 a 2,2 % dia<sup>-1</sup>).

Os resultados de rendimento de carcaça (Tabela 4) são de extrema importância para as indústrias de pescados, pois, traduzem de maneira eficiente a parte útil que deverá ser utilizada no processamento dos animais (SIGNOR et al., 2010).

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros de rendimento de carcaça dos juvenis de pacu *P. mesopotamicus* submetidos a diferentes taxas de arraçamento, criado em tanques-rede.

Parâmetros	Taxa de arraçamento (%)				CV (%)
	100	90	80	70	
<b>Rendimento (%)*</b>					
Peixe eviscerado	88,70	88,45	88,52	87,52	3,00
Tronco limpo	54,38	55,27	54,76	54,42	3,88
Filé	42,66	42,03	42,56	41,52	3,60
Índice hepatossomático	0,83	0,76	0,79	0,71	20,71
Gordura visceral	5,96	5,28	5,75	5,57	13,81

\* (P>0,05)

Os resultados de rendimento de carcaça também não apresentaram diferenças entre os tratamentos (Tabela 4), sendo que os rendimentos de carcaça e tronco limpo são semelhantes aos encontrados por Bombardelli et al. (2007) para o pacu, que obtiveram 84,40 (sem vísceras e brânquias) e 57,94%, respectivamente. Ainda, Bittencourt et al. (2010) encontraram valores de 60% para o tronco limpo e de 45 a 47% para filés de pacus de aproximadamente um kg, sendo estes superiores ao presente estudo, onde encontrou-se o maior valor para 90% de arraçamento (55,27%) e para 100% de arraçamento (42,66%), para tronco limpo e filé, respectivamente.

O rendimento de filé está um pouco abaixo dos valores já determinados por Faria et al. (2003) para o pacu (*P. mesopotamicus*) cujos resultados encontrados variam de 46,73 a 51,60%, dependendo do método de filetagem, contudo essa superioridade encontrada deve-se ao fato destes autores utilizarem peixes com peso médio de 1958,0  $\pm$  164,0g.

Os valores de índice de gordura víscero-somática (IGVS) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, no entanto, estes dados encontram-se superiores aos obtidos por Souza et al. (2002), sendo que os autores descrevem índices de 1,1 a 3,0%, para o pacu submetido a ciclos alternados de restrição alimentar. A alteração desse índice pode estar relacionada a mobilização das gorduras, para obter energia quando estes peixes, encontram-se em jejum prolongado, fato este que não ocorreu no presente experimento, tendo em vista que com fornecimento adequado de ração, os peixes tem pouca necessidade de mobilizar energia endógena (COOK et al., 2000). Por outro lado, os valores de gordura visceral encontrados neste experimento se mostraram inferiores aos encontrados por Bombardelli et al. (2007) que atingiu 6,55 % de IGVS, para o pacu (*P. mesopotamicus*) em tanques-rede no mesmo reservatório.

Os valores de composição química de filés de pacu *P. mesopotamicus* criados em tanques-rede no reservatório de Itaipu submetidos a diferentes taxas de alimentação estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Análise centesimal de filés de juvenis de pacu *P. mesopotamicus* submetidos a diferentes taxas de arraçoamento.

Variáveis *	Taxa de arraçoamento (%)				CV(%)
	100	90	80	70	
Umidade	72,42	72,06	72,04	71,80	3,53
Extrato Etéreo	8,17	7,96	9,39	8,38	25,93
Proteína Bruta	16,15	15,77	16,30	15,88	8,76
Matéria Mineral	1,63	1,62	1,54	1,70	33,40

\*P>0,05

Os valores da composição corporal não apresentaram diferença entre os tratamentos, porém outros autores como Kim et al. (2007) observaram que para juvenis de linguado (*Paralichthys olivaceus*) os valores de lipídios no corpo inteiro foram maiores com o aumento do nível de arraçoamento, utilizando uma ração com 52,5% de proteína bruta e 11,3% de lipídeos. Já, Du et al. (2006) com níveis de alimentação diária (1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 %) para juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) encontraram diferenças na umidade, proteína e lipídios no filé, sendo que quanto menor o nível alimentar, menor foram os valores para tais parâmetros.

Os animais cultivados em tanques-rede submetidos à diferentes taxas de alimentação não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos para os valores hematológicos e bioquímicos aferidos de hemoglobina (HB), hematócrito (Hct), eritrócitos (Erit.), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), glicose (GL), colesterol (COL), triglicerídeos (TGL) e proteína total (PT (Tabela 6).

