

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

TALITA GABRIELA DIETERICH

FREQUÊNCIA DE ARRAÇOAMENTO PARA JUVENIS DE PACU (*Piaractus
mesopotamicus*) EM TANQUES-REDE

Marechal Cândido Rondon

2011

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

TALITA GABRIELA DIETERICH

FREQUÊNCIA DE ARRAÇOAMENTO PARA JUVENIS DE PACU (*Piaractus
mesopotamicus*) EM TANQUES-REDE

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

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

Marechal Cândido Rondon

2011

À Deus,

Pela vida.

A meus pais, Carlos Arlindo Dieterich e Aida Maria Dieterich,

Pelo apoio absoluto, amor e carinho incondicional, exemplo de vida. Pais sempre presentes, apesar da distância.

A meu irmão, cunhada, sobrinhos e irmã, Fabio, Priscilla, João Pedro, Pedro Eduardo e Fabiana,

Pela amizade, força e incentivo.

A meu namorado, fruto do melhor acaso, Jonatas de Sousa,

Pelo amor, companheirismo, inúmeros e impagáveis momentos de felicidade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

É com muito prazer que cito nomes de pessoas importantes que foram essenciais para o cumprimento de mais uma etapa de minha vida. Seja por uma simples ajudinha, como também por uma baita ajuda!

Agradeço primeiramente à Fabiana, minha irmã, que me incentivou a voltar estudar e fazer o mestrado.

A Universidade, Unioeste, pela estrutura e pelo ensino, diante do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, ao qual faço parte.

Ao GEMAAq, Grupo de Estudos e Manejo em Aquicultura, pelo acolhimento e apoio seja em recursos físicos, seja em recursos humanos.

A meu orientador e co-orientador, Wilson e Aldi, pela oportunidade de trabalhar junto ao grupo de pesquisa, pela confiança, pela orientação nos trabalhos desenvolvidos, pelo apoio na decisão de morar em Brasília e amizade.

A família GEMAAq, pela ajuda e amizade. Em especial tenho muito a agradecer ao Arcângelo, Flávia, Evandro, Sidnei, Altevir, Dacley, Jakinha, Michelle, Deivid, Juliana Lösch, Rafael “Cadorna”, Márcia Maluf entre outros que foram de grande importância durante o mestrado.

A Itaipu Binacional.

A todos de “Brasília”, em especial Rafaela, Mariana, Guilherme, Brunello, Barone, Diógenes, Rodrigo, Nego e Nega!

RESUMO

FREQUÊNCIA DE ARRAÇOAMENTO PARA JUVENIS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*) EM TANQUES-REDE

Estudos com frequência de arraçoamento para peixes ainda não são escassos, embora tenham grande importância para o setor produtivo. O presente estudo foi realizado em tanques-rede no reservatório da Itaipu Binacional, município de Santa Helena/PR. Utilizou-se 3.200 juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com peso inicial médio de $65,9 \pm 2,36$ g distribuídos em 16 tanques-rede, em um delineamento inteiramente casualizado, num total de quatro tratamentos e quatro repetições, delineados da seguinte forma: uma alimentação diária às 12h00 (T1), duas alimentações, às 8h00 e 17h00 (T2), três alimentações, às 8h00, 12h00 e 17h00 (T3) e quatro alimentações diárias, às 8h00, 11h00, 14h00 e 17h00 (T4). O experimento foi conduzido por 65 dias, entre os meses de março, abril e maio de 2010. Os tanques-rede foram dispostos em uma linha, separados por uma distância de dois metros em um ambiente com profundidade média de oito metros. Utilizou-se ração comercial com 32% de proteína bruta. Monitorou-se os parâmetros físico-químicos de qualidade da água, os quais enquadraram-se no recomendado para a espécie. Ao final do período experimental, os peixes permaneceram em jejum por um período de 24 horas para, posteriormente, serem realizados os procedimentos de coleta de sangue e avaliações dos parâmetros de desempenho produtivo e composição centesimal dos animais. Para ganho de peso ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos. A sobrevivência, conversão alimentar aparente e os índices de gordura visceral e hepatossomático não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos. A análise química da carcaça não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) para as variáveis de umidade, proteína bruta, lipídeos e cinzas. Os parâmetros sanguíneos como glicose, triglicérides, hematócrito, hemoglobina e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) não diferiram ($P > 0,05$) com as diferentes frequências de arraçoamento. Embora a proteína, colesterol e eritrócitos apresentaram diferenças ($P < 0,05$) entre as frequências alimentares, permaneceram dentro dos valores de referência para pacus cultivados em sistema de tanques-rede. A frequência de três arraçoamentos diários resultou em melhor desempenho produtivo, sem interferir na saúde dos animais e na composição centesimal das carcaças.

PALAVRAS-CHAVE: aquicultura, manejo, desempenho produtivo, espécie nativa, hematologia

ABSTRACT

FEEDING FREQUENCY FOR PACU JUVENILES (*Piaractus mesopotamicus*) IN NET PENS

Despite the great importance for the productive sector, the feeding frequency studies with fish are scarce. The study was performed with net pens placed at the Itaipu lake, located in Santa Helena - PR. Three thousand two hundred pacu juveniles (*Piaractus mesopotamicus*), with initial weight of 65.9 ± 2.36 g, were spreaded in sixteen cages, in a completely randomized design. It was divided in four treatments and four repetitions, wich were: A daily feeding at 12h00 (T1), two feedings at 8h00 and 17h00 (T2), three feedings at 8h00, 12h00 and 17h00 (T3), and four daily feedings at 8h00, 11h00, 14h00 and 17h00 (T4). Conducted from march 2010 to may 2010, it lasted sixty-five days. The net pens were arranged in a line, separated by a distance of two meters and installed in an eight meters depth enviroment. It was used commercial ration with 32% of crude protein. The quality water physicochemical parameters (DO, pH, conductivity, temperature and transparency) were monitored and classified as standards for the specie. At the end of the experimental period, fish remained with no food for a period of 24h before the procedures of blood collection, productive performance parameters evaluation and animal proximate composition evaluation. For weight gain and food intake, there were significant differences ($P < 0.05$) between treatments. The survival rate, feed conversion, final biomass, visceral-somatic fat and hepatosomatic indexes didn't show significant differences ($P > 0.05$) between treatments. Chemical analysis of fish was not statistically different ($P > 0.05$) for moisture variables, crude protein, lipid and ash. The blood parameters like glucose, triglycedrides, hematocrit, hemoglobin and MCHC, didn't show significant differences ($P > 0.05$) between the studied treatments. Although protein, cholesterol and erythrocyte did show statistical differences ($P < 0.05$) between frequencies, these parameters remained in the default reference range for Pacus created into net pens enviroments. The system of three feeding daily resulted in better productive results, without interfering in animals health and animal proximate composition.

KEYWORDS: aquaculture, handling, productive performance, native species, hematology

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Frequência Ideal de Arraçoamento para diferentes espécies de peixes até a saciedade aparente.	13
Tabela 2: Frequência (tratamentos) e horários dos arraçoamentos dos pacus (<i>P. mesopotamicus</i>), cultivados em tanque-rede no reservatório de Itaipu.	12
Tabela 3: Níveis de garantia da ração comercial.	20
Tabela 4: Parâmetros de desempenho produtivo e índices de gordura visceral e hepatossomático do pacu (<i>P. mesopotamicus</i>), submetido a diferentes frequências de arraçoamento cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.	23
Tabela 5: Composição centesimal da carcaça de juvenis de pacus (<i>P. mesopotamicus</i>), submetidos a quatro diferentes frequências de arraçoamento, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.	24
Tabela 6: Parâmetros hematológicos do pacu (<i>P. mesopotamicus</i>), submetido a quatro diferentes frequências de arraçoamento, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.	25
Tabela 7: Parâmetros hematológicos do pacu (<i>P. mesopotamicus</i>), criado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Cultivo de Peixes em Tanques-rede	10
2.2 Frequência de Arraçoamento	11
2.3 Espécie Estudada: Pacu	14
2.4 Composição Química do Pescado.....	15
2.5 Hematologia em Peixes.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2010b) a produção mundial oriunda da aquicultura saltou de um valor menor de um milhão de toneladas por volta do ano de 1950 para aproximadamente 52,2 milhões de toneladas em 2008.

