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

EVANDRO KLEBER LORENZ

DENSIDADE DE ESTOCAGEM DE PIRACANJUBA (*Brycon orbigniannus*) EM TANQUES-REDE DE PEQUENO VOLUME

Marechal Cândido Rondon
2010

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

EVANDRO KLEBER LORENZ

DENSIDADE DE ESTOCAGEM DE PIRACANJUBA (*Brycon orbigniannus*) EM TANQUES-REDE DE PEQUENO VOLUME

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal.
Orientador: Prof. Dr. Aldi Feiden
Co-orientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo

Marechal Cândido Rondon
2010

DEDICATÓRIA

À Deus

Pelo dom da vida

Pelas oportunidades conquistadas

À

Minha mãe

Nelcinda Eggers (*In memorian*)

Pelos ensinamentos e exemplo de vida

À

Minha namorada

Bruna Letícia Nervis

Pelo apoio, amor e compreensão

À

Família Pfluck

Edson, Fabiana e Emanuele

Pela fervor da amizade, incentivo e apoio

AGRADECIMENTOS

Ao professor e orientador Dr. Aldi Feiden pela paciência, orientação, apoio e, principalmente, pela amizade.

Ao professor e co-orientador Dr. Wilson Rogério Boscolo pelo apoio irrestrito e, também, pela amizade.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná pelo estudo gratuito e de qualidade.

À Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes- pelo fornecimento de bolsa e, com isso, o incentivo e apoio ao conhecimento e a pesquisa.

À Itaipu Binacional que através do convênio ITAIPU/FUNIVERSITÁRIA disponibilizou a estrutura para a realização do experimento.

Aos pesquisadores do Grupo de Estudos de Manejo em Aqüicultura - GEMAq, pelas oportunidades e ensinamentos durante a execução desse e demais trabalhos.

Aos colegas de mestrado, pela amizade e apoio durante o período do curso.

Ao colega de graduação e mestrado, Sidnei e Fabiana, respectivamente, pela amizade sincera e pelo companheirismo.

À técnica Letícia Hayashi Higuchi pelo imenso apoio nas análises bromatológicas e pela amizade.

Aos estagiários do Gemaq por apoio em todos os trabalhos realizados pelo grupo.

À amiga e estagiária Juliana Löesch pelo auxilio nas avaliações zootécnicas e, principalmente, pelo seu grande companheirismo e apoio.

Ao Sr. Ivanil e Sra. Dilva Nervis pelo grande apoio, amizade e incentivo.

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

Aos amigos e componentes do Buteko da Creusa F.C.: Jonas (mestre), Fernando (Morenão), João Paulo (João Barreiro), Eloir (sábio), Rosângela e Sandra, pela amizade, grande apoio e paciência nos momentos em que não pude me fazer presente nas cervejadas nos dias de estudos.

RESUMO

DENSIDADE DE ESTOCAGEM DE PIRACANJUBA (*Brycon orbigniannus*) EM TANQUES-REDE DE PEQUENO VOLUME

A densidade de estocagem (DE) é um fator que pode afetar o desenvolvimento dos peixes. O objetivo do trabalho foi avaliar a densidade de estocagem de juvenis de *Brycon orbignyanus* cultivados em tanques-rede sobre a sobrevivência, peso, crescimento, biomassa, hematologia e composição química. O experimento foi realizado durante cinco meses na área de transição do reservatório da Itaipu Binacional no Centro de Desenvolvimento de Pesquisa para Piscicultura em Tanques-rede localizado no Refúgio Biológico do município de Santa Helena – PR. Foram utilizados 750 juvenis com peso e comprimento médio inicial de 26,72±5,99g e 13,45±0,99cm, respectivamente, distribuídos em 12 tanques-rede de 1,00 m^3 em um delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizados quatro tratamentos (25, 50, 75 e 100 peixes/m^3) e três repetições. Os animais receberam ração comercial extrusada contendo 36% 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 de sangue e avaliações dos parâmetros de desempenho, rendimento e composição química da carcaça dos animais. A sobrevivência e a biomassa final aumentaram linearmente com o aumento do número de animais estocados por unidade produtiva. Os valores de rendimento de carcaça como peso eviscerado, tronco limpo, filé, cabeça e gordura visceral não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$), entre os tratamentos. Entretanto, o comprimento total e padrão, ganho de peso, peso total e índice hepatossomático apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) e efeito quadrático para os tratamentos. A análise química da carcaça não diferiu estatísticamente ($P>0,05$) para as variáveis matéria seca, proteína e matéria mineral, no entanto, a maior deposição lipídica foi observada nos peixes produzidos na densidade de 50 peixes/m^3. As variáveis eritrocitárias como hemoglobina e hematócrito não apresentaram diferenças estatísticas ($P>0,05$) para os tratamentos utilizados, porém, o eritrócito total e a glicose diferiram significativamente ($P<0,01$ e $P<0,05$, respectivamente) entre as densidades. Concluiu-se que a densidade ótima para o cultivo de piracanjuba em tanques-rede fica entre 58 e 75 peixes/m^3.

PALAVRAS-CHAVE: densidade de estocagem, espécie nativa, estresse, hematologia, desempenho

ABSTRACT

DENSITY OF STOCKING OF PIRACANJUBA (Brycon orbignyannus), IN CAGES OF SMALL VOLUME

The density of stocking (DS) is a factor that can affect the development of fish. The aim of this current study was to analyze the effect of DS over the survival, weight, growth, and biomass hematology and chemical composition of juveniles Brycon orbignyannus farmed in cages. The experiment was realized in the area of transition of the tank of Itaipu Binational in the center of research development to fish farm in cages located in the Biological Refuge in the city of Santa Helena-PR, for a period of five months. It was used 750 juveniles with an initial average weight and length of 26.72+-5,99 g and 13.45+-0,99cm, respectively distributed in twelve cages of 1,00m3 randomly in a design completely casualized and three repetitions. The animals received commercial food extruded containing 36% of rough protein and they were feed three times a day until the visible satiety. At the end of the experimental period, the fish were kept in fasting for a period of 24 hours. Subsequently, they were realized the proceeding of blood collection assessment of the parameters of performance, income and chemical composition of the animals carcass. The survival and the final biomass increased straightly with the increase number of animals stocked for unit productive. The values of income of carcass as gutted weight, clean barrel, fillet, head and grease visceral didn't present significant difference ($p>0.05$) between the treatment. However, the total length and pattern, gain weight, total weight and hipathossomatic indices presented significant difference ($p<0.05$) and effect quadratic of the treatment. The chemical analyzes of the animals carcass didn't differ, statistically ($p>0.05$) to the variable dry material, protein and mineral material, so that, the higher lipic deposition was watched at fish produced in density 50 fish per m3. The varieties erythrocitics as hemoglobin and hematocrito didn't present difference statistics ($p>0.05$) to the treatment used, however, the total erythrocitics and the glucose differed significantly ($p<0.01$ and $p<0.05$, respectively) between the densities. It was concluded that the best density to the farm of piracanjuba in cages is between 58and 75 fish per $m^{3.}$

KEY-WORDS: Stocking Density, native species, stress, hematology, income.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) 18
Figura 2: Tanques-rede de 1 m^3 utilizados no experimento de diferentes densidades de estocagem de piracanjuba (*B. orbignyanus*) 33
Figura 3: Coleta de sangue por punção caudal em piracanjuba 36
Figura 4:Evisceração da piracanjuba 37
Figura 5: Filetagem da piracanjuba cultivada em diferentes densidades de estocagem 38
Figura 6: Vísceras da piracanjuba submetida a diferentes densidades de estocagem 38
Figura 7: Separação da gordura visceral da piracanjuba submetida a diferentes densidades de estocagem 39
Figura 8: Temperatura média da água em experimento de cultivo de piracanjuba (*B. orbignyanus*) em diferentes densidades em tanques-rede de 1m^3 40
Figura 9: Transparência média da água e índice pluviométrico da cidade de Santa Helena durante o período experimental de cultivo de piracanjuba (*B. orbignyanus*) em diferentes densidades em tanques-rede de 1m^3 41
Figura 10: Comprimento total (cm) de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 44
Figura 11: Peso final (g) de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 44
Figura 12: Ganho de peso (g) de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 45
Figura 13: Biomassa (g) de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 45
Figura 14: Fator de condição de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 48
Figura 15: Sobrevivência, em porcentagem, de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 50
Figura 16: Exemplar de piracanjuba (*B. orbignyanus*) com sinais de mordida na região da nadadeira dorsal e da nadadeira caudal ocasionada por canibalismo ocorrido por baixa densidade de estocagem 51
Figura 17: Exemplar de piracanjuba (*B. orbignyanus*) atacado por outros indivíduos da mesma espécie devido a baixa estocagem em tanques-rede 52
Figura 18: Exemplar de piracanjuba (*B. orbignyanus*) com lesão no tegumento atacada por bactérias e fungos 52
Figura 19: Proteína Bruta (PB), em porcentagem, de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 54
Figura 20: Lipídeos (LP), em porcentagem, de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 54
Figura 21: Glicose em g.dL-1 de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivados sob diferentes densidades de estocagem 56
Figura 22: Indice hepatossomático de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 57
Figura 23: Cruzamento entre as curvas hepatossomático e glicose no sangue de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades 58
Figura 24: Eritrócito de piracanjuba (*B. orbignyanus*) cultivados em diferentes densidades de estocabem 59

LISTA DE TABELA

Tabela 1 Composição química aproximada de 10 espécies de peixes de água doce de valor comercial dos açudes do nordeste brasileiro. 28
Tabela 2: Níveis de garantia da ração comercial (matéria seca)[1] 34
Tabela 3: Valores médios de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) e pH médios observados nos tanques-rede de $1m^3$ utilizados para cultivo de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) sob diferentes densidades no Reservatório da Itaipu. 42
Tabela 4: Valores de desempenho produtivo de piracanjubas (*Brycon orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades em tanques-rede. 43
Tabela 5: Valores médios da composição corporal em matéria seca de piracanjuba (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades de estocagem. 53
Tabela 6 Características hematológicas de piracanjuba (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades de estocagem. 55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
2 REVISÃO DA LITERATURA 12
2.1 Situação Atual da Pesca e da Aqüicultura 12
2.2 Tanques-rede 13
2.2.1 Gaiolas e tanques-rede 15
2.2.2 As estruturas dos tanques-rede 16
2.3 Espécie estudada 17
2.4 Densidade de estocagem 21
2.5 Rendimento do Pescado 25
2.6 Composição Química do Pescado 27
2.7 Hematologia 29
3 MATERIAL E MÉTODOS 32
3.1 Disposição dos tanques-rede 32
3.2 Procedimento experimental 33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 40
4.1 Qualidade da água 40
4.2 Desempenho produtivo das piracanjubas 43
5 CONCLUSÃO 61
REFERENCIAS 62

1 INTRODUÇÃO

Segundo relatório da ONU a população mundial atual totaliza 6,5 bilhões de pessoas e pode chegar a 9 bilhões em 2050, em vista disso, assegurar o acesso mundial à alimentação, face ao impacto das mudanças climáticas, deve ser um dos maiores desafios desse século. Atualmente 850 milhões de pessoas passam fome no mundo.

Segundo a FAO (2008) aproximadamente 110 milhões de toneladas de peixe para consumo humano em 2006 foram disponibilizados sendo que, desses, aproximadamente 47% são provenientes da aqüicultura.

No Brasil a participação da aqüicultura na produção de pescado que em 1997 era de 12% apresentou um crescimento maior que três vezes a sua produção chegando a 25,9% da produção total em 2006 demonstrando um grande acréscimo refletido na produção total e compensando a sobrexploração da pesca IBAMA (2008).

Atualmente o espaço limitado ao cultivo está levando a uma grande intensificação dos empreendimentos, utilizando os sistemas de alta circulaçãocomo o uso de gaiolas flutuantes. Desta forma, a produtividade natural perdeu espaço conquistado em décadas anteriores nos sistemas mais extensivos de “águas verdes”. (MOREIRA et al., 2001)

Os peixes são criados comercialmente em diferentes sistemas intensivos de produção. De acordo com Castagnolli (2000), nos últimos anos, desenvolveram-se novas tecnologias de criação de peixes em cativeiro, destacando-se os raceways, ou canais com elevado fluxo de água, tanques-rede e sistemas fechados com circulação de água.

Dentre as vantagens do uso de tanques-rede destaca-se o fato de ser possível o seu uso em águas públicas anteriormente utilizadas apenas para produção de energia ou para armazenamento de água e, também, por possibilitar uma maior troca de água do viveiro facilitando a oxigenação e reduzindo os resíduos possibilitando, com isso, uma maior estocagem de indivíduos por volume.

Estes fatos anteriormente citados nos atentam por uma necessidade de obtenção de maiores conhecimentos de cultivo de espécies potencialmente

produtivas, em ambientes favoráveis e com geração de alimento de boa qualidade e aceitação.

Entretanto muitas espécies cultivadas são exóticas e, segundo Esteves (1998), o cultivo destas espécies é uma preocupação de pesquisadores nacionais, pelo fato de poderem ocasionar danos tais como predação, invasão de territórios e superpopulação, dentre outros problemas decorrentes da invasão de ambientes naturais.

Nos últimos anos a produção de peixes nativos vem sendo incentivada com o intuito de preservá-las e manejá-las de forma adequada. Dentre as espécies cultivadas destacam-se a piracanjuba (*B. orbignyannus*), dourado (*Salminus maxillosus*), curimbatá (*Prochilodus lineatus*), mandi (*Pimelodus maculatus*) (SACCOL-PEREIRA; NUÑER, 2003), entre outros.

Dentre as espécies de peixes brasileiras destaca-se a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), por apresentar carne de ótima qualidade, hábito alimentar onívoro e com grande aceitabilidade de ração, rápido crescimento, facilidade de cultivo e excelente aceitação comercial. A coloração da carne da piracanjuba é laranja avermelhada devido à deposição de pigmentos carotenóides provenientes de alimento natural, dando assim um agradável aspecto e, provavelmente, um melhor valor de mercado (Santamaria; ANTUNES, 1998). Segundo IBAMA (2008) o preço da sua carne no Estado de Santa Catarina em 2006 é o mesmo disposto aos carnívoros de grande aceitação tais como o pintado e dourado.

No desenvolvimento de uma tecnologia de produção para uma determinada espécie de peixe, um dos primeiros passos é a verificação da densidade de estocagem adequada para a região, que visa definir níveis ótimos de produtividade por área (BRANDÃO et al., 2004)

Desta forma este estudo visa aprimorar a tecnologia no cultivo de piracanjuba em tanque-rede, de maneira que seja possível compreender melhor a influencia da densidade de estocagem sobre o desenvolvimento zootécnico, corporal e, de saúde animal dessa espécie.

O objetivo principal foi avaliar a produção de juvenis de piracanjuba, *B. orbignyannus*, criadas em diferentes densidades em tanques-rede de pequeno volume.

Objetivou-se principalmente avaliar o desempenho zootécnico, o rendimento corpóreo, composição química da carne e as condições de saúde da piracanjuba, *B. orbynianus*, cultivados em diferentes densidades de estocagem em sistema de tanques-rede de pequeno volume.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 **Situação Atual da Pesca e da Aqüicultura**

Segundo a FAO (2009) no total, 80% do estoque mundial de peixes de que se tem informações têm sido relatados como plenamente exploradas ou sobrexploradas. Provavelmente, já foi atingido o máximo potencial de captura da pesca dos oceanos do mundo.

A produção mundial de captura da pesca e da aquicultura disponibilizou em torno de 110 milhões de toneladas de peixe para consumo humano em 2006, o que equivale uma teórica oferta de 16,7 kg (peso vivo) per capita, uma figura que está entre as mais altas registradas até agora onde aproximadamente 47% deste montante correspondeu a aquicultura.

Excluindo China, a oferta per capita aumentou moderadamente, cerca de 0,5% anualmente desde 1992 (após um declínio desde 1987), com o aumento do aquicultura a oferta supera os efeitos da estagnação na produção a partir de captura da pesca e aumento da população.

A China continua a ser de longe o maior produtor de pescado do mundo, pois sua produção em 2006 foi de aproximadamente 51,5 milhões de toneladas (17,1 e 34,4 milhões de toneladas da pesca e da aqüicultura, respectivamente), valores que são estimados para atender uma oferta interna para consumo humano, de 29,4 kg per capita, bem como para exportação e para fins não alimentares. No entanto, existem indicações de que as estatísticas sobre a produção da pesca e da aqüicultura na China esteja demasiado elevado.