Tabela 6: Variáveis hematológicas e bioquímicas do pacu (*P. mesopotamicus*) criados em tanques-rede submetidos a diferentes taxas de arraçoamento.

Variáveis*	Taxa de arraçoamento (%)				CV(%)
	100	90	80	70	
<b>Hematológicas</b>					
Hemoglobina (g/dL)	10,44	11,04	11,03	10,44	6,54
Hematócrito (%)	36,76	36,4	36,36	37,24	3,54
Eritrócito ( $10^6/\mu\text{L}$ )	1,49	1,43	1,38	1,32	10,83
Volume Corpuscular Médio (fL)	247,3	267,78	279,67	261,77	9,82
Concentração da Hemoglobina corpuscular Média (g/dL)	26,41	28,13	28,13	27,18	6,90
Hemoglobina Corpuscular Média (g/dL)	65,51	74,79	78,77	71,21	11,05
<b>Bioquímicas</b>					
Glicose (mg/dL)	83,25	98,18	98,46	101,52	16,43
Colesterol (mg/dL)	176,29	184,39	163,37	179,75	14,00
Triglicerídeos (mg/dL)	304,55	360,65	293,56	341,04	17,72
Proteína Total (g/dL)	3,70	3,78	3,63	3,74	5,83

\*não significativo ( $P > 0,05$ )

Embora as variáveis hematológicas não apresentaram diferença entre os diferentes tratamentos, os valores médios de hematócrito, hemoglobina, VCM, CHCM e HCM encontrados são superiores aos expressos por Ranzani-Paiva et al. (1999), quando avaliaram os parâmetros hematológicos do pacu (*P. mesopotamicus*) e observaram valores médios de 29,5%; 7,3 g/dL; 176,6 fL; 25,0 g/dL e 44,3 g/dL; respectivamente. No entanto, para eritrócitos os valores relatados por tais autores ( $1,67 \times 10^6/\mu\text{L}$ ) são superiores aos observados no presente trabalho.

A redução nos valores médios de hematócrito em tambaqui (*Colossoma macropomum*) caracteriza anemia (CHAGAS e VAL, 2003), fato este não observado neste trabalho, quando os pacus foram submetidos a diferentes taxas de alimentação. Porém, Cho et al. (2006) obtiveram diferenças significativas nos valores de hematócrito quando se reduziu de 100% para 70% as taxas de arraçoamento, sendo os valores encontrados para esses níveis de 43,1 a 35,7%, respectivamente, para juvenis de linguado (*Paralichthys olivaceus*).

Os resultados de hematócrito são semelhantes aos encontrados por Lochmann e Chen (2009) estudando diferentes fontes de carboidratos para a pirapitinga (*Piaractus*

*brachypomus*), sendo que os valores variaram de 38,2 a 41,0%. Com relação à HB e CHCM os valores são superiores, pois os mesmos autores encontraram 8,2 a 9,1 g/dL e 20,8 a 23,1 g/dL, respectivamente.

Os resultados de glicose e principalmente os de triglicerídeos estão elevados em relação ao trabalho realizado por Bicudo et al., (2009), que avaliaram dietas com relação de proteína: energia para o pacu em crescimento. Estes autores encontraram um valor mínimo e máximo de glicose de  $65,80 \pm 12,10$  e  $80,11 \pm 16,23$  mg /dL , respectivamente, no entanto, estão próximos dos valores encontrados por Bittencourt et al., (2010), que obteve 99,95 a 106,55 mg/dL em pacus com diferentes densidades.

A hiperglicemia encontrada no atual trabalho pode estar relacionada ao manejo de captura dos animais e ao transporte dos mesmos até o local de realização dos procedimentos de amostragens sanguíneas, onde os tanques-rede eram levados até a margem do reservatório e os peixes coletados com um puçá, ocasionando dessa forma um nível de estresse.

Os níveis de colesterol observados neste trabalho foram superiores aos encontrados por Baldan et al. (2008) que avaliaram a suplementação de cromo na ração durante 30 e 60 dias para o pacu, sendo que obtiveram valores médios de  $137,7 \pm 1,17$  e  $108,4 \pm 1,34$  mg/dL.