No período de 1970 a 2008 a produção aquícola aumentou a uma taxa média anual de 8,3%, enquanto a população mundial cresceu a uma média de 1,6% ao ano. O aumento do consumo per capita de peixes cresceu numa proporção dez vezes superior em comparação ao crescimento populacional, o qual foi impulsionado pelo desenvolvimento da aquicultura. A aquicultura deve ultrapassar a pesca como fonte de peixes para a alimentação, tendo em vista o grande desenvolvimento da aquicultura e a depleção dos estoques naturais de pescado, sendo que atualmente, a China ocupa o topo da produção total de pescado, com 62,3% (FAO, 2010b).

O Brasil apresenta uma área estimada de aproximadamente 5,3 milhões de hectares de lâmina d'água compreendidos entre reservatórios artificiais e naturais, com grande potencial para aquicultura (ZANIBONI, 2004) e insere-se na lista dos principais países com capacidade de crescer neste ramo, em decorrência da abundância de seus recursos hídricos, vasto litoral e condições geográficas e ambientais favoráveis (FAO, 2010a).

No Brasil, a aquicultura segue a mesma tendência de crescimento que vem ocorrendo mundialmente. Apenas no ano de 2007 o país apresentou um crescimento equivalente a 10,2% em relação ao ano anterior (IBAMA, 2007).

No que se relaciona a produção aquícola por grupos, 99,6% é representado por peixes de água doce e 0,4% é representado pela soma da produção de crustáceos, anfíbios e quelônios. Neste cenário a tilápia representa a espécie mais cultivada no país, com 45,3%, seguida da carpa (17,46%), tambaqui (14,58%), pacu (5,9%) e tambacú com 5,17% (IBAMA, 2007).

O cultivo de peixes em tanques-rede é uma forma alternativa para aproveitamento racional dos corpos hídricos, onde a prática da piscicultura convencional é dificultosa (SCHMITTOU, 1993).

A adoção do sistema de tanques-rede para cultivo vem crescendo no país por apresentar um custo de implantação mais barato em relação ao cultivo em tanques escavados e também pelo grande potencial hídrico do país. Muito embora, esta forma produtiva, depende de tecnologias particulares para obtenção de êxito na atividade comercial e ambientalmente falando, uma vez que os animais permanecem concentrados em uma pequena área, a mercê

apenas da intervenção antrópica e as condições ambientais daquele local, tornando-os mais susceptíveis ao estresse. Assim sendo, é imprescindível o desenvolvimento de estudos para determinação das exigências nutricionais das espécies de cultivo e da mesma forma, desenvolver práticas de manejo adequadas, para uma produção sustentável.

A frequência de arraçoamento é uma das práticas de manejo mais importantes em um cultivo aquícola, uma vez que envolve o fator econômico. Quando os animais são alimentados em excesso ou insuficientemente, o crescimento e a eficiência alimentar são alterados causando incremento no custo de produção, como também influenciar na qualidade da água.

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é uma das espécies nativas que possui potencial para aquicultura por aceitar bem a alimentação artificial (arraçoamento), apresentar características como precocidade, rusticidade, carne de sabor agradável e bom crescimento, favorecendo desta forma, sua criação em sistemas de cultivos intensivos (DIAS-KOBERSTEIN *et al.*, 2005).

O pescado apresenta alto valor nutricional e se sobressai diante outros alimentos de origem animal, por apresentar todos os aminoácidos essenciais, alto teor de lisina, alta digestibilidade protéica, além de ser fonte de vitaminas lipossolúveis e do complexo B, alta concentração de ácidos graxos insaturados com baixo colesterol e presença de ômega-3 (OETTERER, 2002). Apresenta características orgânicas bastante variadas, em função de diversos fatores como peso do indivíduo, idade, estado fisiológico, dieta alimentar, entre outros e faz-se muito importante quantificá-la em indivíduos que possuem interesse comercial, uma vez que orientará na formulação de dietas apropriadas, como também delinear metodologias para as unidades de processamento de pescado (MACEDO-VIEGAS *et al.*, 2002).

As avaliações hematológicas em peixes são realizadas há aproximadamente 70 anos e são importantes para caracterizar fisiologicamente uma espécie em seu ambiente natural e, por conseguinte auxiliar nos trabalhos de manejo dos cultivos, relacionando-os à presença de infestações ou infecções nos animais, ou mesmo às alterações ambientais, permitindo também, o conhecimento das condições de equilíbrio normais e patológicas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* cultivados em tanques-rede sob diferentes frequências de arraçoamento em um braço do reservatório da Itaipu Binacional, localizado no município de Santa Helena/PR.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultivo de Peixes em Tanques-rede

Baldisserotto & Radunz Neto (2004) definiram a produção de peixes em tanques-rede como a criação de peixes em um volume delimitado, que permite a livre e constante circulação da água. Cada tanque-rede é considerado uma unidade produtiva flutuante, podendo ser de formatos e tamanhos variados, compostos por redes ou telas, permitindo a livre passagem da água (BEVERIDGE, 1996).

Há aproximadamente 50 anos o Japão deu início aos primeiros cultivos comerciais em tanques-rede utilizando espécies marinhas e deu-se início aos cultivos em água doce nos lagos Suwa e Kazumigaura, com o cultivo da carpa comum (CASTAGNOLLI, 2000), sendo que este sistema está cada vez mais difundido entre os piscicultores (FIGUEIREDO & FARIA, 2005).

Como todo e qualquer sistema de cultivo, possui suas vantagens e desvantagens. Uma vantagem em relação ao sistema convencional de cultivo é a possibilidade de implantação em áreas de difícil acesso, onde a viabilização de viveiros escavados seria inviável e, além disso, das condições de manejo que permitam sua utilização em escala familiar e comercial (CAVERO *et al.*, 2003). Entretanto, esta forma de cultivo, impossibilita que os animais tenham acesso aos alimentos naturais, exigindo assim, o uso de dietas completas e balanceadas, podendo ocorrer problemas de ordem nutricional e estresse, além do sistema estar susceptível a atos de vandalismo, roubo e fugas de peixes em virtude de desgastes das unidades produtivas.

A implementação do cultivo de peixes em tanques-rede pode vir a incrementar a produção além de atrair investidores para o setor, mas necessita-se da geração de informações para diferentes espécies de importância econômica, possibilitando a escolha das mais produtivas (CARDOSO *et al.*, 2005).

No Brasil, a despeito do grande potencial representado pelos seis milhões de hectares de águas represadas nos açudes de grandes reservatórios, construídos com a finalidade de geração de energia elétrica, a produção comercial de peixes em tanques-rede está apenas começando e num futuro próximo poderá tornar o país um dos maiores produtores mundiais (MARENGONI, 2006). Associado a isso, a grande disponibilidade de grãos para o processamento de rações completas de ótima qualidade para a piscicultura intensiva (SIGNOR, 2006), permitiu a expansão do cultivo de peixes em tanques-rede nos últimos anos.

Segundo Zimmermann & Fitzsimmons (2004), há em quase todo território brasileiro, todas as condições necessárias para o sucesso deste empreendimento.

A legislação vigente representa um papel fundamental no que se refere à regulamentação e normatização da aquicultura no formato de cultivo em tanques-rede. Neste sentido, foi criado o Decreto 4.895 de 25 de novembro de 2003 onde dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, levando em consideração os critérios de ordenamento, localização e preferência com vistas ao desenvolvimento sustentável, aumento da produção brasileira de pescados, à inclusão social e à segurança alimentar. No ano seguinte foi criada a Instrução Normativa Interministerial nº 6, de 31 de maio de 2004, em complementação ao Decreto nº 4.895/2003, onde estabelece as normas complementares para autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura.

