

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**“Avaliação econômica e participação do
plâncton no cultivo de tambaqui em viveiros
com diferentes densidades de estocagem”**

Jesaiás Ismael da Costa

JABOTICABAL – SP

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**“Avaliação econômica e participação do
plâncton no cultivo de tambaqui em viveiros
com diferentes densidades de estocagem”**

Jesaías Ismael da Costa

Orientador: Profa. Dra. Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins

Co-orientador: Prof. Dr. Dalton José Carneiro

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Aqüicultura do Centro de
Aqüicultura da UNESP- CAUNESP,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre.

JABOTICABAL – SP
2013

Costa, Jesaias Ismael da
C837a Avaliação econômica e participação do plâncton no cultivo de
tambaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem /
Jesaias Ismael da Costa. -- Jaboticabal, 2013
viii, 80 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro
de Aquicultura, 2013
Orientadora: Maria Inez Espagnoli Geraldo
Co-Orientador: Dalton José Carneiro
Banca examinadora: José Jorge Gebara, Rosângela Kiyoko Jomori
Bonichelli
Bibliografia

1. tambaqui. 2. desempenho produtivo. 3. análise isotópica. I.
Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.3.05

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

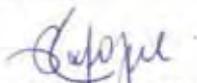
TÍTULO: "AVALIAÇÃO ECONÔMICA E PARTICIPAÇÃO DO PLÂNCTON NO CULTIVO DE TAMBAQUI EM VIVEIROS COM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM"

AUTOR: JESAÍAS ISMAEL DA COSTA

ORIENTADORA: Profa. Dra. MARIA INEZ ESPAGNOLI GERALDO MARTINS

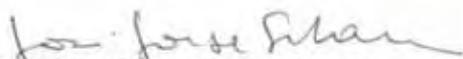
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. DALTON JOSE CARNEIRO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Aqüicultura , pela Comissão Examinadora:



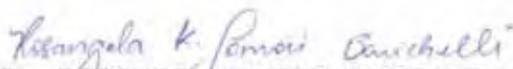
Profa. Dra. MARIA INEZ ESPAGNOLI GERALDO MARTINS

Departamento de Economia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. JOSE JORGE GEBARA

Departamento de Economia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. ROSANGELA KIYOKO JOMORI BONICHELLI

Laboratório de Aqüicultura / Faculdade "Dr. Francisco Maeda"- Fafram

Data da realização: 05 de março de 2013.

Sumário

Sumário.....	5
Lista de Figuras.....	7
Lista de Tabelas.....	8
Lista de Anexos.....	8
Agradecimentos	2
Apoio Financeiro	4
Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução Geral	7
O cultivo de Tambaqui	7
Densidade de estocagem na piscicultura	8
Avaliação econômica como ferramenta de gestão na piscicultura	10
A importância do plâncton na criação de peixes.....	14
A metodologia isotópica.....	16
Capítulo 1 – Avaliação econômica da produção de juvenis de <i>Colossoma macropomum</i> , em viveiros escavados com diferentes densidades de estocagem	20
Resumo	20
Abstract.....	21
1.Introdução.....	22
2.Material e Métodos	23
1.1.Preparação do viveiro e monitoramento ambiental	24
1.2.Desempenho zootécnico	24
1.3.Análise estatística.....	26
1.4.Avaliação econômica.....	26
3.Resultados.....	30
1.5.Desempenho zootécnico	30
1.6.Avaliação econômica.....	31
4.Discussão	36
1.7.Desempenho zootécnico	36
1.8.Avaliação econômica.....	39
5.Conclusões	42
6.Referências Bibliográficas	43

Capítulo 2 – Participação do plâncton na produção de juvenis de <i>Colossoma macropomum</i> em viveiros utilizando isótopos estáveis.....	47
Resumo	47
Abstract.....	48
1.Introdução.....	49
2.Material e Métodos	50
2.1.Preparação do viveiro e monitoramento ambiental	51
2.2.Desempenho zootécnico	51
2.3.Análise qualitativa e quantitativa do zooplâncton	53
2.4.Contribuição do zooplâncton e da ração na produção de tambaqui.....	54
2.5.Análise estatística.....	55
3.Resultados.....	56
3.1.Desempenho zootécnico	56
3.2.Análise qualitativa e quantidade do plâncton.....	57
3.3.Valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do tambaqui e de suas fontes alimentares	60
3.4.Participação das fontes na biomassa de tambaqui	62
4.Discussão	65
5.Conclusão.....	68
6.Referencias Bibliográficas	69
Considerações finais.....	72
Referências Bibliográficas.....	74
Anexos	80

Lista de Figuras

Capítulo 1

Figura 1 – Representação gráfica do comportamento da biomassa final (A), consumo médio de ração (B) e número final de peixes–NFP (C) em função da densidade de estocagem na recria de tambaqui (56 dias).....31

Figura 2 – Participação percentual dos gastos com os itens que compõem o investimento de implantação para o desenvolvimento da recria de tambaqui.32

Figura 3 – Participação percentual dos itens que compõem o Custo Total de produção da criação de tambaqui durante a recria (80 dias).34

Figura 4 – Participação percentual dos gastos com os itens que compõem o Custo Operacional Total cultivo de tambaqui durante a recria em um ciclo de 80 dias...35

Capítulo 2

Figura 1 – Representação gráfica do comportamento da biomassa final (A), consumo médio de ração (B) e número final de peixes–NFP (C) em função da densidade de estocagem na recria de tambaqui (56 dias).....57

Figura 2 – Representação gráfica das médias e erro padrão das abundâncias relativas (Ar) de cada táxon nas diferentes densidades de estocagem da recria (56 dias) de tambaqui no 1º dia de criação. Rot:rotíferos, Cla: cladóceros, Cop:copépodos, Tri:tricoptera, Eph: ephemeroptera, Com: conchostracoda, Ost: ostracoda.58

Figura 3 – Representação gráfica das médias e erro padrão das abundâncias relativas (Ar) de cada táxon nas diferentes densidades de estocagem da recria (56 dias) de tambaqui no 56º dia de criação. Rot:rotíferos, Cla: cladóceros, Cop:copépodos, Dip: larvas de díptera, Tri:tricoptera, Eph: ephemeroptera, Com: conchostracoda, Ost: ostracoda.....58

Figura 4 – Distribuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ do músculo do peixe (T_{05} ; T_{10} ; T_{15}), no tempo, nas diferentes densidades e dos valores de plâncton e ração corrigidos pelo fator de fracionamento.....61

Figura 5 – Distribuição no tempo dos valores de composição isotópica em e $\delta^{15}\text{N}$ do músculo do peixe (T_{05} ; T_{10} ; T_{15}) nas diferentes densidades e dos valores de plâncton e ração corrigidos pelo fator de fracionamento.....62

Figura 6 – Participação percentual da ração e plâncton no músculo do tambaqui durante a recria (56 dias).63

Figura 7 – Participação percentual da ração e plâncton em nitrogênio no músculo de tambaqui durante a recria (56 dias).64

Figura 8 – Participação percentual da ração e plâncton em carbono no músculo de tambaqui durante a recria (56 dias).65

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Tabela 1 – Valores das variáveis liminológicas na recria (56 dias) de tambaqui em viveiros de 600m ² com diferentes adensamentos.....	24
Tabela 2 – Resultados da análise estatística e indicadores zootécnicos da criação de tambaqui durante a recria, em 56 dias, com diferentes densidades de estocagem.....	30
Tabela 3 – Investimento para implantação de piscicultura de recria de tambaqui em viveiros.....	32
Tabela 4 – Custo Total de Produção e Indicadores econômicos por tratamento (2400m ²) e hectare da criação de tambaqui durante a recria (80 dias).....	33
Tabela 5 – Custo Operacional Total e Indicadores econômicos por tratamento (2400m ²) e hectare da criação de tambaqui durante a recria (80 dias).....	35

Capítulo 2

Tabela 1 – Valores das variáveis limnológicas na recria (56 dias) de tambaqui em viveiros de 600m ² com diferentes adensamentos.....	52
Tabela 2 – Resultados da análise estatística e indicadores zootécnicos da criação de tambaqui durante a recria, em 56 dias, com diferentes densidades de estocagem.....	57
Tabela 3 – Resultados de frequência de ocorrência de cada táxon nas diferentes densidades de estocagem da recria (56 dias) de tambaqui.....	60
Tabela 4 – Resultados de densidade populacional (organismos/L) de cada táxon nas diferentes densidades de estocagem da recria (56 dias) de tambaqui.	60
Tabela 5 – Valores de composição isotópica em $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ do músculo do peixe, ração e plâncton (ZOO) durante o período de criação.....	62

Lista de Anexos

Anexo 1 – Investimento inicial detalhado necessária para recria de tambaqui em viveiros de 600m ²	82
--	----

Dedico aos meus pais, Astrogildo Oliveira da Costa e Maria Ismael da Costa, pelo apoio incondicional durante esta caminhada, fazendo com que mais um sonho de minha vida se tornasse realidade. Aos amigos e familiares que estiveram ao meu lado nos momentos tristes e felizes. E aos Prof.(s) Dalton José Carneiro e Maria Inez Espagnoli G. Martins, que me apoiaram, me ensinaram e me conduziram durante esse período.

Agradecimentos

- ✓ Agradeço primeiramente a “DEUS”, pois, durante mais essa caminhada foi “o meu refúgio e a minha fortaleza”, iluminando o meu caminho e dando segurança aos meus passos.
- ✓ A meu tio Geziel Ismael e primo Rodrigo Maia, pois foram eles que mais me incentivaram durante essa caminhada. E em minha estadia em Manaus me acolheram em suas casas (como sempre).
- ✓ Às professoras Ana Lúcia, Christiane Oliveira e Maria Angélica, pelo apoio, amizade, risadas, companheirismo, e a grande ajuda para concepção deste trabalho, sem as quais, não teria existido.
- ✓ Ao Secretário da SEPA Geraldo Bernardino, pelo apoio e momentos alegres durante a execução do trabalho.
- ✓ Ao Dr. Edinaldo Nelson por ceder o laboratório de plâncton e ao amigo Elvis, pela ajuda na identificação dos organismos zooplanctônicos.
- ✓ À querida Prof(a). Ana Cristina Belarmino de Oliveira que mais uma vez contribuiu para minha formação, dando apoio durante a execução do projeto.
- ✓ Aos colegas do CTTPA, Antônia, Nilza, Samuel, José Mario, José, Leôncio, Carlos, Alexandre e Raimunda pela ajuda, acolhida e companhia durante minha estadia na estação de piscicultura. Em especial ao Baracho, por se mostrar sempre disposto a colaborar e ajudar.
- ✓ Aos amigos/irmãos Luis Enriquez (colombiano), Guilherme Araújo (Zé colméia), Wesley Amado (Wiska) pela convivência, força, parceria, brigas, pois, durante todo o tempo que moramos juntos aprendemos muito um com outro.
- ✓ Às minhas parceiras e amigas Gelcirene e Talisia, nas quais encontrei e fortaleci uma grande amizade, e estiverem presentes em toda a caminhada que foi o mestrado. Desde a seleção, baladas, momentos felizes e tristes.
- ✓ À Eletrobrás, em especial ao amigo Jucival, pela apoio nas análises de qualidade de água durante o experimento.