Os valores de triglicerídeos encontrados por Cho et al. (2006) são superiores aos encontrados para o pacu, neste experimento, sendo que obtiveram valores mínimos e máximos de 576 e 648,8 mg/dL, para juvenis de linguado, nos níveis de 70% e 100% de arraçoamento, respectivamente. Ainda para triglicerídeos Bicudo et al. (2009) encontraram valores nas faixas de  $125,1 \pm 37,4$  a  $146,2 \pm 36,2$  mg/dL para o pacu (*P. mesopotamicus*).

A mobilização das proteínas também é uma maneira de manter os processos de vitalidade em peixes quando submetidos a períodos de restrição alimentar (SHERIDAN e MOMMSEN, 1991). Segundo BAIN (1997), a membrana dos eritrócitos é composta por uma dupla camada lipídica, sendo atravessada por várias proteínas, quando há deficiência de alguns aminoácidos a eritropoiese pode ser prejudicada (GARCIA-NAVARRO e PASCHALY, 1994).

Neste estudo o fornecimento da dieta em todos os tratamentos foi suficiente para atender as exigências do pacu, não sendo necessário, portanto, a mobilização das proteínas, fato este também observado por Chagas et al., (2007), com tambaqui

(*Colossoma macropomu*) cultivados em tanques-rede sobre diferentes taxas de alimentação que obtiveram valores médios de: glicose ( $60,09 \pm 2,20$  mg/dL), triglicérides ( $216,15 \pm 76,23$  mg/dL) e proteínas ( $2,45 \pm 0,44$  g/dL). Embora com valores inferiores aos obtidos no presente trabalho, também não encontraram diferenças significativas nesses parâmetros bioquímicos.

## 5 Conclusão

Conclui-se que a taxa de alimentação de até 70% sobre a saciedade aparente melhora a conversão alimentar aparente, obtendo bons resultados de desempenho, sem influenciar na composição corporal, bem como nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de juvenis de pacu (*P. mesopotamicus*) cultivados em tanques-rede.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo alimentar de peixes criados em tanques-rede é de fundamental importância, pois sua alimentação depende exclusivamente do que lhe é oferecido, sendo também responsável por mais da metade dos custos de produção. Muitas estratégias alimentares estão sendo desenvolvida na tentativa de maximizar a produção, entre elas a taxa de arraçoamento.

Por sofrer influência de vários fatores a taxa de arraçoamento deve ser ajustada constantemente. Para o pacu as taxas de arraçoamento fornecidas durante o experimento não interferiram nos parâmetros de rendimento de carcaça, composição corporal e variáveis hematológicas. Os parâmetros hematológicos permitem avaliar o estado de saúde dos animais, demonstrando de modo fiel às condições de saúde dos peixes. Porém, são poucos os trabalhos utilizando estes parâmetros para avaliar se há diferença nas espécies cultivadas, quando submetidas às distintas quantidades de ração.

A taxa de arraçoamento sugerida para o pacu criado em tanques-rede é uma ferramenta que poderá ser utilizada por aquicultores para melhorar a conversão alimentar e maximizar a produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMORAD, E. G, et al., Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages. **Aquaculture**, v.295, n.3-4, p.266-270, 2009.

ALEXANDRE, J. S.; et al., Desempenho produtivo de híbridos de pintado (*Pseudoplatystoma curruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) submetidos a duas taxas de alimentação e a três frequências alimentares. In: 46º REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Maringá, PR, 2009. **Anais...**Maringá: 2009.

ANTUNES, S.A. Recentes avanços e perspectivas da industrialização do pescado de água doce. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2, Piracicaba, SP, 1997. **Anais...** Piracicaba: CBNA, 1997, p.131-136.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**. 18.ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

AYROSA, D.M.M.R.; FURLANETO, F.P.B.; AYROSA, L.M.S. Regulamentação do acesso territorial a tanques-rede em área de preservação permanente (APP), no Estado de São Paulo. 2005, Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/>. Acesso em 3 de jan.2010.

BAIN, B. J. **Células sanguíneas** - Um guia prático. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 334p.

BALDAN, A.P., TAKAHASHI, L.S., URBINATI, E.C. 2008. Dietary chromic oxide,metabolism and growth of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Journal Applied Ichthyology** (no prelo).

BARBOSA, L. G. MORAES, G. L. INOUE, A. K. A. Respostas metabólicas do matrinxã submetido à banhos anestésicos do eugenol. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá, v. 29, n. 3, p. 255-260, 2007.

