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

FÁBIO BITTENCOURT

**CULTIVO DE PACU *Piaractus mesopotamicus* SOB DIFERENTES
DENSIDADES EM TANQUE-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2008

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

FÁBIO BITTENCOURT

CULTIVO DE PACU *Piaractus mesopotamicus* SOB DIFERENTES
DENSIDADES EM TANQUE-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 “Produção e Nutrição Animal”, para a obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

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

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon - PR – Brasil)

F624m	<p>Bittencourt, Fábio</p> <p>Cultivo de pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i> sob diferentes densidades em tanque-rede no Reservatório de Itaipu / Fábio Bittencourt --. Marechal Cândido Rondon, 2008.</p> <p>46 p</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Aldi Feiden Co-Orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia – Campus de Marechal Cândido Rondon, 2008.</p> <p>1. Pacu – Cultivo intensivo. 2. <i>Piaractus mesopotamicus</i>. 3. Pacu – Densidade de estocagem – Tanque-rede. 4. Piscicultura. Pacu – Cultivo – Tanque-rede. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.</p> <p>CDD 21.ed. 639.3 CIP-NBR 12899</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini-Leitzke CRB-9/539

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

FÁBIO BITTENCOURT

CULTIVO DE PACU *Piaractus mesopotamicus* SOB DIFERENTES
DENSIDADES EM TANQUE-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 “Produção e Nutrição Animal”, para a obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Marechal Cândido Rondon, 04 de dezembro de 2008.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Aldi Feiden

Prof. Dr. Nilton Garcia Marengoni

Prof. Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez

A Deus

Pelo dom da vida

Aos

Meus pais

Elliot Rehder Bittencourt e Vera R. F. Bittencourt

Pelo carinho, apoio, incentivo, ensinamentos, atenção, por acreditarem no meu sonho e sempre estarem presentes nos momentos mais difíceis da minha vida;

Ao

Meu irmão, cunhada e sobrinha

Rodrigo Bittencourt, Gisleine Barbati Bittencourt e Giovana Barbati Bittencourt

Pelo apoio, amizade e incentivo (a distância)

À

Minha namorada

Cinthia Eyng

Pelo apoio, enorme paciência, amizade, compreensão e amor

DEDICO

AGRADECIMENTOS

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

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela atenção, oportunidade e pelo ensino de qualidade.

Ao professor, orientador e amigo Dr. Aldi Feiden pelas oportunidades, incentivo, compreensão e, principalmente, pela orientação no mestrado.

Ao professor Dr. Wilson Rogério Boscolo pelas oportunidades, atenção, amizade, apoio e incentivo.

Ao Msc Arcangelo Augusto Signor, Msc Márcia Ferrarezi Maluf e Evandro Kléber Lorenz pela amizade e apoio nos trabalhos a campo e auxílio durante todos esses anos.

Ao Dr. Adilson Reidel pela amizade, companheirismo e compreensão durante o período letivo do mestrado.

A todos os estagiários do Grupo de Estudos de Manejo em Aquicultura Agnaldo Deparis (Trinca-Ferro), Leandro Ferreira da Silva (Walter Baço Engenheiro Universal, etc.), Tatiane Lui (Taty cai do barco), Fausto Heirich (Verme), Juliana Alice Lösh (Modelo), Moacir Bertozi Júnior (Mula), Ronaldo José Boscolo (Gordo) entre outros pela ajuda durante a realização dos experimentos.

RESUMO

CULTIVO DE PACU *Piaractus mesopotamicus* SOB DIFERENTES DENSIDADES EM TANQUE-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o manejo, as características eritrocitárias e o nível de glicose sanguínea do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), estocado em diferentes densidades em tanque-rede. O experimento foi realizado na área de transição do reservatório da Itaipu Binacional no Centro de Desenvolvimento de Pesquisa para Piscicultura em Tanque-rede localizado no Refúgio Biológico do município de Santa Helena – PR, por um período de 240 dias. Para tanto foram utilizados 2700 peixes com peso inicial médio de $142,11 \pm 10,54$ g distribuídos em nove tanques-rede com dimensões de 2,0 x 2,0 x 1,5 metros de comprimento, largura e altura, respectivamente, totalizando cinco m³ de volume útil. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado composto de três tratamentos com três repetições: 200, 300 e 400 peixes por tanque, ou seja, 40, 60 e 80 peixes.m⁻³. Os tratamentos consistiam de três densidades de estocagem. Os animais receberam ração comercial extrusada contendo 32% de proteína bruta e foram alimentados três vezes ao dia até a saciedade aparente. Ao final do período experimental, os peixes permaneceram em jejum por um período de 24 horas para, posteriormente, serem realizados os procedimentos de coletas sanguíneas e avaliações dos parâmetros de desempenho, rendimento e composição química da carcaça dos animais. As médias de desempenho como sobrevivência e conversão alimentar não apresentaram diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre os tratamentos, porém o peso final e o ganho de peso diminuíram linearmente conforme o aumento da densidade de estocagem. A biomassa final aumentou linearmente com o aumento do número de animais estocados por unidade produtiva. Os valores de rendimento de carcaça como comprimento padrão, peso total, peso eviscerado, tronco limpo, filé, cabeça, gordura visceral e índice hepatossomático não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos, entretanto, o maior comprimento total ($P < 0,05$) foi verificado para os peixes estocados em menor número, não diferenciando daqueles cultivados em densidade intermediária. A análise química da carcaça dos animais não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) para as variáveis matéria seca, proteína e matéria mineral, no entanto, a maior deposição lipídica foi observada nos peixes produzidos em menor densidade, não diferindo daqueles estocados em densidade intermediária. As variáveis eritrocitárias como eritrócito total, hemoglobina e hematócrito não apresentaram diferenças estatísticas ($P > 0,05$) para os tratamentos utilizados e permaneceram dentro da faixa normal para o pacu. Os teores de glicose no sangue não diferiram significativamente ($P > 0,05$) entre as densidades trabalhadas, porém apresentaram valores elevados para a espécie.

PALAVRAS-CHAVE: cultivo intensivo, densidade de estocagem, desempenho, espécie nativa, parâmetros hematológicos

ABSTRACT

REARING OF PACU *Piaractus mesopotamicus* AT DIFFERENT STOCKING DENSITIES IN CAGES AT ITAIPU RESERVOIR

The aim of this study was to evaluate the management, erythrocytic features and blood glucose level of pacu (*Piaractus mesopotamicus*), submitted to different stocking densities, cultivated in cages in Itaipu reservoir. The experiment was realized in the transition area of Binational Itaipu in the Research Developing Center of Fish Culture in Cage localized in the Biological Shelter of Santa Helena county, state of Parana, for a period of 240 days. Two thousand and seven fish were used, with initial average weight of 142.11 ± 10.54 g distributed in nine cages with sizes of 2.0 x 2.0 x 1.5 m of length, width and height, respectively, totalizing 5 m³ of useful volume, in three different densities, 200, 300 and 400 fish per tank, that is 40, 60 and 80 fish/m³. The experimental delineation was completely randomized compound of three treatments and three replicas. The treatments consisted of three stocking densities. The animals were fed extruded commercial feed containing 32% of crude protein and were fed three times a day until apparent sufficiency. At the end of the experimental period, fish remain in fast for 24 hours, for later collect blood and evaluate the parameters of fulfillment, output and chemical composition of the animal's carcass. No statistic differences ($P > 0.05$) between treatments on the performance average as surviving and feed conversion, but, final weight and weight gain decreased linearly according to the increasing of stocking density. Final biomass increased linearly with the increasing of number of animals stocked per productive unit. The output values of the carcass as pattern length, total weight, eviscerated weight, clean torso, fillet, head, visceral fat and hepatossomatic index did not present significant differences ($P > 0.05$) between the treatments, however, the highest total length ($P < 0.05$) was verified in fish stocked in minor number, not differentiating from those that were cultivated in intermediate density. The chemical analysis of the animal's carcass did not differ statistically ($P > 0.05$) to the variables of dry matter, protein and mineral matter, however, the greatest lipidic deposition was observed in fish cultivated in lower density, not differing from those allotted in intermediate density. The erythrocytics variable like total erythrocytes, hemoglobin and hematocrit did not present statistically differences ($P > 0.05$) for the treatments used and remained in between the normal level to pacu. The glucose tenors did not differ significantly ($P < 0.05$) between the densities analyzed, but presented high values to the species. Stocking densities didn't influenced erythrocytic parameters, fish blood glucose tenor and output of pacu's carcass. The lowest density provided individuals with higher final weight and weight gain, nevertheless, the productivity per area was reduced and the lipidic deposition was higher.

KEY-WORDS: intensive culture, stocking density, performance, native species, hematological parameters.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução da aquicultura brasileira entre os anos de 1995 a 1998.....	12
Tabela 2: Produção pesqueira brasileira por modalidade dos anos 2005 e 2006.	13
Tabela 3: Parâmetros de desempenho do pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i> , submetido a diferentes densidades de estocagem, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.....	31
Tabela 4: Parâmetros de rendimento de carcaça do pacu <i>P. mesopotamicus</i> , submetido a diferentes densidades de estocagem, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.	33
Tabela 5: Composição química da carcaça na matéria natural do pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i> , submetido a diferentes densidades de estocagem, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu	35
Tabela 6: Parâmetros hematológicos do pacu <i>P. mesopotamicus</i> , submetido a diferentes densidades de estocagem, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Situação Atual da Aqüicultura.....	11
2.2 Espécie Estudada.....	13
2.3 Cultivo de Peixes em Tanques-Rede.....	15
2.4 Densidade de Estocagem.....	17
2.5 Rendimento do Pescado	19
2.6 Composição Química do Pescado.....	20
2.7 Hematologia em Peixes	22
3 DENSIDADE DE ESTOCAGEM E PARÂMETROS ERITROCITÁRIOS DO PACU <i>Piaractus mesopotamicus</i>, EM TANQUE-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU	26
3.1 Introdução.....	26
3.2 Material e Métodos	28
3.3 Resultados e Discussão	30
3.4 Conclusão	38
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A aqüicultura mundial está em pleno crescimento e desenvolvimento para o melhoramento dos cultivos, suas intensificações e produção de organismos de alta qualidade. A demanda por proteína de origem animal de qualidade na alimentação humana, a possibilidade de produção de matéria vegetal para suprir as necessidades dos organismos cultivados, a ampla área de aproveitamento com capacidade e qualidade ideais aos cultivos aqüícolas e as atividades predatórias de exploração dos ambientes aquáticos fizeram com que as alternativas de produção em cativeiro de espécies com potencial zootécnico fossem exploradas das mais variadas formas.

