



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS
NOS TRÓPICOS

USO DO SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO DE ÁGUA NA RECRIA
DE JUVENIS DE MATRINXÃ (*Brycon Amazonicus* SPIX E
AGASSIZ, 1829)

MIZAEL DOS SANTOS SEIXAS

MANAUS
2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS
NOS TRÓPICOS

MIZAEEL DOS SANTOS SEIXAS

USO DO SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO DE ÁGUA NA RECRIA
DE JUVENIS DE MATRINXÃ (*Brycon Amazonicus* SPIX E
AGASSIZ, 1829)

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Pesqueiras nos Trópicos,
como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre em
Ciências Pesqueiras, área de
concentração Uso Sustentável de
Recursos Pesqueiros Tropicais

Orientador: Prof. Dr. Bruno Adan Sagratzki Cavero

MANAUS
2010

MIZAEL DOS SANTOS SEIXAS

USO DO SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO DE ÁGUA NA RECREIA
DE JUVENIS DE MATRINXÃ (*Brycon Amazonicus* SPIX E
AGASSIZ, 1829)

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Pesqueiras nos Trópicos,
como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre em
Ciências Pesqueiras, área de
concentração Uso Sustentável de
Recursos Pesqueiros Tropicais

Aprovado em 09 de abril de 2010

BANCA EXAMINADORA

Dr. Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Dra. Cheila Lima Boijinki
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Prof. Dr. Paulo Henrique Rocha Aride
Universidade Nilton Lins

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Bruno Cavero, pelo acompanhamento constante e empenho,

Aos meus familiares, mãe Maria Nilza, padrasto João Jair e meus irmãos que, estiveram sempre
ao meu lado,

A todos os meus amigos pelo incentivo,

À minha namorada e amiga Fabíola Artemis pela sua ajuda e companhia durante o mestrado,
principalmente durante o período de experimentação,

À empresa Agroindustrial Tambaqui, por ceder as instalações e funcionários para realização do
experimento,

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), por ceder o aparelho usado nas leituras
dos parâmetros de qualidade de água,

Ao laboratório de limnologia da UFAM, pela análise química da água,

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pela oportunidade de realização do curso de pós-
graduação,

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Amazonas (FAPEAM), pela bolsa de estudos.

RESUMO

A matrinxã (*Brycon amazonicus*) é uma espécie considerada promissora para a piscicultura da região Amazônica, pela sua importância no mercado local e pela sua adaptação ao ambiente de cultivo. A fase recria é fundamental para a piscicultura, por diminuir o tempo de engorda e melhorar a homogeneidade do lote. O uso de sistemas de alto fluxo já é usado para recria de juvenis em vários países e, no Brasil, esse sistema facilita o manejo e diminui os gastos com ração e mão-de-obra. O objetivo deste estudo foi avaliar: o efeito da densidade de estocagem sobre o desempenho produtivo, a qualidade da água e índices econômicos na recria de juvenis de matrinxã com uso do fluxo contínuo de água. O experimento foi realizado na Fazenda Agroindustrial Tambaqui Ltda, localizada na Rodovia AM – 010 no km 143, no período de dezembro de 2009 a fevereiro de 2010. Foi usado um lote de 3.000 homogêneos juvenis de matrinxã, com comprimento médio $3,03 \pm 1,69$ cm, adquiridos na Fazenda Santo Antônio. O delineamento foi inteiramente casualizado, em quatro densidades de estocagem (T1= 50 peixes/m³; T2= 100 peixes/m³; T3= 150 peixes/m³ e T4= 200 peixes/m³), com três repetições, em 12 tanques circulares de fibra de vidro de 1 m³. Foram calculados os parâmetros de desempenho zootécnico, taxa de sobrevivência, conversão alimentar aparente, ganho de biomassa, consumo médio total, taxa de crescimento específico e taxa de incremento em peso. Os parâmetros de qualidade da água analisados: foram condutividade elétrica, pH, temperatura e oxigênio dissolvido, medidos diariamente, com aparelho digital. Foram coletadas amostras para análise de amônia e nitrito em laboratório. Para as análises de viabilidade econômica foram analisados os custos de investimentos fixos e de produção, rentabilidade e lucratividade. Os parâmetros de desempenho zootécnico e de qualidade de água foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey. Os resultados do desempenho zootécnico mostraram que a melhor densidade foi de 50 peixes/m³. Os parâmetros físico-químicos mantiveram-se dentro dos níveis aceitáveis para piscicultura em todos os tratamentos, no entanto, deve-se levar em consideração a concentração de oxigênio dissolvido na água, sendo um fator limitante nesse sistema de cultivo. Em relação aos resultados dos índices econômicos e das projeções realizadas, o melhor desempenho foi a densidade de 200 peixes/m³, para recria de juvenis de matrinxã em sistema de fluxo contínuo de água.

Palavras – chave: matrinxã; recria; juvenis; piscicultura; *raceway*.

ABSTRACTS

The matrinxã (*Brycon amazonicus*) is considered a promising species for fish farming in the Amazon region, for its importance in the local market and its adaptation to the culture environment. The growing phases are crucial for fish farming, by reducing the time for fattening and improve the homogeneity of the batch. The use of high-flow systems is already used for rearing of juveniles in various countries and in Brazil this system facilitates the handling and reduces spending on food and manpower. The aim of this study was to evaluate: the effect of stocking density on performance, water quality and economic indices in the rearing of juvenile matrinxã using the continuous flow of water. The experiment was conducted at Fazenda Agroindustrial Ltda Tambaqui, located on Highway AM - 010 to 143 km, from december 2009 to February 2010. We used a batch of 3,000 juvenile matrinxã homogeneous, with average length 3.03 ± 1.69 cm, acquired the Fazenda Santo Antonio. The design was completely randomized in four stocking densities (T1=50 fish/m³, T2=100 fish/m³, T3=150 fish/m³ and T4=200 fish/m³) with three replications in 12 circular tanks fiberglass 1 m³. We calculated the parameters of growth performance, survival rate, feed conversion, biomass gain, total fuel consumption, specific growth rate and rate of increase in weight. The parameters of water quality analysis: they were electrical conductivity, pH, and temperature and dissolved oxygen, measured daily, with a digital. Samples were collected for analysis of ammonia and nitrite in the laboratory. For the analysis of economic viability were analyzed costs of fixed investments and production, profitability and profitability. The parameters of the performance and water quality were evaluated by analysis of variance (ANOVA) and Tukey test. The results of the live performance showed that the best density was 50 fish/m³. The physical and chemical parameters were within acceptable levels for fish in all treatments, however, one should take into account the concentration of dissolved oxygen in water is a limiting factor in this cropping system. Regarding the results of economic indicators and projections made, the best performance was a density of 200 fish/m³, for rearing of juvenile matrinxã system in continuous flow of water.

Key - words: matrinxã; rearing; juveniles; pisciculture; raceway.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da fazenda Agroindustrial Tambaqui.....	21
Figura 2 - Unidades experimentais usadas.....	21
Figura 3 - Condicionamento dos juvenis no tanque.....	22
Figura 4 - Moagem da ração.....	23
Figura 5 - Balança e paquímetro usados nas biometrias.....	24
Figura 6 - Monitoramento diário dos parâmetros físico-químicos da água.....	25
Figura 7 - Manipulação das amostras de água no laboratório da UFAM.....	26

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Média dos parâmetros físico-químicos das unidades experimentais usadas no cultivo de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) em sistema de fluxo contínuo de água	29
Tabela 2 - Médias do peso e comprimento inicial e final e do ganho de peso de juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>), mantidos em condições experimentais, em diferentes densidades de estocagem, durante 40 dias	35
Tabela 3 - Médias do peso e comprimento inicial e final e do ganho de peso, de juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) mantidos em condições experimentais em diferentes densidades de estocagem durante 40 dias	36
Quadro 1 - Custo de investimentos (custos fixos) de juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água	38
Quadro 2 - Custo operacional efetivo de juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água	39
Quadro 3 - Custo de produção (extrapolado) para juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água	40
Quadro 4 - Rentabilidade (extrapolada) para juvenis de matrinxã cultivados em sistema de fluxo contínuo de água	41
Quadro 5 - Parâmetros econômicos (extrapolados) para juvenis de matrinxã cultivados em sistema de fluxo contínuo de água	41
Quadro 6 - Influência do preço de venda para juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água	42
Quadro 7 - Influência da capacidade de produção (número de tanques) sobre a rentabilidade do empreendimento para juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água	42
Quadro 8 - Influência da taxa de sobrevivência sobre a rentabilidade do empreendimento para juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água	42
Quadro 9 - Fluxo de caixa da projeção do T4 para juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Flutuação do pH pelo período de 24 horas.....	32
Gráfico 2 - Flutuação da condutividade elétrica pelo período de 24 horas.....	32
Gráfico 3 - Flutuação da temperatura pelo período de 24 horas.....	33
Gráfico 4 - Flutuação do oxigênio dissolvido pelo período de 24 hora.....	34

SUMÁRIO

1	Introdução	11
2	Revisão de literatura	13
2.1	A matrinxã e sua importância para a piscicultura	13
2.2	Estudos com a matrinxã em ambiente de cultivo	14
2.3	Cultivo de matrinxã no estado do Amazonas	15
2.4	Caracterização do cultivo em sistema de fluxo contínuo de água	16
2.5	Comportamento dos parâmetros físico-químicos da água em piscicultura	17
2.6	Comportamento econômico de empreendimentos aquícolas	19
3	Objetivo	20
3.1	Objetivos específicos	20
4	Material e Métodos	21
4.1	Local e período de realização do experimento	21
4.2	Animais experimentais	22
4.3	Delineamento experimental	22
4.4	Descrição das unidades experimentais	23
4.5	Alimentação	23
4.6	Biometrias	24
4.7	Parâmetros de desempenho zootécnico	24
4.8	Monitoramento da qualidade da água	25
4.9	Análise estatística	26
4.10	Análise econômica	26
4.10.1	Custo de investimento fixo	27

4.10.2	Custo de produção	27
4.10.2.1	Custo Operacional Efetivo (COE)	27
4.10.2.2	Custo operacional total (COT)	27
4.10.2.3	Custo total de produção (CTP)	27
4.10.2.4	Rentabilidade	27
4.10.3	Fluxo de caixa	28
4.10.4	Taxa Interna de Retorno (TIR)	28
4.10.5	Tempo de recuperação do capital (TRC)	28
5	Resultados e discussão	29
5.1	Qualidade da água	29
5.2	Efeito da densidade de estocagem sobre os parâmetros de desempenho zootécnicos .	34
5.3	Análise econômica	37
5.3.1	Investimentos	37
5.3.2	Análise de sensibilidade do empreendimento	42
6	Conclusões	44
7	Referências bibliográficas	45

1 Introdução

A aquicultura continental vem se destacando dentro da produção pesqueira do Brasil. Segundo dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para o ano de 2007, a produção de organismos aquáticos gira em torno de 210 mil toneladas, o que representa 19,65% de toda a produção pesqueira do país, com crescimento de 10,2% entre os anos de 2006 e 2007. A região norte, com 26.143 t, sendo 12,4% da produção da aquicultura continental nacional e o Amazonas teve 8.927 t, sendo equivalente a 34,15% da produção regional (IBAMA, 2009).