BENCKE, B. et al. Características morfométricas e rendimento de cortes da carne do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu. In: CONBEP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 14, Fortaleza, 2005. **Anais...** Fortaleza, 2005.

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

BICUDO A. J. A.; SADO, R.Y.; CYRINO J. 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.

BISWAS, G., et al., Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment. **Aquaculture**, v.305, p.26-31, 2010.

BITTENCOURT, F., et al., 2010. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários do pacu criado em tanque-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, (no Prelo).

BÓDIS, M.; BERCSÉNYI, M. The effect of different daily feed rations on the growth, condition, survival and feed conversion of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) reared with dry feed in net cages. **Aquaculture International**, v.17, p.1-6, 2009.

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.

BORGHETTI, J. R. e CANZI, C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. **Aquaculture**, v. 61, p. 93 – 101, 1993.

BOTARO et al. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.517-525, 2007.

BOZANO, L.N., CYRINO, J.E.P. Criação de tilápias em tanques-rede e gaiolas. **Panorama da Aqüicultura**, v. 9, p. 25-30, 1999.

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

BUENO, G.W. et al. Estado trófico e bioacumulação do fósforo total no cultivo de peixes em tanques-rede na área aquícola do reservatório de Itaipu. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.30, n.3, p.237-243, 2008.

CARACIOLO, M.S.B. et al. Estratégias de filetagem e aproveitamento da carne do tambaqui. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, n. 67, p. 25-29, 2001.

CASTAGNOLLI, N. Tecnologia da alimentação de peixes. In: \_\_\_\_\_. *Fundamentos de nutrição de peixes*. São Paulo: Livroceres, 1979. 105p.

CESTAROLLI, M.A. et al., Observações sobre o comportamento do Pacu, *Collossoma mitrei* (Berg, 1895), em tanque experimental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3. Sao Carlos, 1984. **Anais...**São Carlos: Abraq; Universidade Federal de São Carlos,p.537-545,1984.

CHAGAS, E.C. e 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.

CHAGAS, E. C., GOMES, L. C., MARTINS JUNIOR, H., ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.1109-1115, 2007.

CHO, S. H. et al. Effect of feeding ratio on growth and body composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed extruded pellets during the summer season. **Aquaculture**, v. 251, p.78–84, 2006.

COELHO, S. R. Situação atual e perspectivas da indústria de rações para organismos aquáticos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba CBNA, p.102-116,1997.

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

COOK, J.T. et al. Effect of food deprivation on oxygen consumption and body composition of growth-enhanced transgenic Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.188, p.47-63, 2000.

COSTA, M. L. et al. Juvenis de carpa capim alimentados com capim teosinto e suplementados com diferentes taxas de arraçamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.492-497, 2008.

DU, Z-Y. et al. The influence of feeding rate on growth, feed efficiency and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture International**.v.14, p.247-257, 2006.

EL-SAYED, A.F.M. e TESHIMA S.I. Tilapia nutrition in aquaculture. **Reviews in Aquatic Sciences**, v. 5, p. 247-265, 1991.

EROLDOGAN, O. T., M. KUMLU, e M. AKTAS. Optimum feeding rates for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. reared in seawater and freshwater. **Aquaculture**, v.231, p.501–515, 2004.

FAO. **Food and Agriculture Organization** of the United Nations: essential documents, statistics, maps and multimedia resources. Disponível em:www.fao.org. Acessado em dez.2009.

FARIA, R.H.S. et al. Rendimento do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 21-24, 2003.

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.

FERNANDES, J.B.K., CARNEIRO, D.J., SAKAMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.617-626, 2001.

FUGIMOTO, R. Y. et al. Parâmetros sanguíneos de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg,1887) alimentados com dietas suplementadas com cromo trivalente em duas densidades de estocagem. **Acta Scientiarum** . Maringá, v. 29, n. 4, p. 465-471, 2007.

FURUYA, W. M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: PALESTRA VII SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS – ACESUIREGIÕES. III SEMINÁRIO DE AQUICULTURA, MARICULTURA E PESCA. 2007. **Anais....** Belo Horizonte-MG.2007. p. 121-139.

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

GOLDENFARB, P.B., et al. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v.56, p.35-39, 1971.

GONTIJO, V.P.M.; et al. **Cultivo de tilápias em tanques-rede**. Belo Horizonte: EPAMIG, Boletim Técnico n° 86.2008.