A formação de recursos humanos especializados, com conhecimentos dos processos produtivos em suas diversas particularidades, foi de suma importância para alavancar o setor primário e demonstrar a viabilidade de se trabalhar com animais que antes não faziam parte do dia-a-dia do produtor rural. Em face a essas mudanças, a aqüicultura tornou-se uma alternativa a mais de fonte de renda.

Segundo dados da FAO (2006) a produção oriunda da aqüicultura cresceu de um valor de menos de um milhão de toneladas por volta do ano de 1950 para aproximadamente 59 milhões de toneladas em 2004, sendo que 47,41% foi representado pela produção de peixes, seguida pela de plantas aquáticas (23,44%), moluscos (22,31%), crustáceos (6,19%), anfíbios (0,43%) e répteis (0,21%). Dentre os maiores países produtores mundiais o topo da classificação ainda é ocupado pela China com 69,6% da produção total.

Embora o Brasil não apareça entre as dez principais potências mundiais, ocupando, em termos produtivos, a 27^a colocação, o país apresenta características favoráveis ao cultivo dos organismos aquáticos como clima, área territorial, área de lâmina d'água, produção de grãos para fabricação de rações, tecnologia, espécies nativas com potencial, entre muitos outros.

As áreas alagadas, principalmente resultantes da interferência antrópica para a produção de energia elétrica, tornaram-se alternativas para o cultivo de peixes, sendo que os tanques-rede foram a maneira mais eficiente encontrada para a produção piscícola nesse tipo de ambiente.

Essa modalidade produtiva, no entanto, é dependente de tecnologias específicas para que o seu sucesso possa ser atingido de maneira satisfatória tanto do ponto de vista comercial quanto ambiental. Por se tratar de unidades produtivas limitadas em termos de espaço e de volume, os animais ali confinados estão privados da livre circulação e conseqüentemente da

busca por ambientes que apresentem melhores condições de sobrevivência e desenvolvimento. Portanto, torna-se necessário o fornecimento de dietas nutricionalmente balanceadas que atendam às exigências metabólicas dos animais cultivados, assim como práticas de manejo adequadas ao bem estar dos organismos produzidos, otimizando o módulo de produção com sustentabilidade.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho zootécnico produtivo, os parâmetros eritrocitários e os níveis de glicose sanguínea do pacu *Piaractus mesopotamicus* estocado em tanque-rede em diferentes densidades no reservatório da Hidrelétrica de Itaipu Binacional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Situação Atual da Aqüicultura

A produção mundial de pescado por captura dos estoques naturais saltou de 17 milhões de toneladas, em 1950, para 35 milhões, em 1960, representando, assim, um crescimento de 100% em uma única década. A partir dos anos 70, porém, a taxa de crescimento passou a declinar de forma acentuada, levando duas décadas para a produção vir a dobrar novamente, alcançando cerca de 70 milhões de toneladas, somente em 1980. Nas duas décadas que se seguiram, a taxa de crescimento caiu ainda mais, reduzindo-se para 35%, com a produção em 2003 atingindo apenas 90 milhões de toneladas. Na verdade, essa desaceleração do crescimento indica uma aproximação do limite da capacidade produtiva dos estoques explorados (HAZIN, 2006).

Em contrapartida, segundo a FAO (2006), a aqüicultura cresce vertiginosamente em comparação a qualquer outro setor produtor de alimentos de origem animal, atingindo taxas de 8,8% de aumento a partir de 1970.

No Brasil, a fase inicial da aqüicultura caracterizou-se pelo amadorismo e pelo desenvolvimento de tecnologias empíricas de criação. As pesquisas pouco traduziam a realidade dos cultivos experimentais visto que, na época, havia apenas uma fábrica que produzia uma única fórmula de ração peletizada para peixes (CASTAGNOLLI, 2004).

No entanto, a partir dos anos 90, a aqüicultura nacional evoluiu de maneira surpreendente devido ao fomento de órgãos públicos, ao desenvolvimento tecnológico e à necessidade de produção de alimentos de origem animal de qualidade.

A produção aquícola brasileira tem crescido acima da média mundial desde 1995. Mesmo com um crescimento negativo da ordem de -1,4% entre os anos de 2003 e 2004, a aqüicultura cresceu em média 21,1% ao ano, enquanto a mundial cresceu cerca de 9,5% ao ano, no período de 1991 a 2004. A queda produtiva verificada nos anos de 2003 e 2004 foi devido a redução do cultivo de camarões da ordem de 15,8% (BOSCARIN, 2008).

Na Tabela 1 encontram-se os valores representantes da evolução da aqüicultura nacional entre os anos de 1995 e 1998. Todas as regiões brasileiras apresentaram crescimento positivo entre esses anos tanto em números de produtores, como em área, produção e número de alevinos. Esses dados evidenciam que o crescimento da produção de peixes da água doce, com destaque para a tilápia e para os peixes redondos (pacu e tambaqui), que apresentaram crescimento da ordem de 230%, o que corresponde a mais de 50% ao ano (CASTAGNOLLI, 2004).

Tabela 1: Evolução da aquicultura brasileira entre os anos de 1995 a 1998.

Regiões/ ano	Nº de Aquicultores	Área ha	Produção (t)	Nº de Alevinos (x 1.000)
Sul/95	29.000	12.300	18.910	63.900
Sul/98	68.765	46.543	48.275	306.400
SE/95	4.007	3.919	10.340	16.100
SE/98	22.800	5.537	21.810	13.900
CO/95	726	895	6.056	5.550
CO/98	1.858	2.099	5.790	17.500
NE/95	1.132	608	1.417	108.950
NE/98	2.293	3.753	10.760	99.250
N/95	3.582	3.323	2.080	8.800
N/98	4.320	3.014	4.752	1.460
Total/95	36.444	50.636	38.800	186.250
Total/98	95.040	98.657	115.400	438.510

Fonte: Adaptado de Castagnolli (2004).

Segundo o IBAMA (2008), em 2006 a produção nacional de pescado estimada atingiu o montante de 1.050.808,0 toneladas cujo valor correspondente foi de três milhões de reais (Tabela 2).

A pesca extrativa marinha foi responsável pela maior parcela da produção pesqueira nacional total correspondendo a 50,23%, seguida da pesca extrativa continental com 23,90%, aquicultura continental responsável por 18,20% e, por final, da maricultura com 7,67%. Em termos de valores, a classificação não sofre alterações, apenas os valores correspondentes a aquicultura continental (21,70%) e a maricultura (9,19%) sofrem acréscimos em suas porcentagens representativas.

Na Tabela 2 estão representados os valores de crescimento relativo da produção pesqueira nacional entre os anos de 2005 e 2006.

Tabela 2: Produção pesqueira brasileira por modalidade dos anos 2005 e 2006.

Produção	2005	2006	Crescimento relativo (%)
Pesca extrativa marinha	507.858,50	527.871,50	+3,9
Pesca extrativa continental	243.434,50	251.241,00	+3,2
Maricultura	78.034,00	80.512,00	+3,2
Aqüicultura continental	179.746,00	191.183,50	+6,4
Total	1.009.073,00	1.050.808,00	+4,1

Fonte: IBAMA (2008).

Em 2006, a produção pesqueira nacional total apresentou um crescimento de 4,1% em relação a 2005. A pesca extrativa marinha, continental, a maricultura e a aqüicultura continental aumentaram 3,9; 3,2; 3,2 e 6,4% respectivamente.

Dentre as modalidades praticadas na exploração dos recursos pesqueiros nota-se claramente o maior crescimento da aqüicultura continental evidenciando a preocupação pela demanda por estudos relacionados às diferentes espécies com potencial zootécnico que atendam as exigências do mercado consumidor em qualidade de carne (SALARO et al., 2003).

Em termos de valores, estima-se que a aqüicultura já contribua com 5,0% da produção de proteína animal brasileira, apresentando um ritmo de crescimento muito superior à média nacional na última década. Nenhum outro setor da economia brasileira pode crescer tanto quanto a exportação de pescados. Portanto, há um imenso potencial a ser explorado para a colocação de produtos no mercado (OSTRENSKY et al., 2008), porém a preocupação com a questão de sustentabilidade deve ser constante pois, além de possibilitar a continuidade da produção no tempo, assegura a abertura de mercados que deverão garantir a expansão e a rentabilidade dos sistemas de produção aquaculturais (CASTAGNOLLI, 2004).

2.2 Espécie Estudada

O pacu, *Piaractus 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 e piscicultura brasileira. O pacu é encontrado nas bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai.

No Brasil a criação de peixes em cativeiro tem aumentado e, entre as espécies nativas que vêm sendo utilizadas destaca-se o pacu que apresenta grande potencial para a piscicultura

intensiva devido à adaptabilidade ao cultivo, menor exigência de proteína e baixa necessidade de grandes quantidades de farinha de peixe na ração (FERNANDES et al., 2000). Segundo Silva (1985) citado por Fernandes et al. (2001) o pacu é uma espécie onívora. Esse hábito alimentar combina ingestão de alimento animal, que apresenta alto valor energético, porém requer um certo esforço para obtê-lo, com ingestão de alimento de origem vegetal, que apresenta baixo valor energético, porém pode ser obtido com menor esforço (ZAVALA-CAMIN, 1996). 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 em áreas de inundação, onde se alimenta de itens de origem vegetal, porém, na época de estiagem, permanece no leito dos rios com pouca disponibilidade de alimentos (URBINATI; GONÇALVES, 2005).