É claramente visível o crescimento do cultivo de peixes nos últimos anos, representado pelo cultivo de tilápia. Até fevereiro de 2011, aproximadamente 85% das áreas aquícolas regularizadas no Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) são desta espécie, seguida de 3,85% de pacu, 2,8% de pintado/surubim e o restante 8,35% compreendido por outras espécies. No estado do Paraná, as áreas regularizadas são representadas por 72% de cultivo de tilápia, 9,40% de pacu e o restante é compreendido por outras espécies nativas. (MPA, 2011), praticadas em unidades pequenas de 2,0 a 6,0m³ de volume útil (ZIMMERMANN & FITZSIMMONS, 2004).

Bozano & Cyrino (1999), elencaram a importância do monitoramento das características físicas e químicas do corpo hídrico como também o posicionamento das estruturas de cultivo, uma vez que os animais apresentam-se numa modalidade de confinamento, estando restritos de buscarem ambientes onde haja locais com melhores condições de desenvolvimento. Deste modo, a aquicultura intensiva deve ser gerida de forma planejada, levando em consideração fatores técnicos e científicos e norteada pelas diretrizes legais a fim de obter o desenvolvimento sustentável da atividade e o uso múltiplo dos recursos hídricos (AYROSA *et al.*, 2006).

2.2 Frequência de Arraçoamento

Define-se frequência de arraçoamento como o número de vezes o qual é oferecido alimento aos animais pelo período de um dia. Dentre os fatores mais importantes no manejo alimentar, insere-se a frequência do fornecimento do alimento por estimular o peixe a buscar

pelo alimento em momentos pré-determinados, podendo desta forma, colaborar para a redução na conversão alimentar, incrementar o ganho de peso, maior possibilidade de observação do estado de saúde dos peixes, bem como possibilita reduzir o desperdício de alimento, contribuindo para a manutenção da qualidade da água e reduzindo os custos de produção.

Um dos fatores que determinam a frequência alimentar dos peixes é o estágio de desenvolvimento dos animais (FIOGBÉ & KESTMONT, 2003; DENG *et al.*, 2003), sendo que peixes jovens (pós-larvas e alevinos) apresentam maior atividade metabólica e necessitam de maior frequência no fornecimento do alimento em relação aos animais adultos (MURAI & ANDREWS, 1976; FOLKVORD & OTTERA, 1993), como também a espécie, temperatura e qualidade da água (HAYASHI *et al.*, 2004), o qual faz-se necessário constantes ajustes nas quantidades de ração a serem ofertadas aos animais (SALARO *et al.*, 2008).

Espécies de peixes onívoros com estômago pequeno, como por exemplo, a tilápia, *Oreochromis niloticus*, procuram o alimento mais frequentemente por apresentarem limitação na capacidade de armazenamento de alimento. Já as espécies carnívoras e algumas onívoras possuem estômago grande e podem ingerir grande quantidade de alimentos num único momento, mantendo-se saciados por um longo período (TUCKER & ROBINSON, 1991), além da própria natureza do alimento.

A influência da frequência alimentar sobre o desenvolvimento de juvenis foi estudada em diferentes espécies (WANG *et al.*, 1998; LEE *et al.*, 2000a; LEE *et al.*, 2000b; DWYER *et al.*, 2002; CANTON *et al.*, 2007), observando-se normalmente um aumento no ganho de peso quando juvenis são alimentados mais de uma vez ao dia.

Tanto o consumo de alimento, como o manejo alimentar (quantidade de alimento, horários e intervalos), são fatores fundamentais para o êxito na piscicultura. Para tanto, faz-se necessário observar até onde o alimento natural contribui para as exigências nutricionais dos peixes, quando os mesmos recebem alimentação artificial e quais os horários mais propícios para o arraçoamento (ROCHA LOURES *et al.*, 2001). No caso de cultivo em tanques-rede, onde os animais permanecem confinados e não conseguem buscar melhores condições ou locais mais propícios, este tipo de interferência torna-se desconsiderável.

O correto manejo alimentar é imprescindível para melhorar o crescimento dos peixes, sem o comprometimento sanitário, pelo excesso de alimento, além de provocar alterações metabólicas digestivas, provoca degradação da qualidade da água, e a nutrição deficiente deriva em um crescimento insatisfatório e considerável disparidade entre os indivíduos (CASTAGNOLLI, 1979). Desta forma, a quantidade de alimento fornecido ou a

frequência com a qual é administrado podem influenciar no seu aproveitamento, uma vez que a ração é colocada diretamente na água. A porção da ração não consumida se diluirá ou lixiviará, causando aumento nas taxas de conversão alimentar e redução na qualidade da água (ROCHA LOURES *et al.*; 2001). Meer *et al.* (1997) constataram em um estudo sobre alimentação de peixes, que a alta frequência alimentar resulta em altas taxas de consumo de ração por dia e baixas quantidades de ração por vez. Deste modo, o manejo alimentar adequado pode ser aquele em que os indivíduos consumam baixas quantidades de alimento por vez em mais vezes por dia, para suprir suas necessidades orgânicas (ROCHA LOURES *et al.*, 2001).

A oferta frequente de alimento pode aumentar o consumo, ocasionando redução do comportamento agressivo e a redução na variação de tamanho da população, hipótese esta defendida por Wang *et al.* (1998). Segundo estes autores, entender sobre o manejo alimentar diário é muito importante para o ajuste apropriado tanto da quantidade, quanto do tempo de alimentação, evitando desta forma que os animais consumam grandes quantidades em cada refeição. Comportamento comum quando são alimentados poucas vezes ao dia. Conseqüentemente, otimizado a eficiência de absorção (RABE & BROWN, 2000).

A frequência ideal de arraçoamento tem sido relatada para as mais diferentes espécies de peixes, as quais foram relacionadas (Tabela 1), principalmente, devido a diferentes comportamentos alimentares ou a capacidade estomacal (NRC, 1993). A taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo e a taxa metabólica também podem diferir de espécie para espécie (GRAYTON & BEAMISH, 1977).

Tabela 1: Frequência Ideal de Arraçoamento para diferentes espécies de peixes até a saciedade aparente.

Frequência Ideal de Arraçoamento (número de arraçoamentos/dia)	Espécie	Fase	Referência
1	<i>Sebastes schlegeli</i>	Alevino	Carneiro e Mikos, 2005
4	<i>Ctenopharyngodon idella</i> , V.	Alevino	Marques, <i>et al.</i> , 2008
6	<i>Salminus brasiliensis</i>	Alevino	Ferreira <i>et al.</i> , 2007
6-8	<i>F Morone chrysops</i> X <i>M Morone saxatilis</i>	Juvenil	Webster <i>et al.</i> , 2001
12	<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Juvenil	Alexandre, 2010
24	<i>Carassius auratus gibelio</i>	Juvenil	Zhou <i>et al.</i> , 2003

Portella et al. (2000), relatam a importante influência que a frequência de arraçamento tem sob as larvas de peixes de água doce serem tratadas com organismos de água salgada (e.g. rotífero *Brachionus plicatilis* ou *Artemia*), pois estes indivíduos, quando inseridos nestes ambientes, sofrem choque de salinidade, sobrevivendo por poucas horas, fato este, que pode interferir na disponibilidade destes aos peixes. Outro fator importante na determinação da frequência de arraçamento ideal além do melhor aproveitamento da mão-de-obra empregada nos cultivos (JOMORI *et al.*, 2005) é a menor variação entre os animais do lote, o que facilita o manejo e a comercialização (HAYASHI *et al.* 2004).

O interesse em cultivar espécies nativas vem crescendo no Brasil, aumentando também o número de pesquisas nesta área, no intuito de desenvolver sistemas de manejo adequados. O manejo alimentar, em qualquer espécie, é de relevada importância no que se refere ao êxito da atividade, visto que, independente da fase de crescimento, influencia seu desenvolvimento, pois está diretamente ligada tanto ao fornecimento da ração e sua utilização pelos peixes quanto ao custo com a mão-de-obra, estando desta forma, diretamente ligada à viabilidade econômica. (HAYASHI *et al.* 2004).