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

HALVER, J. F. 1972 *Salmonid husbandry techniques*. In: **Fish Nutrition Academic Press**. New York and London. 719p.

HARDY R.W. Feeding salmon and trout. In: Nutrition and Feeding of Fish .. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, p.175-197,1998.

HEPHER B. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, Sydney, Australia,1988. 400p.

HOSSAIN M.A.R., HAYLOR G.S.; BEVERIDGE M.C.M. Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarius gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 999-1004, 2001.

HUGUENIN, J. The design, operations and economics of cage culture systems. **Aquacultural Engineering**, v.16, p.167- 203, 1997.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística da pesca 2007 Brasil**: grandes regiões e unidades da federação. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/>> Acesso em jan.2010.

JOHANSSON, L.; KIESSLING, A.; KIESSLING, K.H. Effects of altered ration levels on sensory characteristics, lipid content and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Food Quality and Preference**, v.11, p.247-254, 2000.

JOMORI, R.K. et al. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, p. 175-183, 2005.

KALASHNIKOVA, Z. M. On the classification of morphological elements in the blood on fish. **Journal of Ichthyology**, v.3 , n.16, p. 459-472, 1976.

KIM K.-D., KANG Y.J., KIM K.-W. Effects of feeding rate on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. **Journal of the world aquaculture society**. v.38, n.1, p.169-173, 2007.

KUBITZA, F. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: CBNA, 1997.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.

LAGLER, K. F., BARDACH, J. E., MILLER, R. R. e PASSINO, D. R. M., **Ichthyology**, John Wiley e Sons, 1977, 506p.

LOCHMANN, R. e CHEN, R. Effects of carbohydrate-rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and nonspecific immune response of black pacu, *Colossoma macropomum*, and red pacu, *Piaractus brachypomus*. **Journal of The World Aquaculture Society**.v.40, n.1, p. 33-44, 2009.

LOVELL R.T, Diet and fish husbandry. **In: Fish Nutrition** (ed. J.E. Halver), Academic Press, Sydney, Australia, p.549-604, 1989.

MARENGONI, N.G. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, v.55, p.127-138, 2006.

MARQUES, N. R.; et al. Níveis diários de arraçoamento para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivados em baixas temperaturas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 24, p. 97-104, 2003.

MATUSHIMA, E.R., MARIANO, M. Kinetics of the inflammatory reaction induced by carrageenin in the swimbladder of *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.33, n.1, p.5-10, 1996.

MEURER, F; et al. Nível de arraçoamento para alevinos de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1835-1840, 2005.

MIHELAKAKIS, A.; TSOLKAS, C.; YOSHIMATSU, T. Optimization of feeding rate for hatchery-produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.33, n.2, p.169-175, 2002.

NG, W.K.; et al. Effects of feeding rate on growth, feed utilization and body composition of a tropical bagrid catfish. **Aquaculture Internacional**, v.8, p.19-29, 2000.

OLIVEIRA, A.M.B.M.S. et al. Produção de Characiformes autóctones. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 217-238.

OLIVEIRA, F. A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilápia em tanque-rede com dispensador automático de ração**. Botucatu, SP, 2007.81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Estadual Paulista.

ONO, E. A; KUBITZA, F., **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3<sup>a</sup> ed. Revisada e ampliada ESALQ/USP. Jundiaí: 112 p. 2003.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W.A.; CHAMMAS, M.A. Potencial para o desenvolvimento da aqüicultura no Brasil. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008. 276p.

PEREIRA, K.C.; CAMPOS, A.F. Estudo do índice de frescor e das alterações na qualidade dos filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*), mantidos a -18°C por 90 dias. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000. Rio de Janeiro. Proceedings... Rio de Janeiro: American Tilápia Association, 2000.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T. Hematologia em peixes. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.A.P. **Sanidade de organismos aquáticos**. São Paulo: Livraria Varela, 2004. 426p.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. et al. Análises hematológicas de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do instituto de pesca, estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.25, p.77-83, 1999.

REIDEL, A. et al;. The effect of diets with different levels of protein and energy on the process of final maturation of the gametes of *Rhamdia quelen* stocked in cages. **Aquaculture**, v. 298, p. 354–359, 2010.

ROBINSON E.H., MANNING B.B. , LI M.H. Feeds and feeding practices. In: **Biology and Culture of Channel Catfish**, Elsevier, Sydney, Australia. p. 324-348, 2004.