A produção da piscicultura no Brasil está concentrada em espécies exóticas como tilápia (Cichlidae) e carpa (Cyprinidae) (IBAMA, 2009). Devido ao desenvolvimento de pacotes tecnológicos e cadeia produtiva definida, estes fatores não se aplicam para as espécies nativas cultivadas (Moreira, *et al.*, 2001; Roubach *et al.*, 2003; Camargo e Pouey, 2005). A utilização de técnicas de reprodução artificial de peixes migradores permitiu um incremento qualitativo na piscicultura mundial (Zaniboni-Filho e Weingartner, 2007).

As categorias dos sistemas de produção utilizados nas pisciculturas do Brasil dependem da estratégia de desenvolvimento, planejamento da atividade e dos cálculos econômicos financeiros (Arana, 2004a). No Amazonas há predominância do cultivo semi-intensivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*), matrinxã (*Brycon amazonicus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) (Lima, 2007).

Segundo dados do IBAMA (2008), a matrinxã é a segunda espécie mais cultivada nos empreendimentos de aquicultura na Amazônia Ocidental, sendo considerada uma espécie de importância para piscicultura regional e é também bem aceita no mercado consumidor local (Izel

e Melo, 2004).

O gargalo da cadeia produtiva da espécie está na quantidade ofertada no mercado a preços acessíveis de “alevinos”, devido à ocorrência de canibalismo no período larval (Leonardo *et al.*, 2008). O termo alevino é atribuído pelos piscicultores do Brasil, designado para descrever a “semente” de espécies tropicais. Provavelmente é uma adaptação da palavra “alevin”, que descreve uma fase de vida de peixes da família Salmonidae, podendo ser substituído por “juvenis” e a fase de cultivo correspondente de recria (Gomes *et al.*, 2003).

Em ambiente de cultivo as densidades de estocagem variam de acordo com o sistema de produção, a espécie cultivada, a idade de estocagem, a biomassa estocada e o oxigênio dissolvido na água (Souza-Filho e Cerqueira, 2003). O número de peixes por unidade de área influencia o desempenho dos índices zootécnicos (Mardini e Mardini, 2000), bem como o nível de estresse, sendo que esta ação está ligada à regulação fisiológica dos peixes (Turnbull *et al.*, 2005).

Existem poucos trabalhos envolvendo o efeito da densidade de estocagem no crescimento de juvenis da matrinxã na recria em sistema intensivo, sendo necessários mais estudos para ampliar os conhecimentos sobre o comportamento desta espécie em diferentes condições de cultivo.

Este trabalho visou estabelecer a melhor densidade de estocagem em sistema de fluxo contínuo de água, buscando diminuir o tempo de cultivo, uma maior homogeneização do lote e um menor custo de produção em juvenis de matrinxã.

2 Revisão de literatura

2.1 A matrinxã e sua importância para a piscicultura

A matrinxã, pertence à subfamília Bryconinae e ao gênero *Brycon* (Godoy, 1975). Possui grande quantidade de espécies distribuídas nas várias bacias do Brasil, no entanto as que apresentam interesse para a piscicultura são: piracanjuba (*B. orbignyanus*), originária da bacia dos rios Uruguai e Paraná (Baldisserotto e Gomes, 2005a); e matrinxã (*B. amazonicus*) da bacia do rio Amazonas (Baldisserotto e Gomes, 2005b).

Antes da revisão do gênero realizada por Lima (2003), a matrinxã era nomeada como *Brycon cephalus*. Entretanto, a distribuição de *B. cephalus* está restrita ao alto rio Amazonas no Peru e Bolívia, enquanto *B. amazonicus*, tem ampla distribuição na bacia do rio Amazonas e seus tributários da parte brasileira.

A espécie é também conhecida como rabo-de-fogo, jatuarana e sardina colimorada (Colômbia). É uma espécie de grande porte, podendo alcançar 40 cm de comprimento; tem coloração cinza-amarelada, mais clara no ventre, e escamas com as bordas escuras a espécie é onívora, consumindo basicamente frutos, sementes, insetos e outros invertebrados. Os juvenis têm maior preferência por peixes e artrópodes, enquanto os adultos preferem frutos e sementes (Ferreira *et al.*, 1998; Santos *et al.*, 2006).

Realiza migração reprodutiva no início da enchente, quando desce os afluentes para desovar nos rios de água branca. Faz também migração trófica, na enchente/cheia, para se alimentar na floresta alagada e deixa essa área no período de seca, adentrando no leito dos rios, onde o alimento é mais abundante. Os jovens são criados nas áreas de várzea, no período que vai da enchente até a seca. Os adultos e jovens são recrutados, no movimento rio acima no período da seca (Santos *et al.*, 2006).

Em ambiente natural a pré-desova, corresponde à fase de repouso e o início da maturação gonadal, que ocorre no período de seca enquanto os adultos estão no canal dos afluentes dos rios principais. O comprimento padrão de primeira maturação é de 32 cm (Leite e Araújo-Lima, 2003).

É considerada uma espécie promissora para a piscicultura na região Amazônica, podendo alcançar taxas de retorno de capital acima de 27%, com custo de produção de R\$ 2,42/kg de peixe e preço de venda no mercado local de R\$ 6,00/kg (Izel e Melo, 2004). Além de ser uma espécie bem adaptada ao ambiente de confinamento, tem um rápido crescimento, acima 1,0 kg no primeiro ano de cultivo e aceita bem o alimento artificial (Izel *et al.*, 2004).

No entanto, não tem representação no cenário nacional da aquicultura e no Amazonas aparece como a segunda espécie, com 2.094,5 t produzidos, o que representou 23,46% da produção do estado em 2007, ficando atrás do tambaqui (*Colossoma macropomum*) com 6.654 toneladas (IBAMA, 2008).

2.2 Estudos com a matrinxã em ambiente de cultivo

Vários trabalhos foram realizados com a ecologia, reprodução induzida e larvicultura da matrinxã (Borges, 1986; Villacorta-Correa, 1987; Leite, 2004; Leonardo, 2005; Carvalho e Urbinati, 2005) entre outros. No entanto trabalhos relacionados com densidade de estocagem são escassos.

Os trabalhos relacionados ao manejo do cultivo realizados por Frasca-Scorvo *et al.* (2007), concluíram que o melhor horário para alimentar os peixes nas condições experimentais trabalhadas foi 17:00 horas.

O estudo de Izel *et al.* (2004) testou os níveis de 16, 19, 22, 25 e 28% de PB na ração, em juvenis de matrinxã de peso médio de 23,2 g e concluiu que 28% promove o maior ganho de

peso, melhor conversão alimentar e maior lucratividade.

Izel e Melo (2004) analisaram os custos de produção, rentabilidade, lucratividade, taxa interna de retorno e tempo de recuperação do capital, indicando que o cultivo em barragem é uma atividade economicamente viável.

Estudos com densidade de estocagem de juvenis de matrinxã foram realizados em tanques-rede de pequeno volume. Como o realizado por Carvalho *et al.* (1997), que concluiu não haver diferença em usar as densidades de estocagem 50, 100, 150 peixes/m³ em tanques-rede com juvenis de matrinxã com peso médio de 4,18 g, por um período de 92 dias.

Tortolero (2003), estudando o uso de gaiolas flutuantes construídas com matéria-prima regional, demonstrou que a melhor densidade de estocagem a ser utilizada nesse sistema seria 200 peixes/m³, com juvenis de 41,6 g, com tempo de cultivo de 8 meses.

Brandão *et al.* (2005) utilizaram as densidades 200, 300, 400 e 500 peixes/m³, com juvenis de matrinxã de peso médio 0,56 g, em tanques-rede de 1 m³ pelo período de 60 dias e, obtiveram o melhor desempenho em relação à produção por área e biomassa final a densidade de 500 peixes/m³.

Marques *et al.* (2002), estudaram o efeito do uso de sistema de alto fluxo de água sobre as densidades de estocagem de 24, 48, 72 e 96 peixes/m³. Neste estudo a melhor densidade de estocagem foi de 96 peixes/m³, em relação à biomassa total e à conversão alimentar.

2.3 Cultivo de matrinxã no estado do Amazonas

No Amazonas a matrinxã vem sendo cultivada em viveiro escavado e semi-escavado, barragem, tanques-rede e canais de igarapés ou riachos de terra firme de 2^a e 3^a ordem, sendo, estes últimos, considerados sistemas semi-intensivos com, uso de alto fluxo de água (Arbeláez-Rojas *et al.*, 2002; Baldisserotto e Gomes, 2005b).

O cultivo em canal de igarapé apresenta vários aspectos negativos como, por exemplo, não possibilita o controle das variáveis ambientais, pois depende da quantidade e qualidade da água do igarapé (Baldisserotto e Gomes, 2005b). Além disso, há a impossibilidade de cultivar matrinxã em barragens e em canais de igarapé por causa da resolução nº001 de 2008 do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Amazonas (CEMAAM), que impede a instalação de empreendimento de médio e grande porte em igarapés (CEMAAM, 2008).

A matrinxã apresenta condições favoráveis para o cultivo em sistema de alto fluxo, por ser uma espécie que tolera bem as altas densidades de estocagens e pelo seu reconhecido valor comercial no Amazonas (Izel e Melo, 2004; Izel *et al.*, 2004). O estudo feito por Hackbarth (2004) com a matrinxã revelaram que a natação forçada apresenta uma série de vantagens, como uma melhor taxa de crescimento e menor gasto protéico para a manutenção energética.

2.4 Caracterização do cultivo em sistema de fluxo contínuo de água

O cultivo de peixe utiliza diversos sistemas de produção. A escolha mais adequada está ligada à quantidade e qualidade da água, ao custo do hectare, ao mercado consumidor, à capacidade de investimento e às condições ambientais (Kubitza, 2000). Arana (2004a) classifica os sistemas de produção: em extensivo, semi-intensivo e intensivo.