- ✓ Aos amigos da UFAM, Suanan, Kamila, Tatiane, Iurych, Rebeca, Louise, e em especial ao Wallon e Filipi, pois, sempre estavam presentes nas biometrias e coletas.
- ✓ À Rosângela Jomori, pelo apoio na análise e discussão dos dados, mostrando-se sempre disposta a ajudar, com imensas contribuições para que fosse concebido um trabalho de qualidade.
- ✓ Ao meu amigo Ronã Alves de Freitas, pelo apoio, amizade, festas, dias de trabalho. E, como sempre, foi uma peça fundamental para o desenvolvimento do trabalho, como sempre dizemos: “Missão dada é missão cumprida”.
- ✓ Aos amigos do laboratório de nutrição de organismos aquáticos da CAUNESP, que me acolheram e me receberam com todo carinho.
- ✓ Aos amigos que cursaram alguma disciplina comigo e fizeram com que estas fossem ainda mais proveitosas, em especial ao casal e amigos Ligia Neira e Caio Gomes, onde encontrei uma grande amizade.
- ✓ A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para minha formação. E aos que tentaram me impedir de continuar ou dificultaram meu caminhar, pois foi nesses momentos em que mais aprendi.

Apoio Financeiro

- ✓ FAPESP, Bolsa de mestrado, Processo: 2011/15170-3.

- ✓ CAPES, Bolsa de mestrado.

- ✓ FINEP/MCT, convênio: Fundação Amazônica de defesa da Biosfera. Projeto “Desenvolvimento da Aquicultura e Recursos Pesqueiros da Amazônia”. Custeio do projeto.

Resumo

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe que vem sendo amplamente cultivado por apresentar excelente desempenho zootécnico e adaptação aos diferentes sistemas de criação. Entretanto há poucas pesquisas sobre o cultivo dessa espécie, havendo necessidades de informações que melhorem as condições de cultivo e aumente o retorno econômico da atividade. Sendo a densidade de estocagem e o alimento importantes fatores no cultivo de peixes, este trabalho teve por objetivo avaliar os índices econômicos, zootécnicos e participação da produção planctônica no cultivo de tambaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem. Foram estudadas três densidades de estocagem (T₀₅: 5 peixes/m²; T₁₀: 10 peixes/m²; T₁₅: 15 peixes/m²) com quatro repetições em um delineamento inteiramente casualizado e, com base em amostragens periódicas, foram avaliados o desempenho zootécnico, determinados o custo de produção e rentabilidade do cultivo além da participação do plâncton na biomassa de peixes produzida durante o cultivo. A maioria dos indicadores zootécnicos não foi afetada pela densidade, sugerindo que a densidade máxima suportada não foi atingida. O aumento da densidade levou a uma diminuição nos custos unitários de produção e melhora nos indicadores econômicos. Durante o cultivo houve presença de cladóceros, rotíferos e copépodos em todos os viveiros. A ração foi item mais importante durante todo o período de criação com participação superior a 60 %, aumentando a participação em biomassa e nitrogênio ao longo do tempo. A contribuição em carbono de ração e plâncton para o crescimento dos peixes foi constante durante o período de criação.

Palavras chaves: tambaqui, desempenho produtivo, análise isotópica.

Abstract

The tambaqui (*Colossoma macropomum*) is a fish that has been widely cultivated because of their excellent production performance and adaptation to different creation systems. However there is little research on the cultivation of this species, with information needs to improve cultivate conditions and increase economic return of the activity. Being the stocking density and food important factors in fish cultivation, this study aimed to assess the economic indices, zootechnical and participation of plankton in the growth tambaqui created in ponds with different stocking densities. Were studied three stocking densities (T05: 5 fish / m²; T10: 10 fish / m²; T15: 15 fish / m²) with four replications in a completely randomized and based on periodic sampling, was valued the zootechnic performance, the production cost and profitability of cultivation well as participation of plankton in fish biomass produced during cultivation. Most zootechnic indicators was not affected by density, suggesting that the maximum density supported by the system were not hit. The increase density led to a decrease in unit production costs and improvement in economic indicators. There was the presence of rotifers, cladocerans and copepods during throughout creation in all ponds. The commercial feed was most important item during the entire period, with the participation of more than 60%, increasing the participation in nitrogen in the the biomass over time. The contribution of commercial feed and plankton in carbon for fish growth was constant during the rearing period.

Key words: tambaqui, production performance, isotopic analysis

Introdução Geral

O Brasil registrou em 2010 uma produção de 1.264.765 toneladas de pescado com um crescimento de 2% em relação a 2009. A aquicultura continental é a segunda fonte de produção de pescado mais importante no Brasil com uma produção de 479.399 toneladas e representatividade de 31,2%. A aquicultura como um todo representa 38,8% da produção brasileira de pescado, e esta se encontra em crescimento acelerado nos últimos anos registrando aumento de 15,3% no período de 2009 a 2010. A aquicultura continental representa 82,3% da produção aquícola nacional, impulsionada pela criação de tilápia, truta e tambaqui (Brasil, 2012). Segundo Scorvo-Filho et al. (2008), a produção brasileira de pescado pode ser ainda maior se empregados sistemas de produção mais intensivos nas áreas alagadas já existentes ou aproveitar áreas não utilizadas pela aquicultura.

A piscicultura é uma atividade que visa criação racional de peixes, com controle sobre o crescimento, a reprodução e alimentação destes animais (Galli e Torloni, 1985). Dentre as diversas espécies cultivadas no Brasil, a carpa e a tilápia juntas representam 63,4% da produção de pescado continental oriundos da aquicultura. Os peixes redondos (pacu, tambaqui e tambacu) são as espécies nativas mais produzidas no Brasil, com participação de 24,6% na aquicultura continental (Brasil, 2012).

O cultivo de Tambaqui

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais cultivada no Brasil com uma produção de 54.313,1 toneladas em 2010 e um crescimento de 39% de 2008 a 2010 (Brasil, 2012). Sua produção é realizada principalmente em viveiros escavados no sistema semi-intensivo. Esta espécie é nativa da bacia Amazônica e Orinoco, apresenta um hábito alimentar onívoro (Goulding e Carvalho, 1982), alimentando-se de zooplâncton, sementes e frutos (Carvalho, 1981). Sua criação tem sido impulsionada principalmente pelo fato desta espécie apresentar alto valor comercial, excelente aceitação pelo consumidor (Garcez, 2009), crescimento rápido principalmente durante a fase jovem (Villacorta-Correa,

1997), hábito alimentar onívoro/frugívoro/zooplanctófago (Claro-Jr et al., 2004; Honda, 1974), adaptação fisiológicas e anatômicas aos ambientes com baixa concentração de oxigênio e pode ser cultivado em altas densidades (Melo et al., 2001).

Devido o destaque nacional que esta espécie vem obtendo nos últimos anos, o tambaqui tem despertado o interesse de diversos setores no Brasil seja da iniciativa privada ou governamental (Resende et al., 2009). Por meio dos agentes que compõem sua cadeia produtiva tem-se buscado aperfeiçoar o desempenho produtivo e econômico da criação, de modo que esta espécie tem sido alvo de estudos voltados a melhorar as condições de cultivo e manejo e aumentar o desempenho zootécnico e econômico (Silva et al., 2007; Isimño-Orbe et al., 2003; Nunes et al., 2006; Chagas et al., 2007).

A criação do tambaqui é realizada principalmente em viveiros escavados fertilizados, devido suas características de aproveitamento do alimento natural disponível no viveiro (Paula, 2009; Caveró et al., 2009), mas também tem ocorrido em tanques-rede (Brandão et al., 2004), barragens (Pereira et al., 2009) e em canais de igarapé (Arbelaez-Rojas et al., 2002). Dentre esses sistemas, os melhores resultados têm sido obtidos em viveiros escavados (Pereira, 2009; Paula, 2009; Caveró et al., 2009; Barros e Martins, 2012).

Apesar dos esforços para obtenção de um bom pacote tecnológico para criação dessa espécie, ainda falta muito para que esse objetivo seja concretizado. As tecnologias de produção existentes hoje são baseadas em experiências práticas de acompanhamento de pisciculturas, aliadas ao baixo número de informações científicas existentes sobre a criação dessa espécie (Izel e Melo, 2004; Caveró et al., 2009; Barros et al., 2011). Desta forma, são necessárias informações que venham incrementar as tecnologias de produção existentes.

Densidade de estocagem na piscicultura

A densidade de estocagem é definida como a quantidade ou biomassa de organismos, por unidade de área ou volume. Na piscicultura este é um importante fator no cultivo de uma espécie, pois influencia, diretamente, a qualidade da água

(Gomes et al., 2003), os índices zootécnicos (Brandão et al., 2004; Souza, 1993), os parâmetros fisiológicos (Souza-Filho, 2000), a incidência de parasitos (Souza-Filho, 2000) e os índices econômicos do cultivo (Brandão et al., 2004). Assim, tem-se buscado determinar as densidades ideais para diversas espécies.

No cultivo de juvenis de robalo (*Centropomus undecimalis*) Souza-Filho (2000) avaliou o efeito de três densidades de estocagem (3 peixes/m³; 6 peixes/m³; 9 peixes/m³) sobre o crescimento dos animais mostrando que a menor densidade apresentou os maiores valores de comprimento total, peso médio final, ganho de peso, ganho em comprimento e taxa de crescimento específico. Este mesmo autor observou que a conversão alimentar aparente e a densidade de estocagem estão inversamente relacionadas, este fato pode estar associado à infestação por parasitos, que se elevou com o aumento da densidade de estocagem.