2.3 Espécie Estudada: Pacu

O Pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887), pertence à ordem Characiformes, grupo dominante entre os peixes da América, compreendendo formas herbívoras, onívoras, ictiófagas e carnívoras. A subordem é a Ostariophysi, segundo Urbinati & Gonçalves (2005), abrangem peixes de melhor valor comercial tanto na pesca quanto na piscicultura brasileira. Possui corpo ovalado e robusto, com dorso cinza escuro e ventre amarelado (BRITSKI *et al.*, 2007). Esta espécie é onívora, embora, apresente hábito alimentar frugívoro e herbívoro do tipo podador. Na natureza, segundo Nakatani et al. (2001), os alimentos mais constantes em sua dieta são os frutos e sementes. Além destes alimentos, este peixe alimenta-se de folhas, caules e flores, quando necessário (SOUZA *et al.*, 2003), levando a acreditar que possua habilidades diferenciadas para digerir e absorver alimentos grosseiros, ricos em carboidratos (DIAS-KOBERSTEIN *et al.*, 2005) e quando oportuno, alimentando-se de insetos, aracnídeos, moluscos e peixes (SOUZA *et al.*, 2003).

Este peixe é vastamente encontrado nas bacias do rio Paraná, Paraguai e Uruguai (KUBITZA, 2004).

O pacu é uma das espécies nativas mais estudadas no Brasil, pois apresenta grande potencial para a piscicultura intensiva devido à adaptabilidade ao cultivo, menor

exigência de proteína e não necessitar de grandes quantidades de farinha de peixe na ração (FERNANDES *et al.*, 2000). Além de apresentar características como precocidade, rusticidade, carne de sabor agradável e bom crescimento, esta espécie aceita o arraçoamento o que favorece sua criação em sistemas de cultivos intensivos (DIAS-KOBERSTEIN *et al.*, 2005).

Entretanto, um fator limitante aos peixes redondos é sua comercialização, em virtude da existência de espinhas em “y” em sua musculatura. Sendo então o processamento, uma alternativa para a utilização deste peixe (CARACIOLO *et al.*, 2001), como exemplo, cortes diferenciados que removem as espinhas do filé. Outra alternativa, é lançar mão da carne mecanicamente separada (CMS) obtida por meio de despoldadeiras, para o desenvolvimento de produtos processados, como fishburger, nuggets, bolinhos, entre outros (ANTUNES, 1997), aumentando a oferta e disponibilidade de produtos a base de pescado, uma vez que esta espécie apresenta um rendimento aproximado de 60% de tronco limpo (BENCKE *et al.*, 2005).

2.4 Composição Química do Pescado

Segundo Oetterer (2002) o pescado se sobressai nutricionalmente perante qualquer outro alimento de origem animal, principalmente por apresentar todos os aminoácidos essenciais, alto teor de lisina, alta digestibilidade protéica, além de ser fonte de vitaminas lipossolúveis e do complexo B, alta concentração de ácidos graxos insaturados com baixo colesterol e presença de ômega-3.

Faz-se importante conhecer quantitativamente a composição química da musculatura dos peixes que apresentam interesse comercial, englobando as variações existentes durante o período de tempo e captura a fim de formular uma dieta apropriada, como também delinear metodologias para as unidades de processamento de pescado (MACEDO-VIEGAS *et al.* 2002).

Segundo Ogawa e Maia (1999), as características da carne do pescado são bastante variáveis, contendo 60 a 85% de umidade, aproximadamente 20% de proteína, 1 a 2% de cinzas, 0,3 a 1% de carboidratos e 0,6 a 36% de lipídeos. Estas flutuações na composição centesimal de peixes são freqüentes e variam de acordo com o peso do animal, estado fisiológico, idade e regiões do corpo, dieta alimentar, entre outros (MACEDO-VIEGAS *et al.* 2002)

As características organolépticas, físicas e o tempo de prateleira de peixes e seus derivados podem sofrer influência de fatores intrínsecos como fatores fisiológicos, morfológicos e genéticos, como também de fatores exógenos, como estação do ano, clima, quantidade e tipo de alimentação, podendo interferir na composição corporal (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

O conhecimento do peso ideal para o abate, a variação da composição centesimal como também seu rendimento de filé, perante as distintas formas de apresentação dos produtos, é de grande valia para os frigoríficos, como também para seus produtores (MACEDO-VIEGAS *et al.*, 2002).

2.5 Hematologia em Peixes

O sangue conduz nutrientes advindos do trato digestivo até os tecidos, produtos finais do metabolismo das células até os órgãos de excreção e secreções das glândulas endócrinas, através do corpo, funcionando como um meio de transporte (SWENSON, 1996).

Estudos hematológicos das diferentes espécies de peixes são de interesse tanto ecológico, quanto fisiológico (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004). Os mesmos podem auxiliar na compreensão da relação entre as características sanguíneas, a filogenia, a atividade física, o habitat e a adaptabilidade dos peixes ao meio ambiente (RAMBHASKAR & SRINIVASA-RAO, 1987).

Os tecidos hematopoiéticos, bem como a circulação sanguínea de peixes marinhos e os de água doce, são alvos de estudos há mais de 70 anos (SOLDATOV, 2005). Segundo Camargo *et al.* (2005), a falta de padronização de métodos e nomenclatura, as diferentes espécies existentes, o efeito da idade, do sexo, da qualidade da água e os métodos de captura, contribuem para a variabilidade dos parâmetros hematológicos em peixes.

As avaliações hematológicas são necessárias para se caracterizar fisiologicamente uma espécie em seu ambiente natural e, por conseguinte auxiliar nos trabalhos de manejo dos cultivos, relacionando-os à presença de infestações ou infecções nos animais, ou mesmo às alterações ambientais (RANZANI-PAIVA *et al.*, 1999). Permitindo também, o conhecimento das condições de equilíbrio normais e patológicas (AZEVEDO *et al.*, 2006).

Embora existam variadas pesquisas para a definição dos parâmetros hematológicos em peixes, a literatura apresenta muitas informações inconsistentes com relação a nomenclaturas, diferenciação celular, maturação e função das células sanguíneas dos animais (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004).

No que se refere à adaptabilidade às variações extremas de temperatura, salinidade, pressão, pH, oxigênio dissolvido (OD) e dióxido de carbono (CO₂) do ambiente aquático, os peixes desenvolveram várias estratégias. Dentre elas: a) desenvolvimento de maior proporção de músculos vermelhos; b) aumento da superfície branquial para auxiliar nas trocas gasosas em águas com baixa concentração de OD; c) diminuição dos níveis de atividade para reduzir o requerimento de OD; d) desenvolvimento, em alguns, de respiração aérea acessória; e) deslocamentos sazonais para locais com maiores concentrações de OD; f) desenvolvimento de componentes múltiplos de hemoglobina com diferentes propriedades funcionais; e g) especificidade dos leucócitos e rápida alteração de sua frequência (RANZANI-PAIVA & SILVA-SOUZA 2004). Desta forma, em peixes, a presença, a quantidade, e a proporção das diferentes células no sangue periférico (vascular) demonstram o estado fisiológico específico do organismo, num determinado momento ou durante um dado período de vida (RANZANI-PAIVA & SILVA-SOUZA 2004).

O sangue dos peixes é dividido em dois grandes grupos: a) os eritrócitos maduros, que são as células mais abundantes no tecido sanguíneo, tendo como função o transporte de oxigênio e gás carbônico, realizado por sua vez, pela hemoglobina, seu componente mais importante e b) os leucócitos, compostos por diferentes células nomeadas de linfócitos (atuantes nos processos inflamatórios), neutrófilos (exercem relevante função contra infecções), monócitos (efetua fagocitose nos focos inflamatórios), eosinófilos e basófilos (ambos ainda não possuem função bem definida em peixes), todas elas ligadas as particularidades do sistema imune dos organismos (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004).