Em 2008, a China relatou uma queda de produção em mais de 10%, o que equivale a um redução de mais de dois milhões de toneladas de peixe decorrentes da captura e de três milhões de toneladas da aqüicultura.

A aqüicultura continua a crescer mais rapidamente do que qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal, e mais rápido que a população. Segundo a FAO (2009) é possível que estamos a atingir um marco importante. Após um crescimento, especialmente durante as últimas quatro décadas, a aqüicultura,

pela primeira vez, é capaz de fornecer metade do peixe consumido pela população humana global.

A pouco tempo, as tendências da produção da aqüicultura e da pesca prosseguiam sem qualquer alteração drástica daquelas existentes no início da década.

A estimativa para a produção de pescado em 2008 através da aqüicultura e da pesca é de aproximadamente 53,2 e 91 milhões de toneladas, respectivamente. São valores bastante altos e, pode-se observar que a diferença entre a captura e a produção ainda são bastante elevados porém, se analisarmos o crescimento de cada setor observamos um acréscimo significativo de 4,7% na produção para 2007 enquanto que a captura teve um decréscimo de 0,8 %.

Desta forma, pode-se dizer que há uma tendência mundial para a produção de pescados através da aquicultura para manter a oferta de proteína dessa origem e ainda aumentar o mercado consumidor que aumenta consideravelmente.

2.2 **Tanques-rede**

Segundo relatos históricos, o uso de tanques-rede ou gaiolas para cultivo de peixes estava presente desde o final do século XIX na Ásia. Onde os primeiros eram usados na retenção de peixes até a venda e eram confeccionadas com bambu. A partir de 1950, nos Estados Unidos, surgiram as primeiras estruturas confeccionadas com plástico (KENTUCKY STATE UNIVERSITY, 2005).

Os maiores motivos para a difusão desse método de cultivo se devem ao fato de ser possível sua utilização em locais variados (rios, reservatórios, lagos, canais, etc.), uso de densidades elevadas, colheita rápida, produção em unidades pequenas, adaptação flexível às demandas de mercado, possibilidade de observação direta e intervenção imediata (MULLER; VÁRADI, 1984)

O cultivo de peixes em tanques-rede é considerado um sistema de produção intensivo. Desta forma, os peixes são confinados em altas densidades, dentro de uma estrutura onde os animais recebem ração balanceada e, ainda, permite que ocorra uma boa troca de água com o ambiente.

Segundo Schmittou (1993) as modalidades de criação de organismos aquáticos e principalmente na piscicultura, a dos tanques-rede é a que permite as maiores densidades de estocagem.

A alta taxa de renovação de água dentro do tanque-rede é o principal fator que viabiliza a alta densidade populacional e a produção de uma grande biomassa de peixes por unidade de volume (50 a 250 kg/m^3), já que supre a elevada demanda por oxigênio e remove os dejetos produzidos (NOGUEIRA, 2007).

Segundo Ayroza et al. (2005) o cultivo de peixes em tanques-rede pode incrementar consideravelmente à produção aquícola, criar condições para atrair novos investidores e, tornar-se excelente alternativa de geração de emprego e renda além de diminuir a pressão sobre os estoques pesqueiros naturais e sobre as várzeas.

Segundo Nogueira (2007) dentre as vantagens do cultivo de peixes em tanques-rede destaca-se:

- menor custo de implantação em comparação com outros sistemas de cultivo intensivo em viveiros escavados e Raceway;
- maior facilidade e rapidez na montagem da infra-estrutura de produção;
- maior facilidade e rapidez para expansão da capacidade de produção;
- maior facilidade de controle e monitoramento do processo de cultivo;
- maior proteção contra predadores naturais;
- amostragens de peixes são feitas facilmente
- possibilidade de combinar o cultivo de várias espécies;
- colheita simplificada;
- aproveitamento de ambientes de grandes lagos e barragens; dispensando desmatamento de áreas e movimentações de terras, evitando processos de erosão e assoreamento de rios e lagos.

Como todo empreendimento o cultivo de peixes em tanques-rede também apresenta algumas desvantagens as quais são assim destacadas por Nogueira (2007):

- menor possibilidade de correção dos parâmetros químicos e físicos da água;
- a ração deve ser de alta qualidade e nutricionalmente balanceadas;
- o controle de doenças é muito difícil;
- amortização dos investimentos poderá ser pequena;
- aumento nos custos com mão-de-obra mais especializada.

Devido as suas particularidades, a escolha do local para cultivos de peixes em tanques-rede, é sem dúvida, a etapa mais importante no processo de implantação do empreendimento. Dentre os principais critérios a serem considerados no processo de escolha podemos destacar a facilidade de acesso, parâmetro físico-quimicos da água e condições climatológicas.

2.2.1 Gaiolas e tanques-rede

Gaiolas e tanques-rede são estruturas de tela ou rede, fechadas de todos os lados, que retêm os peixes e permitem fluxo contínuo de água, removendo metabólitos e fornecendo oxigênio aos animais. As gaiolas são confeccionadas com material rígido, como telas de aço galvanizado revestidas com PVC, telas de aço inox, polietileno de alta densidade (tela plástica), entre outros. Tanques-rede são construídos com material flexível como redes de multifilamentos de seda recobertas ou não com PVC (BEVERIDGE, 1996; CYRINO; CONTE, 2001).

A denominação de tanques-rede é empregada às unidades de cultivo que utilizam, para a contenção dos peixes, materiais que se comportem como uma rede na hora da colheita (ONO; KUBITZA, 2003)

As gaiolas ou tanques-rede de pequeno volume e alta densidade (PVAD) apresentam tamanho entre 1,0 e 4,0 m^3 e permitem produzir entre 150 e 250 Kg/m^3/ciclo. Gaiolas de PVAD tem maior capacidade de produtividade, pois possuem menor área para que o fluxo de água retire os metabólitos e promova a oxigenação. Gaiolas de grande volume e baixa densidade (GVBD) apresentam mais de 18 m^3, e podem produzir de 20 a 80 Kg/m^3/ciclo. Grande número de piscicultores no Brasil, bem como em diversos países, utiliza gaiolas de tamanhos intermediários (de 6 a 18 m^3), com produtividade entre 50 e 100 Kg/m^3/ciclo (BEVERIDGE, 1996).

2.2.2 As estruturas dos tanques-rede

As estruturas utilizadas para a armação de um tanque-rede são geralmente construídas usando tubos, perfis e barras metálicas, onde são presos os flutuadores e as malhas.

Os flutuadores são estruturas que permitem que o tanque-rede fique suspenso sob a água, mantendo a tela esticada e possibilitando a movimentação da estrutura em decorrência à da água. Eles podem ser feitos especificamente para o uso nessa atividade ou serem adaptados através do uso de tambores plásticos ou tubos de PVC tampados nas extremidades.

Outra estrutura importante dos tanques-rede são os comedouros. São utilizados para fazer a contenção da ração extrusada e são confeccionados por diferentes materiais em forma de malha e em diferentes formas e tamanhos, podendo ser central ao tanque ou fixado à borda do mesmo.

De qualquer forma os materiais utilizados na estrutura de sustentação,contenção e flutuação devem ter as seguintes características (Nogueira, 2007):

- permitir a troca eficiente de água entre o tanque-rede e o ambiente;
- resistência à corrosão (ferrugem);
- resistência mecânica (agüentar o movimento das águas, as maretas ou marolas);
- baixo custo;
- leve para facilitar o deslocamento e manejo;
- material não cortante ou abrasivo para não causar ferimentos aos peixes;
- permitir a saída dos dejetos produzidos pelos peixes (fezes e restos de ração).

Existem vários tipos de tanques rede, e que variam basicamente quanto à forma da estrutura (redondos, quadrados e retangulares), e quanto a área útil para o cultivo. Os tanques rede mais utilizados atualmente são os de 4,0m^3 e 6,0m^3 de volume útil. Geralmente medem 2,0m x 2,0m de comprimento e largura, com altura variando entre 1,20m (1,0m submerso) a 1,80m (1,5m submerso), permitindo altas densidades de cultivo (150 a 200 kg/m^3) e facilitando o manejo da despesca.

O tamanho e forma do tanque tem influência direta sobre o cultivo de algumas espécies de peixes afetando o desenvolvimento e a produtividade do empreendimento. Saccol-Pereira e Nuner(2003) concluiu que diferentes formas de tanques influenciam no comprimento e peso de larvas de piracanjubas destacando que tanques quadrados possibilitam um melhor resultado.

Os tanques-rede devem ser dispostos em ambientes aquáticos, ditos lênticos – reservatórios, açudes ou lagos – onde haja ligeiro fluxo de água, sendo muito importante que haja uma renovação constante, mesmo que lenta, da água dos tanques-rede, a fim de remover a amônia excretada e repor o oxigênio dissolvido. Devem-se evitar corredores de vento e locais sujeitos a correntes muito fortes, como embocaduras de rios, por exemplo.

A profundidade mínima é de 2,0 m permitindo que o fundo dos tanques-rede fique, pelo menos, a 80 cm do fundo do reservatório. Com isso, reduz-se bastante o efeito nocivo dos processos bioquímicos que ocorrem no sedimento, como fermentação e decomposição de fezes e de sobras de ração.

2.3 **Espécie estudada**

O gênero Brycon, encontra-se representado por cerca de 40 espécies, sendo que dentre as mais utilizadas para o cultivo destacam-se a piracanjuba (*B. orbignyanus*) (fig.1) e o matrinxã (*B. cephalus*), sendo ambas nativas da bacia Paraná-Uruguai (MOREIRA et al., 2001).

Figura 1: Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)
Fonte: Arquivo pessoal

A piracanjuba, que se encontra distribuída nas bacias do Paraná, Paraguai e Uruguai, é uma espécie que apresenta seus estoques naturais sensivelmente reduzidos devido principalmente à ação antrópica, como a destruição da mata ciliar, a poluição dos mananciais hídricos e o barramento dos rios (ARANA, 2004).

Tanto o matrinxã como a piracanjuba são espécies consideradas de alta capacidade de adaptação a cultivos extensivos e intensivos. Essa adaptabilidade deve-se principalmente ao seu hábito alimentar onívoro. Pizango-Paima et al. (2001) em seus estudos com matrinxã na Amazônia Central destaca que esta espécie apresenta a capacidade de se alimentar dos itens disponíveis no ambiente considerando, assim, como espécie oportunista e onívora.

Seixas-Filho et al. (2000) avaliando a anatomia funcional e morfométrica dos intestinos e cecos pilóricos de piracanjuba relatou que a maioria dos órgãos encontra-se no terço anterior da cavidade peritoneal, onde estão localizados o intestino anterior (esôfago e estômago), as alças 1, 7 e 8 e a porção cranial das alças 2 e 9 do intestino médio, e os cecos pilóricos. No terço médio, localizam-se a porção caudal das alças 2 e 9 e as alças 3, 4, 5 e 6 do intestino médio; e no terço posterior encontra-se o intestino posterior, que chega ao ânus e se abre anteriormente à nadadeira anal. Destaca, ainda, que o arranjo das alças intestinais é bastante definido, o plano geral do intestino médio e do reto foi mantido. As relações entre o arranjo das pregas da mucosa e a velocidade de transporte do

alimento no intestino médio sugerem que os padrões transversal e obliquo retardam o avanço do alimento em sentido aboral, possibilitando maior período digestivo e melhor aproveitamento dos nutrientes, contribuindo para a preparação do bolo fecal. O padrão da mucosa dos cecos pilóricos possui características anatômicas semelhantes às do intestino e, o comprimento e calibre dos mesmos aumentam proporcionalmente com o desenvolvimento do peixe. Seixas-Filho et al. (2000) concluiu que a piracanjuba possui um padrão de alças intestinais que sugere uma adaptação para uma alimentação com valores intermediários entre o arranjo intestinal de peixes carnívoros e o dos herbívoros. O comprimento total do intestino e das alças intestinais e seus calibres, provavelmente, exercem função específica na absorção de nutrientes.

Angelescu e Gneri (1949) (apud Seixas Filho et a., 2000) observam que as características anatômicas do aparelho digestório dos peixes acham-se em estreita dependência com a natureza dos alimentos, as características do habitat, o estado nutricional e o estádio de desenvolvimento do indivíduo, manifestados, especialmente nesse aparelho, por adaptações e modificações. Essas são variações morfológicas provocadas pela ação de fatores do ambiente sobre o organismo, podendo ser de caráter permanente, produzidas na evolução filogenética, como no caso das adaptações, ou de caráter temporário, produzidas no ciclo ontogenético do indivíduo, chamadas de modificações.

Os estudos relativos ao manejo e nutrição da piracanjuba tem sido intensificado nos últimos anos, visando levantar informações que possibilitem sua criação em cativeiro, tendo em vista que as mesmas respondem positivamente em termos de desempenho com a utilização de alimentos de origem vegetal, o que contribui para a redução do custo de produção. Devido a resposta positiva que a piracanjuba apresenta a dietas com proteína de origem vegetal e animal, o custo do seu cultivo é reduzido pela possibilidade da utilização do farelo de soja em substituição a farinha de peixe.

Esta espécie adapta-se bem à dietas peletizadas ou extrusadas, sendo que o fornecimento de dietas extrusadas permite maior controle do consumo, facilitando a manutenção da qualidade da água, fundamental para essas espécies. Os níveis protéicos recomendados variam de 25 a 30% (MOREIRA et al., 2001).

Sá e Fracalossi (2002) testando diferentes porcentagens de proteínas em rações isocalóricas com juvenis de piracanjuba perceberam que rações com 29 %

de proteína bruta e com 10,4 Kcal EM/g PB foram suficientemente satisfatórias em seu cultivo demonstrando uma conversão alimentar de 1,55.

Izel et al. (2004) em experimentos com alevinos de matrinxã alimentados com rações isocalóricas (390Kcal/100g) com diferentes porcentagens de proteína bruta (PB) relataram que dietas contendo 28 % de PB proporcionou o maior crescimento em peso diário dos peixes (4,0 g/dia).

Albeláez-Rojas et al. (2002) em seus estudos concluiram que matrinxãs (*B. cephalus*) cultivados em sistema intensivo e semi-intensivo e alimentados com ração extrusada com 30 % de PB apresentaram conversão alimentar de 1,9 e 2,14, respectivamente.

A conversão alimentar é um fator importante no cultivo de peixes onde objetiva-se obter o menor valor possível acarretando em maior aproveitamento do alimento fornecido. Uma boa conversão alimentar torna-se de grande importância para a produção comercial de determinada espécie.

Brandão et al. (2005) em seu estudo com diferentes densidades de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) (200, 300, 400 e 500 px/m^3) para recria em tanques-rede observaram que a conversão alimentar não diferiu entre os tratamentos e ficou entre 1,31-1,35.

A criação de larvas é um dos fatores mais limitantes no cultivo desta espécie, principalmente em função da elevada taxa de canibalismo. Visando reduzir esse canibalismo tem-se utilizado larvas de outros peixes e também “organismos-alimentos”, como a artemia. A densidade nessa fase varia de 25 a 70 peixes/m^2 (Moreira et al., 2001). Feiden e Hayashi (2005) destacaram a importância do alimento vivo na dieta de juvenis de piracanjuba cultivadas em cativeiro.

A desuniformidade das larvas é um dos fatores determinantes para que ocorra um aumento na taxa de canibalismo, sendo a alimentação adequada (disponibilidade e tipo) importante para se obter maior taxa de sobrevivência durante esse período.

Feiden e Hayashi (2005) notaram que houve mortalidade pouco significativa entre os juvenis de piracanjubas cultivados a uma densidade de 15 ind/m^3 destacando a tendência a canibalismo da espécie nesta idade devido a condição de estresse a que foram submetidos pelas variações de características físico-quimicas da água.

Já Saccol-Pereira e Nuñer (2003) estudando larvicultura de piracanjuba perceberam que não houve diferença significativa na sobrevivência, média de peso, comprimento e altura dorso-ventral das larvas cultivadas as densidades de 5, 15 e 25 larvas/L.

2.4 **Densidade de estocagem**

A muito tempo é comum o confinamento de organismos aquáticos em altas densidades (DE) para se obter um aumento da produtividade e melhorar o desenvolvimento zootécnico da população (Ono, 1998). Segundo Kubitza et al. (1999) a estimativa da capacidade de sustentação dos ambientes onde os organismos são confinados oferece grande vantagem, uma vez que permite estimar a biomassa da criação que pode ser alcançada sem prejudicar as condições ambientais e, com isso, evitando transtornos que possam vir a comprometer a produtividade e viabilidade do empreendimento. Segundo Ono (1998) o aumento da densidade de peixes aumenta a competição por alimento e há uma piora na qualidade da água do ambiente.