O sistema de cultivo intensivo tem como características principais a utilização de ração balanceada, alta densidade de estocagem, controle da qualidade da água, uso de tanques ou viveiros projetados e aplicados ao mono-cultivo. No sistema intensivo pode-se obter alta produtividade por área, chegando a valores acima de 30 t/ha/ano (Scorvo Filho, 2004).

O cultivo em sistema de fluxo contínuo de água conhecido como *raceway* tem como característica, o uso de grande volume de água que, possibilita uma a 20 trocas por hora ou dia em canais, tanques circulares, retangulares e outros formatos (Huet,1998; Timmons, *et al.*, 1998;

Arana, 2004a). Esse sistema promove, uma grande renovação de água o que possibilita o arrasto de fezes e ração, mantendo a água de boa qualidade, com níveis de oxigênio dissolvido acima de 5 mg/l e baixos níveis de amônia, permitindo um melhor manejo e a maximização da produção por volume (Lovshin, 1997; Muir *et al.*, 2000).

Esse modelo de cultivo em sistemas de fluxo contínuo da água teve início nos Estados Unidos, com o cultivo de trutas (Salmonidae) e depois estendendo ao bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) (Soderberg, 1995). Em países asiáticos é utilizado principalmente na fase de recria (Hanafi *et al.*, 1989). No Brasil é utilizado no cultivo de tilápia, trutas e na recria de juvenis de diversas espécies (Roubach *et al.*, 2003). Devido ao fluxo contínuo da água, podem ser utilizadas altas densidades de estocagem variando de 200 a 500 peixes/m³ (Pillay, 1993; Rakocy, 1995), com grande capacidade de suporte (Kubitza, 2000).

2.5 Comportamento dos parâmetros físico-químicos da água em piscicultura

A qualidade da água em piscicultura é extremamente importante para o sucesso do cultivo. A qualidade da água inclui fatores físicos, químicos e biológicos de suas interações (Arana, 2004b). Em condições normais, o comportamento do meio aquático e os organismos estão em equilíbrio. No entanto em cultivos intensivos os parâmetros físico-químicos são alterados e altas densidades de estocagens provocam o estresse dos peixes, prejudicando seu desempenho (Arana, 2004b).

O oxigênio altera o comportamento dos peixes. Segundo Arana (2004b), a disponibilidade deste na água apresenta quatro situações diferentes nos peixes: independência de oxigênio (entre 8 e 9 mg/l), dependência alimentar (entre 5 e 5,5 mg/l), dependência fisiológica o peixe fica estressado e doente (entre 2,5 e 3 mg/l) e mortalidade por hipoxia (entre 0 e 1 mg/l). Dependendo da densidade de estocagem, o oxigênio se torna limitante no sistema (Jasper *et al.*, 2005). Para os

peixes tropicais a concentração mínima nos ambientes de cultivo deve ser acima de 4 mg/l (Boyd, 1981).

Segundo Ville (1967) potencial hidrogeniônico ou pH, é o logaritmo negativo da concentração de íon hidrogênio, que expressa o grau de acidez ou alcalinidade. A escala de pH varia de 1 a 14, sendo 7 neutro, abaixo de 7 é considerado ácido, e acima de 7 é alcalino (Mardini e Mardini, 2000). O pH é um parâmetro importante para a piscicultura. Seu efeito influencia o metabolismo e os processos fisiológicos dos peixes (Arana, 2004b).

A condutividade elétrica é a capacidade da água de conduzir a corrente elétrica, dando uma idéia da produtividade natural do sistema em função do maior ou menor teor de nutrientes dissolvidos na água, segundo os autores Mardini e Mardini, (2000); Moreira *et al.* (2001); Arana (2004b) e Poli e Arana (2004). Para Moreira *et al.* (2001) a condutividade elétrica de águas destinadas à piscicultura deve estar entre 20 e 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A temperatura da água é importante para a piscicultura, pois é um fator físico intimamente ligado com a reprodução, alimentação, regulação do metabolismo, consumo de oxigênio dissolvido e o crescimento dos peixes (Mardini e Mardini, 2000 e Moreira *et al.* 2001). Para as espécies tropicais a temperatura da água vai de 25 a 35°C (Parker e Davis, 1981).

A amônia é o principal produto de excreção dos organismos aquáticos, é o composto resultante do catabolismo das proteínas (Arana, 2004b). A concentração de amônia medida é referente à amônia não ionizada (NH_3), que é tóxica para os peixes. O íon amônio (NH_4^+) não é tóxico para os peixes, segundo Mardini e Mardini (2000). Moreira *et al.* 2001 descreveram que as altas concentrações de amônia em piscicultura podem causar mortalidade.

Arana (2004b) descreve que o nitrito é o composto intermediário do processo de nitrificação, pelo qual a amônia é oxidada pelas bactérias nitrosomonas para nitrito (NO_2) e depois pelas as bactérias nitrobacter para nitrato (NO_3^-).

2.6 Comportamento econômico de empreendimentos aquícolas

Com a difusão das técnicas de cultivo de peixes, como a reprodução de peixes tropicais, manejo, alimentação (ração balanceada) e melhoria das instalações aquícolas como viveiros e tanques, o Brasil atingiu um elevado grau de desenvolvimento da piscicultura, o que deu suporte para a expansão da atividade com bases empresariais, sendo uma alternativa de agronegócio (Martin, *et al.* 1995; Moreira *et al.*, 2001).

Segundo Scorvo Filho *et al.* (1998) a piscicultura apresenta bons índices de lucratividade e de retorno de investimento, com o cultivo de diferentes espécies em diversos sistemas de produção. Quanto mais intensivo for o sistema de produção, mais rentável e com melhores taxas de retorno será o empreendimento.

Martin *et al.* (1995) descrevem que a viabilidade de empreendimentos aquícolas está diretamente relacionada ao manejo adequado e ao bom gerenciamento da atividade. Nesse sentido as análises de viabilidade econômica e de custos de produção são fundamentais para o planejamento e sucesso do investimento.

Izel e Melo (2004) realizaram análises econômicas para a matrinxã, em sistema de cultivo semi-intensivo, em pequenas barragens no estado do Amazonas. Esse trabalho mostrou a viabilidade econômica da espécie.

3 Objetivo

Avaliar o uso do sistema de fluxo contínuo de água na recria de juvenis de matrinxã.

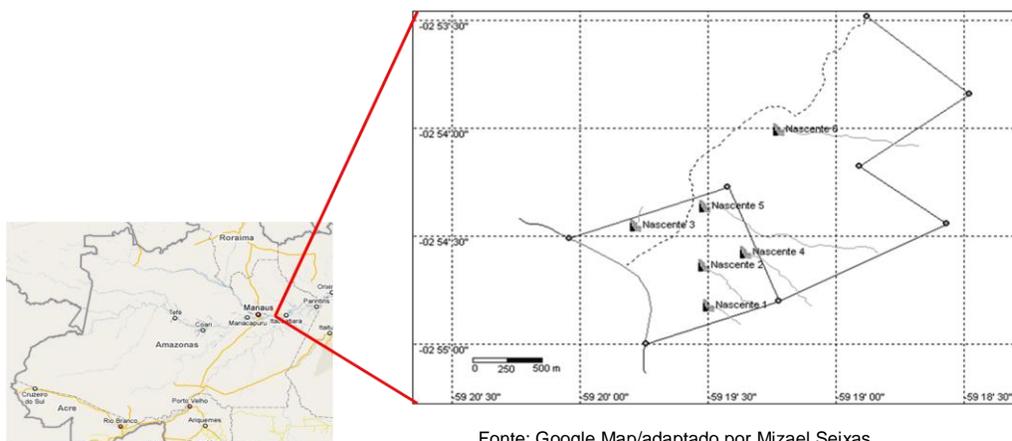
3.1 Objetivos específicos

- Determinar a melhor densidade de estocagem na recria de juvenis de matrinxã em sistema de fluxo contínuo de água;
- Avaliar a qualidade da água na recria de matrinxã em sistema de fluxo contínuo de água;
- Analisar os custos de produção e rentabilidade da recria de matrinxã em sistema de fluxo contínuo de água.

4 Material e Métodos

4.1 Local e período de realização do experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Agroindustrial Tambaqui Ltda. Localizada no km 143 da Rodovia AM – 010, Amazonas (figura1). A empresa trabalhando com recria e engorda de tambaqui e matrinxã em viveiros semi-escavados. O empreendimento conta com laboratório para realização de pesquisas (figura 2). O experimento teve duração de 40 dias, entre os meses de dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.



Fonte: Google Map/adaptado por Mizaél Seixas

Figura 1- Localização da fazenda Agroindustrial Tambaqui.



Figura 2- Unidades experimentais usadas.

4.2 Animais experimentais

Foi adquirido um lote de 3.000 juvenis de matrinxã, com comprimento médio $3,03 \pm 1,69$ cm da fazenda Santo Antônio. Os juvenis ficaram sem alimentação por 48 horas para depuração gastrointestinal (Grottum *et al.*, 1997) e foram transportados em sacos plásticos com oxigênio seguindo o protocolo de Gomes (2003) e acondicionados em tanques de fibra de vidro de 1.500 l por um período de 5 dias (figura 3).



Figura 3- Acondicionamento dos juvenis no tanque.

4.3 Delineamento experimental

O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. No experimento foram testadas quatro densidades de estocagem diferentes, distribuídas nos seguintes tratamentos: T1= 50 peixes/m³; T2= 100 peixes/m³; T3= 150 peixes/m³ e T4= 200 peixes/m³. Cada tratamento teve três repetições.

4.4 Descrição das unidades experimentais

Para esse experimento foram utilizados 12 tanques circulares de fibra de vidro da marca Multifibra. Cada tanque com capacidade de 1 m³ e volume útil de 0,8 m³, com tampa de tela de plástico para evitar os saltos dos juvenis. Todos os tanques tinham sistema de abastecimento e drenagem independentes. Os tanques eram abastecidos de forma contínua por gravidade, com uma vazão média de 0,006 l/s, totalizando cinco renovações por dia.

4.5 Alimentação

Foi utilizada uma ração comercial extrusada com 28% (PB), moída manualmente (figura 4). A quantidade oferecida foi até a saciedade aparente, sendo dividida em quatro porções diárias às 06:00, 10:00, 14:00 e 18:00 horas.



Figura 4- Moagem da ração.

4.6 Biometrias

Foram realizadas biometrias com todos os peixes no início e no fim do experimento, e uma após 20 dias, com 10% do total das unidades experimentais. Esta operação foi realizada com o auxílio de uma balança eletrônica para a obtenção do peso e um paquímetro medir o comprimento dos juvenis (figura 5). Para facilitar o manejo durante as biometrias, os juvenis foram anestesiados com benzocaína (ethyl-p-aminobenzoato), na concentração de 100 mg/l, seguindo a metodologia de Gomes *et al.*, 2001.