Alguns autores incluem os trombócitos juntamente com os leucócitos (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004), entretanto, outros os descrevem separadamente, advertindo que tanto suas funções, quanto suas ocorrências permanecem de forma controversa (RANZANI-PAIVA; SILVA-SOUZA, 2004).

Até dado momento, se conhece muito pouco sobre a origem e o desenvolvimento dos trombócitos e leucócitos em peixes, embora algumas idéias tenham sido propostas desde o início do século passado (TAVARES-DIAS *et al.*, 2002).

Desta maneira, faz-se necessário a realização de estudos nas mais variadas formas de cultivo, utilização de espécies com potenciais zootécnicos, influências ambientais, entre outros fatores que possam estar profundamente correlacionados ao bem estar animal advindo da necessidade de intensificação da produção (BITTENCOURT, 2008).

O hematócrito é dado 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% tendo uma média de 40% (SWENSON, 1996).

O crescimento da aquicultura ocasiona problemas sanitários nas diferentes etapas da produção, como por exemplo, no transporte, na qualidade da água, entre outros. Tais fatores atuam como ações estressantes, acarretando em depleção dos mecanismos de defesa do organismo, aumentando assim, a susceptibilidade dos peixes às moléstias e por consequência, prejuízos na produção do pescado (SCHALCH *et al.*, 2005).

Estudos hematológicos relacionados à nutrição e ao manejo de peixes cultivados em sistemas intensivos vêm sendo feitos no intuito de caracterizar os efeitos e as consequências que determinados alimentos e condições adversas podem interferir na higidez dos peixes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se o experimento num braço do reservatório de Itaipu, no Centro de Desenvolvimento de Tecnologias para Piscicultura em Tanque-rede, situado no Refúgio Biológico, município de Santa Helena – PR entre as coordenadas geográficas W 54° 21' 196, S 24° 51' 105, W 54° 21' 078, S 24° 51' 192 e W 54° 21' 224, S 24° 51' 143, segundo Bueno et al. (2008) área aquícola considerada oligotrófica.

Para tanto, foram utilizados 3.200 peixes da espécie *Piaractus mesopotamicus* com peso inicial médio de $65,9 \pm 2,36$ g estocados em dezesseis tanques-rede com malha de arame galvanizado recoberto de polietileno e estrutura de sustentação em alumínio, com dimensões de 2,0 x 2,0 x 1,5 m (comprimento x largura x altura), perfazendo um total de cinco metros cúbicos de volume útil e densidade adequada, de acordo com Bittencourt et al. (2010). Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado cujos tratamentos constituíram-se da variação da frequência de arraçoamento (Tabela 2). O experimento foi conduzido entre os meses de março a maio de 2010, totalizando 65 dias de experimento.

Tabela 2: Frequência (tratamentos) e horários dos arraçoamentos dos pacus (*P. mesopotamicus*), cultivados em tanque-rede no reservatório de Itaipu.

Horário	Frequência de Arraçoamento (tratamentos)			
	1	2	3	4
08h00		X	X	X
11h00				X
12h00	X		X	
14h00				X
17h00		X	X	X

Os tanques-rede foram dispostos em uma linha, separados por uma distância de dois metros em um ambiente com profundidade média de oito metros. Os animais receberam ração comercial extrusada contendo 32% de proteína bruta (Tabela 3) e o arraçoamento foi realizado até a saciedade aparente dos animais, conforme os tratamentos supracitados.

Tabela 3: Níveis de garantia da ração comercial.

Nutrientes	Níveis de garantia
Umidade (máx)	12%
Energia Digestível	3.500Kcal/Kg
Proteína Bruta (mín)	32%
Extrato Etéreo (mín)	5%
Cálcio (máx)	2,5%
Fósforo (mín)	1%
Vitamina C	300 mg/Kg

As pesagens foram realizadas no início (dia zero), e no encerramento do experimento (65° dia). Foi realizada uma biometria no 30° dia de experimento. Para tanto, utilizou-se uma estrutura flutuante equipada com uma talha para içar as estruturas de cultivo, sendo que 100% dos animais contidos nas unidades experimentais foram retirados com auxílio de um puçá para as pesagens e biometria. Os dados obtidos foram utilizados para efetuar as análises de desempenho produtivo: ganho de peso (GP), sobrevivência (SO) e conversão alimentar aparente (C.A.A.).

Os parâmetros físicos da água como a temperatura e a transparência foram aferidos duas vezes ao dia, pela manhã e a tarde, com o auxílio de um termômetro de mercúrio e disco de Secchi, respectivamente. Já os parâmetros químicos como pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica foram medidos semanalmente por meio de potenciômetros digitais.

Ao final do período experimental, os animais permaneceram em jejum por um período de 24 horas para o esvaziamento gástrico. Em seguida, foram coletados sete peixes de cada unidade experimental para a coleta sanguínea. Para a viabilização deste procedimento, os indivíduos foram anestesiados com benzocaína, na concentração de 100 mg.L⁻¹ (Gonçalves *et al.*, 2008) e, logo em seguida, por meio de punção caudal, foram coletados, com o auxílio de uma seringa descartável contendo EDTA (10%), dois mL de sangue de cada animal. Esta alíquota de material foi destinada às seguintes análises: 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), determinação de hemoglobina e hematócrito conforme metodologia descrita por Collier (1944) e Goldenfarb *et al.* (1971), respectivamente. A concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM) foi calculada

por meio dos resultados obtidos. Bioquimicamente, foi feita análise de triglicérideo, colesterol, proteína e glicose. Para a avaliação bioquímica do sangue utilizou-se o plasma colhido com fluoreto e separado por centrifugação, sendo a leitura efetuada por espectrofotômetro.

Posteriormente, foram retirados aleatoriamente, 10 peixes de cada tanque-rede, insensibilizados por meio de choque térmico, acondicionados em caixa com gelo e transportados ao Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE/*Campus* de Toledo para avaliação do Índice de Gordura Viscerosomática (IGVS), Índice Hepatosomático (IHS) e composição química dos peixes.

Para tanto, os animais foram pesados em balança digital e em seguida eviscerados por meio de incisão na região ventral. As vísceras retiradas foram colocadas em placas de Petry, nas quais foi efetuada a separação da gordura visceral e do fígado. O material obtido foi pesado em balança analítica. Para determinação dos índices de gordura visceral e índice hepatossomático utilizou-se as fórmulas, descrita por Santos et al. (2004):

$$\text{IGV} = [\text{PGV (g)} / \text{PC (g)}] \times 100. \text{ Onde:}$$

IGV = índice de gordura visceral;

PGV = peso da gordura visceral;

PC = peso do corpo;

O índice hepatossomático foi determinado pela seguinte fórmula:

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

IHS= índice hepatossomático

PFíg= peso do fígado

PC= peso do corpo

As carcaças foram separadas para análise da composição química segundo metodologia descrita na AOAC (2005) tendo sido avaliadas a umidade (UM), a proteína bruta (PB), o extrato etéreo (EE) e a matéria mineral (MM). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade/GEMAq da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* de Toledo.

Todos os dados e/ou resultados obtidos foram avaliados e submetidos à análise de variância e, quando constatadas diferenças significativas, foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do programa estatístico SAS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos parâmetros de qualidade da água, durante o período experimental foram de $24,46 \pm 2,16^{\circ}\text{C}$ e $25,27 \pm 2,70^{\circ}\text{C}$ para temperatura nos períodos matutino e vespertino, respectivamente, e $1,67 \pm 0,44\text{m}$ para transparência, não havendo variação dos valores colhidos pela manhã e pela tarde. O pH, o oxigênio dissolvido e a condutividade elétrica apresentaram valores médios equivalentes a $7,63 \pm 0,24$; $6,66 \pm 0,13\text{ mg/L}$ e $80,0 \pm 9,01\ \mu\text{S/cm}$, respectivamente, valores estes que segundo Boyd (1990) e Sipaúba-Tavares (1995) são adequados para essa espécie.