Muitos são os motivos que levam a um estudo mais aprofundado dos limites produtivos causados pela estocagem de peixes em diferentes densidades em ambiente de cultivo. Baldisserotto (2002) afirma que caso a densidade seja baixa, muitas vezes, o crescimento dos peixes é melhor, mas o espaço é pouco aproveitado. Existem, inclusive, algumas espécies que não crescem bem quando em baixas densidades, pois parecem requerer algum tipo de estimulação social com exemplares da mesma espécie. Alem disso, os exemplares de algumas espécies, quando criados em baixa DE, tendem a estabelecer territórios bem definidos e, muitas vezes, gastam muita energia na defesa deles.

A medida que a DE aumenta, o custo de defesa do território torna-se excessivo em relação às vantagens que ele poderia trazer, pois para defender seu território o peixe precisaria brigar o tempo inteiro com um número cada vez maior de invasores e não teria tempo para se alimentar ou desfrutar de alguma outra comodidade do seu território. Deste modo, com o aumento da densidade, o peixe acaba desistindo do seu território e passa a fazer parte de um cardume. Em densidades elevadas, a

redução do crescimento deve-se, muitas vezes, a uma deterioração da qualidade da água e não ao efeito da densidade em si. Contudo, mesmo quando essa limitação é eliminada, existe uma DE ótima para espécies com quantidade ilimitada de alimento. (BALDISSEROTTO, 2002)

Desta forma, a densidade de estocagem pode ter influência direta no crescimento individual bem como da população como um todo. Esta afirmação já foi por muitas vezes testada por vários autores dentre os quais podemos destacar os seguintes estudos:

Salaro et al. (2003) testando o cultivo de trairão (*Hoplias lacerdae*) em diferentes densidades de estocagem (1 e 4 alevinos/m2) perceberam que o maior ganho de peso diário e comprimento ocorreu nos peixes estocados a menor densidade.

Gomes (2000), estudando larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*), verificou que o comprimento e peso foram significativamente reduzidos com o aumento da densidade de estocagem.

Brandão et al. (2004) em um experimento com recria de tambaqui em diferentes densidades (200, 300, 400 e 500 px/m^3) perceberam que o crescimento em comprimento e peso na densidade de 500 px/m^3 foi significativamente menor que a 200 px/m^3.

Brandão et al. (2005) em seu estudo com diferentes densidades de estocagem de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) (200, 300, 400 e 500 px/m^3) para recria em tanques-rede observaram que não houve diferença significativa entre as variáveis de crescimento sugerindo que não houvesse atingido a capacidade de suporte. O coeficiente de variação do crescimento não apresentou diferença significativa entre as densidades demonstrando homogeneidade entre os lotes.

Gomes e Schlindwein (2000) estudaram efeito de períodos produtivos e densidade de estocagem no cultivo de catfish (*Ictalurus punctatus*) e observaram um maior ganho de peso nos indivíduos estocados em menor densidade.

Marengoni (2006) observou que o aumento da densidade de tilápia do Nilo (250, 300, 350 e 400 peixes/m^3) promoveu uma redução linear ($p<0,01$) sobre o peso médio final e ganho de peso médio diário, porém não influenciou no fator condição dos peixes. Da mesma forma, observou que houve um aumento linear significativo ($p<0,05$) na biomassa final, produtividade, consumo de ração e conversão alimentar aparente à medida que se eleva a densidade de cultivo.

Ostini et al. (2007) estudando a criação de juvenis de robalo-peva (*Centropomus parallelus*) com peso médio de 32,53 g submetido a diferentes densidades de estocagem (20 e 40 peixes/m^3) em tanques-rede de 1 m^3 de volume notou que na densidade de 20 peixes/m^3 teve-se significativamente ($p<0,05$) um maior ganho de peso dos peixes e que à densidade de 40 peixes/m^3 apresentou maior biomassa final.

A influência da densidade tanto pode atingir a disponibilidade de alimento, competição por espaço como o instinto de formação de cardume o que leva, dentre outras coisas, a uma uniformidade ou não da população bem como a uma alteração na sobrevivência devido a competição, levando ao canibalismo.

Lage et al. (1999) em um experimento com piracanjubas de um ano e três meses e com 149 g de peso médio estocadas em densidades de 1 e 0,5 peixe/m^2 não percebeu influencia da densidade de estocagem e nem dos níveis de alimentação (2%, 3,5% e “ad libitum”) no ganho de peso e nem no crescimento.

Paiva et al. (2008) avaliaram a produção de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*), estocada em diferentes densidades (200, 250 e 300 peixes/m^3) em tanques-rede de 1 m^3 instalados em viveiros de piscicultura povoados ou não com a mesma espécie e observaram que houve uma distribuição de freqüência de classe de peso entre as densidades onde em tanques-rede situados em viveiro livre apresentou-se 82,4, 70,9 e 61,9% de peixes nas densidades de 200, 250 e 300 peixes/m^3, respectivamente, com peso comercial (500 g). Da mesma forma, em tanques-rede situados em viveiro povoado conseguiu-se atingir 51,3, 42,1 e 44,9%, respectivamente, com 500 g de peso.

Piaia e Baldisserotto (2000) em seu estudo com densidades (114, 227 e 454 alevinos/m^3) de estocagem de alevinos de jundiá (*Rhandia quelen*) em circulação fechada observou que os alevinos submetidos a maior DE permaneciam em grupo na captura do alimento enquanto que os estocados a menor densidade formaram territórios distintos e individuais podendo ter ocorrido maior gasto metabólico em função de interações agonísticas o que levou a um menor crescimento e, também, uma menor sobrevivência. Verificaram que maiores densidades de estocagem favorecem a formação de grupos na captura de alimentos. O aumento da densidade de estocagem contribuiu para o não territorialismo entre os peixes e, conseqüentemente, para a diminuição do canibalismo.

Albeláez-Rojas et al. (2002) notaram que houve uma maior taxa de sobrevivência em matrinxãs cultivados em sistema intensivo (93,3 %) (10 peixes/m^3) comparado ao sistema semi-intensivo (70,6 %) (1 peixe por metro cúbico).

Salaro et al. (2003) testando o cultivo de trairão (*Hoplias lacerdae*) em diferentes densidades de estocagem (1,0 e 4,0 alevinos/m^2) observaram que ocorreu uma maior sobrevivência nos alevinos estocados em maior densidade (96,7%), quais observaram que a esta densidade os peixes formaram cardume à meia água para captura do alimento não registrando agressividade entre os peixes.

De acordo com Pienaar (1990), o canibalismo pode ser controlado por simples alteração na disponibilidade de alimento.

Feiden et al. (2006) ao avaliarem o desenvolvimento de larvas de surubim-do-iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*) alimentadas com diferentes dietas, observaram que a maior disponibilidade de alimento reduz o canibalismo, demonstrando que o canibalismo está diretamente relacionado com a disponibilidade de alimento.

Cavero et al.(2003) em seu experimento com diferentes densidades de estocagem de juvenis de pirarucu em ambiente confinado perceberam que o consumo de alimento foi inversamente proporcional à densidade de estocagem. Não foi observado o estabelecimento de classes hierárquicas nem a formação de zonas específicas de alimentação dentro dos tanques-rede. Durante o experimento não foi registrado casos de agressão, competição por alimento ou canibalismo.

Gomes (2000), estudando larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*), não observou correlação entre a sobrevivência e densidade de estocagem.

A quantidade de adensamento de peixes utilizadas num cultivo pode alterar significativamente a composição corporal de forma que venha interferir no produto final de comercialização. Esta situação foi bastante testada por alguns pesquisadores e, por vezes, provada.

Albeláez-Rojas et al. (2002) em seu estudo sobre composição corporal de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e matrinxã (*Brycon cephalus*) cultivados em sistema intensivo (10 peixes/m^3) e semi-intensivo (1 peixe/m^3) perceberam que houve menor deposição de gordura (13,51 % e 14,95 %, respectivamente) e maior deposição de proteína (nos peixes cultivados no sistema intensivo.

Luz e Zaniboni Filho (2002) testaram diferentes densidades de estocagens de pós-larvas de mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*) (5, 15 e 30 pós-larvas/L) e

perceberam que a sobrevivência foi inversamente proporcional ao acréscimo na densidade. Desta forma, também, ocorreu um maior canibalismo no tratamento com maior densidade onde observou-se a presença de alimento no trato digestório dos indivíduos mortos porém, isso não afetou o canibalismo. Mas, mesmo assim, a densidade de 30 pós-larvas/L apresentou 3 vezes mais larvas que aquele com maior sobrevivência e menor densidade (5) obtendo-se uma maior produtividade.

Brandão et al. (2005) em seu estudo com diferentes densidades de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) (200, 300, 400 e 500 px/m^3) para recria em tanques-rede observou que a sobrevivência média final oscilou entre 92% na densidade de 200 px/m^3 a 77,75% na de 400 peixes/m^3 porém não houve diferença significativa entre as densidades e a média ficou em torno de 85%.

Lopez e Sampaio (2000) em um estudo com larvas de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) cultivadas em canaletas de 0,43 m^2 de área útil e sob as densidades de 150, 250 e 500 larvas/canaleta observou uma sobrevivência de 60, 49 e 37%, respectivamente. Porém, não observaram uma diferença significativa em relação ao comprimento médio final das larvas. Relataram, ainda, que a influencia negativa das densidades de estocagem na sobrevivência das larvas de pacamã pode ter sido decorrente da densidade de alimento disponível incidindo sobre o canibalismo da espécie.

Ostini et al. (2007) estudando a criação de juvenis de robalo-peva (Centropomus parallelus) com peso médio de 32,53 g submetido a diferentes densidades de estocagem (20 e 40 peixes/m^3) em tanques-rede de 1 m^3 de volume observaram que não houve influencia da densidade na sobrevivência (96,70 e 99,20%, respectivamente).

2.5 **Rendimento do Pescado**

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 (BITTENCOURT, 2008). Segundo Souza et al. (1999) o conhecimento sobre o

rendimento do peixe, bem como de seus subprodutos, são de fundamental importância tanto para a indústria de processamento quanto para o produtor.

O rendimento de cortes é fundamental na produção de peixes, visto que, a comercialização é realizada principalmente pela quantidade de quilos de filé, peixe inteiro ou eviscerado. O conteúdo visceral é importante no rendimento de cortes, sendo que no momento do abate as vísceras (fígado, trato digestório) e outros componentes (gordura visceral e gônadas) são descartados (LAZZARI et al., 2007).

Todos estes fatores caracterizam a necessidade de ampliar pesquisas voltadas ao maior rendimento do pescado de acordo com manejo nutricional, densidade de estocagem, tamanho e formas de abate.

Em um estudo com níveis de proteína (25, 30 e 35%) e energia (3250 e 3500 kcal/kg) na alimentação de pacus (*P. mesopotamicus*) em tanques-rede no reservatório de Itaipu, Signor (2006) não encontrou diferença entre os tratamentos para o rendimento de filé e tronco limpo e observou que o menor rendimento de carcaça ocorreu nos peixes alimentados com ração contendo a maior proporção de proteína bruta (35%) e energia digestível (3500 kcal/kg) ressaltando, ainda, que nessas condições ocorreu uma maior deposição de gordura visceral nos animais.

Boscolo et al. (2001) em sua avaliação sobre o rendimento da tilápia do Nilo das linhagens tailandesa e comum encontraram para o tronco limpo rendimento de 49,46 e 51,39% e rendimento de filé de 37,47 e 33,37%, respectivamente.

Silva et al. (2002) estudando o desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*O. niloticus* L) em diferentes densidades (90, 120 e 150 peixes/m^3) e trocas de água em “raceway” perceberam que os rendimentos de filé e de carcaça diminuíram com a menor troca de água nas maiores densidades de estocagem. A maior média para rendimento de filé (35,02%) foi encontrada na densidade de 90 peixes/m^3 na troca de água total de 60 minutos.

Leonhardt et al. (2006) trabalhando com características morfométricas, rendimentos e composição do filé de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*),da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas notaram um rendimento de filé de 36,51, 38 e 39,05, respectivamente. Os autores atribuíram o maior rendimento demonstrado pelo cruzamento as linhagem devido ao menor peso final registrado, notando que o peso de abate influencia diretamente no rendimento do pescado.

Segundo Souza et al. (1999) no Brasil não existe padronização no método de filetagem e na categoria de peso, em função das espécies de peixes, sobre seus rendimentos.

Em trabalho com rendimento de carcaça de peixe matrinxã (*Brycon cephalus*) nos diferentes cortes de cabeça Gomiero et al. (2003) concluiram que o corte obliquo da cabeça proporcionou melhores rendimentos de tronco limpo (65,67%) em relação ao corte reto da cabeça (61,28%). Para o rendimento de filé os autores encontraram um rendimento de 36,61% e 37,23%, respectivamente.

Segundo Souza et al. (2000) a relação inversa entre o peso da cabeça e o rendimento potencial já é comprovada. O peso da cabeça é um bom indicador do rendimento do corpo limpo, pois à medida que o tronco vai sendo manipulado, a correlação diminui, atingindo menor valor para filé sem pele.

Estudando efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento da piracanjuba, Freato et al. (2005) observaram que as porcentagens de cabeça e de resíduo de filetagem diminuíram com o aumento da classe de peso de abate, ao passo que o rendimento do filé aumentou. Da mesma forma observou-se que a porcentagem de vísceras aumentou em função do aumento da classe de peso, até atingir o máximo de 12,12%, em peixes com peso médio de abate de 915,8 g. Os autores inferiram, com isso, que esse aumento ocorreu devido à proximidade da maturidade sexual, uma vez que considerou-se como vísceras todo o conteúdo da cavidade celomática, incluindo gônodas e gordura celomática.

2.6 **Composição Química do Pescado**

Segundo Oetterer (2002) o pescado apresenta muito mais vantagens do que qualquer alimento de origem animal no aspecto nutricional. Ressalta a autora que o pescado possui alto valor nutricional principalmente por possuir todos os aminoácidos essenciais, um alto teor de lisina, alta digestibilidade protéica, além de ser fonte de vitaminas lipossolúveis e das do complexo B, alta saturação dos ácidos graxos, com presença do ômega-3 e o baixo teor de colesterol.

O conhecimento sobre o rendimento do filé e as variações em sua composição centesimal são de grande importância para as unidades beneficiadoras de pescado, bem como para produtores (MACEDO-VIEGAS et al., 2002).

Segundo Ogawa e Maia (1999) a carne do pescado possui, em geral, características extremamente variáveis, contendo entre 60 e 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.

Na tabela 1 podemos ver as composições químicas de diferentes espécies de água doce de valor comercial.

Tabela 1 Composição química aproximada de 10 espécies de peixes de água doce de valor comercial dos açudes do nordeste brasileiro.

Espécie	Proteína	Gordura	Cinza
Tilápia	18,5	3,6	2,4
Tucunaré comum	22	1,6	2,6
Sardinha	17,8	4,5	1,9
Curimatã comum	18,5	6,6	1,7
Pescada do Piauí	18,1	2,6	1,5
Traíra	21,5	2,5	1,8
Piau comum	17,5	8,6	1,8
Piau verdadeiro	18,2	4,5	2,0
Cangati	17,5	7,5	2,0
Branquinha	18	7,9	1,5

Fonte: Sales e Sales (1990)

As espécies do gênero Brycon apresentam uma boa aceitação no mercado consumidor principalmente pela qualidade de sua carne que além de coloração avermelhada (principalmente a piracanjuba) possuem uma constituição nutricional excelente com índices altos de proteína e baixos de gordura. Sá e Fracalossi (2002) perceberam que a composição corporal de alevinos de piracanjubas é variável conforme o alimento ingerido. Destaca ainda a composição média, na matéria seca (MS), de 59,03 ± 1,33 % de PB, 27,13 ± 1,80 % de EE e 9,13 ± 0,09 % de cinzas em indivíduos cultivados com ração composta por 36 % de PB.

Izel et al. (2004) relatam que filés de matrinxã alimentados com ração contendo 28 % de PB e 3900 Kcal/kg de energia apresentaram 64,8 % de proteína, 33,1 % de gordura, 4,2 % de minerais e 6000,3 Kcal/kg de energia, na matéria seca.

Pizango-Paima et al. (2001) em suas análises com matrinxã (*Brycon cephalus*) em ambiente natural na Amazônia central concluiu que os teores de proteína foram de 63 % no músculo e de 42 % no fígado e que o extrato etéreo (EE) foi de 21,6 % e

33,6 %, respectivamente, na matéria seca. Da mesma forma, relata que existe uma relação entre composição centesimal da dieta e aquela do filé.