Segundo Cantelmo (1993), o pacu é um das espécies mais promissoras para a piscicultura brasileira por apresentar rápido crescimento, rusticidade ao manejo, fácil adaptação à alimentação artificial e grande aceitação do mercado consumidor, podendo ser explorado na criação comercial e na pesca esportiva.

Uma das características que limita a intensificação de produção de peixes redondos é a comercialização devido a existência de espinhas em “y” em sua musculatura, porém, hoje em dia, há cortes específicos que possibilitam sua retirada e, conseqüentemente, viabilizam os cortes do tipo filé. Outra alternativa para a comercialização desse tipo de pescado é na forma de carne mecanicamente separada (CMS) com o uso de despolpadeiras, visando a elaboração de produtos processados como bolinhos, fishburgueres, nuggets, entre outros (ANTUNES, 1997), que pode 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% (BENKE et al., 2005), devido a baixa porcentagem de cabeça. Segundo Faria et al. (2003), os peixes com cabeça grande e comprimida proporcionam baixos rendimentos de filé, como verificado para a tilápia, enquanto naqueles com cabeça pequena, como o pacu, o rendimento atinge valores mais altos, evidenciando a existência de uma relação inversa entre tamanho de cabeça e o rendimento do filé.

Existem estudos relacionados ao desempenho produtivo do pacu desenvolvidos em experimentos a campo (densidade de estocagem, sistemas de policultivo, cultivo em tanques-rede, entre outros), porém muitos deles foram realizados na década de 80 e início de 90, quando a maioria das dietas disponíveis no mercado era oriunda da avicultura. Então, justifica-se a continuidade desses estudos, principalmente em função do atual conhecimento

das exigências nutricionais da espécie, para atualização e otimização dos parâmetros produtivos (URBINATI; GONÇALVES, 2005).

2.3 Cultivo de Peixes em Tanques-Rede

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

Esse tipo de cultivo iniciou-se há mais de 50 anos, no delta do rio Mekong, na Ásia. As primeiras criações comerciais ocorreram no Japão, em 1961, com espécies marinhas e, já em 1963, começaram a ser instalados os primeiros tanques-rede nos lagos Suwa e Kazumigaura, com o cultivo da carpa comum (CASTAGNOLLI, 2000).

Esta modalidade de exploração possui algumas vantagens sobre o sistema convencional por proporcionar o aproveitamento de ambientes aquáticos já existentes como oceanos, rios, lagos, grandes reservatórios, entre muitos outros (ONO; KUBTIZA, 1999), devido a possibilidade de sua instalação em áreas de difícil acesso, onde a construção de represas e viveiros escavados é inviável, e também das condições de manejo que permitem seu uso em escala comercial e familiar (CAVERO et al., 2003).

Em contrapartida, Kubitza (2000) ressalta que as desvantagens desse sistema produtivo estão relacionadas: ao pequeno acesso dos peixes aos alimentos naturais demandando assim o uso de rações nutricionalmente completas e de custo mais elevado, a maior chance de ocorrência de problemas nutricionais e maior estresse dos animais, a facilidade para roubos e vandalismo, e ao risco de fuga dos peixes pelo rompimento das redes e telas que compreendem a unidade de produção.

A piscicultura em gaiolas no Brasil parece ser muito promissora, especialmente em áreas onde o pescado apresenta um elevado valor de mercado ou simplesmente não está disponível, como em alguns municípios do sertão nordestino (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004). Segundo esses autores, há, em quase todo o território nacional, todas as condições necessárias para o sucesso desta modalidade de piscicultura, que foi o principal impulso para a aquíicultura mundial na década de 80, mas que, atualmente, é muito questionada pelos elevados custos de produção.

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 hidrelétrica, 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.

Por ser recente, essa atividade necessita de maiores informações e de adequação da cadeia produtiva. Nesse contexto, a legislação assume grande importância como ferramenta para o direcionamento da aquicultura, como o decreto nº 2.869 de 9 de dezembro de 1998, onde ficou regulamentada a cessão de águas públicas para a exploração da atividade. Sua implantação depende de compatibilizar a viabilidade econômica com a sustentabilidade ambiental, evitando assim conflitos no uso de recursos hídricos e promovendo o desenvolvimento regional.

O Decreto nº 4.895 de 25 de novembro de 2003 definiu que os espaços físicos em corpos d'água da União poderão ter uso autorizado para fins da prática de aquicultura. Para tanto, deve-se observar os critérios de ordenamento, localização e preferência para fins de desenvolvimento sustentável, o que foi regulamentado pela Instrução Normativa Interministerial nº 6 de 28 de maio de 2004.

O cultivo de peixes em tanques-rede vem crescendo nos últimos anos e estima-se que o maior desenvolvimento esteja relacionado à produção de espécies alóctones como a tilápia, praticadas em unidades pequenas de 2 a 6 m³ de volume útil e produtividade entre 25 a 150 kg.m⁻³ (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004).

Nessa modalidade produtiva, deve-se considerar que os peixes confinados estão submetidos a locais restritos sendo impedidos de buscar ambientes onde a qualidade da água apresente condições satisfatórias ao desenvolvimento dos animais, sendo de suma importância o monitoramento das características físico-químicas do corpo hídrico e também o posicionamento dos tanques nos corpos d'água (BOZANO; CYRINO, 1999).

Portanto, a aquicultura intensiva deve ser conduzida de maneira planejada, gerenciada com critérios técnico-científicos e balizada por diretrizes legais, para garantir o desenvolvimento sustentável da atividade e o uso múltiplo dos recursos hídricos (AYROSA et al., 2006).

2.4 Densidade de Estocagem

Ao longo do desenvolvimento da piscicultura tem-se observado uma tendência ao uso de sistemas de cultivo cada vez mais intensivos (SOUZA-FILHO; CERQUEIRA, 2003). A intensificação dos processos de produção busca alcançar maior produtividade em menor área, menor tempo e com custo racionalizado (ONO; KUBITZA, 1999).

Os fatores de produção que são afetados por não se ter um controle de densidade de peixes, essencial para uma ótima exploração e rápida expansão da piscicultura, são amplos (GOMES; SCHLINDWEIN, 2000). Uma densidade de estocagem ótima é representada pela maior quantidade de peixes produzida eficientemente por unidade de área ou volume de um tanque (MARENGONI, 2006).

Segundo Brandão et al. (2004), o primeiro passo para o desenvolvimento de um pacote de produção para uma espécie de peixe, é a determinação da densidade de estocagem ideal, na qual os níveis ótimos de produtividade por área podem ser atingidos. Para Jobling (1994) a densidade de estocagem tem efeito na sobrevivência e no crescimento, sendo uma possível causa de fracasso na produção final dos animais.

A homogeneidade no crescimento dos peixes, em ambientes confinados, é consequência de diversos fatores que influenciam o desempenho dessa população (CAVERO et al., 2003).

Normalmente, peixes criados em baixas densidades de estocagem apresentam boa taxa de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência, porém a produção por área é baixa (GOMES et al., 2000), caracterizando baixo aproveitamento da área disponível. Por sua vez, peixes mantidos em altas densidades normalmente têm menor crescimento (EL-SAYED, 2002), ficam estressados (IGUCHI et al., 2003; SALARO et al., 2003) e estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de indivíduos com tamanho heterogêneo (CAVERO et al., 2003) e perseguição social, gerando maior exigência metabólica e alteração no comportamento alimentar dos peixes (LEFRANÇOIS, 2001).

A densidade de estocagem a ser utilizada depende da espécie a ser criada, das condições de cultivo, do tipo de alimentação, do manejo adotado e do tamanho dos peixes, entre outros fatores (LUZ; ZANIBONI FILHO, 2002). Por esses motivos, tem sido difícil estabelecer a densidade ideal para o cultivo das diferentes espécies de peixes brasileiros.

Brandão et al. (2004) avaliaram as densidades de estocagem de 200, 300, 400 e 500 peixes.m³ no cultivo de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede, constatando que a produção por área é maior com o aumento da densidade e que a estocagem ideal para a

fase de recria do tambaqui é de 400 peixes.m³. Seguindo essa mesma linha, Marengoni (2006) estudou a produção de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*, cultivada em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem (250, 300, 350 e 400 peixes.m³) e concluiu que o peso final, o ganho de peso médio diário e o crescimento específico apresentaram variações inversamente proporcionais ao aumento da densidade, enquanto que o aumento do número de peixes.m³ elevou linearmente a produtividade, biomassa final, consumo de ração e conseqüentemente a conversão alimentar.

Alguns trabalhos também relatam a interação da quantidade de peixes por unidade de área com a sobrevivência dos indivíduos cultivados na fase larval. Luz e Zaniboni Filho (2002) trabalharam com 5, 15 e 30 pós-larvas de mandi-amarelo por litro e verificaram que a utilização da menor densidade de estocagem proporcionou maior taxa de sobrevivência e indivíduos com maiores valores de peso. Corroborando com esse trabalho, Campagnolo e Nuñez (2006), encontraram maior sobrevivência de larvas de surubim *Pseudoplatystoma corruscans*, para o tratamento com a menor densidade de estocagem (15 larvas.L⁻¹).

Outros fatores também são influenciados pelo número de animais estocados em uma unidade produtiva. Segundo Conte (2002) a densidade de estocagem tem efeito direto sobre o potencial de perda de alimento do tanque-rede e sobre o acesso dos peixes ao alimento devido a maior turbulência provocada pela movimentação dos animais durante a alimentação. Quando a densidade de estocagem é maior que 150 a 200 kg.m⁻³, o acesso ao alimento durante as refeições diminui para todos os peixes devido a biomassa que separa alguns indivíduos do comedouro e, enfatizando essa afirmação, Schmittou (1997), relata que 3 a 5% dos animais tem crescimento reduzido ou nulo nessas condições de cultivo.

MacLean e Metcalfe (2001) observaram, na criação de salmão do Atlântico *Salmo salar*, que baixas densidades de estocagem influenciaram o aparecimento de classes hierárquicas em que os dominantes monopolizaram as zonas de alimentação causando conflitos internos e diferenciação no crescimento entre classes dominantes e dominadas.