Considerando o desempenho produtivo apresentado pelos peixes ao final de 65 dias de experimento, nota-se que o aumento da frequência alimentar, proporcionou melhores resultados para ganho de peso (g) com a frequência de três e quatro alimentações diárias (Tabela 4), corroborando com estudos realizados por Hayashi et al. (2004), que estudando a frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo amarelo, encontraram diferenças significativas para o peso final e o ganho de peso, sendo que os melhores resultados foram atingidos pelos peixes que receberam ração quatro vezes ao dia.

Zhou et al. (2003), avaliando a frequência de arraçoamento para juvenis de carpa gibel (*Carassius auratus gibelio*), durante um período de oito semanas e alimentados até a saciedade aparente, aplicando diferentes tratamentos (2, 3, 4, 12 e 24 arraçoamentos), observaram que para esta fase de vida e espécie, o tratamento com 24 arraçoamentos obteve os melhores resultados para desempenho de crescimento e aproveitamento do alimento fornecido. Entretanto, Bittencourt et al. (2009), avaliando a frequência alimentar em juvenis de surubins do Iguaçu (*Steindachneridium melanoderdatum*), alimentados duas, três, quatro e cinco vezes ao dia, não observaram nenhuma interferência significativa entre os tratamentos. Segundo os autores, provavelmente, para a fase inicial de cultivo em tanque-rede dessa espécie, o manejo alimentar adotado pode não interferir no resultado produtivo dos animais. Carneiros e Mikos (2005). Segundo esses autores, a frequência do fornecimento do alimento é um fator importante, pois pode contribuir para a redução na conversão alimentar, incrementar o ganho de peso, além de possibilitar maior oportunidade de observação do estado de saúde dos peixes. Os mesmos autores relatam que conforme a espécie de peixe pode ocorrer variação no efeito da frequência alimentar e o consumo.

Para as variáveis de desempenho produtivo de sobrevivência, conversão alimentar aparente e biomassa final as médias mantiveram-se semelhantes entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Os valores encontrados para IHS se enquadram nos resultados obtidos por Tavares-Dias et al. (2000), em que realizaram estudo para determinar os valores médios do peso esplênico e hepático, como também suas relações esplenosomática e hepatossomática, respectivamente e o fator relativo de condição na tilápia, pacu e do híbrido tambacu, sadios mantidos em condições de cultivo.

Tal informação faz-se importante, uma vez que se relaciona ao estado de higidez do animal, que é influenciado pelas variações na quantidade de gordura e/ou glicogênio estocados no fígado. O IHS também é influenciado pelo ciclo reprodutivo (BARBIERI *et al.* 1996), pelo sexo (OLIVEIRA *et al.* 1997), infecções e alimentação (TAVATES-DIAS *et al.*, 2000). Rafael & Braunbeck (1988) ressaltam que peixes arraçados com alimento artificial apresentaram maior ganho de peso corporal e de massa hepática, quando comparados aos que receberam somente alimentação natural.

Tabela 4: Parâmetros de desempenho produtivo e índices de gordura visceral e hepatossomático do pacu (*P. mesopotamicus*), submetido a diferentes frequências de arraçoamento cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.

Parâmetros	Frequência de Arraçoamento				CV (%)
	1	2	3	4	
Desempenho produtivo					
Peso Inicial (g)	66,95	66,87	64,92	63,84	3,28
Ganho de Peso (g)	127,85 ^c	129,81 ^{bc}	141,01 ^a	139,93 ^{ab}	3,61
Sobrevivência (%)	99,13	96,33	98,87	99,33	8,60
C.A.A.	1,92	2,26	2,19	2,59	16,02
Índices					
Índice de Gordura Visceral	3,37	3,63	4,07	3,51	16,44
Índice Hepatossomático	1,55	1,42	1,62	1,35	12,98

¹ Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CV = coeficiente de variação.

C.A.A. = Conversão alimentar aparente.

Os valores de umidade, proteína bruta, lipídeos e cinzas (Tabela 5), não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) e encontram-se dentro dos intervalos descritos por Ogawa & Maia (1999).

Tabela 5: Composição centesimal da carcaça de juvenis de pacus (*P. mesopotamicus*), submetidos a quatro diferentes frequências de arraçoamento, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.

Parâmetros	Frequência de Arraçoamento				CV (%)
	1	2	3	4	
Umidade (%)	74,44	73,67	72,44	74,16	1,72
Proteína Bruta (%)	13,17	15,17	14,68	13,48	10,98
Lipídios (%)	6,68	6,96	8,26	6,91	13,53
Cinzas (%)	5,54	5,10	5,55	5,77	12,94

Estes resultados corroboram com os encontrados por Feiden et al (2007) em estudo realizado para determinar a melhor frequência (1, 2, 3 e 4 alimentações diárias) de arraçoamento necessária para maximização no desempenho e sobrevivência de alevinos de piapara *Leporinus elongatus*, observaram que não houve influência da frequência de arraçoamento para os parâmetros de composição centesimal avaliados (umidade, proteína, lipídeos e cinzas) e Alexandre (2010) avaliando o desempenho produtivo de juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) em tanques-rede, submetidos a diferentes frequências (6, 12 e 24 refeições diárias) e taxas de alimentação (4 e 8% do peso vivo), por meio de alimentação automática, observou que não houve influência, tanto da taxa de alimentação, quanto a de frequência, para os parâmetros bromatológicos.

Os estudos realizados por Zhou et al. (2003), onde avaliaram a frequência de arraçoamento para juvenis de carpa gibel (*Carassius auratus gibelio*), durante um período de oito semanas e alimentados até a saciedade aparente, aplicando diferentes tratamentos (2, 3, 4, 12 e 24 arraçoamentos), não observaram interferência da frequência de arraçoamento para os dados de composição química dos animais.

Burkert et al. (2008) trabalhando com surubim (*Pseudoplatystoma sp.*), avaliaram o rendimento do processamento e composição química de filés de peixes cultivados em tanque-rede alimentados com três rações comerciais, não encontraram diferença significativa para a análise bromatológica entre os filés lateral e abdominal (64,83 e 63,43% de umidade; 20,63 e 21,40% de proteína; 1,64 e 1,29% de lipídeos; e 1,81 e 1,14% de matéria mineral, respectivamente).

As variáveis para eritrócitos, hematócrito e hemoglobina dos pacus cultivados em tanques-rede, submetidos a diferentes frequências de arraçoamento encontram-se dentro dos intervalos descritos por Boscolo et al. (2010) (Tabela 7) e Tavares-Dias & Moraes (2004)

como padrão para a espécie e não apresentaram diferenças estatísticas para hematócrito, hemoglobina e CHCM (Tabela 6).

Tabela 6: Parâmetros hematológicos do pacu (*P. mesopotamicus*), submetido a quatro diferentes frequências de arraçoamento, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.

Parâmetros	Frequência de Arraçoamento				CV (%)
	1	2	3	4	
Hematológicos					
Eritócitos ($10^6 \mu\text{L}$)	1,54b	1,67b	1,92a	2,05a	6,17
Hematócrito (%)	34,75	33,12	36,37	33,87	6,41
Hemoglobina (g.dL^{-1})	10,86	11,61	11,92	11,83	7,65
CHCM (g.dL^{-1}) ²	31,23	35,08	33,00	36,96	7,87
Bioquímicos					
Glicose (mg.dL^{-1})	55,18	67,08	50,32	60,48	22,11
Proteína (g.dL^{-1})	3,72ab	4,15a	3,79ab	3,61b	6,06
Colesterol (mg.dL^{-1})	108,81a	127,20ab	136,41b	140,3b	8,93
Triglicerídeos (mg.dL^{-1})	284,53	288,34	376,72	420,17	28,66

1 Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

2 Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média

Tabela 7: Parâmetros hematológicos do pacu (*P. mesopotamicus*), criado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.