Bittencourt et al. (2008) observando a composição química da carcaça na matéria natural no cultivo de pacu (*P. mesopotamicus*) em tanques-rede de pequeno volume em diferentes densidades (200, 300 e 400 peixes/tq) observaram que não houve diferença estatística ($p<0,05\%$) na MS, matéria mineral (MM) e PB entre os tratamentos, porém, notaram uma diminuição de lipídeos (LI) com o aumento da densidade de estocagem.

2.7 **Hematologia**

As enfermidades, de um modo geral, estão relacionadas às alterações do hemograma nos animais e no homem. Por isso o quadro hematológico de diferentes peixes e condições de criação vêm sendo estudado (TAVARES-DIAS et al., 2000).

O estudo da hematologia em peixes contribui para a compreensão da fisiologia comparativa, relação filogenética, condições alimentares e outros parâmetros ecológicos (LARSSON et al., 1976).

A resposta dos peixes ao estresse pode ser dividida em primária, secundária e terciária, de acordo com o nível organizacional em que operam (BARTON E IWANA, 1991).

Segundo Okamura et al. (2007) a resposta primária ao estresse é marcada, principalmente pela liberação de cortisol e adrenalina, que são frutos da ativação de dois grandes sistemas, o eixo hipotalâmico-pituitário-interrenal (HPI) e o sistema simpático-cromafim (SC).

As alterações neuroendócrinas da resposta primária dão origem às respostas secundárias, que são marcadas por desequilíbrios hidrominerais, comprometimento das funções imunológicas e mobilização de substratos ricos em energia. O aumento do nível plasmático de glicose se dá, principalmente, pela depleção das reservas de glicogênio hepático e aumento da gliconeogênese (VIJAYAN, 1997).

Como conseqüência dos eventos causados pela resposta primária e secundária podem ocorrer complicações que atingem o organismo como um todo, denominadas de respostas terciárias (ODAMURA et al., 2007) que, dentre outras

manifestações, apresentam uma redução do ganho de peso e da resistência às doenças.

A condição de estresse de peixes submetidos a densidades acima do tolerável para a espécie pode ocasionar uma queda na imunidade corpórea acarretando numa possível disseminação de doença e proliferação de organismos patógenos tais como bactérias, fungos, protozoários e fungos. Uma forma de observar a condição sanitária de peixes é realizando a análise de glicose no sangue. Segundo Morgan e Iwana (1997) a glicose é um bom indicador de distúrbios fisiológicos resultantes de diferentes tipos de estressores, por ser a principal fonte de energia utilizada pelos peixes para suportar situações desfavoráveis.

Segundo Procarione et al. (1999), a submissão de peixes a densidades extremas causam um aumento na glicose sanguínea e, conseqüentemente a diminuição do crescimento, pois a energia destinada ao crescimento é desviada para compensar a situação desfavorável.

Brandão et al. (2005) em seu estudo com diferentes densidades de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) (200, 300, 400 e 500 px/m^3) para recria em tanques-rede observaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto a concentração de glicose sanquinea, ficando esta em torno de 60-65 $mg.dL^{-1}$, demonstrando que nenhuma delas foi fisiológicamente estressante para o matrinxã.

Azevedo et al. (2006) observaram que não houve variações significativas dos valores de hematócrito e do número total de leucócitos em tilápias cultivadas em diferentes sistemas de cultivo (consórcio com suínos e pesque-pague) supondo que isto se deve ao fato de os animais não estarem sujeitos a efeitos de fatores estressantes e, também, a densidade populacional adequada para tilápias. Observaram, também, que não houve diferença significativa entre os valores médios da taxa de glicose no sangue dos peixes mantidos nos dois tipos de exploração, porém, nos animais criados em consorciação com suínos, ocorreram valores ligeiramente mais elevados o que pode representar uma resposta ao estresse por parte dos animais vivendo em ambiente mais eutrofizado, decorrente da presença das fezes de suínos.

Desta forma pode se dizer que a concentração de glicose plasmática é utilizada como um dos principais indicadores de estresse em peixes, especialmente em razão de seus valores permanecerem elevados por mais tempo em indivíduos

estressados, podendo variar de acordo com o estímulo estressante a que os mesmos são submetidos e com o ambiente em que são mantidos.

Fujinomoto et al. (2007) estudando parâmetros sanguíneos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) de 100 g de peso médio alimentados com dietas suplementadas com cromo trivalente em duas densidades de estocagem (4 Kg/m^3 e 20 Kg/m^3) observaram que os peixes submetidos à baixa densidade, após 15 dias, apresentaram valores de leucócitos maiores que os mantidos em alta densidade e ocorreu inversão desses valores após 30 dias, permanecendo estáveis até 90 dias. Os autores perceberam que na menor densidade os maiores ou menores valores, principalmente dos parâmetros de leucócitos totais, hematócrito, neutrófilo e linfócitos, ocorreram aos 15 e 30 dias de experimento. Na maior densidade, essas variações ocorreram mais tardiamente, aos 30 e 90 dias.

Não houve influencia da densidade sobre o número de neutrófilos havendo redução do número nas duas densidades aos 90 dias. Observou-se, ainda, um aumento no índice hepato-somático (IHS) nos peixes estocados em alta densidade, onde o menor peso do fígado pode estar relacionado com a utilização do glicogênio em resposta à alta densidade. Contudo, é possível que essa diminuição aconteça nas primeiras horas e os níveis sejam repostos rapidamente.

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

Tavares-Dias et al. (2002) em seu estudo com *Rhamdia quelen* perceberam que os trombócitos e linfócitos foram as células de defesa orgânica mais freqüentes nas extensões sanguineas e apresentaram correlação negativa entre si. Observaram, também, a presença de leucócitos imaturos nas extensões sanguineas

Ranzani-Paiva et al. (1999) notaram que ocorreu efeito de espécie e idade para os valores de eritrócitos e Hemoglobina sendo que os mais velhos apresentaram valores médios mais altos assim como de hemoglobina corpuscular média (HCM).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no reservatório da Itaipu Binacional, no Centro de Desenvolvimento de Tecnologias para Piscicultura em Tanques-rede no Município de Santa Helena/Paraná, na área de transição do reservatório, junto ao Refúgio Biológico de Santa Helena, nas seguintes coordenadas geográficas: W 54º 21’196, S 24º 51’ 105, W 54º 21’ 078, S 24º 51’ 192 e W 54º 21’ 224, S 24º 51’ 143.

3.1 **Disposição dos tanques-rede**

Os tanques-rede foram instalados em uma corda fixada nas extremidades com poitas de aproximadamente 300 Kg de peso. Para controle do impacto de ventos e da variação do nível da água, a corda possuía em suas extremidades bóias flutuantes.

Os tanques utilizados possuiam as dimensões de 1,00m X 1,00m X 1,00m totalizando 1,00 m^3 com bóias flutuantes nas bordas e confeccionados com telas galvanizadas e recobertas com PVC. Todos os tanques possuíam cobertura de sombrite na tampa para reduzir a incidência solar (Fig 3).

Figura 2: Tanques-rede de 1 m^3 utilizados no experimento de diferentes densidades de estocagem de piracanjuba (*B. orbignyanus*)
Fonte: Arquivo pessoal

Para controle da ração fornecida os tanques possuíam comedouros perimetrais confeccionados com sombrite evitando, assim, a perda de ração para o meio ambiente. A distância entre as unidades foi de um metro facilitando a troca de água e a manutenção das estruturas.

A profundidade media do local é de 8 metros em condições normais de vazão do reservatório podendo oscilar em ± 4 metros.

3.2 **Procedimento experimental**

Para este trabalho foram utilizados 750 juvenis de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) com peso e comprimento médio inicial de 26,72±5,99g e 13,45±0,99cm, respectivamente, distribuídos aleatoriamante em 12 tanques-rede de 1,00 m^3.

Foram utilizados quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram definidos pelas densidades de estocagem que foram divididas em 25, 50, 75 e 100 peixes/m^3.

Os peixes foram adquiridos junto a uma unidade produtora de alevinos da região e haviam sido estocados anteriormente em tanques escavados. A estocagem para o transporte foi realizada em sacos plásticos numa densidade de 25 peixes por unidade. Todos os exemplares não apresentaram aparência de estresse ocasionado pelo transporte e nem descamação decorrente de eventual briga ou agitação.

Os peixes foram aclimatados ao local adequadamente por aproximadamente 15 minutos e posteriormente soltos nas unidades de pesquisa (tanques-rede).

Do mesmo utilizou-se 20 juvenis para avaliações dos parâmetros morfométricos médios iniciais: comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), peso total (PT), peso eviscerado (PE), peso do filé (PL), tronco limpo (TL), altura da cabeça (AA), comprimento da cabeça (CC), peso da cabeça (PC) e gordura visceral (GV).

O período experimental foi de 5 meses. Os peixes foram alimentados três vezes ao dia durante todo o tempo de experimento com ração comercial extrusada com 36% (Tabela 2) de proteína bruta (PB) onde todo o consumo da ração era anotado regularmente.

Tabela 2: Níveis de garantia da ração comercial (matéria seca)[1]

Item	Quantidade indicada garantida pelo fabricante (%)
Umidade (máx)	10
Extrato etéreo (mín)	8
Proteína bruta (mín)	36
Fósforo (mín)	0,8
Matéria fibrosa (máx)	6,0
Matéria mineral (máx)	12
Cálcio (máx)	3,5

[1]Os ingredientes que normalmente compõem esta ração são: gordura de frango, farelo de soja, farinha de vísceras, premix vitamínico mineral, farinha de peixe, calcário calcítico, farelo de glutem de milho – 60, farelo de trigo, milho integral moído. Eventuais substitutivos são: cloreto de sódio (sal comum), L-lisina, farelo de glúten de milho 21, sorgo integral moído, quirera de arroz, farinha de trigo, óleo vegetal, DL- metionina, etoxiquin, fosfato bicalcico.

Diariamente fez-se observação dos tanques-rede e o recolhimento de eventuais indivíduos mortos os quais foram anotados e contabilizados.

O pH e o oxigênio dissolvido (mg/L) da água de cada tanque de cultivo foram medidos três vezes, no início, no meio e no final do período experimental através de equipamentos portáteis digitais.

Por outro lado, a temperatura (ºC) e a transparência (m) da água foi monitorada diariamente pela manhã (9h00min) e à tarde (16h30min), dentro da área onde se encontra os tanques-rede, ou seja, fora dos tanques e em apenas um ponto próximo. Para a medida desses parâmetros utilizou-se termômetro e disco de secchi, respectivamente.

Após o período de cultivo coletou-se cinco peixes de cada unidade experimental para coleta de sangue. Para este procedimento anestesiou-se os peixes através do uso de eugenol® (solução de óleo de cravo) (60 $mg.L^{-1}$) e, através do uso de seringa descartável contendo EDTA (10%), fez-se a coleta de 2 mL de sangue de cada animal através da punção caudal (Fig.6). Esta alíquota foi destinada a 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) 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.

Para a avaliação hematológica fez-se a análise de glicose, hemoglobina, hematócrito e eritrócito.

Figura 3: Coleta de sangue por punção caudal em piracanjuba
Fonte: Arquivo pessoal

Após, manteve-se os peixes em jejum por 24 horas e fez-se a biometria final de todas as unidades demonstrativas para mensuração da biomassa final e, então, retirou-se cinco peixes de cada tanque-rede, insensibilizou-se por choque térmico e acondicionou-se em caixa com gelo para transporte até o Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Campus de Toledo para a avaliação dos índices de rendimento de carcaça: comprimento total, comprimento padrão, peso total, peso eviscerado, tronco limpo, filé, comprimento da cabeça, peso da cabeça, gordura visceral e índice hepato-somático.

O índice hepato-somático foi efetuado conforme Vazzoler (1996):

IHS =Wf/Wt.100, onde Wf= peso do fígado; Wt=peso total

Para aferição do comprimento total, padrão e da cabeça utilizou-se um ictiômetro (Fig.7) e de um paquímetro.

O fator de condição de Fulton (K) foi calculado a partir da equação:

$K = 100 \times P / L^3$, onde P=peso (g) e L comprimento (cm).

Para retirada de cabeça, vísceras, gordura visceral, filé e fígado os indivíduos foram submetidos a evisceração (Figura 4) e filetagem (Figura 5).

Figura 4:Evisceração da piracanjuba
Fonte: Arquivo pessoal

Figura 5: Filetagem da piracanjuba cultivada em diferentes densidades de estocagem
Fonte: Arquivo pessoal

As vísceras e a gordura visceral foram separadas em placa de Petry (Figura 6 e 7) e posteriormente pesadas.

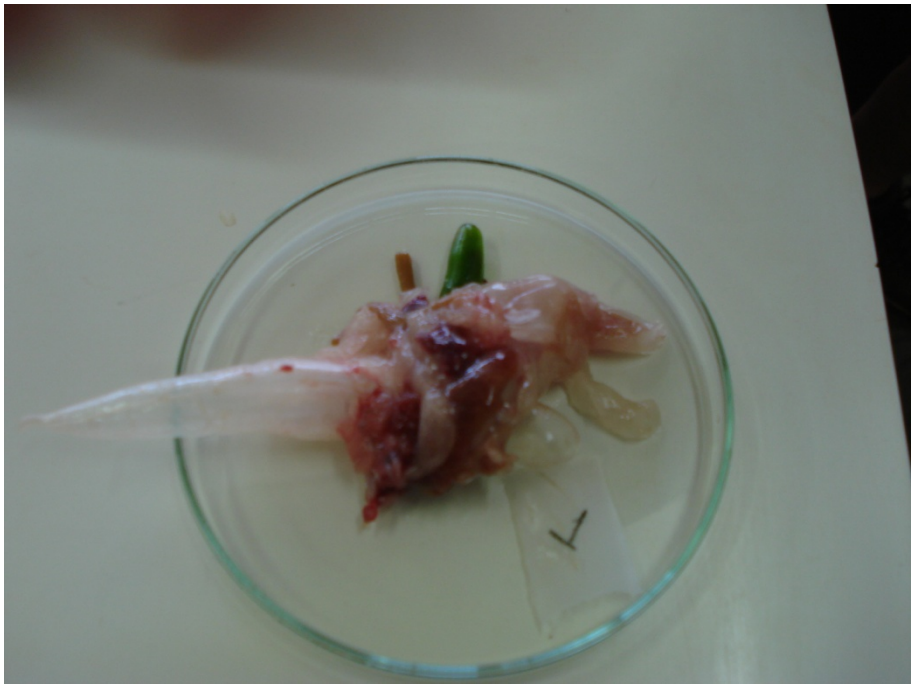

Figura 6: Vísceras da piracanjuba submetida a diferentes densidades de estocagem
Fonte: Arquivo pessoal

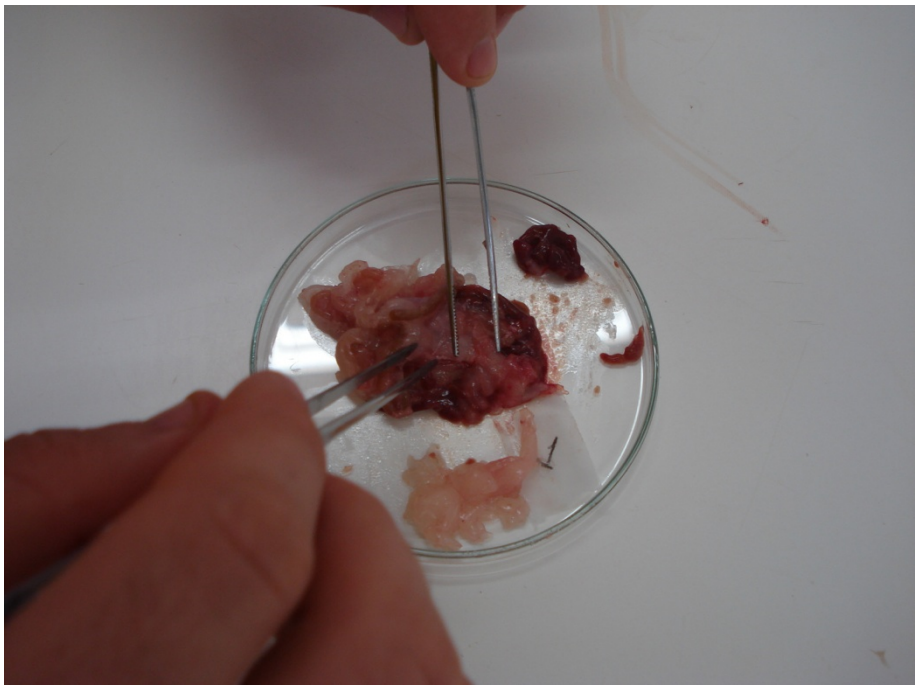

Figura 7: Separação da gordura visceral da piracanjuba submetida a diferentes densidades de estocagem
Fonte: Arquivo pessoal

Para medição do peso total, eviscerado, cabeça, tronco limpo, filé, gordura visceral e fígado utilizou-se balança digital.