Definir a densidade de estocagem na produção em tanques-rede é extremamente difícil por inúmeras razões. Por exemplo, estimar a biomassa requer informações precisas sobre o crescimento e a sobrevivência, e a conversão da biomassa para densidade requer conhecimento do volume espacial disponível aos peixes, o qual está em constante modificação decorrente das deformidades sofridas pelas telas que constituem os tanques (TURNBULL, 2005). O volume do tanque-rede deve estar em sintonia com o número necessário de peixes que se deseja produzir, uma vez que os custos operacionais e de aquisição dos tanques são proporcionais ao seu volume (BEVERIDGE, 1996). Gomes et al.

(2004), estudaram o efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. Para tanto, utilizaram tanques-rede de 1 e 6 m³ com densidades de 300 peixes.m⁻³ e concluíram que a produtividade de juvenis de tambaqui foi semelhante nos dois volumes estudados não influenciando o desempenho zootécnico dos peixes cultivados.

2.5 Rendimento do Pescado

A produção de alimentos de qualidade para o consumo humano, uma das prioridades dos pesquisadores do setor agropecuário, tem como destaque a participação da aquicultura, bem como seu potencial na produção mundial de alimentos protéicos de origem animal (SOUZA et al., 1999).

A obtenção de valores referentes ao rendimento dos diversos produtos gerados a partir do processamento mínimo das diferentes espécies de peixe é de grande importância para as empresas envolvidas neste segmento da cadeia produtiva da piscicultura (CARNEIRO et al., 2004). O conhecimento da proporção da matéria-prima que será transformada em produtos finais para a comercialização, bem como da quantidade que fará parte do resíduo do processamento, permite o planejamento logístico da produção e os cálculos necessários para a avaliação da eficiência produtiva da empresa.

A busca por produtos de fácil preparo, higienicamente corretos e nutricionalmente adequados (OETTERER, 2002) tem crescido entre os consumidores, o que tem contribuído para o desenvolvimento do consumo de pescado no Brasil e possibilitado o crescimento da piscicultura nacional, adequando as necessidades mercadológicas com as alternativas de processamento de peixes visando a agregação de valor aos produtos comercializados (BURKERT et al., 2008).

A definição do peso de abate, os diferentes métodos de processamento, o conhecimento sobre o rendimento do peixe, bem como os seus subprodutos, são de fundamental importância tanto para a indústria de processamento quanto para o produtor (SOUZA et al., 1999).

Não obstante, a aquicultura ainda apresenta deficiências em relação à falta de padronização do produto para o consumidor, o que acarreta dificuldades quanto as características de sabor, presença ou não de espinhas, forma de preparo e valor nutricional (SOUZA, 2002). Entretanto, se o produto tiver boa apresentação (postas ou filé) e embalagem

(com especificação do produto), torna-se mais fácil o trabalho de *marketing* e, conseqüentemente, a colocação do pescado no mercado.

Segundo Freato et al. (2005), a determinação dos rendimentos do processamento de uma espécie e de suas relações com o peso de abate permite caracterizar o produto final e avaliar o seu potencial para a industrialização, e estabelecer o peso ideal de abate e as equações de predição dos rendimentos de carcaça e filé.

Alguns trabalhos vêm sendo conduzidos com o intuito de se avaliar o rendimento do processamento de várias espécies de peixes. Reidel et al. (2004) avaliando o rendimento e as características morfométricas do curimatá *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES, 1836), e do piavuçu *Leporinus macrocephalus* (GARAVELLO; BRITSKI, 1988) machos e fêmeas, observaram que os exemplares machos de curimatá são menores que as fêmeas e apresentam rendimento de filé menor. Já os machos de piavuçu também são menores que as fêmeas porém apresentam rendimento de filé maior.

Souza e Maranhão (2001), estudando o rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *O. niloticus* (L), em função do peso corporal (300 a 400 g e 401 a 500 g) encontraram maior rendimento de processamento para os peixes na faixa de peso de 401 a 500 g.

Signor (2006), trabalhando com níveis de proteína (25, 30 e 35%) e energia (3250 e 3500 kcal/kg) na alimentação do pacu (*P. mesopotamicus*) cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu não encontrou diferença estatística significativa entre os tratamentos para o rendimento de filé e tronco limpo. O pior índice de rendimento de carcaça foi observado para os peixes alimentados com ração contendo 35% de proteína bruta (PB) e 3500 kcal de energia digestível (ED)/kg, sendo que essa mesma dieta proporcionou maior deposição de gordura visceral nos animais assim como as rações contendo 25 % de PB e 3250 kcal de ED/kg.

2.6 Composição Química do Pescado

No aspecto nutricional, o pescado apresenta muito mais vantagens do que outra carne ou mesmo outros alimentos de origem animal, como por exemplo, a presença de todos os aminoácidos essenciais, o alto teor de lisina, a alta digestibilidade protéica, o fato de ser fonte das vitaminas lipossolúveis e das do complexo B, alta saturação dos ácidos graxos, com presença do ômega-3 e o baixo teor de colesterol (OETTERER, 2002).

O conhecimento quantitativo da composição química dos músculos de peixes de interesse comercial, incluindo as grandes variações durante o período de tempo e captura, é de grande importância para a formulação da dieta apropriada, como também na definição de procedimentos técnicos para as indústrias de processamento de pescado (SALES; SALES, 1990).

Segundo Macedo-Viegas et al. (2002), o estabelecimento da categoria de peso ideal para o abate, bem como o conhecimento sobre o rendimento de filés e as variações em sua composição centesimal, sob as diferentes formas de apresentação dos produtos, são de grande importância para as unidades beneficiadoras de pescado, assim como para os produtores.

Inúmeros fatores podem influenciar as características físicas, organolépticas e o tempo de prateleira dos peixes e seus derivados (BURKERT et al., 2008), sendo alguns de natureza intrínseca, tais como fatores genéticos, morfológicos (tamanho e forma) e fisiológicos (migração e desenvolvimento gonadal); e fatores exógenos, tais como clima, estação do ano, abundância e tipo de alimentação, que também podem afetar a composição corporal (FREITAS; GURGEL, 1985; CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Em geral, a carne do pescado possui características extremamente variáveis, contendo entre 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 (OGAWA; MAIA, 1999).

Macedo-Viegas et al. (2000), estudaram o efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento do processamento de matrinxã (*Brycon cephalus*) e encontraram valores de 60,62 a 62,34% de umidade, 18,34 a 19,05 de proteína, 17,55 a 18,43 de lipídeos e 1,81 a 3,01% de matéria mineral.

Burkert et al. (2008) trabalhando com o rendimento do processamento e composição química de filés de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) cultivado 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). Ainda assim, esses autores sugerem que a ausência da musculatura marrom no filé abdominal permite a adoção de uma forma diferenciada de apresentação em relação ao seu sabor e a sua estética.

Melo et al. (2002) avaliando a inclusão de diferentes fontes de lipídeos (óleo de canola, óleo de fígado de bacalhau e banha suína) na alimentação de jundiá *R. quelen*, observaram que o rendimento e o desempenho não foram afetados pelos tratamentos, porém, a

banha suína proporcionou maior índice de gordura e o óleo de canola maior teor de proteína na carcaça dos animais.

2.7 Hematologia em Peixes

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

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

Os exames sanguíneos são necessários para se caracterizar fisiologicamente uma espécie em seu ambiente natural e, posteriormente auxiliar nos trabalhos de manejo das criações, relacionando-os à presença de infestações ou infecções nos animais, ou mesmo às alterações ambientais (RANZANI-PAIVA et al., 1999). Possibilita, ainda, o conhecimento das condições de equilíbrio normais e patológicas (AZEVEDO et al., 2006).

Embora existam inúmeras pesquisas 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).

Segundo Ranzani-Paiva e Silva-Souza (2004), os peixes desenvolveram numerosas estratégias adaptativas as variações extremas de temperatura, salinidade, pressão, pH, oxigênio e CO₂ do ambiente aquático. Entre essas adaptações destacam-se: a) desenvolvimento de maior proporção de músculos vermelhos; b) aumento da superfície branquial para auxiliar nas trocas gasosas em águas com baixa concentração de O₂; c) diminuição dos níveis de atividade para reduzir o requerimento de O₂; d) desenvolvimento, em alguns, de respiração aérea acessória; e) deslocamentos sazonais para locais com maiores concentrações de O₂; f) desenvolvimento de componentes múltiplos de hemoglobina com diferentes propriedades funcionais; e g) especificidade dos leucócitos e rápida alteração de sua frequência. Assim, em peixes, a presença, a quantidade, e a proporção das diferentes células no sangue periférico (vascular) refletem o estado fisiológico específico do organismo, em um dado momento ou durante um determinado período de vida.

O sangue dos peixes é constituído de dois grupos principais: a) os eritrócitos maduros que são as células mais numerosas do sangue e suas funções estão relacionadas ao transporte do oxigênio e gás carbônico, desempenhado pelo seu componente principal, a hemoglobina; e b) os leucócitos que são constituídos por diferentes células denominadas linfócitos (atuam no processo inflamatório), neutrófilos (desempenham papel importante contra infecções), monócitos (atividade fagocítica nos focos inflamatórios), eosinófilos (ainda não possui função definida em peixes) e basófilos (ainda não possui função definida em peixes), todas elas ligadas as particularidades do sistema imune dos organismos (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004). Além dessas duas classificações, ainda há discrepância quando se trata das células denominadas trombócitos. Alguns autores os incluem juntamente com os leucócitos (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004) e outros (RANZANI-PAIVA; SILVA-SOUZA, 2004) os colocam em separado ressaltando que suas funções e ocorrências ainda permanecem de maneira controversa. Tavares-Dias et al. (2002) reconheceram que muito pouco se conhece, até o presente momento, sobre a origem e o desenvolvimento dos trombócitos e leucócitos em peixes, embora algumas idéias tenham sido propostas desde o início do século passado. Todavia, os dados obtidos através de estudos da hematologia e/ou dos órgãos hematopoiéticos ainda são pouco conclusivos.