Parâmetros	Valor de Referência*
Eritócitos ($10^6 \mu\text{L}$)	1,32 – 2,11
Hematócrito (%)	31,5 - 42,9
Hemoglobina (g.dL^{-1})	7,14 - 11,04
CHCM (g.dL^{-1}) ²	26,41 - 28,13
Glicose (mg.dL^{-1})	26,78 - 128,37
Proteína (g.dL^{-1})	3,37 - 7,67
Triglicerídeos (mg.dL^{-1})	216,32 - 360,65

*Valor de Referência (mínimo – máximo), (BOSCOLO *et al.*, 2010)

Os padrões de eritrócitos, apesar de apresentar diferença estatística entre os diferentes tratamentos, encontram-se dentro dos valores de referência segundo Tavares-Dias & Moraes (2004), para o pacu de cativeiro, os quais se mantiveram de $1,63$ a $3,13 \times 10^6$ μL e Tavares-Dias & Mataqueiro (2004) com $1,87$ a $4,59 \times 10^6$ μL , sendo os melhores resultados encontrados para os tratamentos de três e quatro frequências de arraçoamento, corroborando com os resultados encontrados para desempenho produtivo (Tabela 4).

Os resultados de hemoglobina e CHCM estão acima dos encontrados por Lochmann et al. (2009) estudando diferentes fontes de carboidratos para o pacu vermelho (*Piaractus brachypomus*), sendo que os valores encontrados foram de $8,2$ a $9,1$ g/dL e $20,8$ a $23,1$ g/dL, respectivamente.

No que se referem às variáveis bioquímicas do sangue, os parâmetros de glicose, proteína, colesterol e triglicerídeos encontram-se nos intervalos descritos por Boscolo et al. (2010), sendo que os parâmetros de glicose e triglicerídeos não apresentaram diferenças estatísticas entre os diferentes tratamentos. Apesar de não ter ocorrido diferença estatística para triglicerídeos, os mesmos são superiores aos encontrados por Bicudo et al. (2009), onde avaliaram dietas com relação proteína:energia para o pacu em crescimento. Estes autores encontraram um valor mínimo e máximo de $125,1 \pm 37,4$ a $146,2 \pm 36,2$ mg /dL, respectivamente.

Os níveis de colesterol observados neste trabalho estão abaixo dos encontrados por Rodrigues et al. (2010) que avaliaram a inclusão de diferentes níveis de fibra bruta (FB) na dieta (5, 7, 9, 11 e 15% FB), durante 84 dias para o pacu, onde obtiveram valores médios de $139,69 \pm 23,85$ e $176,46 \pm 7,77$ mg/dL, apresentando diferença significativa entre os tratamentos, sendo os melhores resultados observados para um arraçoamento diário, não diferindo de dois arraçoamentos, seguido de três e quatro alimentações diárias. Tal fato pode ter ocorrido em virtude dos animais submetidos aos tratamentos com menor frequência de arraçoamento utilizarem a energia oriunda da absorção da dieta para a manutenção, diminuindo desta forma, a concentração de colesterol sérico. Já os animais alimentados com maior frequência, possuíam um saldo positivo de energia, aumentando assim os níveis séricos de colesterol na corrente sanguínea.

5 CONCLUSÃO

A frequência de três arraçoamentos diários resultou em melhor desempenho produtivo de juvenis de pacus *Piaractus mesopotamicus* cultivados em tanques-rede, sem interferir na saúde dos animais.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, J.S. **Taxa de alimentação e frequência alimentar para surubins criados em tanque rede: desempenho produtivo e digestibilidade de proteína**. 2010. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- 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, **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.
- AYROZA, D.M.M.R.; FURLANETO, F.P.B.; AYROSA, L.M.S. Regularização dos projetos de tanques-rede em águas públicas continentais de domínio da União no estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 36, p. 131, 2006.
- AZEVEDO, T.M.P.; MARTINS, A.M.L.; YAMASHITA, M.M. et al. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e em pesque-pague no vale do rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, n.32, v.1, p.41-49, 2006.
- BALDISSEROTO, B.; RADÜNZ NETO, J. Criação de jundiá. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. 232p.
- BARBIERI, G.; S.M. HARTZ.; L.R. VERANI. O fator de condição e índice hepatossomático como indicadores do período de desova de *Astyanox fasciatus* da represa do Lobo, Estado de São Paulo (Osteichthyes, Characidae). **Iheringia**, 81 : 97-100, 1996.
- BENCKE, B.; BOMBARDELLI, R.A.; SANCHES, E.A. et al. Características morfométricas e rendimento de cortes da carne do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de ITAIPU, XIV – CONBEP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 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.
- BITTENCOURT, F. **Cultivo de pacu *Piaractus mesopotamicus* sob diferentes densidades em tanque-rede no Reservatório de Itaipu**. 2008. 48 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A. et al. frequência de arraçoamento de juvenis de *Steindachneridium melanoderdatum*, cultivados em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica governador José Richa. Congresso Brasileiro de Zootecnia, Águas de Lindóia, 2009.

- BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A. et al. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.11, p.2323-2329, 2010.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; KLEIN, S. et al. Relatório Final: Relatório final das atividades desenvolvidas no convênio de cooperação técnico-financeiro firmado entre Itaipu e Unioeste sob nº 4500008796. 128 p. 2010.
- BOYD, C. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Alabama: Birmingham Publishing, 1990. 482p.
- BOZANO, L.N.; CYRINO, J.E.P. Produção intensiva de peixes em tanques-rede e gaiolas. **Panorama da aquicultura**, v.9, n.56, p.25-30, 1999.
- BUENO, G.W.; MARENGONI, N.G.; JÚNIOR, A.C.G. 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.
- BURKERT, D.; ANDRADE, D.R.; SIROL, R.N. et al. 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.
- BRASIL. Decreto 4.895, de 25 de novembro de 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4895.htm>.
- BRASIL. Instrução Normativa Interministerial, de 31 de maio de 2004. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Legislacao/Instrucao_Normativa/040531_IN_inter_06.pdf>.
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal: Manual de Identificação**. Embrapa, Serviço de Produção de Informação, Brasília. 227p. 2007.
- CAMARGO, S.B.; POUHEY, J.L.; MARTINS, C. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1406-1411, 2005.
- CANTON, R.; WEINGARTNER, M.; FRACALOSSO, D. M. et al. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.4, p.749-753, 2007.
- CARACIOLO, M.S.B.; KRUGER, S.R.; COSTA, F.J.C.B. Estratégias de filetagem e aproveitamento da carne do tambaqui. **Panorama da aquicultura**, Rio de Janeiro, v.11, n.67, p.25-29, 2001.
- CARDOSO, E.L.; FERREIRA, R.M.A.; PEREIRA, T.A. et al. Cultivo de peixes em tanques-rede: EPAMIG/IEF. In: CARDOSO, E.L & FERREIRA, R.M.A. **Cultivo de peixes em tanques-rede: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável EPAMIG**, 2005. P.9-22.

- CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.1, p. 87 – 191, jan – fev, 2005.
- CASTAGNOLLI, N. Tecnologia de alimentação de peixes. In: **Fundamentos de Nutrição de Peixes**. São Paulo: Livroceres, 1979.
- CASTAGNOLLI, N. Piscicultura Intensiva e Sustentável. In: VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A. et al. **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.
- CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. et al. Biomassa sustentável de juvenis de pirarucu em tanques-rede de pequeno volume. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p.723-728, 2003.
- COLLIER, H.B. The standardization of blood haemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, Vancouver, v.50, p.550-552, 1944.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994. 409p.
- DENG, D.F.; KOSHIO, S.; YOKOYAMA, S. et al. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. **Aquaculture**, v.217, p.589-598, 2003.
- DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E. C. Tempo de trânsito gastrointestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences. Maringá, v. 27, n. 3, p. 413-417, July/Sept., 2005.
- DWYER, K.S.; BROWN, J.A.; PARRISH, C. et al. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*. **Aquaculture**, v.213, p.279-292, 2002.
- FAO. **Casos de Sucesso da Aquicultura do Brasil, 2010a**. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/livro_casos_sucesso.pdf>
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2010b**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. 218p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e00.htm>>.
- FEIDEN, A., ZAMINHAN, M., FREITAS, J.M.A. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de piapara *Leporinus elongatus* **I Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce**. Dourados, 2007.
- 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.