As amostras de filé foram separadas para análise da composição química segundo a metodologia descrita na AOAC (2005) tendo sido avaliadas a umidade, a proteína bruta, o extrato etéreo e a matéria mineral.

Os dados obtidos ao final do período experimental foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e, quando constatadas diferenças significativas, foram submetidos ao teste de regressão e, quando necessário, fez-se análise de Linear Response Plateau (LR) através do programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) (UFV, 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 **Qualidade da água**

O mecanismo que rege a qualidade da água de um reservatório é bastante complexo e está sujeito a variações diárias e nictimerais, causadas principalmente por fatores externos (incidência solar e ocorrência de chuvas) e por processos autóctones tais como decomposição de matéria orgânica e atividade metabólica de organismos.

Durante o experimento os valores dos parâmetros da qualidade da água dentro dos tanques-rede não diferiram entre si ($p>0,05$) bem como dos valores externos (Fig.8).

Figura 8: Temperatura média da água em experimento de cultivo de piracanjuba (*B. orbignyanus*) em diferentes densidades em tanques-rede de $1m^3$

Observou-se que os valores médios da temperatura da água (21,8°C) mantiveram-se na maioria do tempo dentro da faixa ideal para a criação de peixes (BOYD, 1990 E MELO,1998).

Segundo Arana (1997) a temperatura possui uma papel fundamental em todos os organismos aquáticos, agindo diretamente na ingestão de alimentos,

sobremaneira nos termoconformadores, e influenciando os parâmetros químicos da água.

Frascá-Scorvo et al. (2001) em seu estudo sobre o comportamento alimentar de matrinxã (*B. cephalus*) no período de temperaturas baixas (18 – 26 ºC) em tanques de cultivo observaram uma sobrevivência de 86,40 % considerando que a espécie teve uma boa adaptação a variação térmica. Esses dados vêm a corroborar com os resultados encontrados nesse trabalho inferindo que os indivíduos estavam em conformidade térmica não sendo as baixas temperaturas razão para mortalidades, assim como para condições de estresse.

Conforme demonstrado na figura 9 a transparência média da água foi de 2,17 m e oscilou entre 1 e 3,8 m sendo bastante influenciada pelo ritmo de chuvas e ventos locais.

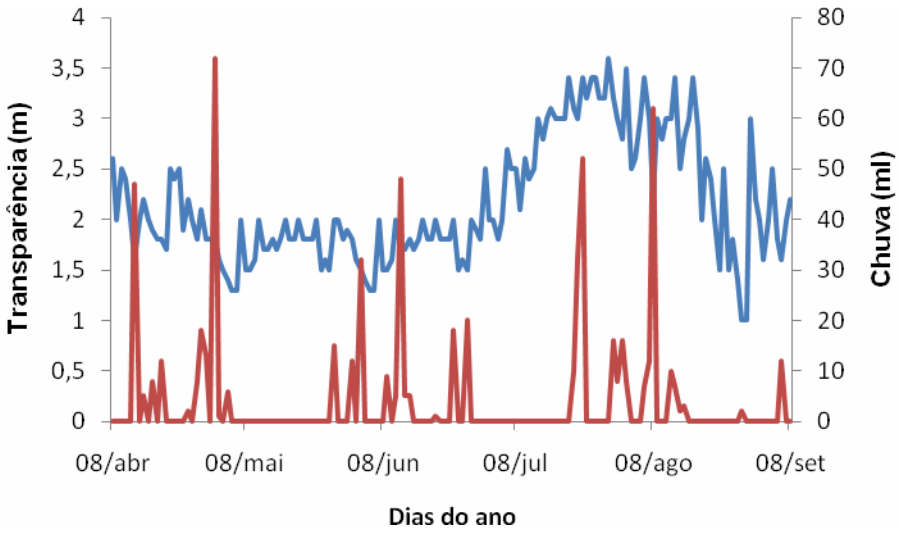

Figura 9: Transparência média da água e índice pluviométrico da cidade de Santa Helena durante o período experimental de cultivo de piracanjuba (*B. orbignyanus*) em diferentes densidades em tanques-rede de 1m^3

Transparência da água em metros (m)

Índice pluviométrico em mililitros (ml)

Da mesma forma não se observa, através deste parâmetro, uma produtividade primária elevada na área demonstrando que o ambiente não estava eutrofizado e, também, que a base alimentar dos peixes cultivados no experimento era praticamente a fornecida artificialmente, ou seja, ração comercial.

Não houve uma variação significativa (p>0,05) dos valores de pH e OD entre os tratamentos durante o período de cultivo permanecendo próximos a 7,0 em ambos os casos conforme pode ser visto na tabela 3.

Tabela 3: Valores médios de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) e pH médios observados nos tanques-rede de $1m^3$ utilizados para cultivo de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) sob diferentes densidades no Reservatório da Itaipu.

	D25	D50	D75	D100
O2 dissolvido (mg/L)	7,36±0,12	7,23±0,35	7,32±0,18	7,36±0,11
pH	7,14±0,19	7,15±0,22	7,33±0,16	7,12±0,24

D25 (25 peixes/m^3), D50 (50 peixes/m^3), D75 (75 peixes/m^3) e D100 (100 peixes/m^3)

Os valores de OD encontrados nesse estudo para todos os tratamentos ficaram próximos a 7 mg.L-1 satisfazendo as concentrações mínimas recomendadas por Boyd (1982) que, conforme o autor, devem ser superiores a 5,00 mg.L-1.

Neu et al. (2009) em um estudo com dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede no reservatório de Itaipu notaram que ocorre variação nictimeral, exceto para o fósforo, porém, as variáveis estão dentro dos limites recomendados para a aqüicultura, com exceção do oxigênio dissolvido, que apresentou valores baixos a noite. Para a distribuição vertical as concentrações dos parâmetros físicos e químicos da água não ultrapassaram o limite estabelecido pela resolução do CONAMA 357/05 para criação de peixes.

Estudando a Influência do arraçoamento do pacu (*Piaractus mesopatamicus*) em tanques-rede sob a qualidade da água em área aquícola no reservatório de Itaipu Bueno et al. (2009) afirmam que as variáveis da água estão dentro dos limites recomendados para aqüicultura.

Desta forma os dados da qualidade da água durante o período de cultivo encontraram-se dentro dos valores considerados ideais para o cultivo de peixes. Sendo apenas observado a grande variação da temperatura durante o período decorrente da mudança de estações onde a maioria do experimento realizou-se no inverno.

4.2 **Desempenho produtivo das piracanjubas**

Após a análise de variância notou-se que alguns índices zootécnicos não foram influenciados pela densidade de cultivo (tab.4)

Tabela 4: Valores de desempenho produtivo de piracanjubas (*Brycon orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades em tanques-rede.

		Densidades de estocagem						
		D25	**D50**	**D75**	**D100**	**CV**	**REG**	**F**
CT (cm)	*	20,96	23,81	22,32	19,65	5,02	QUAD	0,95
CP (cm)	*	18,36	21,59	20,00	17,42	5,52	QUAD	0,93
PF (g)	*	138,15	195,63	160,10	110,97	14,20	QUAD	0,92
GP (g)	*	111,42	168,91	133,35	84,25	17,25	QUAD	0,92
BI (g)	*	1457,12	4340,41	8903,43	8622,00	27,27	LIN	0,88
CA	NS	2,17	2,52	1,65	2,65	29,92	**XXXXXX**	**XXXXXX**
SO (%)	*	40,00	61,33	81,78	82,00	22,10	LIN	0,89
CC (cm)	NS	4,09	4,47	4,18	3,88	6,65	**XXXXXX**	**XXXXXX**
AC (cm)	NS	4,26	4,848	4,51	3,97	6,73	**XXXXXX**	**XXXXXX**
PE (%)	NS	89,94	90,69	88,55	90,69	3,21	**XXXXXX**	**XXXXXX**
PL (%)	NS	44,94	45,67	39,72	42,69	9,64	**XXXXXX**	**XXXXXX**
TL (%)	NS	65,75	65,01	59,26	63,81	8,21	**XXXXXX**	**XXXXXX**
PC (%)	NS	10,34	11,13	12,22	11,58	7,88	**XXXXXX**	**XXXXXX**
IH	*	0,58	0,67	0,78	1,07	15,17	QUAD	1
GV(%)	NS	0,00324	0,0313	0,027	0,0443	39,45	**XXXXXX**	**XXXXXX**

CT = comprimento total; CP = comprimento padrão; PF = peso final; GP = ganho de peso; BI = biomassa total; CA = conversão alimentar; SO = sobrevivência; CC = comprimento da cabeça; AC = altura da cabeça; PE = peso eviscerado; PL = peso do filé; TL = tronco limpo; PC = peso da cabeça; IH= índice hepato-somático; GV = gordura visceral. D25 = 25 peixes/m^3; D50 = 50 peixes/m^3; D75 = 75 peixes/m^3; D100 = 100 peixes/m^3.

O comprimento total, peso final e ganho de peso tiveram influência direta da densidade de estocagem onde observa-se um comportamento quadrático a medida em que aumenta a densidade (Fig. 10, 11 e 12). Enquanto que a biomassa apresentou um aumento linear conforme aumentou-se a densidade (Fig. 13).

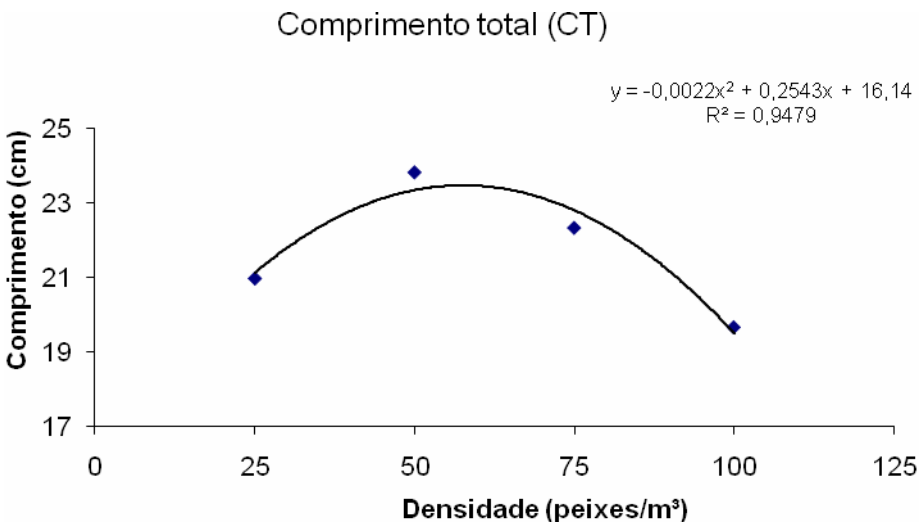

Figura 10: Comprimento total (cm) de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

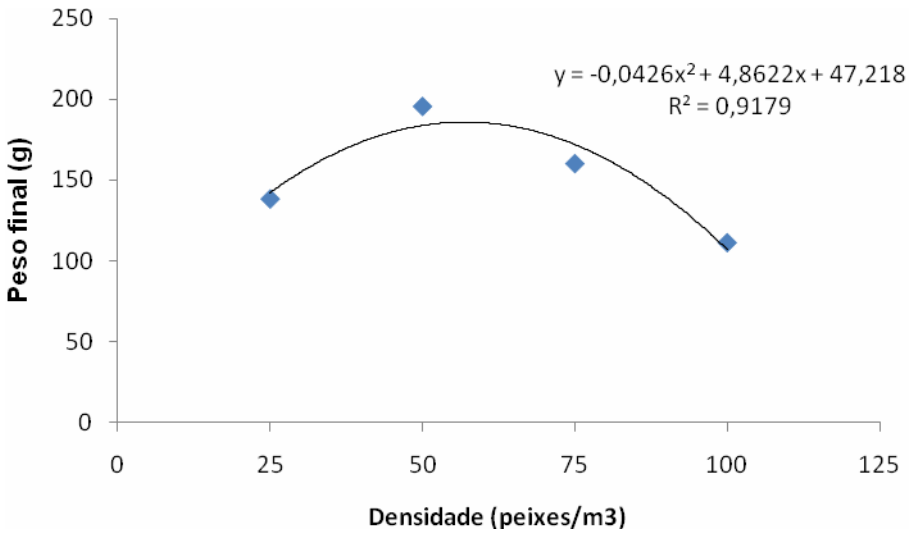

Figura 11: Peso final (g) de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

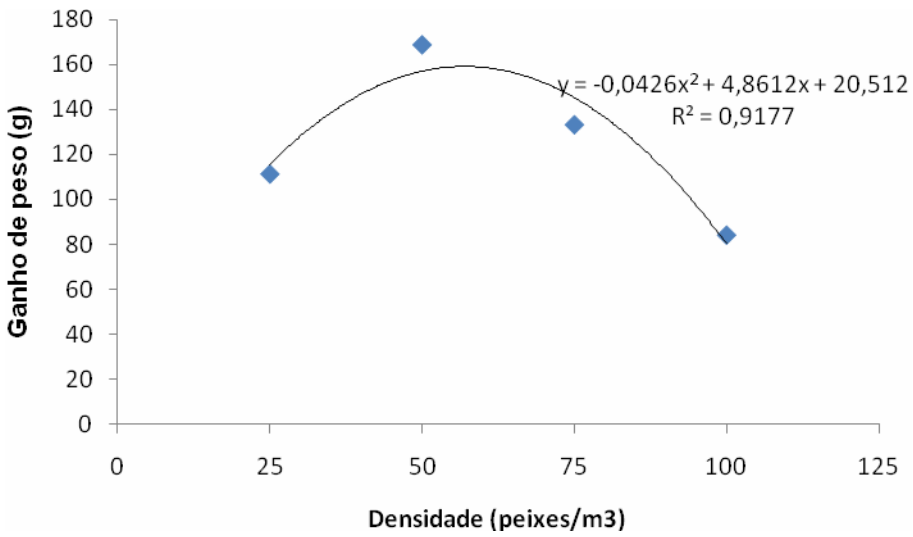

Figura 12: Ganho de peso (g) de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

No presente trabalho observou-se um comportamento quadrático para o ganho de peso, peso final, comprimento total. Estes resultados demonstram que a piracanjuba estocada em tanques-rede possui maior ganho de peso em densidade de 58 peixes/m^3 e comprimento total maior a 63 peixes/m^3.

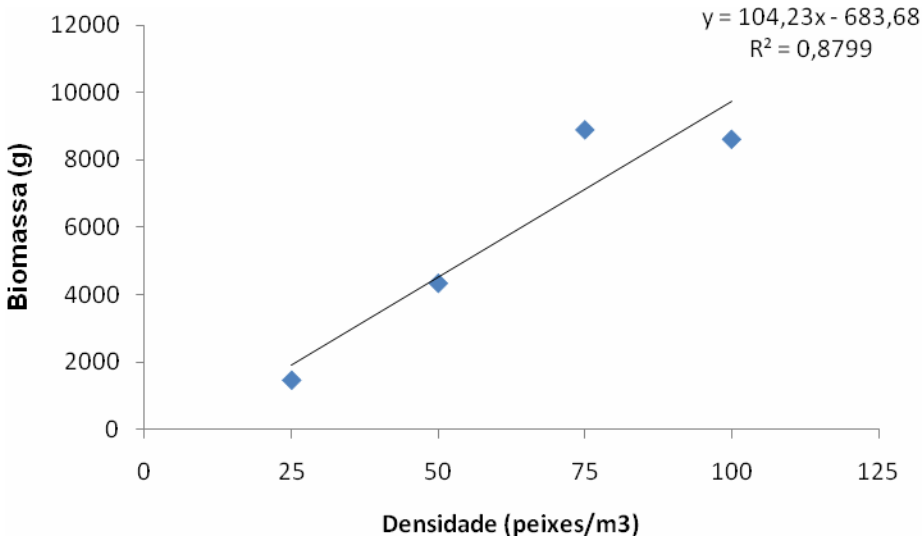

Figura 13: Biomassa (g) de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

Conforme Hengsawat et al. (1997) a determinação da densidade de estocagem ótima para uma espécie pode ser um fator crítico no sistema de

produção de tanques-rede. Desta forma, a densidade de estocagem tem uma relação com o retorno econômico do investimento onde maiores produções acarretam em maior lucro, viabilizando o empreendimento. Nessa relação podemos compreender que o retorno tem estreita ligação com a biomassa final produzida a qual é dependende da densidade, onde objetiva-se atingir valores máximos de estocagem sem que haja perda na conversão final e produção de carne.