Figura 5- Balança e paquímetro usados nas biometrias.

4.7 Parâmetros de desempenho zootécnico

Foram calculados os seguintes parâmetros de desempenho zootécnico dos juvenis:

- Taxa de sobrevivência (S) = $100(n^{\circ} \text{ final de juvenis} / n^{\circ} \text{ inicial de juvenis})$;
- Conversão alimentar aparente (CAA) = consumo de ração nos tanques/ganho de biomassa;
- Ganho de peso (GP) = peso final - peso inicial;
- Consumo médio total (CMT) = média do total de ração consumido durante 40 dias;
- Taxa de crescimento específico (TCE%) = $100(\ln \text{ biomassa final} - \ln \text{ biomassa inicial}) /$

tempo (dias);

- Taxa de incremento em peso (TIP%) = $100(\text{biomassa final} - \text{biomassa Inicial}) / \text{biomassa final}$.

4.8 Monitoramento da qualidade da água

Usando uma sonda multiparâmetro digital (figura 6), foram medidos diariamente, nos tanques e na entrada da água, as seguintes variáveis: condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$), pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e oxigênio dissolvido (mg/l). Foram coletadas amostras da água dos tanques e da entrada de água no início e no final do experimento, para análise de amônia (NH_3) e nitrito (HNO_2), no laboratório de limnologia da Universidade Federal do Amazonas (figura 7).



Figura 6- Monitoramento diário dos parâmetros físico-químicos da água.



Figura 7- Manipulação das amostras de água no laboratório limnologia da UFAM.

4.9 Análise estatística

Para garantir a homogeneidade dos lotes às médias dos pesos dos tratamentos foram submetidas ao teste Levene ($p < 0,05$).

Ao final do experimento de densidade de estocagem os parâmetros de desempenho zootécnico e de qualidade de água foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) ($p < 0,05$). Havendo diferenças significativas entre as médias realizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) (Zar, 1984).

4.10 Análise econômica

Para a análise de viabilidade econômica foram levantados os custos de investimentos fixos e de produção. As análises de projeção do investimento foram realizadas a partir da construção de um fluxo de caixa com horizonte projetado de dez (10) anos (utilizado atualmente

pelas instituições de fomento). Para efeito de cálculo de rentabilidade do sistema de produção foi calculada a taxa interna de retorno e período de recuperação do capital.

4.10.1 Custo de investimento fixo

Foram incluídos nesses custos a elaboração e legalização do projeto, a construção do galpão, a compra dos tanques, o sistema de abastecimento e drenagem, a balança e outros materiais e equipamentos.

4.10.2 Custo de produção

Foram considerados os mesmos componentes utilizados por (Melo *et al.*, 2001) que são os seguintes:

4.10.2.1 Custo Operacional Efetivo (COE)

Foi constituído pelo somatório dos custos com a utilização operacional de mão-de-obra e com os insumos utilizados na piscicultura (ração, alevinos e energia).

4.10.2.2 Custo Operacional Total (COT)

Foi usado o resultado do somatório do custo operacional efetivo (COE) e dos custos indiretos, monetários ou não, tais como: depreciação das instalações e equipamentos, encargos diretos, encargos financeiros do capital de custeio e manutenção de instalações.

4.10.2.3 Custo Total de Produção (CTP)

Foi calculado pela soma do custo operacional total (COT) e a remuneração ao capital fixo investido, a uma taxa de juros de 9,75% a.a., calculada sobre o valor médio desses investimentos, ao longo da vida útil de cada um deles.

4.10.2.4 Rentabilidade

Foram analisados e considerados os seguintes indicadores:

- Receita Bruta (RB): foi obtida da possível venda da produção dos juvenis;

- Receita Líquida I: foi calculada entre a diferença da receita bruta e o custo operacional efetivo (COE);
- Receita Líquida II: foi calculada entre a diferença da receita bruta e o custo operacional total (COT);
- Receita Líquida III: foi calculada entre diferença da receita bruta e pelo custo total de produção (CTP);
- Índice de Lucratividade: foi obtido da relação entre a receita líquida II e a receita bruta, em percentagem.

4.10.3 Fluxo de caixa

Foi confeccionado a partir das entradas e saídas por ciclo de recursos durante todo o horizonte projetado de 10 anos. As entradas são constituídas pelas vendas dos juvenis. Os fluxos de saída de caixa considerados no ano zero resultam dos investimentos realizados no projeto técnico e seus custos (Martin, *et al.*, 1998).

4.10.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Foi calculada com base na taxa de juros j , real e não negativa, para a qual se verifica a relação (Faro, 1979). Essa taxa mediu em percentual o quanto retorna do investimento inicial por ciclo de produção.

4.10.5 Período de Recuperação do Capital (PRC)

Foi calculado o espaço de tempo necessário para que a soma das receitas nominais futuras iguale o valor do investimento inicial, isto é, o número de anos em que a soma do fluxo de caixa, a partir do investimento inicial, torna-se nula. Isso pode ser estimado utilizando-se o fluxo de caixa nominal (Faro, 1979).

5 Resultados e discussão

5.1 Qualidade da água

Os parâmetros pH, condutividade elétrica, temperatura, amônia e nitrito não apresentaram diferença entre os tratamentos e encontram-se dentro da zona de conforto para a espécie, segundo Moreira *et al.* (2001), Arana (2004b) e Poli e Arana (2004). Entretanto foram encontradas diferenças nos valores de oxigênio dissolvido entre os tratamentos. O ponto de entrada da água também apresentou diferenças dos tratamentos para pH, temperatura e amônia (tabela 1).

Tabela 1 - Média dos parâmetros físico-químicos das unidades experimentais usadas no cultivo de matrinxã (*Brycon amazonicus*) em sistema de fluxo contínuo de água ⁽¹⁾

Tratamento	pH	Condutividade elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Oxigênio (mg/l)	Amônia (mg/l)	Nitrito (mg/l)
T1	7,21 \pm 0,60a	41,38 \pm 2,45a	28,34 \pm 0,56a	3,90 \pm 1,18a	0,456 \pm 0,067a	0,033 \pm 0,006a
T2	7,04 \pm 0,39a	41,18 \pm 2,83a	28,46 \pm 0,96ab	3,40 \pm 1,29abc	0,487 \pm 0,062a	0,025 \pm 0,006a
T3	6,96 \pm 0,35a	41,64 \pm 2,37a	28,37 \pm 0,59a	2,89 \pm 1,32b	0,436 \pm 0,037a	0,023 \pm 0,001a
T4	6,93 \pm 0,33a	41,70 \pm 2,50a	28,33 \pm 0,56a	2,90 \pm 1,29c	0,495 \pm 0,085a	0,026 \pm 0,005a
Controle	7,68 \pm 0,91b	41,30 \pm 2,37a	29,08 \pm 1,79b	5,43 \pm 0,89d	0,164 \pm 0,053b	0,024 \pm 0,001a

(1) Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Os valores das variáveis são apresentados como média \pm desvio padrão

Os valores de pH apresentaram-se próximo ao neutro, variando de 6,93 a 7,68 e o ponto controle apresentou diferença significativa. Segundo Mardini e Mardini (2000), Moreira *et al.* (2001) e Poli e Arana (2004), esses valores são considerados ótimos para o cultivo de peixes tropicais e estão dentro da faixa aceitável para cultivo de organismos aquáticos, segundo a resolução n^o 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005).

Maillard *et al.* (2005) tiveram resultados iguais em estudos realizados em três tipos diferentes de *raceway*, usados no cultivo de truta arco-íris nos Estados Unidos da América. Sobre

o impacto do cultivo nos parâmetros físico-químicos da água, eles constataram que o maior valor de pH foi 7,4 e o menor foi 7,2.

Não houve diferença significativa em relação à condutividade elétrica entre os quatro tratamentos e o ponto de entrada da água variando de 41,18 a 41,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estando na faixa ótima para cultivo de peixes.

Souza (2007) obteve resultados superiores em estudos limnológicos do cultivo de tilápias nilótica em *raceways*, cujas análises mostraram uma média superior a 60,06 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

As médias das temperaturas da água para todos os tratamentos não apresentaram diferença significativa, variando de 28,33 a 28,43° C. O ponto de entrada da água apresentou média de 29,08° C.

Todas as médias estão dentro da faixa de tolerância descrita por Boyd (1981). Para regiões tropicais as temperaturas estão na faixa de 25 a 30° C. Segundo Pezzato *et al.* (1994), a matrinxã tem melhor desempenho de crescimento em temperaturas em torno de 29° C.

As médias de OD nos tratamentos variaram entre 2,89 e 3,90 mg/l e no ponto entrada de água a média foi 5,43 mg/l. As maiores densidades apresentaram as menores concentrações de oxigênio.

A concentração ideal para a maioria dos peixes tropicais cultivados varia entre 5 e 9 mg/l (Poli e Arana, 2004). Todos os tratamentos apresentam médias abaixo desses valores e fora da resolução n° 357 do CONAMA (2005). Os valores de OD nas amostras não deve ser a inferior 5 mg/l.

A matrinxã tem preferência por locais de alta corrente de água e com valores de OD alto. No entanto, a espécie suporta baixa concentração OD. Segundo Braum e Junk (1982), a matrinxã assim como outras espécies da região amazônica, quando submetidas a concentrações próximas a

0,5 mg/l, desenvolvem o lábio da mandíbula e iniciam a natação na superfície, que é conhecido pelas populações ribeirinhas como “aiu”. Durante todo o experimento não foi observado esse comportamento.

Em relação à amônia não houve diferença significativa entre os tratamentos com médias variando entre 0,43 a 0,49 mg/l. No entanto, o ponto de entrada da água apresentou menor concentração de 0,16 mg/l. Segundo a resolução n° 357 CONAMA (2005), para um $\text{pH} \leq 7,51$ a concentração de nitrogênio amoniacal deve ser abaixo de 3,3 mg/l.

Todos os tratamentos e o ponto de entrada da água estão dentro do estabelecido para amônia em águas destinadas ao cultivo de organismos aquáticos, que é abaixo de 1 mg/l (Mardini e Mardini, 2000; Moreira *et al.*, 2001).

Os resultados do nitrito mostraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos, nem com o ponto de entrada da água, com médias variando de 0,023 a 0,033 mg/l. Todos essas médias estão dentro do que diz o CONAMA (2005) em sua resolução n° 357, que estabelece o limite máximo de 1 mg/l.

Mardini e Mardini (2000) estabeleceram um limite seguro de concentração de nitrito presente na água de piscicultura, abaixo de 0,5 mg/l.