Cavero et al. (2003) estudaram o efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em tanques-rede de 1m³, e concluíram que a densidade de estocagem não influenciou o crescimento de juvenis de pirarucu. Apenas o consumo de alimento foi inversamente proporcional à densidade de estocagem.

No cultivo de alevinos de carpa durante o inverno, Graeff et al. (2001) encontraram um efeito negativo e comportamento quadrático para o ganho de peso em função da densidade, não havendo para sobrevivência influencia deste fator. Já a Conversão Alimentar Aparente apresentou comportamento linear, com uma relação positiva em função da densidade.

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) apesar de amplamente criado e ser alvo de diversos trabalhos sobre a densidade de estocagem, pouco se conhece sobre a influência deste fator nos índices econômicos e zootécnicos em cultivos realizados em viveiros escavados. Os trabalhos existentes são realizados, em sua maioria, em outros sistemas de criação que não o convencional, de viveiros escavados. Como o trabalho de Brandão et al. (2004) que avaliou a melhor densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques rede verificando que, para o tempo de cultivo do experimento, a densidade de estocagem não teve efeitos adversos sobre a sobrevivência, glicose sanguínea e

crescimento, mas houve uma diferença significativa na produção por volume. Estes autores também relatam que quando a densidade de estocagem ideal é ultrapassada, o crescimento dos indivíduos é prejudicado.

Gomes et al. (2003) avaliaram o efeito da densidade de estocagem no transporte de tambaqui e observaram que o aumento da densidade acarreta em uma maior liberação de CO₂ e de amônia. Havendo efeito negativo sobre o consumo de ração e maior consumo de ração relativo para os peixes acondicionados na menor densidade.

Souza (1993) estudou o efeito da densidade de estocagem sobre o crescimento de juvenis de tambaqui em tanques de alvenaria, testando quatro densidades (15 peixes/m³; 21 peixes/m³; 27 peixes/m³ e 34 peixes/m³). Observou-se que as menores densidades apresentaram os menores valores de incremento diário de peso e comprimento, além do menor peso médio final e ganho de peso final.

Santos et al. (2007) avaliaram a densidade de estocagem (50 pós-larvas/L e 100 pós-larvas/L) na larvicultura de tambaqui, com os peixes alimentados com plâncton até o 16º dia e ração durante os 24 dias restantes. Verificaram que na menor densidade houve maior crescimento dos peixes havendo influência da densidade nesta variável, diferentemente da sobrevivência que não foi influenciada pela densidade.

Avaliação econômica como ferramenta de gestão na piscicultura

A piscicultura tem se destacado por apresentar uma ampla e complexa relação econômica com as demais atividades, devido o grande número de agentes que compõem as cadeias produtivas. A falta de informações e o mau gerenciamento nas despesas e receitas podem comprometer a viabilidade do empreendimento (Martins et al., 2001). O custo de produção é uma ferramenta imprescindível para gerar indicadores econômicos que subsidiem a gestão de qualquer empreendimento. Dentre as estruturas de custos de produção conhecidas destacam-se a de Custo Total e Custo Operacional Total.

A estrutura de custo total de produção considera todos os desembolsos necessários para gerar um produto, bem como os custos oportunidades e a depreciação dos bens duráveis. O Custo total é resultante da somatória dos custos variáveis (composto pelos gastos com insumos e outros recursos variáveis necessários para a geração de um produto durante o prazo estabelecido) e custo fixo (composto pelos custos que durante o processo de produção permanecem fixos e são independentes da quantidade produzida).

A estrutura de Custo Operacional foi desenvolvida pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo e apresentada por Matsunaga et al. (1976). Esta estrutura considera apenas os desembolsos efetivos necessários para a produção de um produto, bem como a depreciação dos bens duráveis. Não sendo computados os custos oportunidades, devido à dificuldade na sua determinação e a subjetividade que envolve a determinação de alguns itens do custo de produção.

Na piscicultura, o custo de produção tem sido utilizado como uma ferramenta para gerar indicadores que auxiliem a gestão destes empreendimentos. Segundo Nobre et al. (2009), o acompanhamento dos indicadores econômicos em ciclos consecutivos aumenta a bagagem de conhecimento do produtor a respeito da tecnologia de produção, do mercado e dos limites de sua produção, buscando maximização dos lucros em ciclos futuros. Da mesma forma Scorvo-Filho et al. (2008) relatam que os custos tendem a ser decrescentes com o passar do tempo, pois o produtor ao ganhar experiência tem um maior controle de sua produção diminuindo as perdas com insumos e melhorando o processo produtivo.

Na piscicultura, o comportamento dos custos de produção varia de acordo com a espécie, áreas exploradas e a tecnologia de produção adotada (Martins et al., 2001). Trabalhos têm avaliado economicamente a criação de diferentes espécies de peixes nos diversos sistemas de produção (Furlaneto et al., 2006; Pereira et al., 2009; Graeff et al., 2001; Crivelenti et al., 2006).

Segundo Martin et al. (1995), a rentabilidade da piscicultura vai depender da eficiência técnica do sistema de produção adotado, da qualidade do produto, dos preços de venda e do gerenciamento da atividade. Portanto, pode ser afetada

pela densidade, taxa de sobrevivência e taxa de crescimento e o gerenciamento adequado dessas variáveis pelo produtor será de suma importância para atingir as metas de rendimento.

Martins et al. (2001) observaram pela análise de economia de escopo que em pequenas áreas, a criação de várias espécies é benéfica, mas à medida que se aumenta a área de cultivo deve-se buscar o monocultivo. Entretanto devem-se considerar sempre as relações de mercado em que seu empreendimento está inserido, para que decisões como esta sejam tomadas. Estes mesmos autores verificaram que em pequenos módulos de produção, a mão de obra pode ser o item mais representativo e em módulos maiores (>10 ha) os insumos passam a ter maior representatividade. Para Martin et al. (1995) a falta de poder de barganha de pequenos produtores força-os a adquirir insumo de baixa qualidade ou com alto valor, havendo um ajuste de acordo com seu poder aquisitivo.

Corrêa et al. (2008) mostraram que, no Vale do Ribeira-SP, pequenas pisciculturas (<50 ha) estão associadas a outras atividades agropecuárias, onde apenas 36% dos produtores tem a piscicultura como atividade principal, com predominância da criação em viveiros escavados e com utilização de ração. Nestas, os altos custos da ração têm diminuído a margem de lucro e feito com que os pequenos piscicultores busquem formas alternativas de alimentação para os peixes. Nas pisciculturas analisadas, 67% criavam peixes redondos, entretanto há necessidade de melhorar a tecnologia de produção de forma a diminuir os custos de produção e organizar os produtores para aumentar a escala de produção.

Martin et al. (1995), avaliando os sistemas de produção piscícola desenvolvidos no estado de São Paulo, mostraram que a construção de viveiros de derivação possuem um menor nível de investimento quando comparado com os demais sistemas de construção de viveiros. Mostraram ainda que este sistema melhora a execução da atividade em virtude do manejo facilitado. No investimento, os gastos com construção de viveiros e captação de água representaram de 27,43% a 68,33% dependendo da movimentação de terra, tipo de viveiro e complementos. Os gastos com equipamento e implementos apresentaram uma variação de 15 a 35%. Estes autores ainda verificaram que os

custos com ração foram os mais representativos, sendo superiores a 30%, dependendo da espécie criada e da estrutura de custos adotada para análise.

Na região de Pindamonhangaba-SP, Scorvo-Filho et al. (2008) mostraram que no cultivo de tilápia o custo para implantação de viveiros de 2400m² foi de R\$ 10.800,00 em 2007, com um custo de implantação de R\$ 45.000,00 para cada hectare de viveiro escavado. No Custo Operacional Efetivo (COE), o item que mais impactou foi o gasto com ração variando de 37 a 44% de acordo com o aumento da densidade (200, 250 e 300 peixes/m³), seguido dos gastos com aquisição de juvenis (16 a 19 %) e mão de obra que apresentou diminuição de acordo com o aumento da densidade, com valores de 22 a 18%. Somando-se a este estão os “Outros Custos” composto pela depreciação (11 a 14%), encargos diretos (5 a 6%) e contribuição de seguridade social rural (3 a 4%). Houve uma redução no Custo Operacional Total médio de 4,2% entre as densidades de 200 e 250 peixes/m², e um aumento de 7,6 % entre as densidades de 250 e 300 peixes/m³ e entre as densidades de 200 e 300 peixes/m³ a variação foi somente de 3,2%, positiva.

Apesar da produção de formas jovens de peixes ser um dos empreendimentos mais rentáveis na piscicultura, a entrada de novos empresários na atividade é dificultada pela falta de conhecimento técnico aliado à necessidade de alto capital de giro (Martins et al., 2001). Esses novos empreendedores devem, ao ingressarem na atividade, terem conhecimento da mesma de modo a facilitar futuras decisões. Geralmente, quanto maior o nível de tecnificação da atividade maior o volume necessário de investimentos bem como o retorno destes. Deve-se considerar que os riscos também aumentam, entretanto, a Taxa Interna de Retorno pode ser crescente de acordo com o nível de investimento, o sistema de produção e os preços de venda (Martin et al., 1995).

Na criação de tambaqui poucas são as informações existentes mostrando a viabilidade do cultivo ou as relações existentes em sua cadeia produtiva. Muitos dos trabalhos existentes agrupam o tambaqui juntamente com o Pacu, Pirapitinga e/ou seus híbridos devido às semelhanças no sistema produção e no mercado dessas espécies (Barros et al., 2011). A criação de espécies de peixes redondos em policultivo é realizada com o objetivo de minimizar os riscos, já que não

existem tecnologias de produção definidas para cada uma dessas espécies e nem quais as melhores condições de criação, como evidenciado por Barros et al. (2011) na região do Mato Grosso, uma das maiores produtoras de peixes redondos (Brasil, 2012).

Castro et al. (2002) avaliaram o sistema de produção de engorda de tambaqui em viveiros de argila com aeração e com renovação de água, encontraram valores de 81% de sobrevivência e conversão alimentar aparente de 1,66, sendo a ração o item mais impactante no custo (62,63%) seguido pelo custo de energia elétrica (8,5%) e alevinos (8,3%).