Nesse estudo observou-se um crescimento linear da biomassa conforme o aumento da densidade. Esse resultado deve-se bastante a baixa mortalidade anteriormente citada para as densidades maiores, bem como a um maior número inicial de peixes estocados.

Brandão et al. (2005) em estudo com diferentes densidades de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanques-rede observaram um aumento linear da biomassa conforme o acréscimo de estocagem.

Os resultados também corroboraram com Marengoni (2006) que, estudando a produção de tilápia do Nilo (linhagem chitralada) em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem percebeu que o aumento da densidade elevou linearmente a produtividade e a biomassa final.

O mesmo crescimento linear foi encontrado por Ostini et al.(2007) que testando a criação de robalo-peva (*Centropomus parallelus*) submetidos a diferentes densidades (20 e 40 peixes/m^3).

Conforme discutido por Boyd (1990) a intensificação do cultivo interage com muitas variáveis que podem vir a influenciar na eficiência produtiva, na sustentabilidade e, por fim, no lucro.

Se a taxa de estocagem ótima for definida como a que proporciona o maior lucro, esta densidade populacional também provavelmente otimiza os custos operacionais, minimizando os gastos com mão-de-obra, energia, ração, doenças e qualidade do efluente, entre outros, pois todos estes fatores contribuem direta ou indiretamente à sobrevivência e crescimento dos peixes que são fundamentais para o retorno do capital investido (MARENGONI, 2006).

Como em todos os cultivos, a criação de peixes apresenta densidades ótimas em que ocorre o melhor desenvolvimento dos indivíduos acarretando no maior crescimento e ganho de peso.

O menor crescimento e ganho de peso em densidades mais altas já havia sido descrito por Ostini et al. (2007) em estudos com robalo-peva estocados em diferentes densidades.

Porém, Salaro et al. (2003) em cultivo de trairão (*H. lacerdae*) em diferentes densidades de estocagem (1 e 4 alevinos/m^2) perceberam que o maior ganho de peso diário e comprimento ocorreu nos peixes estocados a menor densidade.

Lage et al. (1999) em seu trabalho com piracanjuba com peso médio de 149 g estocadas em densidades de 1 e 0,5 peixe/m^3 em viveiro escavado não perceberam influência da densidade de estocagem no ganho de peso e nem no crescimento.

Esse efeito é relativo a fisiologia particular de cada espécie, porém Baldisserotto (2002) afirma que caso a densidade seja baixa, muitas vezes, o crescimento dos peixes é melhor, mas o espaço é pouco aproveitado.

Os resultados de CT e GP encontrados corroboram com os encontrados por Brandão et al. (2004) em seu experimento com recria de tambaqui em diferentes densidades (200, 300, 400 e 500 peixes/m^3) onde observou que o comprimento e peso foi significativamente menor nos tanques com maior densidade de estocagem.

Da mesma forma Piaia e Baldisserotto (2000) testando densidades de jundiá (*R. quelen*) (114, 227 e 454 alevinos/m^3) em circulação fechada observaram que os alevinos submetidos a maior densidade formaram territórios distintos e individuais podendo ter ocorrido maior gasto metabólico em função de interações agonísticas o que levou a um menor crescimento e, também, uma menor sobrevivência. Verificaram, ainda, que maiores densidades favorecem a formação de grupos na captura de alimentos. Essa situação foi percebida no presente trabalho onde teve-se alta mortalidade em piracanjubas estocadas em baixa densidade e um menor crescimento em altas densidades.

Marengoni (2006) observou que o aumento da densidade de tilápia do Nilo (250, 300, 350 e 400 peixes/m^3) promoveu uma redução linear ($p<0,01$) sobre o peso médio final e ganho de peso médio diário, porém não influenciou no fator condição dos peixes.

Para este trabalho calculou-se o fator condição e observou-se um comportamento quadrático onde os maiores valores foram encontrados nos peixes estocados em D25 e em D100, respectivamente. Após derivação da equação quadrática observou-se que os melhores índice para o fator de condição encontrados estariam próximos a 67 peixes/m^3 (Fig. 14)

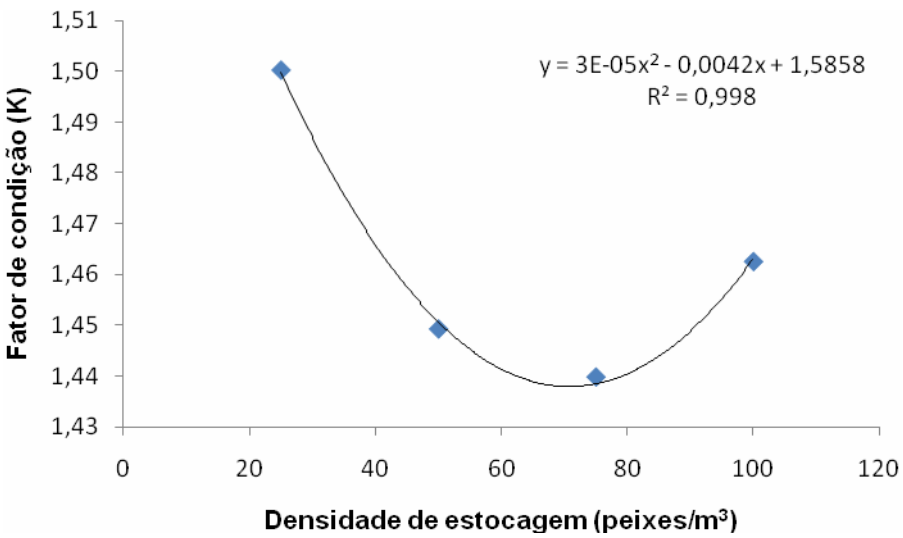

Figura 14: Fator de condição de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

Os valores ficaram abaixo dos encontrados por Carneiro et al.(1999) que testou cultivo de tilápia vermelha da Flórida em diferentes densidades (25, 50, 75 e 100 peixes/m^3) em tanques-rede e não houve diferença significativa entre as densidades.

Rocha et al. (2005) observaram o fator condição em carpas (*Cyprinus carpio*) de diferentes sexos encontraram resultados entre 2 e 3 sendo considerados aceitáveis pelos autores.

De acordo com Lima-Junior e Goitein (2006) o fator de condição é um índice bastante utilizado no estudo da biologia de peixes, pois fornece importantes informações sobre o estado fisiológico desses animais, a partir do pressuposto de que indivíduos com maior massa em um dado comprimento estão em melhor condição.

Marengoni (2006) não observou influência do aumento da densidade no fator de condição no cultivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), porém, relata que ocorreu uma redução linear ($p<0,01$) sobre o peso médio final e o ganho de peso. O mesmo resultado foi encontrado por Cavero et al. (2003) no cultivo de juvenis de pirarucu em diferentes densidades de estocagem (15, 20 e 25 peixes/m^3).

O comprimento da cabeça (CC), a altura da cabeça (AC), o peso eviscerado (PE), o peso do filé (PL), o tronco limpo (TL), o peso da cabeça (PC) e a gordura

visceral (GV) não tiveram diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos não demonstrando, portanto, influência da taxa de estocagem sobre seus valores.

Segundo Freato et al. (2005) em sua avaliação sobre o efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento da piracanjuba as porcentagens de cabeça e de resíduo de filetação diminuem com o aumento da classe de peso de abate, ao passo que o rendimento de filé sem pele aumenta. Em seus estudos perceberam que a menor de suas classes de peso avaliadas (577,24 g) apresentou uma porcentagem de cabeça de 14,57, valor acima, porém muito próximo aos encontrados nesse trabalho. Ressaltam, ainda, que esta espécie apresenta crescimento da cabeça proporcionalmente menor que o corpo com o aumento da classe de peso.

Sá e Fracalossi (2002) testando diferentes níveis de proteínas (24, 26, 29, 32, 36 e 42 % PB) em cultivo de piracanjubas com peso inicial médio de 8,38±0,09 g e em densidades de 0,09 peixes.L^{-1}, encontraram uma conversão de 1,06±0,08 para indivíduos alimentados com ração constituída de 36% PB. Os resultados de CA encontrados nesse experimento (1,65 – 2,65) estão bem acima dos encontrados pelos autores o que pode estar relacionado ao tamanho inicial de cultivo utilizado onde peixes com menores tamanhos possuem uma maior capacidade de aproveitar alimentos constituindo, assim, tecidos e estruturas. Outro fator importante a ser mencionado é a temperatura média do ambiente em que Sá e Fracalossi (2002) realizaram o estudo sendo esta de 26,3ºC a qual oferece um acondicionamento mais confortável para a piracanjuba, haja visto, que no atual estudo observou-se visualmente uma maior busca ao alimento com temperaturas superiores a 21ºC enquanto que em temperaturas mais baixas teve-se dificuldade no fornecimento da ração, ocorrendo, por muitas vezes, sobras inevitáveis de alimento o que pode ter causado o aumento da CA.

Através da análise de LRP (Linear Response Plateau), observou-se um aumento linear na sobrevivência, com platô em 68 %, ou seja, na densidade de 61,81 (Fig. 15). Este resultado demonstra a interação diretamente crescente entre as populações ocorrendo uma menor disputa por espaços e alimentos entre os indivíduos das populações estocadas a maiores densidades reduzindo a formação de condições hierárquicas e a mortalidade por estresse, brigas ou por inacessibilidade ao alimento.

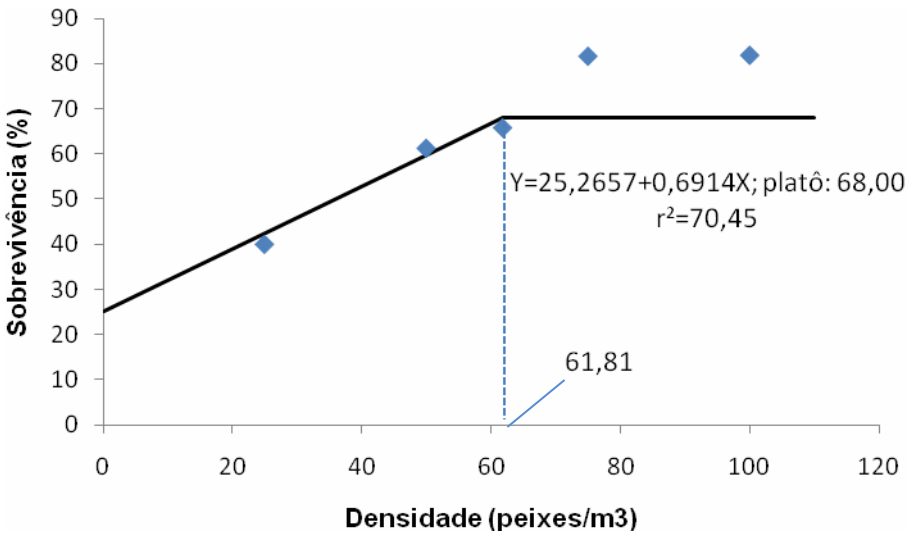

Figura 15: Sobrevivência, em porcentagem, de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

Lage et al. (1999) em seu experimento com densidades baixas de piracanjubas (0,5 e 1px/m^2) observaram que o territorialismo e o estresse podem ter influenciado o baixo desenvolvimento da espécie, porém, não demonstraram sobrevivência.

Ostini et al. (2007) estudando a criação de juvenis de robalo-peva (*Centropomus parallelus*) com peso médio de 32,53 g submetidos a diferentes densidades de estocagem (20 e 40 peixes/m^3) em tanques-rede de 1 m^3 de volume observaram que não houve influencia da densidade na sobrevivência (96,70 e 99,20%, respectivamente).

Brandão et al. (2005) em seu estudo com diferentes densidades de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) (200, 300, 400 e 500 px/m^3) para recria em tanques-rede observou que a sobrevivência média final oscilou entre 92% na densidade de 200 px/m^3 e 77,75% em 400 peixes/m^3, porém não houve diferença significativa entre as densidades e a média ficou em torno de 85%. Estes resultados não tem relação próxima com os encontrados nesse trabalho, porém, observa-se que pode se ter extrapolado a capacidade de suporte do ambiente.

No presente estudo observou-se, portanto, o comportamento de cardume da espécie demonstrando uma redução de disputa por territórios a medida em que se aumenta a densidade de cultivo. Com a diminuição da densidade foi possível observar indivíduos com falta de escamas e com ferimentos no tegumento

demonstrando brigas ocasionadas por disputa e até por canibalismo (Figura 16, 17 e 18).

Figura 16: Exemplar de piracanjuba (*B. orbignyanus*) com sinais de mordida na região da nadadeira dorsal e da nadadeira caudal ocasionada por canibalismo ocorrido por baixa densidade de estocagem
Fonte: Arquivo pessoal

Figura 17: Exemplar de piracanjuba (*B. orbignyanus*) atacado por outros indivíduos da mesma espécie devido a baixa estocagem em tanques-rede
Fonte: Arquivo pessoal

Figura 18: Exemplar de piracanjuba (*B. orbignyanus*) com lesão no tegumento atacada por bactérias e fungos
Fonte: Arquivo pessoal

Conforme Fox (1975) o canibalismo é frequentemente uma resposta a oferta de alimento ou a densidade. Essa condição também foi demonstrada em experimento realizado por Salaro et al. (2003) que ao testarem o cultivo de trairão (*Hoplias lacerdae*) em diferentes densidades de estocagem (1 e 4 alevinos/m^2) observaram que ocorreu uma maior sobrevivência nos alevinos estocados em maior densidade (96,7%) observando que a esta densidade os peixes formaram cardume à meia água para captura do alimento não registrando agressividade entre os peixes. Observaram, também, que na maior densidade ocorreu uma maior homogeneidade do lote diminuindo o canibalismo.

Os resultados da composição química da carcaça da piracanjuba cultivadas em diferentes densidades de estocagem estão descritas na tabela 5.

Tabela 5: Valores médios da composição corporal em matéria seca de piracanjuba (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades de estocagem.

Parâmetros analisados	Densidades de estocagem				CV(%)	REG	F
	D25	D50	D75	D100			
Umidade (%)*	83,44	81,57	83,83	82,96	1,71	XXX	XXX
Proteína Bruta (%)*	78,95	75,15	76,78	80,39	2,84	QUAD	0,96
Lipídios (%)*	13,23	17,089	13,62	12,36	11,48	QUAD	0,65
Cinza (%)*	6,08	5,68	6,48	7,52	14,78	XXX	XXX

D25 = 25 peixes/m^3; D50 = 50 peixes/m^3; D75 = 75 peixes/m^3; D100 = 100 peixes/m^3.

Todos os valores bromatológicos encontrados estão dentro dos intervalos sugeridos por Ogawa e Maia (1999).

Os valores de umidade (UM) e cinza (CZ), em matéria seca das piracanjubas estocadas em diferentes densidades cultivados em tanque-rede no reservatório de Itaipu não diferiram estatisticamente (P>0,05).

As proporções de proteína bruta (PB) e lipídeos (LP) apresentaram comportamento quadrático positivo e negativo, respectivamente (fig.19 e 20).