Entretanto, torna-se necessário o estudo das mais variadas formas de cultivo, espécies com potenciais zootécnicos, influências ambientais, entre outros fatores que possam estar intimamente correlacionados ao bem estar animal advindo da necessidade de intensificação da produção.

A expansão da atividade piscícola proporciona problemas sanitários em suas diversas etapas de produção como o transporte dos animais, a má qualidade da água, entre outros. Esses fatores atuam como agentes estressantes, resultando em depressão dos mecanismos de defesa orgânica e aumentando a susceptibilidade dos peixes as enfermidades, que, conseqüentemente, causam prejuízos na produção do pescado (SCHALCH et al., 2005).

Geralmente, os danos ao hospedeiro estão relacionados à espécie de parasita, bem como a sua forma de alimentação, ao órgão ou ao tecido do hospedeiro afetado, a carga parasitária e ao estado geral do hospedeiro. Tavares-Dias et al. (1999), ressaltam que teleósteos parasitados apresentam alterações quantitativas e morfológicas no quadro hematológico. Esses autores avaliaram os parâmetros sanguíneos de *L. macrocephalus* e *P. mesopotamicus* com infecção parasitária e concluíram que apesar do alto nível de infecção nas espécies estudadas, não houve alterações no quadro hematológico.

Apesar das possíveis alterações nas condições hematológicas normais dos animais acometidos por diferentes tipos de enfermidades, outros fatores podem ter participação direta nas concentrações das células sanguíneas. 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 um média de 40% (SWENSON, 1996).

Estudos relacionados a nutrição e manejo de peixes cultivados em sistemas intensivos também vem sendo realizados afim de se caracterizar as conseqüências e os efeitos que determinados nutrientes e/ou condições de desafios podem causar no estado de higidez dos animais.

Melo et al. (2006) estudaram o efeito do conteúdo de proteína (20, 27, 34 e 41%) na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *R. quelen* e verificaram que os níveis protéicos alteraram algumas variáveis hematológicas sem prejudicar o sistema de defesa orgânico. Em pesquisa com a mesma espécie, Camargo et al. (2005) ofertaram dietas com 30, 40 e 50% de proteína bruta (PB) por 45 dias e encontraram como resultado que o número total de eritrócitos, a concentração de hemoglobina e o percentual de hematócrito do jundiá *R. quelen* são maximizados com as rações contendo 50% de PB.

Chagas e Val (2003), avaliaram o efeito da vitamina C (0, 100 e 500 mg.kg⁻¹ de ração) no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e recomendam, como dose mínima de inclusão de ácido L-ascórbico, 100 mg.kg⁻¹ de ração. A suplementação proporcionou melhor ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência dos animais, por outro lado, a ausência de vitamina C causou redução no hematócrito e no número de eritrócitos, caracterizando anemia com tendência normocrômica/normocítica.

Fujimoto et al. (2007a) pesquisaram os parâmetros sanguíneos de pacu *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887) alimentados com dietas suplementadas com cromo trivalente (0, 6, 12 e 18 mg.kg⁻¹ de ração) em duas densidades de estocagem (4 e 20 kg.m⁻³) e sugerem que a suplementação com esse mineral entre os níveis de 12 e 18 mg.kg⁻¹ de ração, pode exercer ações benéficas ao organismo dos peixes mantidos em altas densidades de estocagem.

Outros trabalhos relacionados às adversidades ambientais as quais os peixes estão submetidos como baixas e altas temperaturas e o estresse causado pelos manejos de captura foram estudados por Sala-Rabanal et al. (2003) para o *Sparus aurata*, Lund e Tufts (2003) para a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), e Martins et al. (2004) para *Oreochromis niloticus*, respectivamente. Os resultados encontrados por esses pesquisadores reforçam a

idéia de que as espécies reagem de maneira diferenciada diante das condições a que estão sujeitas.

Montero et al. (1999), estudaram o estresse e suas possíveis alterações fisiológicas e bioquímicas causadas pela alta densidade de estocagem de juvenis de “gilthead seabream” *Sparus aurata* e concluíram que os peixes apresentaram quadro crônico de estresse indicado pelo aumento dos teores de cortisol no plasma sanguíneo. Esse comportamento afetou algumas funções fisiológicas como a distribuição de lipídeos e a atividade imune, porém os animais não apresentaram sinais de doenças mas sim sintomas de imunossupressão.

3 DENSIDADE DE ESTOCAGEM E PARÂMETROS ERITROCITÁRIOS DO PACU *Piaractus mesopotamicus*, EM TANQUE-REDE NO RESERVATÓRIO DE ITAIPU

3.1 Introdução

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

O cultivo de peixes em tanque-rede está se destacando no cenário da aqüicultura nacional por ser um sistema intensivo de produção que proporciona altos índices de biomassa, otimizando a unidade produtora e reduzindo seu espaço físico. Além disso, possibilita o uso de águas de reservatórios de usinas hidrelétricas para tal finalidade, como o reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu, que com seus parques aqüícolas licenciados em 2007, enquadra-se sobremaneira para atender as exigências do cultivo em questão e propicia a redução do esforço de pesca através da produção de peixes em cativeiro.

O Brasil possui inúmeras espécies de peixes autóctones com potencial zootécnico para o cultivo em tanques-rede, porém, os experimentos desenvolvidos com esses animais são escassos, mas chegam a mostrar, em geral, bons resultados devido à rusticidade desses organismos durante o confinamento.

O pacu, *Piaractus 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 e na piscicultura brasileira. Essa espécie é encontrada nas bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai e enquadra-se perfeitamente nas características descritas anteriormente, além de apresentar grande aceitação no mercado e ser conhecida também por sua esportividade.

Muitos são os fatores que podem interferir no período de cultivo e dentre eles podemos citar a alimentação, a qualidade de água, a espécie de cultivo e a densidade de estocagem. Estes parâmetros vêm sendo estudados de forma a fornecer maiores conhecimentos específicos para se atingir à produção máxima dos organismos cultivados. Dentre esses fatores um dos mais importantes é a densidade de estocagem (DE), que pode afetar diretamente o crescimento dos peixes.

Segundo Brandão et al. (2004), para o desenvolvimento de um pacote de produção para uma espécie de peixe, o primeiro passo é a definição da densidade de estocagem ideal, na qual os níveis ótimos de produtividade por área podem ser atingidos.

Os fatores de produção afetados por não se ter um controle de densidade de peixes, essencial para uma ótima exploração e rápida expansão da piscicultura, são amplos (GOMES; SCHLINDWEN, 2000). Uma densidade de estocagem ótima é representada pela maior quantidade de peixes produzida eficientemente por unidade de área ou volume de um tanque (MARENGONI, 2006).

Normalmente, peixes criados em baixas densidades de estocagem apresentam boa taxa de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência, porém a produção por área é baixa (GOMES et al., 2000), caracterizando baixo aproveitamento da área disponível. Por sua vez, peixes mantidos em altas densidades normalmente têm menor crescimento (EL-SAYED, 2002), ficam estressados (IGUCHI et al., 2003) e estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de peixes com tamanho heterogêneo (CAVERO et al., 2003), o que não é interessante na produção comercial. A densidade de estocagem tem efeito na sobrevivência e no crescimento, sendo uma possível causa do fracasso na produção final de peixes (JOBBLING, 1994).

A intensificação dos sistemas de produção busca alcançar índices de produtividade elevados, em menor espaço físico e em menor tempo de cultivo (ONO; KUBITZA, 1999). Essas características favorecem a ocorrência de problemas sanitários, pois o transporte, a má qualidade da água, a alta densidade de estocagem, entre outros, são fatores que atuam como agentes estressantes, resultando em depressão dos mecanismos de defesa orgânica e aumentando a susceptibilidade dos peixes a enfermidades, que conseqüentemente causam prejuízos na produção (SCHALCH et al., 2005).

Segundo Ranzani-Paiva et al. (1999), os exames hematológicos são necessários para se caracterizar fisiologicamente uma espécie em seu ambiente natural e, posteriormente auxiliar nos tratamentos de manejo das criações, relacionando-os a presença de infestações ou infecções nos animais, ou mesmo as alterações ambientais.

Existem muitas variáveis bioquímicas e moleculares que podem traduzir o estado de estresse dos peixes (VAL et al., 2004). A glicose é um eficiente indicador de distúrbio fisiológico por ser a principal fonte de energia utilizada pelos peixes para suportar situações desfavoráveis (MORGAN; IWAMA, 1997). Alguns fatores estressantes, como o aumento da densidade de estocagem, podem favorecer o acréscimo dos níveis de glicose sanguínea e interferir no crescimento dos animais (PROCARIONE et al., 1999), pois a porção energética

responsável pelo desenvolvimento dos peixes será desviada para compensar a situação desfavorável.

A falta de padronização de métodos e nomenclatura, as diferentes espécies, o efeito da idade, do sexo, da qualidade da água e os métodos de captura, contribuem para a variabilidade dos parâmetros hematológicos em peixes (CAMARGO et al., 2005).

O estudo da hematologia desses animais contribui para a compreensão da fisiologia comparativa, relação filogenética, condições alimentares e outros parâmetros ecológicos (LARSSON, 1976 citado por MELO et al., 2006). Nesse contexto, o quadro hematológico de diferentes peixes e condições de cultivo vêm sendo estudado (TAVARES-DIAS et al., 2000).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a densidade de estocagem do pacu *P. mesopotamicus*, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu, em relação ao desempenho zootécnico, composição centesimal, níveis de glicose sanguínea e parâmetros eritrocitários.

3.2 Material e Métodos

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 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 em uma área aquícola considerada oligotrófica (Bueno et al. 2008). Para tanto foram utilizados 2700 peixes com peso inicial médio de $142,11 \pm 10,54$ g estocados em nove tanques-rede confeccionados com arame galvanizado revestido de polietileno, com dimensões de 2,0 x 2,0 x 1,5 m (comprimento x largura x altura), totalizando cinco m³ de volume útil. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado composto de três tratamentos com três repetições: 200, 300 e 400 peixes por tanque, ou seja, 40, 60 e 80 peixes m⁻³ tendo sido conduzido no período de julho de 2007 a março de 2008, totalizando 240 dias de experimento.