Em uma produção em larga escala, seria necessário o tratamento desta água para devolução à natureza, para cumprir a legislação ambiental vigente. Entretanto, vale ressaltar que os corpos de água da Amazônia apresentam naturalmente valores de oxigênio dissolvido abaixo da faixa recomendada na legislação.

Em ambiente de piscicultura, assim como no natural, ocorrem variações diárias e variações ao longo do ciclo cicardiano. Os resultados podem ser observados nos gráficos seguintes.

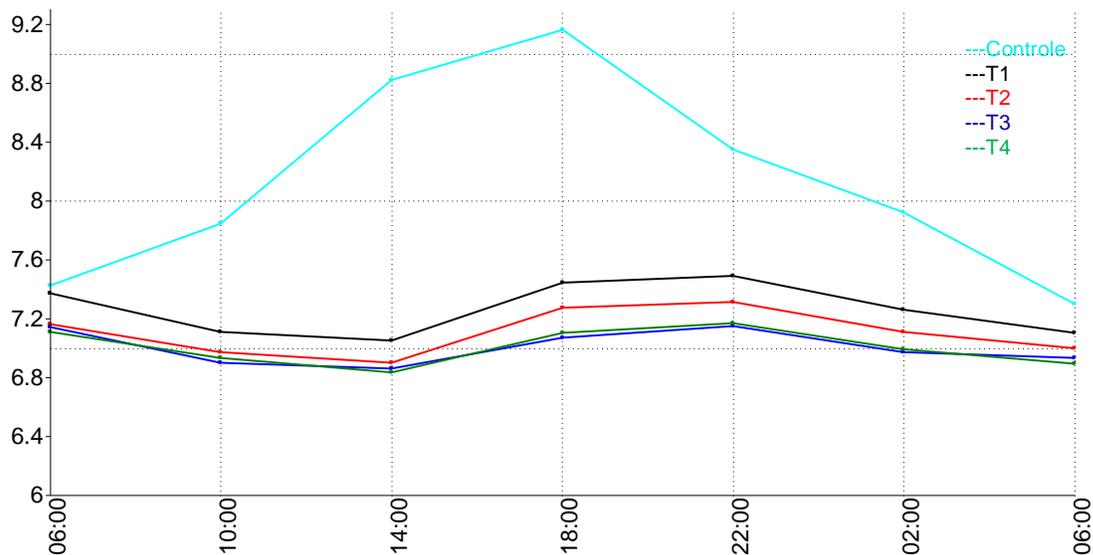


Gráfico 1- Flutuação do pH pelo período de 24 horas.

Durante o período de 24 horas o pH nas unidades experimentais manteve-se praticamente estável, entre 6,8 e 7,6, sendo considerado como uma faixa de pH neutro. No entanto, houve uma grande variação o ponto de entrada da água e, com o passar das horas, o valor do pH aumentou, chegando ao valor máximo no fim da tarde, um pouco acima de 9 considerado um pH alcalino.

No início da manhã, esse valor caiu para níveis próximos a 6.

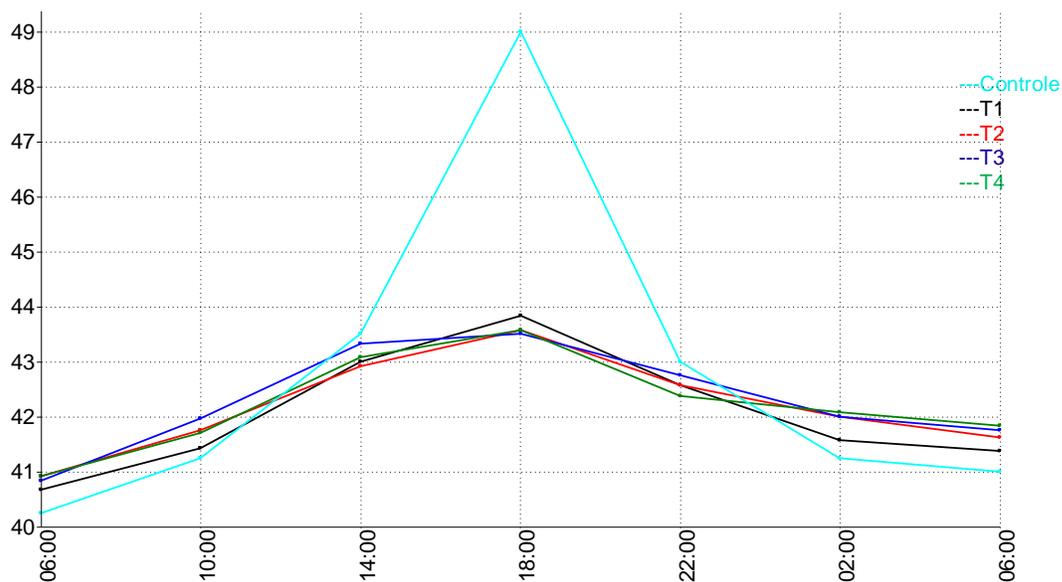


Gráfico 2- Flutuação da condutividade elétrica pelo período de 24 horas.

A condutividade elétrica manteve-se estável entre os tratamentos ao longo do dia (entre 41 a 44 $\mu\text{S}/\text{cm}$), com uma pequena elevação em todos os tratamentos após as 10:00 horas, chegando ao nível máximo (próximo a 44 $\mu\text{S}/\text{cm}$) às 18:00 horas, devido principalmente ao arraçoamento, aumentou o teor de nutrientes dissolvidos na água. Segundo Mardini e Mardini (2000), Moreira *et al.* (2001), Arana (2004b), Poli e Arana (2004), essa variação é considerada normal.

O ponto de entrada de água apresentou uma grande elevação após às 14:00 horas, chegando ao máximo às 18:00 horas.

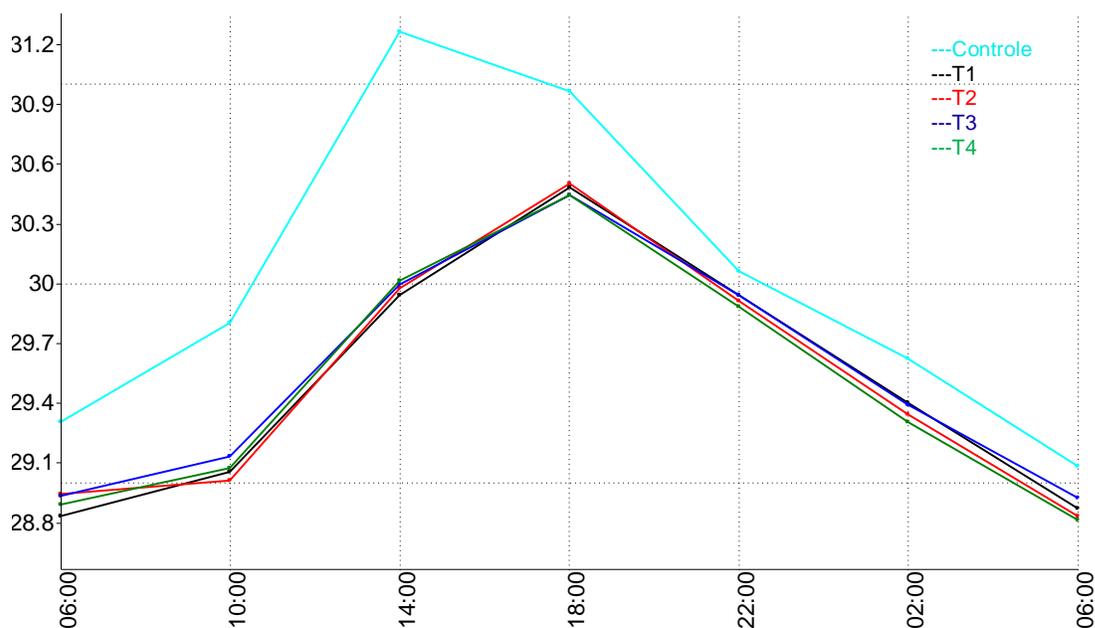


Gráfico 3- Flutuação da temperatura pelo período de 24 horas.

A temperatura dentro dos tanques de experimentação teve uma variação durante o dia. Pela manhã, às 06:00 horas, estava pouco abaixo de 29° C, atingindo seu valor máximo às 18:00 horas, com pouco mais de 30° C, baixando em seguida.

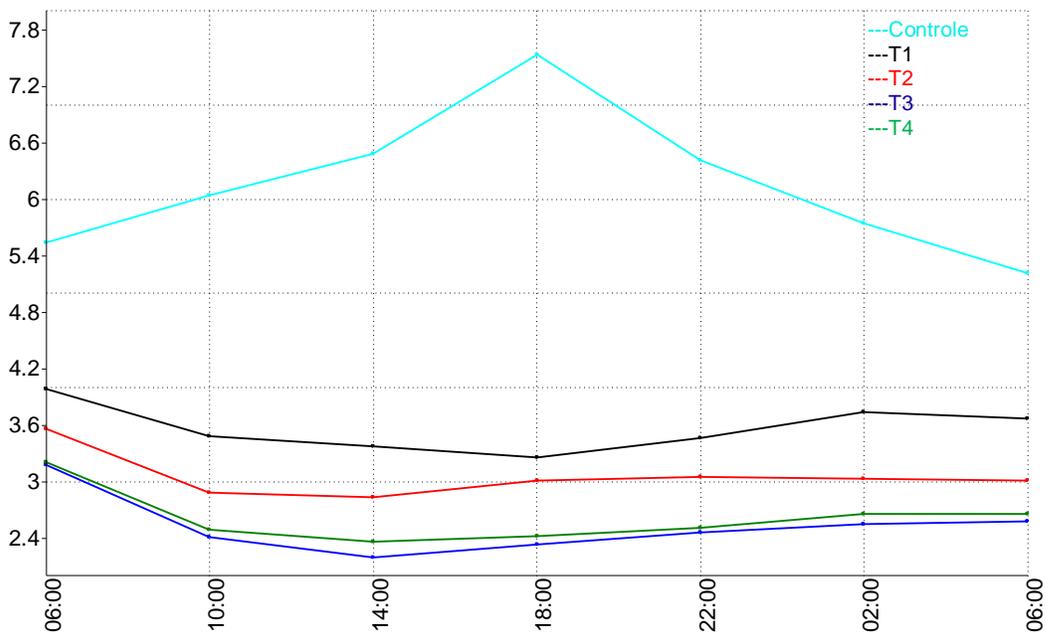


Gráfico 4- Flutuação do oxigênio dissolvido pelo período de 24 horas.

O oxigênio dissolvido foi o parâmetro que teve maior diferença entre os tratamentos e ponto de controle. O T1 foi o tratamento que apresentou maior concentração de OD em todos os horários analisados quanto maior a densidade, menor a concentração de OD. Já o T4 apresentou as menores concentrações.