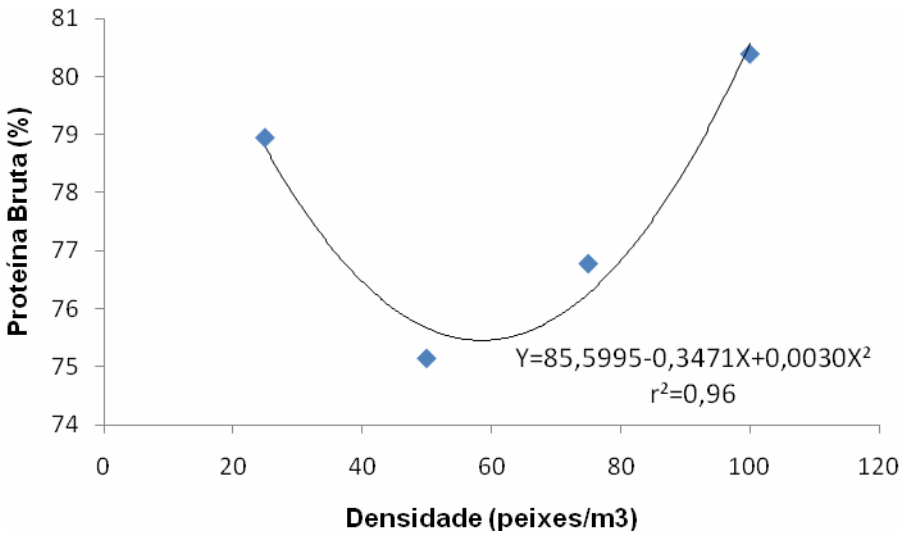

Figura 19: Proteína Bruta (PB), em porcentagem, de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

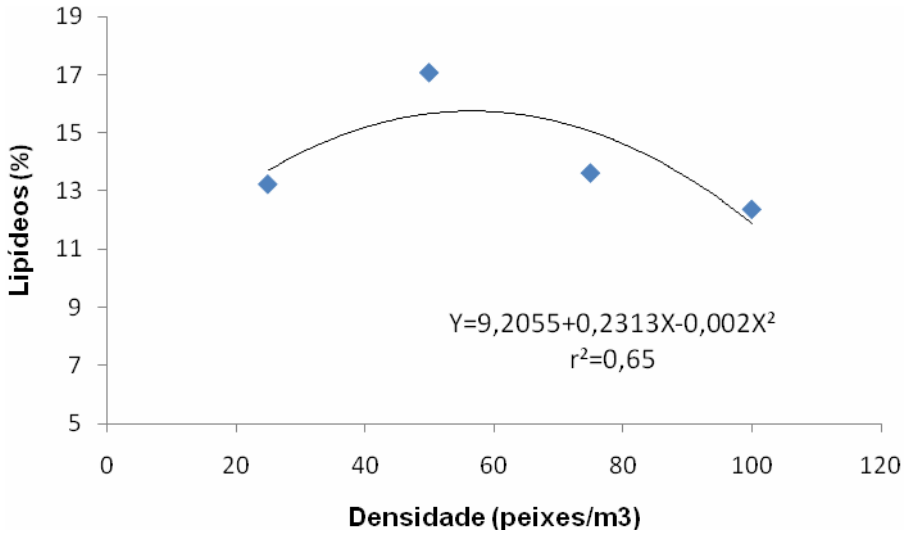

Figura 20: Lipídeos (LP), em porcentagem, de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

Izel et al. (2004) analisando matrinxãs alimentados com ração contendo 28% de PB e 390 Kcal/100g de energia concluíram que o filé apresentou 64,8% de PB, 33,1% de gordura, 4,2% de minerais na matéria seca. Os valores de PB e CZ encontrados por esses autores ficaram abaixo dos encontrados nesse trabalho enquanto que o de gordura ficou bem acima, praticamente dobrando os valores. O

resultado encontrado por estes autores podem ser atribuído ao fato de que os matrinxãs terem peso final próximo ao de abate comercial.

Da mesma forma os valores encontrados por Sá e Fracalossi (2002) em seu estudo com níveis de proteína em rações para piracanjubas apresentam PB em menor proporção enquanto que os níveis de EE e CZ são bem superiores.

Os valores de PB e EE foram semelhantes aos apresentados por Sales e Sales (1990) para a composição bromatológica da tilápia da mesma forma que CZ está com a pescada do Piauí.

Os comportamentos quadráticos observados demonstram um pequeno acréscimo de lipideos e conseqüente decréscimo de proteínas próximo a densidade de 50 peixes/m^3. Ao observarmos a curva de fator de condição (fig. 20) encontrada observamos que os valores considerados mais baixos, ou seja, que estão mais próximos de um, estão próximos a esta densidade. Desta forma podemos dizer que os animais situados nessa área estão mais bem nutridos e com uma relação corporal mais equilibrada de forma que o aumento da massa corpórea acompanha a do crescimento. Do mesmo modo, ao observarmos a proporção lipídica encontramos próximo a estas densidades um acréscimo de gordura corporal o que vem a afirmar esta condição de bem estar, haja visto que os resultados encontrados estão abaixo dos referidos por autores, não vindo a acarretar em excesso no acúmulo de gordura.

A hematologia encontrada para as piracanjubas cultivadas nas diferentes densidades estão apresentadas na tabela 6:

Tabela 6 Características hematológicas de piracanjuba (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades de estocagem

Parâmetros analisados	Densidade de estocagem (peixes/m^3)				CV (%)
	25	50	75	100	
Eritrócitos (10^6)	2,41	2,03	2,47	3,15	9,07**
Hematócrito (%)	43,65	42,03	41,39	42,29	$4,66^{NS}$
Glicose ($g.dL^{-1}$)	132,89	92,37	83,49	112,26	21,93*
Hemoglobina ($g.dL^{-1}$)	12,48	12,80	12,18	12,59	$3,93^{NS}$

** (P<0,01) *(P<0,05)

Os valores de Hematócrito e Hemoglobina não apresentaram diferença significativa (p<0,05) para as diferentes densidades demonstrando que as mesmas não tiveram influência em seus resultados.

Os valores de hematócrito ficaram acima dos encontrados por Tavares-dias et al. (2002) em seu estudo com *R. quelen*, porém, os de hemoglobina situou-se entre os valores encontrados para *R. quelen* e *Clarias isheriensis*.

Um resultado muito semelhante foi encontrado por Hoshiba et al. (2009) que testando resposta fisiológica de matrinxã (*B. amazonicus*) encontraram dados de hematócrito próximos a 40 % enquanto que para hemoglobina obtiveram resultados próximos a 14 $g.dL^{-1}$ e, ainda, concluíram que exercícios contínuos por 10 minutos não foram suficientes para obter respostas ao estresse.

Para a concentração de glicose no sangue das piracanjubas obteve-se diferença significativa (P<0,01) entre os tratamentos e, realizou-se uma regressão demonstrada na figura 21.

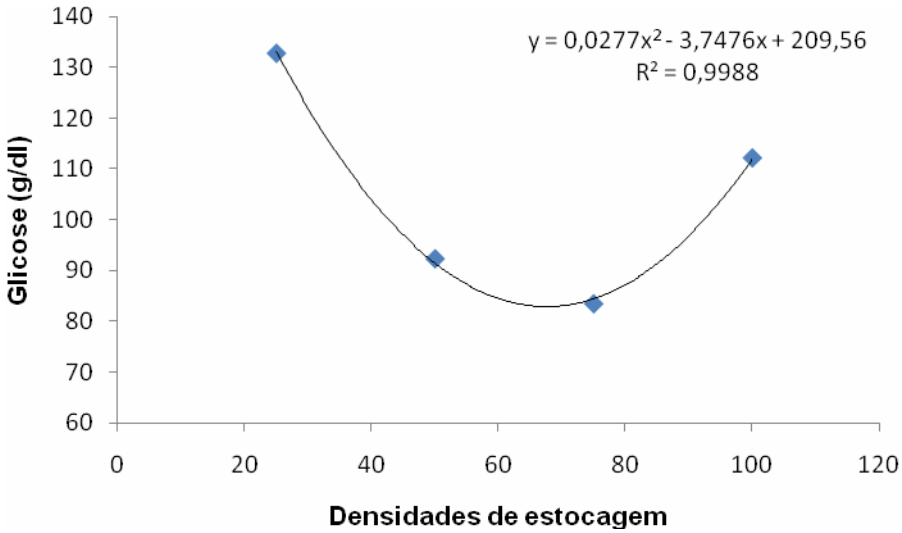

Figura 21: Glicose em g.dL-1 de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivados sob diferentes densidades de estocagem

Os valores mais altos foram encontrados em D25 e D100, enquanto que para D50 e D75 notou-se valores menores e mais próximos entre si.

Segundo Procarione et al. (1999) a submissão de peixes a densidades extremas causam um aumento da glicose sanguínea sendo desta forma, conforme Morgan e Iwana (1997) um bom indicador dos distúrbios fisiológicos resultante de situações desfavoráveis que vêm a causar condições estressantes.

Martins et al. (2004) estudando hematologia e resposta inflamatória aguda em *O. nilóticus* submetida a estímulo único e consecutivo de estresse de captura verificaram que houve um acréscimo da taxa de glicose após 30 minutos no sangue

dos indivíduos submetidos ao estresse. Ressaltaram, ainda, que tais resultados são dependentes da espécie estudada, da intensidade e do tipo do estresse aplicado.

Os resultados encontrados neste trabalho corroboraram com os encontrados por estes autores vindo a afirmar uma condição de estresse nos peixes adensados em grande e pouca quantidade.

Não existem muitos estudos direcionados a condição hematológica de peixes submetidos a condição de estresse em diferentes densidades porém, segundo Oba et al. (2009) a liberação de Cotecolaminas e de cortisol tem como consequência alterações bioquímicas e fisiológicas conhecidas como respostas secundárias ao estresse. Os efeitos metabólicos incluem hiperglicemia, hiperlactacemia, depleção das reservas glicogênicas, lipólise e inibição da síntese protéica.

Através de regressão foi possível encontrar uma condição de bem estar ótimo nesse tipo de cultivo em uma densidade de 67 peixes/m^3.

Ao observarmos o índice hepatossomático (Fig. 22) notamos uma curva crescente significativa entre D25 e D100, demonstrando um aumento do peso do fígado em relação ao corpo conforme o aumento da densidade.

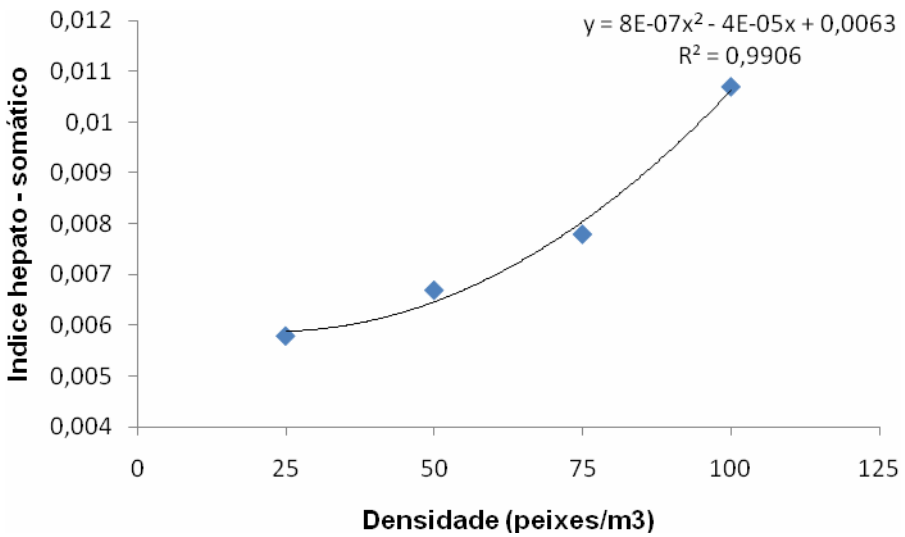

Figura 22: Indice hepatossomático de juvenis de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

Segundo Kubitza et al. (2000) o fígado de tamanho aumentado, esparramado por toda a cavidade abdominal pode indicar uma anormalidade.

Fujimoto et al. (2007) estudando parâmetros sanguíneos de pacu alimentados com dietas suplementadas com cromo trivalente em duas densidades de estocagem

(4 e 20 Kg.m^{-3}) notaram que o IHS foi maior nos peixes estocados em alta densidade e, desta forma, concluiram que o peso menor do fígado pode estar relacionado com a utilização do glicogênio em resposta a alta densidade.

Segundo Urbinati e Carneiro (2004), as catecolaminas atuam diretamente no fígado estimulando a glicogenólise e transformando o glicogênio em glicose em situações adversas para atender as demandas energéticas.

Os resultados encontrados nesse trabalho corroboraram com os observados pelos autores supra citados sendo possível, assim, identificar uma situação de anormalidade nos peixes estocados em baixa densidade. Essa anormalidade pode ser decorrente de uma situação de estresse ocasionado, muito provavelmente, pela disputa por espaço. Confirmando isso podemos notar fígados menores nos peixes estocados nas densidades mais altas onde ocorreu a formação de cardume entre os indivíduos.

Ao observarmos o cruzamento das curvas de IH e glicose (GL) (Fig. 23) percebemos um ponto de encontro na densidade de 63 peixes/m^3 que aparentemente é onde ocorrem as menores taxas de glicose no sangue com os maiores índices hepato-somáticos. Sendo, desta forma, supostamente uma condição de equilíbrio entre para o gasto energético onde ocorre a menor condição de estresse.

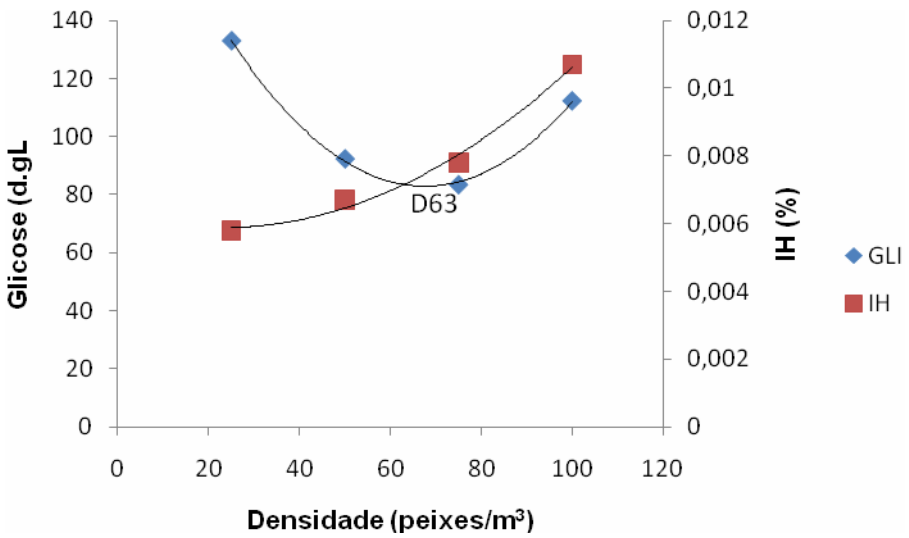

Figura 23: Cruzamento entre as curvas hepatossomático e glicose no sangue de piracanjubas (*B. orbignyanus*) cultivadas em diferentes densidades

Ao analisarmos a quantidade de eritrócitos no sangue (Fig. 24) notamos uma curva crescente onde notadamente temos os valores mais altos na densidade maior e mais baixos na densidade de 50 peixes/m^3.

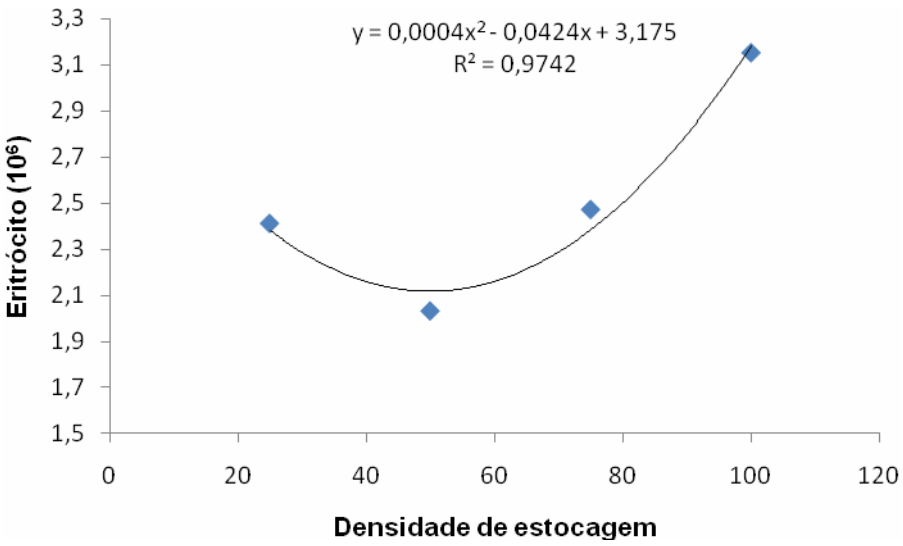

Figura 24: Eritrócito de piracanjuba (*B. orbignyanus*) cultivados em diferentes densidades de estocabem

Os resultados encontrados estão de acordo com o encontrado por Tavares-Dias e Moraes (2004) para pacus em cativeiro os quais mantiveram a valores entre 1,63 e 3,13x10^6 µL.