Os tanques-rede foram dispostos em uma linha da área aquícola, 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 e o arraçoamento foi realizado até a saciedade aparente dos animais, três vezes ao dia (9h00min, 13h00min e 17h00min).

Para os manejos de biometria foi utilizada uma balsa com sistema de talha para içar os tanques-rede e uma amostragem de aproximadamente 10% dos animais de cada unidade produtiva foi retirada com auxílio de um puçá para pesagem.

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

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

As análises hematológicas consistiram em avaliar a glicose (Gl), a hemoglobina (Hb), o hematócrito (Ht) e o eritrócito (Er).

Após a retirada de sangue, os animais foram retirados dos tanques-rede para a avaliação do peso final (PF), ganho de peso (GP), biomassa final (BF), sobrevivência (SO) e conversão alimentar (CA).

Posteriormente, foram retirados aleatoriamente, 10 animais de cada tanque-rede, insensibilizados por 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 dos seguintes índices de rendimento da carcaça: comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), peso total (PT), peso eviscerado (PE), tronco limpo (TL), filé (FL), cabeça (CB), gordura visceral (GV) e índice hepatossomático (IH). Para tanto, os animais foram pesados em balança digital, abertos na região ventral e eviscerados. Em seguida, foram efetuados os cortes referentes a separação da cabeça, nadadeiras, retirada de couro e filé. As vísceras foram colocadas em placas de Petry nas quais foram efetuadas a separação da gordura e do fígado e o material resultante foi pesado em balança analítica.

As amostras dos filés 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).

Os dados referentes aos parâmetros avaliados foram tabulados e submetidos a análise de variância e, quando constatadas diferenças significativas, foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e/ou regressão através do programa estatístico SAEG.

3.3 Resultados e Discussão

Os valores dos parâmetros de qualidade da água durante o período experimental foram de $55,52 \pm 6,24 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$; $7,27 \pm 0,09 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e $7,45 \pm 0,05$ respectivamente para condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e potencial hidrogeniônico. A temperatura da água entre os meses de julho de 2007 a março de 2008 apresentou médias de $24,32 \pm 3,79$ e $25,15 \pm 4,28$ °C nos períodos matutinos e vespertinos, respectivamente. A transparência da água apresentou valores de $2,51 \pm 0,37$ e $2,96 \pm 0,43$ m durante todo o período de produção pela manhã e a tarde respectivamente. Esses valores estão de acordo com aqueles recomendados para o cultivo de peixes de clima tropical (BOYD, 1990; SIPAÚBA-TAVARES, 1995) e dentro dos valores encontrados pelo monitoramento realizado por Bueno et al. (2008) na área aquícola do reservatório de Itaipu entre o período de março a dezembro de 2006. Ainda que tenha sido verificado no local de cultivo grande colmatação de algas filamentosas e mexilhões nas malhas dos tanques-rede, as características físicas e químicas da água não apresentaram grandes alterações e permaneceram em níveis ideais para o desenvolvimento dos animais, não tendo influência sobre a sobrevivência dos peixes.

Os dados de desempenho como PF, GP, BF, SO e CA estão representados na Tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros de desempenho do pacu *Piaractus mesopotamicus*, submetido a diferentes densidades de estocagem, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.

Parâmetros	Densidade			C V (%)
	200	300	400	
Peso inicial (g)	148,66	145,33	132,33	6,04
Peso final ¹ (g)	1258,06	1051,00	943,80	2,45
Ganho de peso ² (g)	1109,40	905,66	811,40	3,56
Biomassa final ³ (kg)	247,00	316,09	376,68	3,34
Sobrevivência (%)	98,00	99,66	98,91	1,54
Conversão alimentar	2,58	2,43	2,67	5,27

$$^1y = -1,5713x + 1555,7; R^2 = 0,9674;$$

$$^2y = -1,49x + 1389,2; R^2 = 0,9569;$$

$$^3y = 0,6484x + 118,74; R^2 = 0,9986;$$

Avaliando o desempenho zootécnico apresentado pelos peixes ao final de 240 dias de cultivo, verifica-se que o aumento da densidade de estocagem proporcionou redução linear nos valores de PF e GP. Esse resultado corrobora com aquele observado por Marengoni (2006), que, trabalhando com tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* nas densidades de 250, 300, 350 e 400 peixes.m⁻³, observou maiores valores de PF e GP para os tratamentos com menor número de indivíduos por unidade de área. Nesse mesmo sentido, Silva et al. (2002) estudando o efeito da densidade de estocagem (90, 120 e 150 peixes.tanque⁻¹) e trocas de água (30 e 60 min.) no cultivo de tilápia do Nilo *O. niloticus*, em “raceway”, encontraram maiores valores de PF e GP para os peixes submetidos a menor densidade.

Os resultados de PF e GP parecem estar diretamente ligados a fase de desenvolvimento dos animais e a espécie em questão. Coulibaly et al. (2006) estudaram o efeito da densidade de estocagem em duas fases de desenvolvimento no cultivo do catfish africano *Heterobranchus longifilis*, em tanques-rede. Primeiramente, constataram que os animais em estágio inicial de desenvolvimento, cultivados com 50, 100, 200, 500 e 1000 peixes.m⁻³, por 90 dias não apresentaram diferenças estatísticas para PF e ganho de peso diário (GPD) entre os tratamentos. Por outro lado, para a fase de crescimento do catfish africano estocados em densidades de 6, 12, 25, 50 e 100 peixes.m⁻³, os maiores valores de PF e GPD foram observados para os animais estocados em menor número.

Os resultados de biomassa final do atual experimento tiveram comportamento linear crescente ao aumento do número de indivíduos estocados por unidade de área e está

representado pela Figura 3. Os maiores valores encontrados foram àqueles relacionados ao tratamento com maior densidade de estocagem.

Seguindo essa mesma tendência, Piaia e Baldisseroto (2000), obtiveram resultado semelhante ao estudar a densidade de estocagem (114, 227 e 454 alevinos.m⁻³) e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen*, e observaram que a maior densidade proporcionou a maior biomassa final por volume, sugerindo que para essa espécie, na fase inicial de cultivo, o jundiá pode ser criado em alta densidade sem comprometimento de seu desenvolvimento. Rowland et al. (2005), trabalhando com o efeito da densidade de estocagem (12, 25, 50, 100 e 200 peixes.m⁻³) na performance de “silver perch” *Bidyanus bidyanus*, não encontraram diferenças significativa no PF entre os tratamentos, porém, para BF, os maiores resultados foram apresentados pelos tanques-rede que continham um maior número de indivíduos.

Os valores de BF para o atual trabalho demonstram que a maior densidade proporcionou aumento de aproximadamente 1,5 vezes quando comparada ao tratamento com menor taxa de estocagem. Esse parâmetro é de extrema importância principalmente quando estão bem definidas as exigências do mercado consumidor para a espécie cultivada, ou seja, o tamanho ideal de abate ou de entrega de peixe vivo deve ser levado em consideração na formação do lote para o abate. Sendo assim, para a produção comercial de pacus em tanques-rede, ainda não está bem caracterizado o tamanho de venda para essa espécie, porém as alternativas de elaboração de produtos processados a partir da carne mecanicamente separada (CMS) podem ser uma nova tendência mercadológica para os peixes redondos cultivados em tanques-rede, influenciando diretamente as características finais estruturais como tamanho e peso dos indivíduos e, principalmente os rendimentos de carcaça e teores de gordura.

A sobrevivência do pacu *P. mesopotamicus* cultivado em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem não foi afetada pelos tratamentos para a fase de crescimento e terminação. Trabalhos com taxa de estocagem na fase inicial de desenvolvimento animal relatam a grande influência desse fator na sobrevivência dos organismos cultivados e estão intimamente ligados as particularidades comportamentais de cada espécie.

Campagnolo e Nuñez (2006) estudando a sobrevivência e o crescimento de larvas de surubim *Pseuplatystoma corruscans* em diferentes densidades de estocagem (15, 35, 55, 75 e 95 larvas.L⁻¹), encontraram melhores índices para as larvas cultivadas em menor número e ressaltam que possivelmente esses valores podem ter sido afetados pelo aumento de amônia tóxica no sistema, bem como do canibalismo nos tratamentos com maior densidade de estocagem. Em contrapartida, a criação de alevinos de trairão em duas densidades de

estocagem diferentes (1 e 4 peixes.m⁻²) apresentaram maiores índices de sobrevivência para aqueles indivíduos cultivados em maior quantidade (SALARO et al., 2003).

Entretanto, segundo Luz e Zaniboni Filho (2002), as densidades elevadas têm sido utilizadas com sucesso para espécies que não apresentam canibalismo. Porém, seus estudos com larvicultura de mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida, demonstraram maior sobrevivência para os animais cultivados em menor número por unidade de área (5 pós-larvas.L⁻¹). Mesmo assim, em termos de produtividade, a menor taxa média de sobrevivência no tratamento de 30 pós-larvas.L⁻¹, produziu três vezes mais indivíduos do que naquele com menor densidade de estocagem.

Os valores de CA para os pacus cultivados em tanques-rede em diferentes densidades de estocagem não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Gomes et al. (2000), também não observaram diferenças de CA no cultivo de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* submetidas a diferentes densidades de estocagem. Em contrapartida, Rowland et al. (2005), verificaram que a CA foi influenciada pela taxa de estocagem no cultivo de *Bidyanus bidyaus*, encontrando piores resultados para os tanques-rede contendo 25 e 50 peixes.m⁻³.

Os resultados de rendimento de carcaça são de extrema importância para as indústrias de pescados por traduzirem de maneira eficiente a parte útil que deverá ser utilizada no processamento dos animais (SIGNOR, 2006).