ROCHA, R.M.; FLORES, C.Q. The ultrastructure of the hematopoietic tissue in the head kidney of matrix *Brycon cephalus* G • ther, 1869 (Teleostei – Characidae). **Acta Microscopica**. Supl. B, p. 207-208, 2001.

ROWLAND, S. J. et al; Development of a feeding strategy for silver perch, *Bidyanus bidyanus* (Mitchell), based on restricted rations. **Aquaculture Research**, v.36, p.1429-1441, 2005.

ROWLAND, S. J. et al; Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages, **Aquaculture**, v. 253, p. 301– 308, 2006.

SALARO A. L .Manejo e nutrição de peixes em tanques-rede. 2009

SALARO A. L. et al;. Níveis de arraçoamento para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.37, n.6, p.967-970, 2008.

SANTOS, E.L., MIRANDA, E. C.; FRAGA, A.B. Características de peso dos órgãos, peso de fígado e peso de gordura visceral relacionando a diferentes níveis de farinha de vagem de algaroba na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: III CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, **Anais...**, Campina Grande, 2004.

SCHMITTOU, H.R. **High density fish culture in low volume cages**. Singapore: American Soybean Association, 1993. 78p.

SHERIDAN, M. A.; MOMMSEN, T.P. Effects of nutritional state on in vivo lipid and carbohydrate metabolism of coho salmon, *Oncorhynchus Kisuth*. **General and Comparative Endocrinology**, v.81, p. 473 – 483, 1991.

SIGNOR, A. A., et al.,2010. Proteína e energia na alimentação do pacu *Piaractus mesopotamicus* cultivados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, (no Prelo).

SILVA, A.J. Regime alimentar do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895) no Pantanal do Mato Grosso em relação a flutuação do nível da água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 5, 1985. Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1985. p.179.

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

SILVEIRA, R.; RIGORES, C. Características hematológicas normales de *Oreochromis aureus* em cultivo. **Revista Latinoamericana de Acuicultura**, v. 39, p.54-56, 1989.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FINEP, 1995. 70p.

SOUZA, V.L. et al; Composição corporal e índices biométricos do pacu, *Piaractus mesopotamicus*, 1887 (Osteichthyes, Characidae) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p.533-540, 2002.

SUZUKI, H.I., et al. Reproductive ecology of the fish assemblages. In: THOMAZ, S.M., AGOSTINHO, A.A. e HAHN, N.S. (Eds.). **The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. p. 271-291.

SWENSON, M.J. Propriedades fisiológicas e constituintes químicos e celulares do sangue. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Eds). **Dukes/Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856p.

TACON, A.G.J., COWEY, B.C. Protein and amino acid requirements. In: TYLER, P.; CALOW, P. **Fish energetics: new perspectives**. Baltimore: The Johns Hopkins University, 1985. p. 155-183.

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

TAVARES-DIAS, M., SCHALCH, S. H., MORAES, F. R. Hematological characteristics of brazilian teleosts. VII. Parameters of seven species collected in Guariba, São Paulo State, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.29, n.2, p. 109 - 115, 2003.

TESSER, M.B.; SAMPAIO, L.A. Criação de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*) em diferentes taxas de arraçoamento. **Ciência rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1278-1282, 2006.

TORLONI, C.E.C., et al. Estudos experimentais sobre o cultivo intensivo do pacu, *Colossoma mitrei*, no sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3, 1983, São Carlos. **Anais...**São Carlos: UFSCar, 1984. p.559.

TUCKER C.S., ROBINSON E.H. Channel Catfish Farming Handbook. AVI, New York, USA, 1990.454p.

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

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 HAM, E.H et al.; The influence of temperature and ration on growth, feed conversion, body composition and nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). **Aquaculture**, v.217, p.547-558, 2003.

ZIMMERMANN, S. E T.O.B. HASPER. Piscicultura no Brasil: o processo de intensificação da tilapicultura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ. CD ROOM, 2003.

ZUANON, A. S. J.; ASANO, M.; FERNANDEZ, J. B. K. Desempenho de tricogaster (*Trichogaster trichopterus*) submetido a diferentes níveis de arraçoamento e densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1639-1645, 2004.

WEYTS, F.A.A, COHEN, N., FLIK, G. e VERBURG-VAN KEMENADE, B. Interactions between the immune system and the hypothalamo-pituitary-interrenal axis in fish. **Fish and Shellfish Immunology**, Oxford, v.9, p. 1-20, 1999.

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