Barros e Martins (2012) avaliando grandes pisciculturas de cultivo de redondos no Mato Grosso obtiveram um investimento de R\$ 14.868,17/ha, onde 71,4 % eram gastos com construção de viveiros e 28,6% com aquisição de equipamentos, utensílios e outras construções. Esses autores também observaram que a maior parte do Custo total era composta pelos gastos com alimentação (71%) e mão de obra (11%).

Barros et al. (2011), caracterizando as pisciculturas da baixada cuiabana no Mato Grosso, relatam que a implantação de novas pisciculturas deve ser bem planejada de modo a aumentar as chances de sucesso do empreendimento. Nesta região 62,5% das pisciculturas possuem mais de 20,5 ha de lâmina de água, essa mesma porcentagem representa as propriedades que tem a piscicultura como atividade principal. Esses autores mostraram que na região, o tamanho da propriedade não influenciou na implantação, condução e gestão da atividade piscícola.

A importância do plâncton na criação de peixes

O cultivo de peixes neotropicais como o tambaqui é desenvolvido principalmente em viveiros fertilizados, que favorecem a produção do plâncton considerado um importante alimento para juvenis de peixes (Sipaúba-Tavares e Braga, 2007; Prieto e Atencio, 2008). O tambaqui por ser um peixe que se alimenta de zooplâncton durante toda a vida, tem sido cultivado em viveiros onde há uma grande quantidade de alimento natural, favorecendo assim um melhor

desempenho zootécnico (Paula, 2009; Cavero et al., 2009). Devido sua importância na primeira alimentação de peixes, muitas pesquisas têm sido realizadas buscando desenvolver uma tecnologia para o cultivo de plâncton ou mostrar a sua importância para a criação de peixes.

Furuya et al. (1999) avaliaram os efeitos da utilização de plâncton, dieta artificial (24% e 30% de PB) e suas combinações sobre o crescimento e a sobrevivência do curimatá (*Prochilodus lineatus*) na fase inicial. Estes autores observaram que os melhores resultados de ganho de peso foram obtidos com a utilização de dieta associada ao plâncton independente da quantidade de proteína bruta, mostrando a importância desta associação na redução de custos com alimentação.

Na larvicultura de peixes, a utilização somente de ração como primeiro alimento é uma forma de diminuir os gastos (Muñoz et al., 2007). Entretanto, devido a baixa capacidade das larvas digerirem alimento seco, pode levar a um baixo desempenho zootécnico (Pedreira et al., 2008). Assim, uma boa variedade de organismos planctônicos como primeiro alimento pode, complementar os nutrientes que os demais grupos não possuem (Beerli et al., 2004) e aumentar a quantidade de alimento fornecido (Pedreira et al., 2008), favorecendo um melhor crescimento (Beerli et al., 2004; Muñoz et al., 2007; Pedreira et al., 2008).

Prieto e Atencio (2008) relatam que a maior limitação no consumo de alimento por larvas de peixe está relacionada ao tamanho da boca pequena, pouca capacidade de natação, disponibilidade das presas (zooplâncton) e aparelho digestivo pouco desenvolvido. Estes autores relatam ainda que a maior parte da larvicultura de peixes neotropicais é desenvolvida em viveiros fertilizados, entretanto devido a pouca disponibilidade de alimento no viveiro há uma baixa sobrevivência e produções variadas. O manejo alimentar da primeira alimentação é um fator determinante na sobrevivência das larvas que se alimentam principalmente de Cladóceros, Copepódos, Rotíferos e Protozoários.

Sipaúba-Tavares (1993), estudando a seletividade do tambaqui por organismos zooplânctônicos (em aquários de 200 L) em diferentes períodos (6, 12, 19 e 26 dias), observou que não há seletividade por nenhuma espécie planctônicas. A disponibilidade de organismos planctônicos e seu tamanho é que

faz com que haja mais ou menos consumo de um determinado grupo. Já Sipaúba-Tavares e Braga (2007) observaram que o tambaqui apresenta um elevado consumo de fitoplâncton devido à grande abundância de *Clorophytas*, sendo que rotíferos representaram 29% dos itens no conteúdo estomacal, havendo uma seleção positiva por copépodos.

Entre as práticas realizadas no cultivo de tambaqui, a calagem e adubação estão entre as mais importantes. Além de gerar boas condições de criação, favorecem a produção planctônica que auxiliaram a obtenção de melhor desempenho produtivo do tambaqui (Cavero et al., 2009; Paula, 2009). Embora trabalhos destaquem a importância do plâncton na criação de tambaqui cultivados em viveiros escavados (Cavero et al., 2009; Paula, 2009), ainda não se quantificou a real contribuição do alimento natural na biomassa produzida.

A metodologia isotópica

O método isotópico baseia-se na determinação da razão entre o isótopo pesado e o leve da matéria orgânica, que apresenta uma razão característica ou “sinal isotópico” específico que é expresso em delta por mil. Conforme a matéria orgânica circula no sistema é transformada por ações físicas, químicas ou biológicas sofrendo um fracionamento isotópico previsível que permite sua utilização como traçadora dos caminhos dos elementos nas cadeias alimentares até a sua deposição no tecido animal (DeNiro e Epstein, 1981; Martinelli et al., 1988). Os isótopos de carbono e nitrogênio são os mais utilizados em estudos desta natureza.

Os isótopos estáveis de carbono são os ^{12}C e ^{13}C , e a relação entre o $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ fornece a razão isotópica que, em comparação com o padrão internacional (para o carbono é o fóssil de *Belemnitella americana* da formação *Peedee* da Carolina do Sul-USA), fornece a composição isotópica, que é única e utilizada para a determinação da origem e destino da matéria orgânica, ou seja, da fonte de energia (Martinelli et al., 1988).

Segundo DeNiro e Epstein (1978), o valor da composição isotópica de carbono do consumidor reflete o da sua dieta, com um incremento de 1‰ por

nível trófico. A matéria orgânica apresenta diferença em sua composição isotópica, em função da forma de fixação do CO₂, onde as plantas C₃ (ciclo de Calvim) sintetizam inicialmente um composto orgânico com três átomos de carbono e discriminam mais o ¹³C em relação ao ¹²C promovendo um maior fracionamento, resultando em valores mais empobrecidos ou mais negativos por volta de -27‰ como observado por Araujo-Lima et al. (1986) e Martinelli et al. (1988), já as plantas C₄ que sintetizam um composto orgânico com quatro átomos de carbono discriminam menos ¹³C em relação ao ¹²C promovendo um menor fracionamento quando comparado com as plantas C₃ o que gera valores mais enriquecidos ou mais positivos em torno de -12 ‰ também evidenciado por Araujo-Lima et al. (1986) e Martinelli et al. (1988). Marengo e Lopes (2005) observaram que a via fotossintética C₃ inclui a maioria das árvores, arbustos entre vegetais superiores de médio e grande porte, sendo a via C₄ observada na grande maioria das gramíneas tropicais. Além das vias C₃ e C₄, a via MAC ou CAM, apresenta um sistema de fixação de CO₂ especializado, destinado principalmente a manter um balanço relativamente positivo de carbono nos tecidos e δ¹³C em faixas intermediárias àquelas dos outros ciclos (Martinelli et al., 2009).

Assim como os isótopos estáveis de carbono, os isótopos estáveis de nitrogênio do consumidor refletem o da sua dieta, mas com um incremento de 3,4 ‰ por nível trófico (Minagawa e Wada, 1984). A razão entre o ¹⁵N/¹⁴N em comparação com um padrão (o N₂ atmosférico) fornece a composição isotópica. Diferenciada a partir dos produtores primários em fixadores ou não de nitrogênio (Marengo e Lopes, 2005), os fixadores apresentam valores mais empobrecidos de δ¹⁵N do que aquelas que não fixam o nitrogênio molecular.

A metodologia isotópica vem sendo constantemente empregada em estudos de ecologia aquática, determinando o fluxo de energia nestes ecossistemas e as fontes de energia que sustentam as populações pesqueiras (Forsberg et al., 1993; Oliveira et al., 2006). Em estudos voltados para aquicultura a técnica de isótopos estáveis tem sido aplicada para: determinar o *turnover* (Jomori et al., 2005), traçar rotas metabólicas de carboidratos e proteínas (Felip et al., 2012) e determinar a participação do plâncton para o crescimento dos organismos cultivados (Schroeder, 1983). Entretanto para utilização dos isótopos

estáveis como metodologia em estudos de dieta alimentar é necessário que as fontes que compõem a dieta do animal em questão sejam isotopicamente distintas (DeNiro e Epstein, 1981; Martinelli et al., 1988).

Utilizando o isótopo de carbono Schroeder (1983) avaliou a participação do plâncton em tilápias (*Tilapia aurea*) e Penaeídeos. Este autor verificou que os valores isotópicos de carbono das tilápias apresentaram um enriquecimento de 2 a 3 ‰ em relação à dieta fornecida e um enriquecimento de 6‰ em relação às algas em suspensão no tanque. Mostrando que, provavelmente o carbono necessário para o crescimento das tilápias era oriundo somente da dieta fornecida. Para os peneídeos o autor utilizou um modelo de balanço de massa simples e conseguiu mostrar que a comunidade algal poderia apresentar uma participação de 8 a 13% no crescimento.

A determinação da contribuição das fontes para a biomassa de peixes é realizado por meio de modelos de balanço de massa que utilizam os valores de composição isotópica do animal e de suas fontes alimentares para determinar a proporção assimilada de uma determinada fonte por um animal, sendo o animal o produto da mistura destas fontes (Martinelli et al., 2009).

Martinelli et al. (1988), abordando os princípios e perspectivas da utilização das variações naturais de $\delta^{13}\text{C}$ no estudo de teias alimentares em ambientes aquáticos, descrevem o método de diluição isotópica que utiliza apenas a variação natural dos isótopos de carbono. Utilizado para quantificar a proporção assimilada das fontes em situações que existem apenas duas fontes isotopicamente distintas e o valor de $\delta^{13}\text{C}$ do produto apresenta um valor intermediário ao das fontes. Esse método foi utilizado eficientemente por Forsberg et al., (1993) e Manetta et al., (2003) para determinar a fonte de energia dos peixes em ambiente natural.