Tabela 4: Parâmetros de rendimento de carcaça do pacu *P. mesopotamicus*, submetido a diferentes densidades de estocagem, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.

Parâmetros	Densidade			C V (%)
	200	300	400	
Comprimento total (cm)	36,95a	35,07ab	32,57b	2,88
Comprimento padrão (cm)	32,60	30,89	29,13	3,35
Peso total (g)	1279,00	1131,00	911,00	12,08
Rendimento de carcaça (%)	88,02	87,39	86,45	2,54
Tronco limpo (%)	60,92	59,92	59,31	1,60
Filé (%)	46,86	47,77	45,48	1,64
Cabeça (%)	13,08	14,00	14,52	7,96
Gordura visceral (%)	7,02	6,84	6,45	8,75
Índice hepatossomático	0,96	0,99	0,92	8,89

*Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Considerando-se os parâmetros de rendimento de carcaça (Tabela 4), o único valor que apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$) foi o CT que foi maior nos peixes estocados em menor densidade não diferindo daqueles cultivados em densidade intermediária.

Faria et al. (2003) estudando o rendimento do processamento do pacu *P. mesopotamicus*, encontraram respostas semelhantes ao atual estudo para as porcentagens de filé sem pele (46,73), cabeça (16,57) e rendimento de carcaça (88,98). Esses pesquisadores afirmam que o alto rendimento de filé alcançado para essa espécie é devido a correlação inversa com o tamanho da cabeça dos animais.

Benke et al. (2005) também encontraram valores semelhantes de rendimento de carcaça (81,30 – 84,40%) quando avaliaram os cortes da carne de pacu *P. mesopotamicus* cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu, porém os diferentes cortes influenciaram no aproveitamento do filé (22,41 – 24,09%) pois contemplavam somente a musculatura existente sobre as costelas, não incluindo a porção dorsal.

Burkert et al. (2008), estudando o rendimento do processamento do surubim *Pseudoplatystoma* sp. cultivado em tanques-rede, encontraram valores inferiores de rendimento de carcaça (73,31%) para os animais porém semelhantes para o filé (47,79). Esses autores salientam ainda que o rendimento de filé pode ter sido prejudicado pela deposição de gordura ocorrida tanto na região celomática quanto na musculatura pois os exemplares apresentaram pesos superiores a 5 kg, o que colaboraria para o maior acúmulo de gordura.

Em contrapartida, Macedo-Viegas et al. (2000) em estudo sobre o efeito das classes de peso (400 a 500g; 501 a 600g; 601 a 700g) sobre o rendimento do processamento de matrinxã *Brycon cephalus*, encontraram valores inferiores aos encontrados no presente trabalho para o rendimento de filé (38,57 – 39,99%) e gordura visceral (3,68 – 4,20%).

Essas discrepâncias nos valores de rendimento de carcaça podem ser explicadas pela influência de diversos fatores como espécie, formato anatômico do peixe, peso corporal, tamanho da cabeça, porcentagem de resíduos, eficiência das máquinas filetadoras e/ou destreza do filetador, dentre outras (FARIA et al., 2003).

Os valores de composição química da carcaça do pacu *P. mesopotamicus* cultivado em tanque-rede sob diferentes densidades estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5: Composição química da carcaça na matéria natural do pacu *Piaractus mesopotamicus*, submetido a diferentes densidades de estocagem, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu

Parâmetros	Densidade			C V (%)
	200	300	400	
Matéria seca (%)	41,28	40,88	37,30	5,80
Proteína bruta (%)	19,95	19,00	18,19	4,60
Matéria mineral (%)	3,75	3,01	2,98	16,88
Lipídeos (%)	21,82a	19,51ab	15,41b	9,97

* Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os valores de MS, PB e MM dos pacus estocados em diferentes densidades cultivados em tanque-rede no reservatório de Itaipu não apresentaram diferença estatística significativa ($P > 0,05$). Esse resultado corrobora com aquele encontrado por Toko et al. (2007) em cultivo com diferentes densidades de estocagem de *Clarias gariepinus* e *Heterobranchus longifilis* em tanques convencionais, onde não verificaram influência do número de indivíduos por unidade de área nos valores de MS, PB e MM da carcaça dos animais das duas espécies. El-Sayed (2002) avaliando a densidade de estocagem (3, 5, 10, 15 e 20 alevinos.L⁻¹) no cultivo de alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* não verificou diferença para PB e MM entre os animais cultivados submetidos aos diferentes tratamentos.

Em trabalho para avaliação da composição corporal de tambaqui *Colossoma macropomum*, em sistemas de cultivo intensivo e semi-intensivo, Arbeláez-Rojas et al. (2002) não encontraram diferenças significativas ($P > 0,05$) para os valores de UM, PB e MM corporal dos peixes, sendo equivalentes ao presente estudo.

A única variável avaliada na composição química dos peixes no presente trabalho que sofreu influência significativa ($P < 0,05$) dos tratamentos foi o LI. Os menores valores de deposição lipídica foram encontrados para os animais estocados em maior número, diferindo daqueles cultivados em menor densidade de estocagem e sendo equivalente a densidade intermediária. Em contrapartida, Arbeláez-Rojas et al. (2002) encontraram valores inferiores de deposição de LI em tambaquis *C. macropomum* produzidos em sistemas de cultivo intensivo (1,4%) e semi-intensivo (2,41%). Esses resultados demonstram a influência do sistema de cultivo na composição bromatológica dos animais.

Os lipídios são essenciais para o metabolismo de peixes (FUJIMOTO et al., 2007), e possuem funções energéticas, estruturais, hormonais, entre outras (HALILOGLU et al.,

2003). Porém, em peixes de tamanho comercial, esta característica é indesejável devendo ser mantida em nível que não afete as características organolépticas da carne (MEURER et al., 2002).

Os animais cultivados em tanque-rede submetidos a diferentes densidades de estocagem não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos para os valores aferidos de Gl, Hb, Ht e Er (Tabela 6).

Tabela 6: Parâmetros hematológicos do pacu *P. mesopotamicus*, submetido a diferentes densidades de estocagem, cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu.

Parâmetros	Densidade			C V (%)
	200	300	400	
Glicose (mg.dL ⁻¹)	106,55	99,95	105,28	25,22
Hemoglobina (g.dL ⁻¹)	9,98	10,09	9,42	12,00
Hematócrito (%)	42,93	41,00	40,13	12,48
Eritrócito (10 ⁶ µL)	1,88	1,85	1,85	15,05

Apesar de não ter sido verificado diferença significativa entre os tratamentos para os valores glicêmicos, estes se apresentaram acima daqueles encontrados por Brandão et al. (2004) (51-65 mg.dL⁻¹) estudando a densidade de estocagem (200, 300, 400 e 500 peixes.m⁻³) de juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* durante a recria em tanque-rede. Provavelmente 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.

Segundo Urbinati e Carneiro (2004), para atender as demandas energéticas dos organismos em situações adversas, as catecolaminas atuam diretamente no fígado, estimulando a glicogenólise e transformando o glicogênio em glicose. Como os pacus estavam em jejum por um período de 24 horas no momento das coletas, as reservas hepáticas foram as prováveis fontes de glicose para sanar as demandas energéticas momentâneas.

A eritropoiese nos teleósteos é similar a de mamíferos, pois admite-se que os eritrócitos derivam de uma célula fonte e de acordo com seu grau de maturação essas células são denominadas de eritroblastos basófilos, eritroblastos policromatofílicos, eritroblastos acidofílicos, reticulócitos e eritrócitos maduros (CAMARGO et al., 2005). Os eritrócitos maduros são as células mais numerosas do sangue e suas funções estão relacionadas ao

transporte do oxigênio e do gás carbônico, desempenhado pelo seu componente principal, a hemoglobina (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004).

Avaliando os parâmetros eritrocitários, observou-se que o número total de Er, nos diferentes tratamentos não variou significativamente e apresentou valores muito coesos. Essa proximidade dos resultados pode ser comprovada pelas médias obtidas de Hb e Ht que também não apresentaram diferenças estatísticas e apresentaram valores semelhantes entre as densidades de estocagem utilizadas.

Os padrões de Er para o *P. mesopotamicus* em cativeiro, segundo Tavares-Dias e Moraes (2004), estão em torno de $1,63$ a $3,13 \times 10^6$ μL , entre os quais se enquadram os encontrados no presente estudo.

Montero et al. (1999), estudando o efeito da densidade de estocagem (30, 90 e 120 peixes por tanque de 250 L) nos parâmetros bioquímicos e fisiológicos de “gilthead seabream” *Sparus aurata*, verificaram diferenças significativas nos valores de Er, Hb e Ht para os animais estocados em maior número. Os autores relataram que esse acréscimo eritrocitário refere-se ao aumento da capacidade sanguínea em transportar o oxigênio durante períodos de demanda energética elevados. Em contraponto, os pacus não apresentaram alterações em seus parâmetros eritrocitários, podendo afirmar que os animais estavam em estado de higidez plena.

A concentração de Hb e a porcentagem de Ht não diferiram estatisticamente e permaneceram dentro dos padrões para a espécie (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004).

O Ht é expresso como um volume percentual das células empilhadas no sangue total após a centrifugação e a maioria das espécies dos animais domésticos tem hematócitos variando entre 38 e 45% com uma média de 40% (SWENSON, 1996), sendo que os valores encontrados no atual experimento permaneceram entre 40 e 43%.

Poucos são os estudos relacionando a densidade de estocagem com os valores dos parâmetros hematológicos. Sabe-se que essa prática adotada em manejo de cultivos intensivos é causadora em potencial de estresse dos animais, pois os peixes cultivados em alta densidade, normalmente apresentam menor crescimento (EL-SAYED, 2002), ficam estressados (IGUCHI et al., 2003; SALARO et al., 2003) e estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de indivíduos com tamanho heterogêneo (CAVERO et al., 2003) e perseguição social, gerando maior exigência metabólica e alteração no comportamento alimentar dos peixes (LEFRANÇOIS, 2001).