No ponto de entrada da água, ao longo do dia, o OD apresentou-se semelhante ao descrito por Moreira *et al.* (2001) e Arana (2004b). Esses autores demonstraram que durante o período de luminosidade há um incremento de OD devido à fotossíntese, e no período da noite o consumo é maior e não existe produção pelo fitoplâncton.

5.2 Efeito da densidade de estocagem sobre os parâmetros de desempenho zootécnicos

No início do experimento, os juvenis não apresentaram diferenças significativas com relação ao peso e comprimento, garantindo a homogeneidade entre os tratamentos (tabela 2).

O aumento da densidade de estocagem provocou uma diminuição no peso e comprimento médio final dos juvenis (tabela 2).

O ganho de peso apresentou uma tendência inversamente proporcional à densidade de estocagem (tabela 2).

Tabela 2 - Médias do peso e comprimento (inicial e final) e do ganho de peso, de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) mantidos em condições experimentais em diferentes densidades de estocagem durante 40 dias ⁽¹⁾

Tratamento	Peso (g)		Comprimento (cm)		Ganho de Peso (g)
	Inicial	Final	Inicial	Final	
T1	3,2±1,80a	63,62±8,04a	3,01±1,60a	14,64±0,92a	60,16±7,63 ^a
T2	3,3±1,77a	45,23±3,73b	3,03±1,70a	12,49±1,57b	41,98±3,73ab
T3	3,2±1,79a	39,63±3,64b	3,02±1,68a	12,00±1,21b	36,41±3,67b
T4	3,2±1,77a	30,53±6,02b	3,01±1,69a	10,66±3,94c	26,63±4,87b

(1) Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Os valores das variáveis são apresentados como média ± desvio padrão.

Brandão *et al.* (2005) obtiveram resultados diferentes em juvenis de matrinxã. As densidades testadas em tanques-rede pelos autores foram 200, 300, 400 e 500 peixes/m³ e não houve diferenças entre as médias de peso e comprimento final.

Os juvenis de matrinxã atingiram o comprimento final superior a 10 cm em todos os tratamentos, fator importante para a classificação e comercialização. Gomes *et al.* (2003) classificaram os juvenis de acordo com o tamanho: animais com tamanho médio de 8 a 10 cm, como juvenis II avançado peixes com 10 a 12 cm e indivíduos acima de 12 cm não estão incluídos na classificação.

Vilela e Hayashi (2001) observaram a mesma tendência de ganho de peso ao testarem quatro densidades de estocagem em juvenis de lambari (*Astyanax bimaculatus*) em tanques-rede. As densidades usadas pelos autores foram (31, 62, 93 e 124 peixes/m³). Eles observaram que o maior crescimento ocorreu na densidade de 124 peixes/m³.

O tratamento que apresentou menor consumo médio total foi o da densidade de 50 peixes/m³ (tabela 3).

A conversão alimentar aparente foi influenciada pela densidade de estocagem, as menores densidades tiveram os melhores resultados (tabela 3).

As taxas crescimento específico e incremento em peso são afetadas pela densidade de estocagem. No T4 foram anotadas as menores taxas de crescimento específico (4,61%) e de incremento em peso (84,18%) (tabela 3).

As taxas de sobrevivência foram altamente influenciadas pela densidade de estocagem.

Tabela 3 - Médias do peso e comprimento (inicial e final) e do ganho de peso, de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) mantidos em condições experimentais em diferentes densidades de estocagem durante 40 dias ⁽¹⁾

Tratamento	Consumo médio total (g)	Conversão Alimentar Aparente	Crescimento específico (%)	Incremento em peso (%)	Sobrevivência (%)
T1	2.388,33±046,46a	1,22±0,10 ^a	6,95±0,22a	93,79±0,56a	83,33±5,77a
T2	2.581,67±643,75a	1,06±0,11ab	5,81±0,31b	90,17±1,18b	73,75±4,51ab
T3	3.453,33±256,24b	1,31±0,02ac	5,14±0,16c	87,19±0,81c	63,89±5,09b
T4	3.368,67±045,88c	1,25±0,07abc	4,61±0,16c	84,18±1,02c	67,08±10,9ab

(1) Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Os valores das variáveis são apresentados como média ± desvio padrão.

Os resultados obtidos por Silva *et al.* (2002) com juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de fluxo contínuo, foram melhores do que os apresentados neste trabalho. Os autores testaram as densidades de 90, 120 e 150 peixes/m³ com conversão alimentar de 1,26, 1,22 e 1,29 respectivamente.

Jobling (1994) descreve que as altas densidades podem causar problemas com espaço, que afeta o desempenho produtivo dos peixes em relação a crescimento específico e incremento em peso.

Maeda *et al.* (2006) obtiveram o mesmo padrão de sobrevivência dos apresentados neste estudo, em tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Os autores testaram em sistema de fluxo

contínuo as densidades de 700, 1.000 e 1.300 peixes/m³, sendo que a densidade 1.300 peixes/m³ apresentou a menor sobrevivência.

A sobrevivência é parâmetro fundamental na recria, já que o produto final desse cultivo é o número de juvenis e para análise econômica é um dos fatores que influenciam no sucesso ou não da atividade.

Piaia e Baldisserotto (2000), em estudo com jundiá (*Rhamdia quelen*) em tanques-rede, observaram que em altas densidades de estocagem a agressividade dos peixes diminui. A matrinxã é uma espécie que tolera o ambiente de confinamento, mais é bastante agressiva quando submetida ao estresse, principalmente durante o manejo. Esse comportamento não foi observado durante os manejos realizados no experimento. Outros trabalhos devem ser realizados para comprovar essa observação.

Levando-se em conta os resultados apresentados, os aumentos de renovações diárias podem aumentar o resultado dos parâmetros de desempenho zootécnico, já que isso aumentaria a disponibilidade de oxigênio dissolvido na água dos tanques.

5.3 Análise econômica

5.3.1 Investimentos

Os gastos com construção do laboratório, montagem dos tanques e aquisição dos equipamentos são considerados custos fixos (quadro 1). Insumos de produção (alevino, ração, mão-de-obra e outros custos) ou custos operacionais efetivos para cada tratamento (quadro 2).

Quadro 1 - Custo de investimentos (custos fixos) em juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água⁽¹⁾.

Construção do Galpão	Unidade	Quantidade	Custo unitário	Custo total	Vida útil (anos)	Depreciação
Esteio 5 m	Unidade	10	50,00	500,00	10	50,00
Caibro 4 m	Unidade	12	45,00	540,00	10	54,00
Vigas laterais 7 m	Unidade	6	59,80	358,80	10	35,88
Madeira para tesoura 7m	Unidade	6	59,80	358,80	10	35,88
Perna manca 4 m	Unidade	16	102,00	1.632,00	10	163,20
Ripão	Dúzia	5	93,00	465,00	10	46,50
Telhas Fibrocimento	Unidade	180	9,10	1.638,00	10	163,80
Prego Telheiro	kg	3	11,90	71,40	10	7,14
Pregos diversos	kg	8	15,00	120,00	10	12,00
Ferros 3/8"	Barra	15	38,50	577,50	10	57,75
Barra de ferros	Unidade	180	5,50	990,00	10	99,00
Arame recozido	kg	30	7,30	219,00	10	21,90
Cimento 50 kg	Saco	15	23,10	346,50	10	34,65
Areia	m ³	1	53,00	53,00	10	5,30
Pedra	m ³	1	175,00	175,00	10	17,50
Rede elétrica	m	100	10,00	1.000,00	10	100,00
Tomada, bocal e interruptor	Unidade	10	3,50	35,00	10	3,50
Subtotal 1				9.080,00		908,00
Tanque de fibra de vidro	m ³	12	220,00	2.640,00	10	264,00
Torneiras, joelhos e conexões	Unidade	36	3,00	108,00	10	10,80
Tubo PVC 50 mm	Unidade	40	24,00	960,00	10	96,00
Joelho PVC 50 mm	Unidade	4	10,50	42,00	10	4,20
Tubo PVC 100 mm	Unidade	4	55,00	220,00	10	22,00
Joelho PVC 100 mm	Unidade	2	15,30	30,60	10	3,06
Adaptador	Unidade	12	7,00	84,00	10	8,40
Vedação	Unidade	1	40,00	40,00	10	4,00
Subtotal 2				4.124,60		412,46
Máquinas e equipamentos	Unidade	1	2.000,00	2.000,00	10	200,00
Utensílios	Unidade	1	100,00	100,00	10	10,00
Subtotal 3				2.100,00		210,00
Total geral				15.304,60		1.530,46

(1) Custos para construção de galpão de 17 x 5 m

Os investimentos realizados em qualquer modalidade de piscicultura envolvem diversos custos de implantação, dependendo da modalidade (estação de reprodução, piscicultura de recria ou de engorda), que vão de construção de viveiros outras instalações a maquinas e equipamentos.

Esses custos são bem variados, dependo da finalidade e porte do empreendimento. Martin *et al.* (1995) incluíram nos investimentos o custo da terra, levantamento da área, construção de viveiros e captação da água e máquinas e equipamentos. Scorvo Filho *et al.* (1998) consideraram outros itens, como projeto técnico e legalização, construção de viveiros, abastecimento e drenagem, preparação inicial e galpão, residência, aeradores, rede e outros equipamentos.

Izel e Melo (2004) analisaram o potencial econômico da matrinxã em barragens. No levantamento de despesas consideraram custos de investimento fixo barragem com monge, baldes, rede de arrasto, balança, isopor e canoa. Melo *et al.* (2001) incorporaram nos itens de investimento para o cultivo do tambaqui, (*Colossoma macropomum*), viveiros escavados, tarrafa, rede elétrica e bombas.

O item com maior impacto nos custos de implantação foi o da construção do galpão e a montagem dos tanques, que representou quase 76% de todo o investimento total inicial.

Quadro 2 - Custo operacional efetivo de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água⁽¹⁾.

Itens	Unidade	Custo Unitário	Custo Total T1	Custo Total T2	Custo Total T3	Custo Total T4
Juvenis (matrinxã)	Unidade	0,35	210,00	420,00	630,00	840,00
Frete e transporte	R\$	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Ração 28% PB	kg	1,20	458,05	1.125,72	1.807,83	2.414,88
Energia elétrica	R\$	30,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Mão de obra + encargos	Salário	867,00	689,90	689,90	689,90	689,90
Assistência técnica	R\$	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Depreciação	R\$	663,81	663,81	663,81	663,81	663,81
Total			2.491,76	3.369,43	4.261,54	5.078,59

(1) Quadro montado com base em Melo *et al.* (2001).