A avaliação da assimilação dos alimentos natural e artificial no cultivo de tambaqui utilizando a metodologia isotópica poderá fornecer informações da ração efetivamente incorporada na biomassa produzida e assim possibilitar informações para aperfeiçoar as taxas de alimentação diária na criação dessa espécie e conseqüentemente, reduzirem o custo de produção. Além de direcionar

ações para o manejo destes viveiros principalmente relacionado à adubação, que é um dos fatores determinante para que haja uma boa produção planctônica.

Este trabalho tem por objetivo avaliar os índices econômicos, zootécnicos e participação da produção planctônica no cultivo de tambaqui durante a fase de recria, em viveiros, com diferentes densidades de estocagem, na Amazônia. O presente trabalho está dividido em dois capítulos. No primeiro, são avaliados o desempenho zootécnico e econômico. O segundo traz análise do plâncton presente nos viveiros e participação do mesmo na biomassa de peixes produzida.

Capítulo 1 – Avaliação econômica da produção de juvenis de *Colossoma macropomum*, em viveiros escavados com diferentes densidades de estocagem

Jesaías Ismael da Costa*; Dalton José Carneiro; Maria Inez Espagnoli Geraldo
Martins

Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n 14884-900 Jaboticabal - SP

Resumo

O tambaqui é uma espécie que apresenta excelentes características para o cultivo e é amplamente cultivado no Brasil. Entretanto pouco se conhece sobre as técnicas de criação ideais a produção dessa espécie em viveiros. A densidade de estocagem é um importante fator na criação de uma espécie, pois influencia diretamente na qualidade da água, nos índices zootécnicos, nos parâmetros fisiológicos, na incidência de parasitos e nos índices econômicos do cultivo. Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho zootécnico e econômico da criação de tambaqui em viveiros escavados com diferentes densidades de estocagem durante a fase de recria. Foram estocados 72.000 peixes com comprimento médio padrão de $1,9 \pm 0,01$ cm (média \pm erro padrão) e peso $0,4 \pm 0,01$ g (média \pm erro padrão), em 12 viveiros de 600 m², com as densidades de 5, 10 ou 15 peixes/m², com quatro repetições em delineamento inteiramente casualizado. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, até a saciedade aparente, com ração comercial contendo 36% PB, durante 56 dias. Os resultados de desempenho zootécnico foram submetidos à ANOVA ($\alpha=0,05$); quando constatado efeito significativo da densidade, foram realizadas análises de regressão polinomial, escolhendo a melhor equação em função da significância do modelo pelo teste F e pelo R² ajustado. A biomassa final e número final de peixes apresentou comportamento linear positivo. O consumo médio de ração foi influenciado negativamente pela densidade de estocagem. Os demais indicadores zootécnicos não foram influenciados pela densidade de estocagem, sugerindo que os valores máximos de densidade suportados pelo sistema não foram atingidos. O aumento da densidade de estocagem atuou positivamente no processo produtivo melhorando todos os indicadores econômicos.

Palavras chaves: tambaqui, desempenho zootécnico, avaliação econômica.

Abstract

The tambaqui is a species that has excellent characteristics for cultivation and is widely cultivated in Brazil. However little is known about the techniques of creating optimal for production of this species in ponds. The stocking density is an important factor in the creation of a sort, since have a significant influence on zootechnics indices, water quality, physiological parameters, incidence of parasites and economic indices of creation. This study aimed to evaluate the zootechnic and economic performance of the creation of tambaqui in ponds with different stocking densities during the phase growing. 72,000 fish were stocked with standard average length of 1.9 ± 0.01 cm (mean \pm standard error) and weight 0.4 ± 0.01 g (mean \pm standard error) in 12 ponds of 600 m², with densities of 5, 10 or 15 fish / m², with four replications in a completely randomized design. The fish were fed twice daily to apparent satiation with commercial feed containing 36% CP, for 56 days. The results of zootechnic performance were submitted to ANOVA ($\alpha = 0.05$) and when observed significant effect of density analyzes were performed polynomial regression, choosing the best equation depending on the significance of the model by the F test and the adjusted R². The final biomass and final number of fish showed behavior a linear positive. The average feed intake was negatively influenced by stocking density. The other zootechnic indicators were not influenced by stocking density, suggesting that the maximum density supported by the system were not hit. Increasing stocking density acted positively, improving the production process and all the economic indicators.

Key words: tambaqui, zootechnic performance, economic evaluation

1. Introdução

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), peixe nativo da bacia Amazônica e Orinoco, apresenta hábito alimentar frugivo/zooplanctófago (Honda, 1974), podendo alcançar até 1m de comprimento e 30 kg de peso (Goulding e Carvalho, 1982). Atualmente é a terceira espécie mais criada no Brasil, com um crescimento de 39% de 2008 a 2010 (Brasil, 2012). A produção é realizada principalmente em viveiros escavados no sistema semi-intensivo. Sua criação tem sido impulsionada principalmente pelo fato desta espécie apresentar alto valor comercial e excelente aceitação pelo consumidor (Garcez, 2009), crescimento rápido principalmente durante a fase jovem (Villacorta-Correa, 1997), hábito alimentar frugivo/zooplanctófago (Honda, 1974), adaptação fisiológica e anatômica aos ambientes com baixa concentração de oxigênio e pode ser cultivado em altas densidades (Melo et al., 2001).

Trabalhos realizados com tambaqui buscaram determinar a melhor densidade de estocagem na recria em tanques-rede (Brandão et al., 2004), durante o transporte de juvenis em sacos plásticos (Gomes et al., 2003), em viveiros de alvenaria durante a recria (Souza, 1993) e na larvicultura em aquários (Santos et al., 2007). Entretanto, no sistema convencional de viveiros escavados, são poucas as informações sobre a influência deste fator, além da ausência de informações dos índices econômicos e zootécnicos nessa modalidade de cultivo. A densidade de estocagem é definida como a quantidade ou biomassa de organismos por unidade de área ou volume. Na piscicultura, este é um importante fator, pois influencia diretamente a qualidade da água (Gomes et al., 2003), os índices zootécnicos (Brandão et al., 2004; Souza, 1993), os parâmetros fisiológicos (Souza-Filho, 2000), a incidência de parasitos (Souza-Filho, 2000) e os índices econômicos do cultivo (Brandão et al., 2004).

Na piscicultura, os índices zootécnicos em conjunto com os indicadores econômicos têm sido uma ferramenta importante para auxiliar os gestores na tomada de decisão, seja para investir ou manter seu empreendimento (Graeff et al., 2001; Jomori et al., 2005). Deste modo, têm sido avaliados economicamente os diversos sistemas de produção (Furlaneto et al., 2006; Pereira et al., 2009;

Martin et al., 1995) e as diversas espécies de peixes criadas (Graeff et al., 2001; Crivelenti et al., 2006; Martin et al., 1995).

Avaliações econômicas na criação de tambaqui foram realizadas para viveiros escavados (Martin et al., 1995; Izel e Melo, 2004; Pereira et al., 2009; Castro et al., 2002; Barros e Martins, 2012), tanques-rede (Gomes et al., 2006) e açudes (Pereira et al., 2009; Martin et al., 1995). Esses trabalhos fornecem valiosas informações econômicas; entretanto, muitos deles agrupam o tambaqui juntamente com o pacu, pirapitinga e/ou seus híbridos, devido às semelhanças no sistema produção e no mercado dessas espécies (Barros et al., 2011). A criação de espécies de peixes redondos em policultivo é uma maneira de minimizar os riscos, já que não existem tecnologias definidas para cada uma dessas espécies e nem quais as melhores condições de criação para cada uma, como evidenciado por Barros et al. (2011) na região do Mato Grosso, uma das maiores produtoras de peixes redondos (Brasil, 2012).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a criação de tambaqui em viveiros escavados, durante a recria, em diferentes densidades de estocagem com base nos índices econômicos e zootécnicos.

2. Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Centro de Tecnologia, Treinamento e Produção em Aquicultura – CTTPA, localizado à jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Balbina, no rio Uatumã, afluente da margem esquerda do rio Amazonas, no município de Presidente Figueiredo, AM.

Em 12 viveiros de 600 m², foram estocados 72.000 peixes com comprimento médio padrão de $1,9 \pm 0,01$ cm (média \pm erro padrão) e peso de $0,4 \pm 0,01$ g (média \pm erro padrão) nas densidades de 5, 10 e 15 peixes/m² (T₀₅; T₁₀; T₁₅, respectivamente), com quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, até a saciedade aparente, com ração comercial contendo 36% PB, por um período de 56 dias. Com base em amostragens periódicas, foram estudadas as variações de desempenho zootécnico dos animais e o custo de produção do cultivo.

1.1. Preparação do viveiro e monitoramento ambiental

Os viveiros foram inicialmente secos e expostos ao sol por um período de cinco dias e, posteriormente, realizada a calagem com calcário dolomítico na proporção de 50g/m². No dia seguinte à calagem, os viveiros foram abastecidos até o nível de 30 cm de lamina de água e realizada uma adubação inicial com farelo de trigo (15 g/m²), superfosfato simples (5 g/m²) e ureia (5 g/m²). Nos cinco dias posteriores à primeira adubação, foram realizadas readubações diárias com farelo de trigo (7,5 g/m²).

As variáveis limnológicas que foram monitoradas a cada dois dias com auxílio de equipamentos eletrônicos, foram oxigênio dissolvido, transparência, pH, turbidez, condutividade e temperatura. Os valores destas variáveis estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores das variáveis limnológicas na recria (56 dias) de tambaqui em viveiros de 600m² com diferentes adensamentos.