Dias et al. (2007) afirmam que o número de eritrócitos pode estar relacionado com a maior demanda de energia/oxigênio pelo organismo, o que normalmente ocorre em situações adversas. Tal fato culmina com o aumento do número de eritrócitos que participam do transporte de gases envolvidos no metabolismo energético. Alem disso, o aumento na eficiência do transporte de oxigênio, contribui para o processo de defesa orgânica, uma vez que o oxigênio influencia diretamente na disponibilidade de energia empregada nos processos imunológicos.

Martins et al. (2004) avaliando a hematologia e a resposta inflamatória aguda de *O.niloticus* submetidas a estímulos único e consecutivos de captura perceberam um aumento de eritrócitos no sangue conforme eram submetidos ao estresse.

O nº de eritrócitos encontrados nesse trabalho novamente vem a demonstrar uma situação de estresse, porém, nesse caso demonstra, também que os indivíduos em alta densidade de estocagem possuem uma concentração mais alta de eritrócito

onde podemos entender que existe uma maior demanda de energia pelo organismo ocasionada por uma situação adversa.

Com isso podemos dizer que os indivíduos estocados em D25 e D100 demonstraram condições de anormalidade, ora afirmado pela taxa de glicose, eritrócitos, ou índice hepatossomático.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que *B. orbignyanus* apresenta comportamento de cardume quando cultivado em tanque-rede, demonstrando canibalismo em densidades baixas.

Os melhores resultados para condição de conforto dos peixes com base nos parâmetros hematológicos e hepatossomáticos foram em densidades próximas a 65 peixes/m^3.

A melhor relação entre conforto e produção para esta faixa de peso ficou próxima a 60 peixes/m^3.

REFERENCIAS

ALBELÁEZ-ROJAS, Gustavo Alberto; FRACALOSSI, Débora Machado; FIM, Jorge Daniel Indrusiak. 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.
ARANA, Luis Vinatra **Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997, 166p.

ARANA, Luis Vinatra. **Fundamentos de aqüicultura**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004. 349p.

AZEVEDO, Tatiane Maslowa P. de; MARTINS, Maurício Laterça; YAMASHITA; Marcela M. et al. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e em pesque-pague no vale do Rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 41-49, 2006.

AYROZA, D.M.M.R. DE; FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, L.M.S. Regulamentação do acesso territorial aos tanques-rede em áreas de preservação permanente – APP, no estado de São Paulo. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.15, n.90, p.63-65, 2005.

BALDISSEROTTO, Bernardo. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2002. 212p.

BARTON, B.A.; IWANA, G.K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Ann Rev. Fish Dis.**, v.1, p.3-26, 1991.

BEVERIDGE, M.C.M. Cage aquaculture. 2 ed. Surrey: Fishing news books, 346p, 1996.

BITTENCOURT, Fábio. Cultivo de pacu *Piaractus mesopotâmicus* sob diferentes densidades em tanque-rede no Reservatório de Itaipu. Marechal Cândido Rondon, 2008. 48 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

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

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

BOYD, C.E. **Water quality management for pond fish culture.** Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing, 1982.

BRANDÃO, Franmir Rodrigues; GOMES, Levy de Carvalho; CHAGAS, Edsandra Campos et al. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanques-rede. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 299-303, mar. 2005.

BRANDÃO, Franmir Rodrigues; GOMES, Levy de Carvalho; CHAGAS, Edsandra Campos et al. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, abr. 2004.

BUENO, G. W.; FEIDEN, A.; DIEMER, O. et al. Influência do arraçoamento do pacu (Piaractus mesopatamicus) em tanques-rede sob a qualidade da água em área aquícola no reservatório de Itaipu. Aquanutri , 3° Simpósio internacional de nutrição e saúde de peixes. Nov., 2009Botucatu, **Anais...**

CAMARGO, Sabrina Ortiz; POUEY, Juvêncio Luis; MARTINS, Clarice. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1406-1411, Nov-dez, 2005.

CARNEIRO,P.C.F.; CYRINO, J.E.P; CASTAGNOLLI, N. Produção da tilápia vermelha da Flórida em tanques-rede. **Sci agric**., Piracicaba, v.56, n.3, jul./1999.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura intensiva e sustentável** in Valenti, W.C. editor. Aquicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável. Brasilia, CNPq. Ministério da Ciência e Tecnologia. P. 182-195. 2000.

CAVERO, Bruno Adan Sagratzki; PEREIRA-FILHO, Manoel; ROUBACH, Rodrigo et al. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 103-107, jan. 2003.

CYRINO, J.E.P.; CONTE, L. Fundamentos da criação de peixes em tanques-rede. 1. ed. Piracicaba: Esalq, 38p., 2001.

DIAS, D.C. et al. Parâmetros hematológicos de matrinxã *Brycon cephalus* após inoculação de *saccharomyces cerevisiae*. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE: 1º ENCONTRO DE PISCICULTORES DE MATO GROSSO DO SUL, 2007, Campo Grande. **Anais...**

ESTEVES, F. A. **Fundamentos em limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 575p.

FAO **(http:www.fao.org**). Acessado em 20/08/2009.

FEIDEN, Aldi; HAYASHI, Carmino; BOSCOLO, Wilson Rogério. Desenvolvimento de larvas de surubim-do-iguaçu (Steindachneridion melanodermatum) submetidos a

diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2203 – 2210, 2006.

FEIDEN, Aldi; HAYASHI, Carmino. Desenvolvimento de juvenis de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), Vallencienes (1849) (Teleostei: characidae) em tanques experimentais fertilizados com adubação orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 591-600, out/dez. 2005.

FOX, Laurel R. Cannibalism in natural populations. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, n.6, p. 87 – 106, 1975.

FRASCÁ-SCORVO, Célia M.D.; CARNEIRO, Dalton José; MALHEIROS, Euclides Braga. Comportamento alimentar do matrinxã (Brycon cephalus) no período de temperaturas mais baixas. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 1-5, 2001.

FREATO, Thiago Archangelo; FREITAS, Rilke Tadeu Fonseca de; SANTOS, Vander Bruno dos et al.. Efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1849). **Ciênc. Agrotec**., Lavras, v.29, n.3, p.676 – 682, mai/jun, 2005.

FUJIMOTO, Rodrigo Yudi; CASTRO, Marcello Pardi de; MARTINS, Maurício Laterça et al.. Parâmetros sanguineos de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) alimentados com dietas suplementadas com cromo trivalente em duas densidades de estocagem. Acta **Sci. Anim. Sci.**, Maringá, v.29, n.4, p.465-471, 2007.

GOMES, Santo Zacarias; SCHLINDWEIN, Antonio Pedro. Efeito de períodos de cultivo e densidades de estocagem sobre o desempenho do Cattfish (Ictalurus punctatus) nas condições climáticas do litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1266-1272, 2000.

GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, Brycon cephalus (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000.

GOMIERO, J.S.G.; RIBEIRO, P.A.P.; FERREIRA, M.W. et al. rendimento de carcaça de peixe matrinxã (*Brycon cephalus*) nos diferentes cortes de cabeça. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.27, n.1, p. 211-216, jan/fev., 2003.

HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W.R. et al. **Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*).** R. Bras. Zootec.,Viçosa, v.33, n.1, jan/fev.2004.

HENGSAWAT, T., F. J. Ward and P.Jaruratjamorn. The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) cultured in cages. Aquaculture, 152: 67-76, 1997.

HOSHIBA, M.A.; GONÇALVES, F.D.; URBINATI, E.C. Respostas fisiológicas de estresse no matrinxã (Brycon amazonicus) após exercício físico intenso durante a captura. Acta Amazonica, Manaus, v.39, n.2, p.445-452, 2009.

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. 174 p.

IZEL, Antonio Claudio Uchoa; PEREIRA-FILHO, Manoel; MELO, Luiz Antelmo da Silva et al. Avaliação de níveis protéicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 43, n. 2, p. 179-184, 2004.

KENTUCKY STATE UNIVERSITY. **Cage production systems**. Disponível em: <HTTP://www.ksuaquaculture.org/cageproduction.htm>. acesso em: 12/09/2009.

KUBITZA, F. **Qualidade de água na produção de peixes**, 3 ed, Jundiaí: Kubitza, F., 1999, 97p.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**, 3 ed, Jundiaí: Kubitza, F., 2000, 123p.

KUBITZA, L.M.M., GUIMARÃES, T.G., KUBITZA, F. Monitorando a saúde dos peixes. Revista Panorama da Aquicultura, v.10,n.62, p.32-39. Nov/dez, 2000.

LAGE, Vera Aparecida; PIMENTA, Maria Emilia de Souza Gomes; POLO, Marcelo et al. Efeito de diferentes densidades de estocagem e níveis de arraçoamento no desempenho de piracanjubas (*Brycon orbignyanus*) na fase juvenil. **R. Un. Alfenas**, Alfenas, v. 5, p. 173-178, 1999.

LARSON, A.; JOHANSSON-SJOBECK, M.J.; FANGE, R. Comparative study of some haematological and biochemical blood parameters in fishes from the Skagerrak. **Journal of Fish Biology**, London, v.9, p. 425-440, 1976.

LAZZARI, Rafael; NETO, João Radünz.; CORRÊA,V.; SUTILI, F.J. VEIVERBERG, C.A.;

LEONHARDT, J.H.; FILHO, M.C.; FROSSARD, H. et al. Características morfométricas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n.1, p. 125-132, jan./mar., 2006.

LIMA-JUNIOR,S.E.; GOITEIN, R. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthes, Pimelodidae) no Rio Piracicaba (SP, Brasil). **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v.32, n.1, p.87-94, 2006.

LÓPEZ, Cristiane Machado; SAMPAIO, Edson Vieira. Sobrevivência e crescimento larval do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876 (Siluriformes, Pimelodidae), em função de três densidades de estocagem em laboratório. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n. 2, p. 491-494, 2000.

LUZ, Ronald Kennedy; ZANIBONI FILHO, Evoy. Larvicultura do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes:Pimelodidae) em diferentes

densidades de estocagem nos primeiros dias de vida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n. 2, p. 560-565, 2002.

MACEDO-VIEGAS, Elizabete Maria 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.

MACEDO-VIEGAS, Elizabete Maria et al. Rendimento e composição centesimal de filés in natura e pré-cozido em truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (Wallbaun). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 24, 2002.

MARENGONI, Nilton Garcia. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 55, n. 210, p. 127-138, 2006.

MARTINS, M.L. et al. Hematologia e resposta inflamatória aguda em *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) submetida aos estímulos único e consecutivo de estresse de captura. B. Inst. Pesca, São Paulo, v.30, n.1, p.71-80, 2004.

MELO, J.S.C. DE. **Água e construção de viveiros na piscicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 103p.

MOREIRA, Heden Luiz Marques et al. **Fundamentos da Moderna aqüicultura**. Canoas:Ed. ULBRA, 2001. 200p.

MORGAN, J.D.; IWANA, G.K. Measurements of stressed states in the field. In: IWANA, G.K; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P; SCHREPCK, C.B. (Ed). **Fish stress and health in aquaculture**. Cambritge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1997. P.247-270. (Society for Experimental Biology Seminar Series, 62).

MULLER, F.; VÁRADI, L. Freshwater Cage for fish. In: FAO. Aquaculture development and coordination. Roma, 1984. Chapter 14. Disponível em: http://www.fao.org./docrep/X5744E/x5744e0f.htm. Acesso em: 15/09/2009.

NOGUEIRA, Alex Costa; RODRIGUES, Thales. Criação de tilápias em tanque-rede. Salvador: Sebrae Bahia, 2007. 23p.

NEU, D. H. et al. **Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede.** Ciência Animal Brasileira, 2009. (NO PRELO)

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

OBA, E.T.; MARIANO, W.S; SANTOS, L.R.B. **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo**. Embrapa Amapá, Macapá, 2009.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado**, Guaíba: Editora Agropecuária, 2002, 200p.

OKAMURA, D.; ARAUJO, F.G.; LOGATO, P.V.R. et al. Efeito da vitamina C sobre o hematócrito e glicemia de alevinos de tilápia-do-nilo (Oreochromis niloticus) em transporte simulado. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**.,v.59, n.4, p.883-888, 2007.

ONO, Eduardo Akifumi. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. Campo Grande, 1998.

OSTINI, S.; OLIVEIRA, I.R.; SERRALHEIRO, P.C.S. et al. Criação de robalo-peva (*Centropomus parallelus*) submetido a diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 3, p. 250-257, jul-set, 2007.

PAIVA, Patricia de; MAINARDES-PINTO, Cleide Schmidt Romeiro; VERANI, José Roberto et al. Produção da tilápia tailandesa *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes densidades em tanques-rede de pequeno volume instalados em viveiros de piscicultura povoados ou não com a mesma espécie. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 79-88, 2008.

PIAIA, Rosamari; BALDISSEROTTO, Bernardo. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de jundiá Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 509-513, 2000.

PIENAAR, A.G. **A study of coeval sibling cannibalism in larval and juvenile fishes and its control under culture conditions**. Grahamstown: (Magisters thesis) – Rhodes University, Grahamstown. South Africa, 1990.

PIZANGO-PAIMA, Emer Gloria; PEREIRA-FILHO, Manuel; OLIVEIRA-PEREIRA, Maria Inês de et al. Composição corporal e alimentar do matrinxã, Brycon cephalus (Günther, 1869), na Amazônia central. **Acta Amazonica**, Manaus, v.31, n.3, p.509-520. 2001.

PROCARIONE, L.S.; BARRY, T.P.; MALISON, J.A. 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, Maria José T.; SALLES, Fernando André; EIRAS, Jorge Costa et al.. Análises hematológicas de curimbatá (*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**, São Paulo, n. 25 (único), p. 77-83, 1998/1999.

ROCHA, M.A.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. Uso do fator condição alométrico e de fulton na comparação de carpa (Cyprinus carpio), considerando os sexos e idade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, n.3, p.429-434, jul./set., 2005.

SÁ, Marcelo Vinicius do Carmo e; FRACALOSSI, Débora Machado. Exigência protéica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 1-10, 2002.

SACCOL-PEREIRA, Adriana; NUNER, Alex Pires de Oliveira. Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanque na larvicultura da piracanjuba,

Brycon orbignyanus Valenciennes, 1849 (Characiformes, Characidae). Acta **Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 55-61, 2003.

SALARO, A.L.; LUZ, R.K.; NOGUEIRA, G.C.C.B. et al. Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (Hoplias cf. lacerdae). R**. Bras. Zootec**., Viçosa, v.32, n.5, p.1033-1036, 2003.

SANTAMARIA, F.M.; ANTUNES, S.A. Coloração e rendimento do filé de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valemciennes, 1849), (Pisces, Characidae) silvestre e criado em cativeiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 25, único, p. 27-30, 1998/1999.

SCHIMITTOU, H. R. **Produção de peixes em altas densidade em tanques-rede de pequeno volume.** Campinas: Associação Americana de Soja/Mogiana Alimentos, 1993, 78p.

SEIXAS FILHO; José Teixeira de; BRÁS, José de Moura; GOMIDE, Andréa Tassis de Mendonça et al. Anatomia funcional e morfometria dos intestinos e dos cecos pilóricos do teleostei (pisces) de água doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 313-324, 2000.

SIGNOR, A.A. Níveis de proteína e energia na alimentação do pacu (Piaractus mesopotamicus: HOLMERG, 1887) cultivados em tanques-rede, no reservatório de Itaipu. Toledo, 2006. 55 p. Monografia (Bacharel em Engenharia de Pesca) – Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

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

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

SOUZA, Maria Luiza Rodrigues de; MACEDO-VIEGAS, Elizabete M.; KRONKA, Sérgio do Nascimento et al. Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre o rendimento de carcaça, filé e pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.1, p. 1-6, 1999.

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

TAVARES-DIAS, Marcos et; MORAIS, Gilberto; MELO, José Fernando Bibiano et al. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 693-698, 2002.

TAVARES-DIAS, M.; SHALCH, S.H.C; MARTINS, M.L., et al. Características hematológicas de Oreochromis niloticus (Osteichthyes: Cichlidae) cultivadas

intensivamente em “Pesque-Pague” do Município de Franca, São Paulo, Brasil. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 16, n.2, 76-82, 2000.

URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura, In:CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C; FRACALOSSI, D.M. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. P.533.

VAZZOLER, A.E.A.M.1981.**Manual de métodos para estudos biológicos de população de peixes. Reprodução e crescimento**. Brasilia, CNPq – Programa Nacional de Zoologia. 108p.

VIJAYAN, M. M.; PEREIRA, C.; GRAU, E.G. et al. Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia: the role of cortisol. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, 116C, n.1, p. 89-95, 1997.