Considerando-se o preço de venda dos juvenis a R\$ 1,00 teríamos uma receita líquida III da venda dos juvenis de matrinxã para T1 (R\$-3.377,76), T2 (R\$-3.655,35), T3 (R\$-4.369,42) e T4 (R\$-4.806,23). Para todos os tratamentos a receita apresenta-se negativa, ou seja, os empreendimentos nessa escala seriam inviáveis economicamente.

Seguindo o método de extrapolação proposto por Scorvo Filho *et al.* (2006), os resultados de um ciclo de produção com 12 unidades de tanques foram extrapolados para nove ciclos e 100 unidades de tanques (quadros 3, 4 e 5).

Quadro 3 - Custos de produção (extrapolados) para juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água⁽¹⁾.

Discriminação	T1 (R\$)	T2 (R\$)	T3 (R\$)	T4 (R\$)
Alevinos	13.500,00	27.000,00	40.500,00	54.000,00
Frete e transporte	450,00	450,00	450,00	450,00
Alimentação/ração 28% PB	3.492,60	3.818,72	5.373,33	5.529,47
Energia elétrica	270,00	270,00	270,00	270,00
Mão-de-obra	4.320,00	4.320,00	4.320,00	4.320,00
Assistência técnica	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00
Custo Operacional Efetivo (COE)	25.632,60	39.458,72	54.513,33	68.169,47
Depreciação	4.048,76	4.048,76	4.048,76	4.048,76
Encargos diretos	1.889,14	1.889,14	1.889,14	1.889,14
Remuneração do capital de custeio (9,75% a.a. sobre metade do custeio)	1.281,63	1.972,94	2.725,67	3.408,47
Manutenção	50,00	50,00	50,00	50,00
Custo Operacional Total (COT)	32.902,12	47.419,56	63.226,89	77.565,84
Remuneração sobre capital investido (9,75% a.a. sobre metade do valor)	1.973,77	1.973,77	1.973,77	1.973,77
Custo Total de Produção (CTP)	34.875,89	49.393,33	65.200,66	79.539,61

(1) O preço de compra foi de R\$ 0,35 centavos.

Quadro 4 - Rentabilidade (extrapolada) para juvenis de matrinxã cultivados em sistema de fluxo contínuo de água⁽¹⁾.

Discriminação	T1 (R\$)	T2 (R\$)	T3 (R\$)	T4 (R\$)
Receita Bruta (RB)	11.865,90	26.916,28	31.738,17	52.574,53
Receita Líquida I	4.596,38	18.955,44	23.024,61	43.178,16
Receita Líquida II	2.622,61	16.981,67	21.050,84	41.204,39
Receita Líquida III	11.865,90	26.916,28	31.738,17	52.574,53

(1) Preço unitário do juvenil R\$ 1,00.

Quadro 5 - Parâmetros econômicos (extrapolados) para juvenis de matrinxã cultivados em sistema de fluxo contínuo de água⁽¹⁾.

Discriminação	T1	T2	T3	T4
Preço médio de venda (R\$)	1,00	1,00	1,00	1,00
Custo de produção/unidade (R\$)	0,93	0,74	0,76	0,66
Taxa Interna de Retorno (%)	-7,97	38,32	48,48	96,64
Período de Recuperação do Capital (anos)	16,24	2,51	2,02	1,03

(1) Preço unitário do juvenil R\$ 1,00.

Com as análises dos parâmetros econômicos o T4 apresentou melhor desempenho, com taxa interna de retorno (TIR) de 96,64% e período de recuperação do capital de (PRC) de 1,03 anos (quadro 5). Izel *et al.* (2004), que trabalharam com engorda em sistema semi-intensivo em barragens, obtiveram uma TIR bem menor (27,79%) e um PRC bem mais longo (3,60 anos).

5.3.2 Análise de sensibilidade do empreendimento

Para verificar a viabilidade econômica da atividade da recria de juvenis de matrinxã em sistema de fluxo contínuo de água, foram analisadas as seguintes variáveis: preço de venda, número de módulos de produção (tanques) e sobrevivência (quadros 6,7 e 8 respectivamente).

Quadro 6 - Influência do preço de venda para juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água⁽¹⁾.

Discriminação	Preço de venda (R\$)				
	0,70	0,90	1,00	1,10	1,20
Taxa Interna de Retorno (%)	2,96	68,02	96,60	125,07	153,44
Período de Recuperação do Capital (anos)	8,55	1,46	1,03	0,80	0,65

*O número de tanques usados nessa análise foi 100

Quadro 7 - Influência da capacidade de produção (número de tanques) sobre a rentabilidade do empreendimento para juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água⁽¹⁾.

Discriminação	Número de tanques por módulo				
	60	80	100	120	140
Taxa Interna de Retorno (%)	57,65	79,68	96,64	125,07	121,23
Período de Recuperação do Capital (anos)	1,72	1,25	1,03	0,80	0,82

(1) O preço usado para essa análise foi de R\$ 1,00

Quadro 8- Influência da taxa de sobrevivência sobre a rentabilidade do empreendimento para juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água⁽¹⁾.

Discriminação	Taxa de sobrevivência (%)				
	47,00	57,00	67,08	80	100
Taxa Interna de Retorno (%)	9,55	55,52	96,64	148,72	229,20
Período de Recuperação do Capital (anos)	6,26	1,78	1,03	0,67	0,44

(1) O preço foi de R\$ 1,00 e 100 unidades de tanques foram usados nessa análise

Com base nos resultados dos índices econômicos e projeções, o tratamento (T4), com densidade de estocagem de 200 peixes/m³ apresentou o melhor desempenho. O melhor preço de venda dos juvenis é de R\$ 1,00 e o módulo de produção com 100 tanques de 1000 l e uma vazão mínima de 0,006 l/s.

Quadro 9 - Fluxo de caixa da projeção do T4 para juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) cultivados em sistema de fluxo contínuo de água⁽¹⁾.

Fluxo de Caixa											
Discriminação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Investimento	42.587,60										
Alevinos		54.000,00	54.000,00	54.000,00	54.000,00	54.000,00	54.000,00	54.000,00	54.000,00	54.000,00	54.000,00
Frete e transporte		450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00
Ração 28% (PB)		5.529,47	5.529,47	5.529,47	5.529,47	5.529,47	5.529,47	5.529,47	5.529,47	5.529,47	5.529,47
Energia elétrica		270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00	270,00
Mão-de-obra		4.320,00	4.320,00	4.320,00	4.320,00	4.320,00	4.320,00	4.320,00	4.320,00	4.320,00	4.320,00
Assistência técnica		3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00
Depreciação		4.048,76	4.048,76	4.048,76	4.048,76	4.048,76	4.048,76	4.048,76	4.048,76	4.048,76	4.048,76
Encargos diretos (43,73%)		1.889,14	1.889,14	1.889,14	1.889,14	1.889,14	1.889,14	1.889,14	1.889,14	1.889,14	1.889,14
Encargos sobre Capital (9,75%)		3.408,47	3.408,47	3.408,47	3.408,47	3.408,47	3.408,47	3.408,47	3.408,47	3.408,47	3.408,47
Manutenção		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Remuneração sobre capital fixo		1.973,77	1.973,77	1.973,77	1.973,77	1.973,77	1.973,77	1.973,77	1.973,77	1.973,77	1.973,77
Custo Total de Produção		79.539,61	79.539,61	79.539,61	79.539,61	79.539,61	79.539,61	79.539,61	79.539,61	79.539,61	79.539,61
Receita bruta		120.744,00	120.744,00	120.744,00	120.744,00	120.744,00	120.744,00	120.744,00	120.744,00	120.744,00	120.744,00
Fluxo líquido total	42.587,60	41.204,39	41.204,39	41.204,39	41.204,39	41.204,39	41.204,39	41.204,39	41.204,39	41.204,39	41.204,39

(1) 10 anos é o período usado pelas agências de fomento e o utilizado por Martin *et al.* (1998)

6 Conclusões

Os parâmetros de qualidade da água não foram afetados pelas densidades testadas, no entanto a concentração do oxigênio dissolvido diminuiu com o aumento da densidade de estocagem.

A densidade de estocagem influencia no desempenho zootécnico de juvenis de matrinxã quando submetidos à recria em sistema de fluxo contínuo de água. O melhor desempenho foi obtido com a densidade de estocagem 50 juvenis/m³.

De acordo com a análise econômica, a densidade de estocagem com 200 peixes/m³ apresentou os melhores índices de rentabilidade.

7 Referências bibliográficas

- ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M.; FIM, J.D.I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-Intensivo, em viveiros. Rev. Bras. Zootec, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.
- ARANA, L.V. Fundamentos de aqüicultura. 1. ed. Florianópolis: UFSC, 2004a. 349p.
- ARANA, L.V. Princípios básicos de qualidade de água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões. 1.ed. Florianópolis: UFSC, 2004b. 231p.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. In: CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; RÊGO, R.F. Piracanjuba. Espécies nativas para piscicultura no Brasil, 2005a. p.121-148.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. In: GOMES, L.C.; URBINATI, E.C. Matrinxã (*Brycon amazonicus*). Espécies nativas para piscicultura no Brasil, 2005b. p.149-174.
- BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; ARAÚJO, L.D.; SILVA, A.L.F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede. Pesq. Agropec. Bras. v.40, n.3, p.299-303, 2005.
- BRAUM, E.; JUNK, W.J. Morphological adaptation of two amazonian characoids (Pisces) for surviving in oxygen deficient Waters. Int. Revue. Ges. Hydrobiol. v.67(6), p.411-419, 1972.
- BOYD, C.E. Water qalyti in warmwater fish culture. Auburn University, Alabama, 359p, 1981.
- BORGES, G.A. Ecologia de três espécies do gênero *Brycon* Müller & Troschel, 1844 (Pisces-Characidae), no rio Negro-Amazonas, com ênfase na caracterização taxonômica e alimentação. 1986. 70p. Dissertação - INPA/FUA.
- CAMARGO, S.G.O.; POUHEY, J.L.O.F. Aqüicultura - um mercado em expansão. Rev. Bras. Agrocência, v.11, n.4, p.393-396, 2005.
- CARVALHO, R.A.P.L.F.; FERRAZ DE LIMA, J.A.; SILVA, A.L.N. Efeito da densidade de estocagem no desempenho do matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869), cultivado em tanques-rede no período do inverno. Boletim Inst. de Pesca, v.24, p.177-185, 1997.