Variáveis limnológicas	Densidades		
	T ₀₅	T ₁₀	T ₁₅
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,8±1,08	5,16±0,31	5,47±0,33
Temperatura (°C)	30,20±0,06	30,41±0,28	30,35±0,08
pH	6,64±0,60	6,82±0,18	6,82±0,24
Condutividade (µS/cm ²)	25,60±8,12	37,84±4,12	32,43±4,32
Turbidez (UNT)	13,11±5,43	30,78±11,14	29,85±9,40
Secchi (m)	1,29±0,19	0,76±0,11	0,81±0,11

1.2. Desempenho zootécnico

Para avaliar o desempenho zootécnico dos animais, foram realizadas biometrias quinzenais, em amostragens de 50 peixes de cada tanque, obtendo-se os valores de comprimento padrão com uso de um ictiômetro (precisão 0,1 cm) e peso dos peixes com balança digital (precisão 0,01 g). A partir dos valores obtidos nas biometrias e os dados de manejo, foram calculados os seguintes índices:

- Sobrevivência (S): Porcentagem de indivíduos que sobreviveram até o fim do período de criação, obtida pela seguinte equação:

$$S (\%) = \frac{\text{número final de peixes}}{\text{número inicial de peixes}} * 100$$

- Densidade final (DF) corresponde ao número de peixes/m² ao final do experimento:

$$DF(\text{peixes}/\text{m}^2) = \frac{\text{número final de peixes por tanque}}{\text{área do tanque}}$$

- Ganho em Peso Médio (GPM):

$$GPM = \text{Peso médio final em cada parcela} - \text{Peso médio inicial em cada parcela}$$

- Biomassa (B): Quantidade de gramas de peixe para cada m² do tanque:

$$B(\text{g}/\text{m}^2) = (\text{Peso médio}) * (\text{N}^\circ \text{ de peixes em cada m}^2)$$

- Consumo médio de ração (CMR) ou quantidade de ração consumida por cada indivíduo durante o período.

$$CMR (\text{g}/\text{peixe}) = \frac{\text{consumo total de ração}}{\text{número final de peixes}}$$

- Conversão alimentar aparente (CAA) ou proporção entre o CMR e o ganho em peso médio do peixe, em cada viveiro:

$$CAA = \frac{\text{quantidade de ração consumida}}{\text{ganho de peso}}$$

- Taxa de crescimento específico (TCE) ou percentual de crescimento diário.

$$TCE (\%) = \frac{[\ln(\text{peso médio final}) - \ln(\text{peso médio inicial})]}{\text{dias de criação}} * 100$$

1.3. Análise estatística

Foram determinados a média e erro padrão dos indicadores zootécnicos para cada tratamento. Posteriormente foram submetidos ao teste de normalidade de Cramer-von Misses ($\alpha=5\%$) e de homogeneidade de Levene ($\alpha=5\%$). Satisfeitas as pressuposições, os resultados foram então submetidos à ANOVA. Sendo constatado o efeito da densidade foi aplicada a análise de regressão polinomial, escolhendo a melhor equação em função da significância do modelo pelo teste F e pelo R^2 ajustado. A análise estatística foi realizada pelo programa R versão 2.15.0.

1.4. Avaliação e econômica

Foram levantadas informações dos custos de implantação e de desenvolvimento da atividade, em um ciclo de produção de 80 dias, sendo: 12 dias de preparação de viveiro, 56 dias de cultivo e 14 dias de despesca. Os custos foram determinados com base na estrutura de custo total de produção e expressos seus valores em unidade por hectare de lâmina d'água.

O investimento foi inicialmente considerado para a construção de uma área de 7200 m², 12 viveiros de 600m² (investimento direto), e uma estrutura de apoio (casa com escritório e alojamento, depósito de ração, galpão de despacho e depuração de alevinos) que é utilizada para toda a propriedade (8 ha de viveiros). Assim, foi determinada a proporção de cada item de apoio, considerando-se apenas a área do experimento para determinar o investimento inicial relativo. Os valores relativos destes investimentos foram então recalculados para serem expressos em R\$/hectare. No investimento, não foi considerado o gasto com aquisição da terra.

O custo total de produção foi calculado somando-se os custos fixos (CF) e custos variáveis (CV). Inicialmente foram determinados os custos fixos totais da piscicultura e então apropriados para a área do experimento. O custo fixo foi obtido a partir do somatório: remuneração da terra (valor de arrendamento por hectare para desenvolvimento de engorda de tambaqui obtido em Barros et al., 2011); remuneração do empresário (valor de R\$ 3.000,00 mensal para o

empresário para toda a piscicultura); remuneração do capital fixo (remuneração a taxa de 6% a.a. sobre o valor do capital fixo médio) e depreciação.

A depreciação da infraestrutura, equipamentos e utensílios foi calculada pelo método linear utilizando a seguinte fórmula: $D = Vi/n$, onde D = depreciação em R\$/ano, Vi = valor inicial do bem em R\$ e n = vida útil em anos. Foi considerado que infraestrutura e equipamentos não possuem valor de sucata. O valor da depreciação da infraestrutura (menos tanques), equipamentos e utensílios que são de uso geral na piscicultura, foi apropriado por tratamento, considerando a área do experimento em relação à área da propriedade e o ciclo de produção em relação ao total de ciclos por ano. A depreciação dos tanques foi inicialmente calculada para um ano, e posteriormente apropriada por tratamento considerando o número de ciclos no ano.

O custo variável foi obtido somando-se os gastos com alevinos, ração, adubos, calcário, veículos e equipamentos, material de escritório, material de uso geral, mão de obra e juros sobre capital circulante (a uma taxa de juros de 4% ao ano, referente à taxa de juros de custeio para aquicultura, sobre o valor médio do desembolso). Os gastos com energia elétrica não foram computados pelas características peculiares da estação que é mantida pela usina hidrelétrica de Balbina.

A mão de obra para o empreendimento foi calculada considerando apenas as horas trabalhadas na atividade, para isso obteve-se o valor em reais por hora em jornada de trabalho de oito horas diárias, ou 200 horas mensais. O custo com mão de obra foi composto considerando-se dois empregados fixos: um chefe de campo e um auxiliar de campo com custo mensal de R\$ 1.776,00 e R\$ 962,00, respectivamente, e também a contratação de diaristas no valor de R\$ 30,00 nas fases de preparação dos viveiros e despesca.

Para os veículos (trator e caminhonete) foram calculados os gastos com: seguro (0,75% a.a. do valor novo), garagem (1% a.a. do valor de um novo); combustível (com preço de R\$ 2,20/L e um consumo de 300 L de óleo diesel no período do experimento), manutenção (20% dos gastos com combustível) e reparos (5% a.a. do valor de um novo). Para a roçadeira foram computados os gastos com combustível (com preço de R\$ 2,99/L e um consumo de 5 L de

gasolina por ciclo de produção, por tratamento), manutenção (20% dos gastos com combustível) e reparos (5% a.a. do valor de um novo). Estes gastos com veículos e roçadeira foram apropriados por tratamento.

O custo total produção (CTP) difere do Custo Operacional Total (COT) por considerar os custos oportunidade. Estes podem ser definidos como a melhor opção de investimento do valor da terra, capital fixo e circulante e trabalho do empresário. Devido a subjetividade e dificuldade de sua determinação muitos trabalhos desconsideram este item, apresentando somente o Custo Operacional Total (COT). Assim, no presente trabalho, foi determinado também o COT para possibilitar a comparação dos resultados obtidos, com a literatura. O COT foi calculado somando-se o Custo Operacional Efetivo (COE) e Outros Custos. Como COE foram considerados todos os desembolsos e como Outros Custos a depreciação.

Depois de calculados os custos de produção, foram tomados como indicadores econômicos:

- **Produção (P):** quantidade de peixes por tratamento durante o ciclo de produção;
- **Investimento de implantação (I):** constitui-se dos gastos para aquisição de equipamentos e utensílios e construção da infraestrutura necessária para que se inicie o empreendimento.
- **Custo Total de Produção (CTP);**
- **Custo Operacional Total (COT);**
- **Custos unitários ou Custos Médios:** são os custos necessários para gerar uma unidade do produto.
- **Receita Bruta (RB):** produção*preço de venda;
- **Lucro (L) =RB-CTP,**
- **Lucro operacional (LO) =RB-COT;**

- **Margem de lucro (ML):** permite visualizar em termos percentuais o quanto da receita é convertido em lucro:

$$L(\%) = \frac{L}{RB} * 100$$

- **Índice de lucratividade (IL):** permite visualizar em termos percentuais o quanto da receita bruta é convertido em lucro operacional:

$$IL(\%) = \frac{LO}{RB} * 100$$

- **Rentabilidade (R):** a rentabilidade é um índice que permite visualizar em termos percentuais o retorno do capital investido. Sendo obtido pela seguinte fórmula:

$$R(\%) = \frac{RB}{I} * 100$$

Os resultados dos indicadores obtidos para cada tratamento foram convertidos para produção por hectare de lamina d'água, considerando-se que a área de cada tratamento do experimento representa 24% de um hectare. Assim, para obtenção dos resultados por hectare, os valores obtidos foram multiplicados por 4,17.

3. Resultados

Os resultados estão apresentados em dois itens: Desempenho zootécnico e Avaliação econômica.

1.5. Desempenho zootécnico

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de desempenho zootécnico, em que estatisticamente a densidade de estocagem não apresentou efeito no peso médio final, no comprimento padrão médio final, na sobrevivência, no ganho de peso, na conversão alimentar aparente e na taxa de crescimento específico. Havendo influencia da densidade no consumo médio de ração, biomassa final e número final de peixes.

Tabela 2 – Resultados da análise estatística e indicadores zootécnicos da criação de tambaqui durante a recria, em 56 dias, com diferentes densidades de estocagem.

Indicadores Zootécnicos	Densidade			Estatística	
	T ₀₅	T ₁₀	T ₁₅	p	F
Peso médio final (g)	37,10±3,33	35,47±2,58	30,30±4,63	0,1942	1,937
Comprimento padrão médio final (cm)	14,64±4,29	9,64±0,37	9,18±0,51	0,1246	2,889
Consumo médio de ração (g)	27,17±2,19	25,35±0,96	22,81±0,99	0,0106	9,815
Biomassa final (g/m ²)	40,37±2,90	82,60±5,73	231,51±35,84	0,0020	16,980
Sobrevivência (%)	87,84±4,09	93,25±5,73	96,46±14,93	0,5971	0,298
Número final de peixes (peixes/m ²)	4,40±0,20	9,30±0,10	12,80±0,60	<0,0001	216,500
Ganho de Peso (g)	36,61±3,35	35,09±2,56	29,83±4,57	0,1936	1,942
Conversão alimentar aparente	0,67±0,08	0,61±0,04	0,58±0,11	0,4264	0,688
Taxa de Crescimento Especifico (%)	8,01±0,32	8,40±0,09	7,75±0,08	0,4487	0,622

*valores significativos quando $p < 0,05$

Na Figura 1, observa-se a relação da biomassa final (1A), consumo médio de ração (1B) e número final de peixes (1C) em função da densidade de estocagem, verificando um comportamento linear negativo para o consumo médio de ração e positivo para biomassa final e número final de peixes.