Fujimoto et al. (2007) avaliando os parâmetros sanguíneos do pacu *P. mesopotamicus* alimentados com dietas suplementadas com cromo trivalente em duas densidades de

estocagem (4 e 20 kg de peixe.m⁻³) , encontraram diferenças estatísticas no Er dos animais estocados em quantidades diferentes porém as médias de Ht foram semelhantes entre si.

Outros fatores porém estão diretamente ligados as variações eritrocitárias. Chagas e Val (2003), estudaram o efeito da vitamina C no ganho de peso e nos parâmetros hematológicos de tambaqui e encontraram valores de hematócrito e eritrócitos proporcionais aos níveis de inclusão do ácido ascórbico. Esses autores afirmam que a falta desse nutriente na dieta pode causar anemia nos animais.

3.4 Conclusão

Conclui-se que a maior densidade de estocagem proporcionou menor PF do pacu *P. mesopotamicus* sem interferir no rendimento da carcaça. No entanto a maior DE produziu maior BF com menor deposição de LI.

As médias eritrocitárias permaneceram dentro dos valores recomendados para a espécie e não se alteraram em decorrência da densidade. A glicose sanguínea não sofreu influência do número de animais estocados por unidade produtiva.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas de manejo no cultivo de peixes em tanques-rede são essenciais para o máximo aproveitamento dos potenciais zootécnicos dos animais produzidos. A densidade de estocagem tem fundamental importância nesse quesito e mostrou-se ser de grande expressão para refletir as reais condições de desenvolvimento do pacu *P. mesopotamicus*. O número de animais estocados por unidade produtiva teve influência direta no ganho de peso, peso final e biomassa final dos animais cultivados no período experimental, porém não interferiu nos outros parâmetros de desenvolvimento dessa espécie. Dessa mesma forma, os valores de rendimento de carcaça não foram influenciados pelas densidades estudadas, podendo ser um indicador de aumento de produtividade sem comprometimento da parte aproveitada pelas indústrias processadoras. Somente a deposição lipídica na carcaça apresentou médias distintas entre os tratamentos. As médias eritrocitárias permaneceram dentro dos valores recomendados e não se alteraram em decorrência da densidade. A glicose sanguínea não sofreu influência do número de animais estocados por unidade produtiva, entretanto apresentou valores elevados, o que pode estar associado ao estresse de manejo para as coletas sanguíneas e não por fatores ambientais.

Os estudos sobre os manejos que influenciam diretamente a higidez dos animais são escassos e aparecem como um elo da cadeia produtiva a ser explorado e pesquisado. Há muitos fatores que precisam ser elucidados principalmente no que se refere às espécies nativas cultivadas em sistemas intensivos.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G.A. et al. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.
- 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. 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.
- BENKE, 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.
- BOSCARIN, N.R. A produção aquícola brasileira. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008. 276p.
- 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 aqüicultura**, v.9, n.56, p.25-30, 1999.
- BRANDÃO, F.R. et al. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.4, p.357-362, 2004.
- 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.

BURKERT, D. 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.

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

CAMPAGNOLO, R.; NUÑER, A.P.O. Sobrevivência e crescimento de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.28, n.2, p.231-237, 2006.

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

CARNEIRO, P.C.F. et al. Processamento do jundiá *Rhamdi quelen*: rendimento de carcaça. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.2, n.3, p.11-17, 2004.

CASTAGNOLLI, N. Estado da arte da aqüicultura brasileira. 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.

CASTAGNOLLI, N. Piscicultura Intensiva e Sustentável. In: VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A. et al. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.

CAVERO, B.A.S. 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.

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

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

CONTE, L. **Produtividade e economicidade da tilapicultura em gaiolas na região sudoeste do estado de são Paulo**. Piracicaba, 2002. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, 2002.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994. 409p.

COULIBALY, A. et al. First results of floating cage culture of the African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: Effect of stocking density on survival and growth rates. **Aquaculture**, v.263, p.61-67, 2006.

EL-SAYED, A.F.M. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**, v.33, p.621-626, 2002.

FAO. **El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2006**. Roma: organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2007. 198p. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0699s/a0699s00.pdf>.

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

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

FREATO, T.A. et al. Efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento da piracanjuba (*Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849). **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.3, p.676-682, 2005.

FREITAS, J.V.F.; GURGEL, J.J.S. Estudo de alguns parâmetros biométricos e da composição química do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, e pirapitinga *Colossoma brachyporum* Cuvier 1818, criados em cativeiro. **Boletim Técnico DNOCS**, v.43, n.1, p.47-66, 1985.

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. Animal sciences**, v.29, n.4, p.465-471, 2007.

FUJIMOTO, R.Y. et al. Composição corporal e eficiência de utilização de nutrientes por pacus alimentados com ração suplementada com cromo trivalente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.12, p.1763-1768, 2007.

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

GOMES, L.C. et al. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta amazônica**, v.34, n.1, p.111-113, 2004.

GOMES, L.C. et al. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000.

GOMES, S.Z.; SCHLINDWEIN, A.P. Efeito de períodos de cultivo e densidades de estocagem sobre o desempenho do catfish (*Ictalurus punctatus*) nas condições climáticas do litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1266-1272, 2000.

HALILOGLU, H.I. et al. Comparisons of fatty acid composition in some tissues of rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. **Food Chemistry**, v.86, p.55-59, 2003.

HAZIN, F.H.V. A pesca na zona econômica exclusiva, zee: sua importância para o Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.1, n.1, p.10-18, 2006.

HECHT, T.; UYS, W. Effect of density on the feeding and aggressive behavior in juvenile African catfish, *Clarias gariepinus*. **South Africa Journal of Science**, v.93, p.537-541, 1997.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística da pesca 2006 Brasil**: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Ibama, 2008. 174p.

IGUCHI, K. et al. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). **Aquaculture**, v.202, p.515-523, 2003.

JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman & Hall, 1994. 294p.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285p.

LEFRANÇOIS, C. et al. Effect of density on the routine metabolic expenditure of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.195, p.269-277, 2001.

LUND, S.G.; TUFS, B.L. The physiological effects of heat stress and the role of heat shock proteins in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) red blood cells. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.29, p.1-12, 2003.

LUZ, R.K.; ZANIBONI-FILHO, E. Larvicultura do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes:Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.560-565, 2002.

MACEDO-VIEGAS, E.M. et al. Rendimento e composição centesimal de filés *in natura* e pré-cozidos em truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (Wallbaum). **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.1191-1195, 2002.

MACEDO-VIEGAS, E.M. et al. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.725-728, 2000.

MACLEAN, A.; METCALFE, N.B. Social status, access to food and compensatory growth in the juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, v.58, n.5, p.1331-1346, 2001.

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.

MARTINS, M.L. et al. Physiological and hematological response of *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) exposed to single and consecutive stress of capture. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.4, p.449-456, 2004.

MELO, J.F.B. et al. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. **Revista Ciência Agroambiental**, v.1, n.1, p.43-51, 2006.

MELO, J.F.B. et al. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.323-327, 2002.

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

MEURER, F. et al. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003b.

MONTERO, D. et al. High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.20, p.53-60, 1999.

MORGAN, J.D.; IWAMA, G.K. Measurements of stressed states in the field. In: IWAMA, G.K.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P. et al. **Fish Stress and Health in Aquaculture**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 436p.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Livraria Varela. 1999. 430p.

ONO, E.A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 2 ed. Jundiá : F. Kubitza, 1999. 68p.

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.

PIAIA, R.; BALDISSEROTO, B. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). **Ciência Rural**, v.30, p.509-513, 2000.

PROCARIONE, L.S. et al. Effects of high rearing density and loading rates on the growth and stress responses of juvenile rainbow trout. **North American Journal of Aquaculture**, v.61, p.91-96, 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.

RANZANI-PIVA, 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. Avaliação de rendimento e características morfométricas do curimatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836), e do piavuçu *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988) machos e fêmeas. **Revista Varia Scientia**, v.4, n.8, p.71-78, 2004.

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, 2005.

SALA-RABANAL, M. et al. Effects of low temperatures and fasting on hematology and plasma composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v.29, p.105-115, 2003.

SALARO, A.L. et al. Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1033-1036, 2003.

SALES, R.O.; SALES, A.M. Estudo da composição química e rendimento de dez espécies de pescado de água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro. **Ciência Agrônômica**, v.21, p.27-30, 1990.

SCHALCH, S.H.C. 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.

SIGNOR, A.A. **Níveis de proteína e energia na alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus*: Holmberg, 1887) cultivado em tanque-rede no reservatório de Itaipu**. Toledo, 2006. 42p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2006.

SILVA, P.C. et al. Desempenho produtivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em “raceway”. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.935-941, 2002.

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

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

SOUZA-FILHO, J.J.; CERQUEIRA, V. R. Influência da densidade de estocagem no cultivo de juvenis de robalo-flecha mantidos em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.11, p.1317-1322, 2003.

SWENSON, M.J. Propriedades fisiológicas e constituintes 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.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: Villimpress Complexo Gráfico, 2004. 144p.

TAVARES-DIAS, M. 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. et al. Características hematológicas de *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) cultivadas intensivamente em “Pesque-Pague” do município de Franca, São Paulo, Brasil. **Ars Veterinária**, v.16, n.2, p.76-82, 2000.

TAVARES-DIAS, M. et al. Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária. I. Variáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavelo e Britski, 1988 (Anastomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). **Acta Scientiarum**, v.21, n.2, p.337-342, 1999.

TOKO, I. et al. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vudu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos): Effect of stocking density on growth, production and body composition. **Aquaculture**, v.262, p.65-72, 2007.

TURNBULL, J. et al. Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: application of multivariate analysis. **Aquaculture**, v.243, p.121-132, 2005.

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.

URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. 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.

VAL, A.L.; SILVA, M.N.P.; VAL, V.M.F.A. Estresse em peixes – ajustes fisiológicos e distúrbios orgânicos. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.A.P. **Sanidade de organismos aquáticos**. São Paulo: Livraria Varela, 2004. 426p.

ZAVALA-CAMIN, L.A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM, 1996. 129p.

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.