- FERREIRA, A.F.; THIESEN, R.; COSTA, T.R. et al. Desempenho produtivo de alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*) submetidos a diferentes frequências de alimentação. **Ensaios e Ciência**, v. 11, n. 2, 2007.
- FIGUEIREDO, H.C.P., FARIA, F.C. Manejo sanitário em sistemas de tanques-rede. In: CARDOSO, E.L & FERREIRA, R.M.A. **Cultivo de peixes em tanques-rede: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável EPAMIG**, 2005. p. 81-90.
- FIOGBÉ, E.D., KESTMONT, P. Optimum daily ration for Eurasians perch *Perca fluviatilis* L. reared at its optimum growing temperature. **Aquaculture**, v.216, p.243-252, 2003.
- FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*, L.). **Aquaculture**, v.114, p.243-260, 1993.
- GOLDENFARB, P.B., BOWYER, F.P., HALL, E. et al. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v.56, p.35-39, 1971.
- GONÇALVES, A.F.N.; SANTOS, E.C.C.; FERNANDES, J.B.K. et al. Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de pacu. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, v. 30, n. 3, p. 339-344, 2008.
- GRAYTON, B.D.; BEAMISH, F.W.H., 1977: Effects of feeding frequency on feed intake, growth and body composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture** 11, 159–172.
- HAYASHI, C; MEURER, F; BOSCOLO, W.R. et al. Frequência de arraçamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.21-26, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Estatística da pesca 2007. Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Brasília, DF, 2007. 151p.
- JOMORI, R.K. CARNEIRO, D.J., MARTINS, M.I.E.G. et al. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, p. 175-183, 2005.
- KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. Panorama da aquicultura, v.14, nº.83, p.13-23, 2004.
- LEE, S.M., CHO, S.H., KIM, D.J.: Effects of feeding frequency and dietary energy level on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck & Schlegel). **Aquaculture Research**, v.31, p. 917-921, 2000a.
- LEE, S.M.; HWANG, U.G.; CHO, S.H. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth and body composition and gastric evacuation of juvenile korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). **Aquaculture**, v.187, p.399-409, 2000b.
- 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, 2009.
- MACEDO-VIEGAS, E.M., SCORVO, C.M.D.F., VIDOTTI, R.M. et al. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v.22, n.3, p.725-728, 2000.
- MACEDO-VIEGAS, E.M., SOUZA, M.L.R., ZUANON, J.A.S. et al. Rendimento e composição centesimal de filés *in natura* e pré-cozidos em truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (Wallbaum). **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v.24, n.4, p.1191-1195, 2002.
- 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.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E.M. et al. Frequência de alimentação diária para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*, V.). **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, 34(2): 311 - 317, 2008.
- MEER, M.B., HERWAARDEN, H., VERDEGEM, M.C.J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma Macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 28, p. 419–432, 1997.
- MPA, 2011. **Sistema de Informação das Autorizações de Uso das Águas de Domínio da União para Fins de Aquicultura – SINAU**.
- MURAI, T.; ANDREWS, J.W. Effect of frequency of feeding on growth and food conversion of channel catfish fry. **Bulletim of Japanese Society on Science of Fisheries**, v.42, p.159-161, 1976.
- National Research Council (NRC), 1993: **Nutrient requirements of fish**. National Academy Press, Washington, DC.
- NAKATANI, K., AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G. et al. **Ovos e larvas de peixes de água doce**. 1. Ed. Maringá: EDUEM, 2001. V.1. 378p.
- OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca: Ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Livraria Varela. 1999. 430p.
- OLIVEIRA, E.G.; E.C. URBINATI; V.L. SOUZA, et al. Concentração de glicogênio em diferentes tecidos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Holmberg, 1887. **Boletim Instituto de Pesca** 24 (especial): 89-95, 1997.
- OETTERER, M. **Industrialização do Pescado Cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 200 p.
- PORTELLA, M.C.; VERANI, J.R.; CESTAROLLI, M.A. Use of live and artificial diets enriched with several fatty acid sources to feed *Prochilodus scrofa* larvae and fingerlings. 1. Effects on survival and growth. **Journal of Aquaculture in the Tropics**, v.15, n.1, p.45-58. 2000.

- RABE, J.; BROWN, J.A. A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experiment with yellowtail flounder. **Aquaculture**, v.191, p.289-302, 2000.
- RAFAEL, J.; T. BRAUNBECK. Interacting effects of diet and environmental temperature on biochemical parameters in the liver of *Leuciseus idus melanolus* (Cyprinidae: Teleostei). **Fish Physiology and Biochemistry**. 5 (1): 9-19, 1988.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SALLES, F.A.; EIRAS, J.C. 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.
- 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.
- RAMBHASKAR, B.; SRINIVASA-RAO, K. Comparative haematology of ten species of marine fish from Visakhapatnam coast. **Journal of Fish Biology**, 30:59-66, 1987.
- ROCHA LOURES, B.T.R.R., RIBEIRO, R.P., VARGAS, L. et al. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, Maringá, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.
- RODRIGUES, L.A.; FERNANDES, J.B.K.; FABREGAT, T.E.H.P. et al. Desempenho produtivo, composição corporal e parâmetros fisiológicos de pacu alimentado com níveis crescentes de fibra. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.45, n.8, p.897-902, ago. 2010.
- SALARO, A. L.; LUZ, R.K.; SAKABE, R. 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*). III Congresso Nordestino de Produção Animal, **Anais...**, Campina Grande, 2004.
- SCHALCH, S.H.C.; BELO, M.A.A.; SOARES, V.E. et al. Eficácia do diflubenzuron no controle de *Dolops carvalhoi* (Crustácea: Branchiura) em jovens pacus *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) naturalmente infectados. **Acta Scientiarum**. Animal Science, v.27, n.2, p.297-302, 2005.
- SCHIMITTOU, H. R. Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume. Campinas: Associação Americana de Soja/Mogiana Alimentos, 1993. 78 p
- SIGNOR. A.A. **Níveis de proteína e energia na alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus*: Holmberg, 1887) cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu**. 2006. 42 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: Funep, 1995. 72p.
- SOLDATOV, A.A. Peculiarities of organization and functioning of the fish red blood system. **Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology**, v.41, n.3, p.272-281, 2005.
- SOUZA, V.L.; URBINATI, E.C.; MARTINS, M.I.E.G. et al. Avaliação do Crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.19-28, 2003.
- SWENSON, M.J. Propriedades fisiológicas e constituinte químicos e celulares do sangue. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes/Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro: Ganabara Koogan, 1996. 856p.
- TAVARES-DIAS, M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G. et al. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.32, n.4, p.693-698, 2002.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: Villimpress Complexo Gráfico, 2004. 144p.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; MORAES, F, R. Relação hepatossômica e esplenosômica em peixes teleósteos de cultivo intensivo. **Revista brasileira de Zoologia**. 17 (1): 273 - 281, 2000.
- TAVARES – DIAS, M.; MATAQUEIRO, M. I. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, v. 26, n. 2, p. 157 – 162, 2004.
- TUCKER, C.S.; ROBINSON, E.H. Feeds and feeding practices. **Channel catfish farming handbook**. New York : AVI Book, 1991. Cap.10, p.292-315.
- 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.
- WANG, N.; HAY WARD, R.S.; NOLIE, D.B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.165, p. 261-267, 1998.
- WEBSTER, C. D.; THOMPSON, K. R.; MORGAN, et al. Feeding frequency affects growth, not fillet composition, of juvenile sunshine bass *Morone chrysops* *M. saxatilis* grown in cages. **Journal World Aquaculture**. Soc. 32, 2001, 79–88.
- ZANIBONI, F.E.; SAMPAIO, L.A. Cultivo de peixes em tanques-rede na região sul do Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 1, 2005. **Anais...** Vitória: AQUIMERCO, 2004. p. 29.

ZHOU, Z.; CUI, Y.; XIE, S. et al. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Applied Ichthyology. 19, 2003, 244–249.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo : TecArt, 2004. p.533.