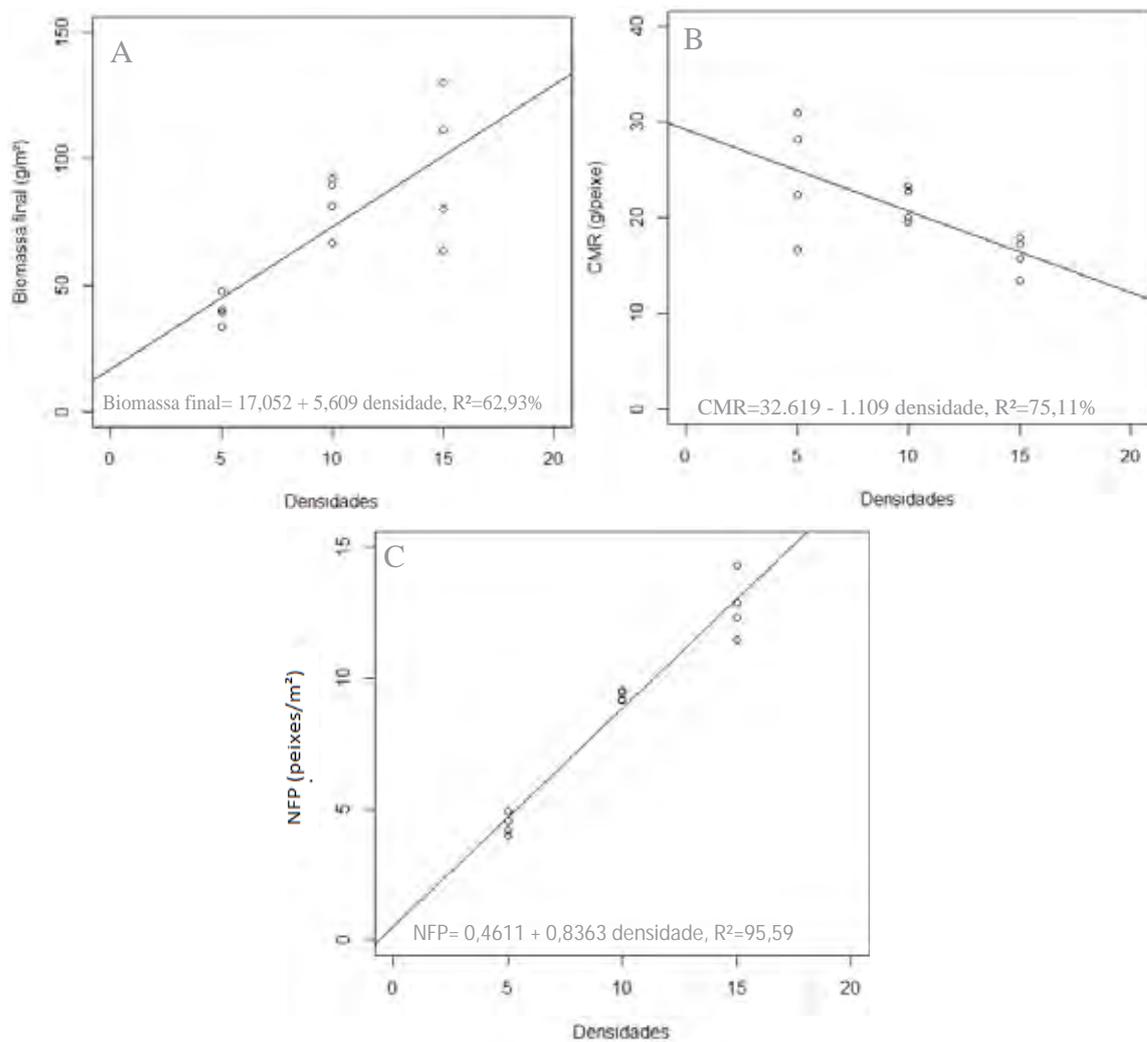


Figura 1 – Representação gráfica do comportamento da biomassa final (A), consumo médio de ração (B) e número final de peixes–NFP (C) em função da densidade de estocagem na recria de tambaqui (56 dias).

1.6. Avaliação econômica

O investimento inicial para a implantação de 12 viveiros e demais equipamentos do empreendimento foi orçado em R\$ 264.720,13. Entretanto os itens de apoio como veículos, equipamentos, utensílios, ferramentas, casa, galpão de despacho de alevinos e depósito de ração estão superestimados, visto que não são utilizados somente para 12 viveiros, mas para a área toda (8 ha). Considerando então o investimento proporcional obteve-se um valor de R\$ 110.351,25 para os 12 viveiros e um investimento por hectare de R\$ 153.265,63 (Tabela 3).

Tabela 3 – Investimento para implantação de piscicultura de recria de tambaqui em viveiros.

Discriminação	8 hectares	7200m ² (proporcional)	1 hectare
Estrutura de apoio			
Casa (escritório alojamento, banheiro)	23.420,00	2.107,80	2.927,50
Deposito de ração	8.000,00	720,00	1.000,00
Galpão de despacho e depuração de alevinos	24.000,00	2.160,00	3.000,00
Equipamentos, ferramentas e utensílios	38.916,13	3.502,45	4.864,52
Veículos	75.300,00	6.777,00	9.412,50
Viveiros	-	95.084,00	132.061,11
Total	169.636,13	110.351,25	153.265,63

*valores referentes agosto de 2012.

*7200 m² - área dos 12 viveiros utilizados no estudo

No investimento inicial a construção de viveiros foi o item que teve maior impacto, representando 86,16% do investimento. Os demais itens que compõem o investimento não participaram mais que 6,14%, entretanto esses são de extrema importância para o desenvolvimento da atividade, pois irão auxiliar diretamente o cultivo (Figura 2).

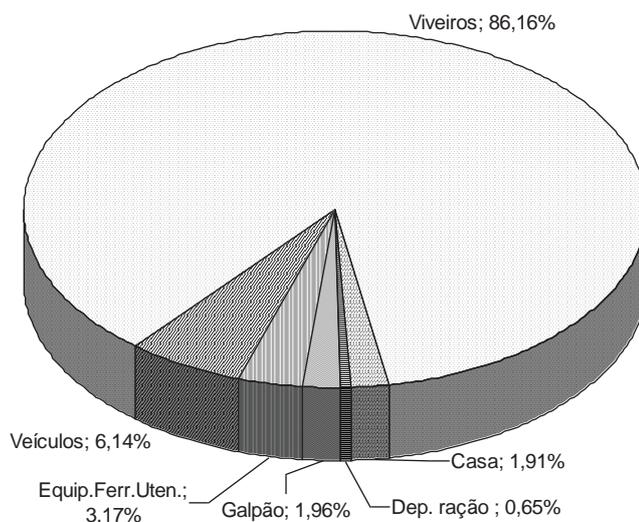


Figura 2 – Participação percentual dos gastos com os itens que compõem o investimento de implantação para o desenvolvimento da recria de tambaqui.

O custo variável total (Tabela 4) apresentou aumento com o adensamento dos peixes. Já o custo fixo total permaneceu constante, mesmo com o aumento da densidade, mostrando que houve uma melhora na utilização dos itens que compõem este custo.

O custo total de produção apresentou valores crescentes de acordo com o aumento da densidade de estocagem. Dentro deste, o custo variável apresentou

uma maior representatividade com valores de participação no custo total de 67,2% (T₀₅), 75,6% (T₁₀) e 78,5% (T₁₅). Diferentemente, o custo fixo apresentou comportamento contrário com diminuição da participação no custo total de acordo com aumento da densidade, apresentando valores de participação de 32,8% (T₀₅), 24,4% (T₁₀) e 21,5% (T₁₅). A elevação na densidade de estocagem provocou um aumento de 34,6% no CTP entre as densidades de T₀₅ e T₁₀, de 13,3% entre as densidades de T₁₀ e T₁₅ e de 52,4% entre as densidades de T₀₅ e T₁₅. O comportamento dos custos médios mostrou o contrário, sendo que os custos totais de produção por unidade produzida foram de R\$ 0,49; R\$ 0,31 e R\$0,26, nas densidades de T₀₅, T₁₀ e T₁₅, respectivamente.

Tabela 4 – Custo Total de Produção e Indicadores econômicos por tratamento (2400m²) e hectare da criação de tambaqui durante a recria (80 dias).

Discriminação	Densidades de estocagem					
	T ₀₅		T ₁₀		T ₁₅	
	2400 m ²	ha	2400 m ²	ha	2400 m ²	ha
Custo Variáveis (R\$)	3.456,81	14.403,38	5.234,44	21.810,16	6.151,10	25.629,59
Alevinos	1.200,00	5.000,00	2.400,00	10.000,00	3.200,00	13.333,33
Ração 36%	569,12	2.371,33	1.051,73	4.382,22	1.072,81	4.470,03
Gastos com veiculos e equipamentos	309,77	1.290,71	309,77	1.290,71	309,77	1.290,71
Calcário	49,20	205,00	49,20	205,00	49,20	205,00
Uréia	4,92	20,50	4,92	20,50	4,92	20,50
Farelo de Trigo	302,40	1.260,00	302,40	1.260,00	302,40	1.260,00
Superfosfato simples	9,36	39,00	9,36	39,00	9,36	39,00
Material escritório	15,75	65,63	15,75	65,63	15,75	65,63
Material de consumo	58,00	241,67	58,00	241,67	58,00	241,67
Mão de obra	938,29	3.909,55	1.033,31	4.305,44	1.128,89	4.703,72
Juros sobre o capital circulante	28,70	119,60	48,01	240,62	57,75	240,62
Custos Fixos (R\$)	1.686,17	7.025,69	1.686,17	7.025,69	1.686,17	7.025,69
Custos oportunitades	1.131,86	4.716,09	1.131,86	4.716,09	1.131,86	4.716,09
Depreciação	554,30	2.309,60	554,30	2.309,60	554,30	2.309,60
Custo Total de Produção (R\$)	5.142,98	21.429,07	6.920,60	28.835,85	7.837,27	32.655,28
Investimento Inicial (R\$)	36.783,75	153.265,63	36.783,75	153.265,63	36.783,75	153.265,63
Produção (nº de alevinos)	10.541,00	43.920,83	22.380,00	93.250,00	30.612,00	127.550,00
CT médio (R\$/alevino)	0,49	0,49	0,31	0,31	0,26	0,26
Receita (R\$)	5.270,50	21.960,42	11.190,00	46.625,00	15.306,00	63.775,00
Lucro (R\$)	127,52	531,35	4.269,40	17.789,15	7.468,73	31.119,72
Margem de lucro (%)	2,42%	2,42%	38,15%	38,15%	48,80%	48,80%
Rentabilidade (%)	14,33%	14,33%	30,42%	30,42%	41,61%	41,61%

*valores referentes agosto de 2012.