CARVALHO, E.G.; URBINATI, E.C. Crescimento, desenvolvimento gonadal e composição muscular de matrinxãs (*Brycon cephalus*) submetidos à restrição alimentar e realimentação durante um ano. *Ciência Rural*, v.35, n.4, p.897-902, 2005.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO AMAZONAS - CEMAAM. Regularização ambiental de viveiros escavados, barragens, pequenos reservatórios, canais de igarapés e tanques rede destinados para produção de peixes no estado do Amazonas. *Diário Oficial do Estado do Amazonas*, Manaus, n.01/08, p.2-3, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução N. 357, Brasília, 2005.

FARO, C. Elementos de engenharia econômica. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1979. 328p.

FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, J.A.S.; SANTOS, G.M. Peixes comerciais do médio Amazonas: região de Santarém. 1ª ed, Brasília: ProVázea-IBAMA, 1998. 210p.

FRASCA-SCORVO, C.M; CARNEIRO, D.J; MALHEIROS, E.B. Efeito do manejo alimentar no desempenho do matrinxã *Brycon amazonicus* em tanques de cultivo. *Acta Amazônica*, v.37(4), p.621-628, 2007.

GOMES, L.C.; CHIPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. Efficacy benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Journal of the World Aquaculture Society*. USA, v.32, n.4, p.426-431, 2001.

GOMES, L. C. Protocolo para o Transporte de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) vivo. Manaus: EMBRAPA Amazônia, n.27, 2003.

GOMES, L.C.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R. Alevino – um termo equivocado na piscicultura brasileira com conseqüências no setor produtivo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.20, n.2, p.353-359, 2003.

GROTTUM, J.A.; STAURNES, M.; SIGHOLT, T. Effect of oxygenation, aeration and pH control on water quality and survival of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), kept at high densities during transport. *Aquaculture Research*, Oxford, v.28, n.2, p.159-164, 1997.

HACKBARTH, A. Respostas metabólicas e crescimento de (*Brycon cephalus*, Günther, 1869) submetidos ao exercício sustentável. 2004, 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas), Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.

HANAFI, H.H.; KHAMIS, R.; RAHMAN, A.A.; SELVAM, E. Development of raceway nursery system of siakap (giant seaperch). Proc. Fish. Res. Sem, Kuala Lumpur, Jabatan Perikanan Malasya, p.122-140, 1989.

HUET, M. Tratado de Piscicultura. 3. ed. Editora Mundi-Prensa. Madrid, 749p, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Brasília: Estatística da pesca 2007 Brasil: grandes regiões e unidades da federação. 2009. IBAMA, Brasília, 174p.

IZEL, L.A.C.U.; MELO, L.A.S. Criar de matrinxã (*Brycon cephalus*): atividade econômica potencial para o agronegócio amazonense. Embrapa Amazônia Ocidental. n.31, 19.p, 2004.

IZEL, L.A.C.U.; PEREIRA-FILHO, M.; MELO, L.A.S.; MACÊDO, J.L.V. Avaliação de níveis protéicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*), Acta Amazônica, v. 34(2): p.179-184, 2004.

JASPER, A.P.S.; AMARAL, M.C.V.; BARBOZA, W.A.; VARGAS JUNIOR, J.G.V.; ALMAGRO, W.S.A.; HERMES, C.A.; SOUZA, A.P. Concentração de oxigênio dissolvido da água na criação de piabas sob diferentes densidades em sistema raceway. In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2005, São Paulo - Vale do Paraíba, p.1-2.

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

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

LEITE, R.G.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. 2003. Feeding of the *Brycon cephalus*, *triportheus elongatus* and *Semaprochilodus insignis* (Osteichthyes, Characiformes) larvae in Solimões/Amazonas river and floodplain areas. Acta Amazonica, v.32, n.3, p.499-515.

LEITE, R.G. A alimentação de juvenis de matrinxã, *Brycon amazonicum* (Pisces, Characidae), em áreas inundadas da Ilha de Marchantaria, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica, v.34(4), p.661-664, 2004.

LEONARDO, A.F.G. Ação da triiodotironina na larvicultura da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e matrinxã (*Brycon cephalus*). 2005. 81p. Tese (doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

LEONARDO, A.F.G.; HOSHIBA, M.A.; SENHORINI, J.A.; URBINATI, E.C. Canibalismo em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, após imersão dos ovos à diferentes concentrações de triiodotironina (t3). Boletim Instituto de Pesca, v.34(2): p.231-239, 2008.

LIMA, C.A.S.L. Acompanhamento da situação regulamentar da aqüicultura no estado do Amazonas através do Instituto de proteção Ambiental do Estado do Amazonas – IPAAM. 2007. 65p. Monografia (Gradngenharia de Pesca). Departamento de ciências Pesqueiras – FCA/UFAM.

LIMA, F.C.T. Characidae - Bryconinae (Characins, tetras). In: Reis, R.E., Kullander, S.O. and Ferraris-Jr, C.J. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre. EDIPUCRS, Brasil. p.174-181, 2003.

LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes, Piracicaba. Anais CBNA. Campinas. p.137-164, 1997.

MAEDA, H.; SILVA, P.C.; AGUIAR, M.S.; PADUA, D.M.C.; OLIVEIRA, R.P.P.C.; MACHADO, N.P.; RODRIGUES, V.; SILVA, H.R. Efeitos da densidade de estocagem na segunda alevinagem de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), em sistema raceway. Ciência Animal Brasileira, v.7, n.3, p.265-272, 2006.

MAILLARD, V.M.; BOARDMAN, G.D.; NYLAND, J.E.; KUHN, D.D. Water quality and sludge characterization at raceway-system trout farms. Aquacultural Engineering, v.33, p.271-284, 2005.

MARDINI, C.V.; MARDINI, L.B.L.F. Cultivo de peixes e seus segredos. Editora ULBRA, Canoas, 204p, 2000.

MARQUES, N.R. LACERDA, C.H.F.; KAVATA, L.C.B.; FURUYA, W.M.; HAYASHI, C. Desempenho de alevinos de matrinxã *Brycon cephalus*, (Günther, 1869), cultivados sob diferentes densidades de estocagens. XI Encontro anual de Iniciação científica. Maringá, p.1, 2002.

MARTIN, N.B.; SCORVO FILHO, J.D.; SANCHES, E.G.; NOVATO, P.F.C.; AYROSA, L.M.S. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. *Informações Econômicas*. São Paulo, v.25, n.1, p.9-47, 1995.

MELO, L.A.S.; IZEL, L.A.C.U.; RODRIGUES, F.M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no estado do Amazonas. EMBRAPA Amazônia Ocidental, Documentos, n. 18, 30.p, 2001.

MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S. Fundamentos da moderna Aqüicultura. In: Furuya, W.M.; Furuya, V.R.B. Reprodução de peixes. Ed. ULBRA, 200p, 2001.

MUIR, J.; VAN RIJN, J.; HARGREAVES, J. Production in intensive and recycle systems. In: Beveridge, M.C.M., McAndrew, B.J. (eds.). *Tilapias: biology and exploitation*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. p.405-445, 2000.

PARKER, R.; DAVIS, K. Requeriments of warmwater fish. In: ALLEN, L.; KINNEY, E. *Proceedings of the bioengineering symposium for fish culture*. Bethesda, USA. Fish Culture Selecton of the American Fisheries society. p.21-28, 1981.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; DEL CARATORE, C.R.; SALARO, A.L.; OLIVEIRA, M.C.B. Avaliação do matrinhã (*Brycons cephalus*) mantidos sob condições de clima tropical. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 8, Resumos, Piracicaba. p.82, 1994.

PIAIA, R.; BALDISSEROTTO, B. 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.

PILLAY, T.V.R. *Aquaculture: principles and practices*. Cambridge: Cambridge University, 575p, 1993.

POLI, C.R.; ARANA, L.V. Qualidade da água em aqüicultura. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. *Aqüicultura experiencias Brasileira*. Ed. Multitarefa, Florianópolis, 456p, 2004.

RAKOCY, J.E. Tank culture of Tilapia. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication, Alburn, n.282, 4p, 1995.

ROUBACH, R.; CORREIA, E.S.; ZAIDEN, S.; MARTINO, R.C.; CAVALLI, R.O. Aquaculture in Brazil. World Aquaculture. p.28-35, 2003.

SANTOS, G.M.; FERREIRA E.J.G.; ZUANON J.A.S. Peixes comerciais de Manaus. Manaus: IBAMA/AM, ProVárzea, 144p, 2006.

SCORVO FILHO, J.D.; MARTIN, N.B.; AYROZA, L.M.S. Piscicultura em São Paulo custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97. Informações Econômicas, SP, v.28, n.3, p.41-62, 1998.

SCORVO FILHO, J.D. O agronegócio da aqüicultura: perspectivas e tendências. Texto apresentado no Zootec 2004 – Zootecnia e o Agronegócio. Brasília, 9p, 2004.

SCORVO FILHO, J.D.; PINTO, C.S.R.M.; JOSÉ ROBERTO VERANI, J.R.; SILVA, A.L. Custo operacional de produção da criação de tilápias vermelha da flórida e tailandesa em tanques-rede de pequeno volume. Informações Econômicas, v.36, n.10, 9p, 2006.

SILVA, P.C.; KRONKA, S.N.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; SOUZA, V.L. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em “raceway”. Acta Scientiarum, v.24, n.4, p.935-94, 2002.

SOUZA, S.M.L. Avaliação limnológica em reservatórios: estudo de caso do cultivo de tilápias em raceways, Paulo Afonso – Bahia. Dissertação Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 47p, 2007.

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

TORTOLERO, S.A.R. Crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) criados em gaiolas flutuantes construídas com matéria-prima da região amazônica. 2003. 72p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

TIMMONS, M.B.; SUMMERFELT, S.T.; VINCI, B.J. Review of circular tank technology and management. Aquacult. Eng. n.18, p.51-69, 1998.

TURNBULL, J.; BELL, A.; ADAMS, C.; BRON, J.; HUNTINGFORD, F. STOCKING density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: application of a multivariate analysis. *Aquaculture*, v.243, p.121-132, 2005.

VILLACORTA-CORREA, M.A. Crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, Characidae) no baixo rio Negro, seus afluentes e no baixo rio Solimões. 1987. 73p. Dissertação (Mestrado), INPA/FUA, 1987.

VILELA, C.; HAYASHI, C. Desenvolvimento de juvenis de lambari *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), sob diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. *Acta Scientiarum*, v.23, n.2, p.491-496. 2001.

VILLE, C. 1967. *Biología*. Editorial Interamericana S.A, México, 688p.

ZANIBONI, E.F.; WEINGARTNER, M. 2007. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte, v.31, n.3, p.367-373

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. Second Edition. Prentice Hall, Jew Jersey, USA. 718p. 1984.