Com o preço de venda de R\$ 0,50/alevino, a receita bruta apresentou um aumento de acordo com o adensamento dos peixes. E, conseqüentemente, os valores de lucro, margem de lucro e rentabilidade também foram crescentes com aumento da densidade de estocagem. O aumento da densidade de estocagem

provocou na produção e receita, uma melhora de 112,31% entre as densidades de T_{05} e T_{10} , de 36,78% entre as densidades de T_{10} e T_{15} de 190,41% entre as densidades de T_{05} e T_{15} peixes/m² (Tabela 4).

Dentre os itens que compõem o custo total, apenas os gastos com ração, mão de obra, aquisição de alevinos e juros sobre o capital circulante aumentaram com as densidades. Os itens que foram influenciados pelas densidades aumentaram suas participações nos custos com o aumento da densidade, com exceção da ração que apresentou redução na participação do CTP, na maior densidade. Como os demais gastos permaneceram constantes, diminuíram sua participação no custo total de acordo com aumento da densidade de estocagem. Dentro do CTP, o item mais impactante foi o relativo à aquisição de alevinos, seguido pelos custos oportunidades, mão de obra e ração (Figura 3).

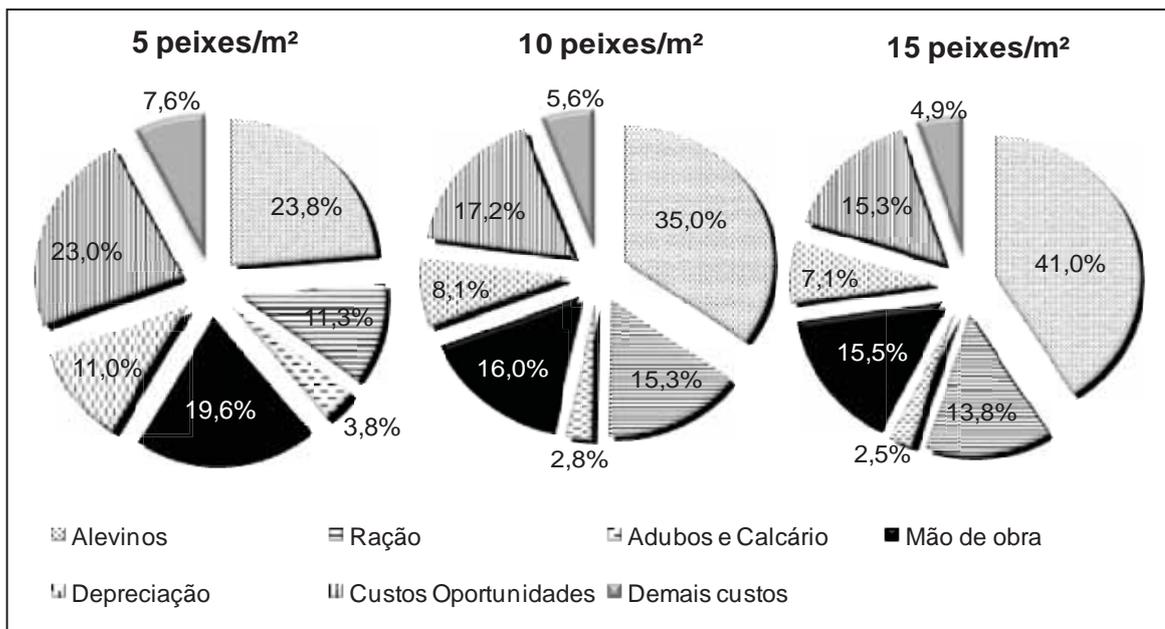


Figura 3 – Participação percentual dos itens que compõem o Custo Total de produção da criação de tambaqui durante a recria (80 dias).

As médias do COT apresentaram aumento com a densidade (Tabela 5), comportamento também observado para os indicadores de lucratividade. Para o COT, diferentemente do CTP não são considerados os custos oportunidade. Assim, os valores de COT foram 11,2%; 8,3% e 7,4% menores que o CTP, para as densidades de T_{05} , T_{10} e T_{15} , respectivamente. Como era de se esperar os indicadores de lucratividade do COT foram mais atrativos quando comparados com os do CTP.

Tabela 5 – Custo Operacional Total e Indicadores econômicos por tratamento (2400m²) e hectare da criação de tambaqui durante a recria (80 dias).

Discriminação	Densidades de estocagem					
	T ₀₅		T ₁₀		T ₁₅	
	2400 m ²	ha	2400 m ²	ha	2400 m ²	ha
Custo Operacional efetivo (R\$/ha)	3456,81	14.403,38	5.234,44	21.810,16	6.151,10	25.629,59
Outros custos (R\$/ha)	554,30	2.309,60	554,30	2.309,60	554,30	2.309,60
Custo Operacional Total (R\$/ha)	4565,42	19.022,58	6.343,05	26.429,36	7.259,71	30.248,79
COT médio (R\$/alevino)	0,43	0,43	0,28	0,28	0,24	0,24
Receita (R\$)	5270,50	21.960,42	11.190,00	46.625,00	15.306,00	63.775,00
Lucro Operacional (R\$)	705,08	2.937,84	4.846,95	20.195,64	8.046,29	33.526,21
Índice de Lucratividade (%)	13,38%	13,4%	43,3%	43,3%	52,6%	52,6%

*valores referentes agosto de 2012.

Os valores de Custo Operacional Total (COT) apresentaram um aumento de acordo com a densidade de estocagem. Neste, os gastos com aquisição de alevinos foi o item mais representativo, aumentando de acordo com o adensamento dos animais. Diferentemente, os demais gastos, com exceção da ração, apresentaram diminuição com aumento da densidade de estocagem. Nos gastos com ração, a maior participação foi observada na densidade de 10 peixes/m² (Figura 4). Entre as densidades de 5 e 10 peixes/m², houve um aumento de 38,9% no COT e entre a de 10 e 15 peixes/m², o aumento foi menor de apenas 14,5%. Ao se considerar a menor e maior densidade, o aumento no COT foi de 59,0%.

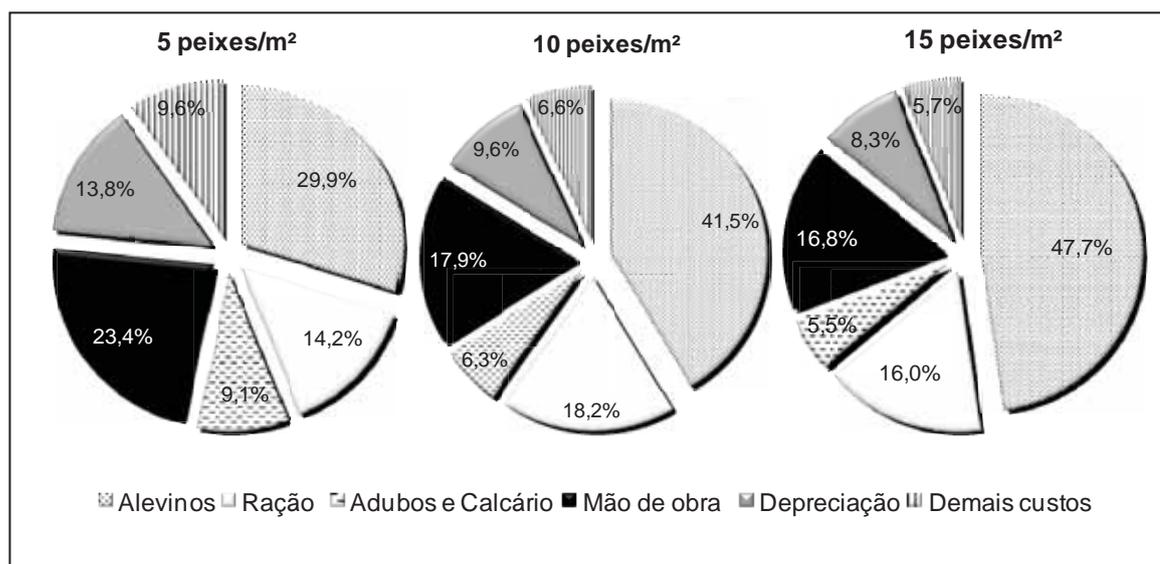


Figura 4 – Participação percentual dos gastos com os itens que compõem o Custo Operacional Total cultivo de tambaqui durante a recria em um ciclo de 80 dias.

4. Discussão

1.7. Desempenho zootécnico

As densidades testadas não afetaram os indicadores de crescimento dos peixes, mostrando que os animais, além de estarem em boas condições de cultivo e receberem manejo adequado, tinham à disposição alimento de qualidade e em quantidade suficiente. Segundo Bridges e Kling (2000) e Lopez e Sampaio (2000) estes são os fatores mais limitantes no crescimento de peixes em condições de elevadas densidades de estocagem. Nestas condições, o crescimento pode ser reduzido devido à diminuição da ingestão de alimento. Que por sua vez, pode ser influenciado pelo comportamento social, apetite, frequência de alimentação e método de alimentação (Björnsson et al., 2012).

Diferente do que aconteceu neste estudo, Bridges e Kling (2000) relatam que a elevação da densidade de estocagem pode diminuir a disponibilidade de alimento afetando a sobrevivência, peso final, taxa de crescimento específico e comprimento padrão. Assim os índices zootécnicos tendem a ser influenciados negativamente com o aumento da densidade (Brandão et al., 2004; Graeff et al., 2001; Gomes et al., 2003). Quanto menor a densidade de estocagem maior o crescimento dos peixes, mas a produção por área é menor (Souza-Filho, 2000; Santos et al., 2007).

Como o tambaqui é uma espécie onívora, o aumento da densidade de estocagem não afetou a sobrevivência porque recebeu ração a vontade. Para esta espécie, a sobrevivência é afetada quando exposta a substâncias tóxicas (Salazar-Lugoa et al., 2009; Assis et al., 2007), infestação de parasitos, predação e deterioração da água, além da possibilidade de roubos (Arbelaez-Rojas et al., 2002). A influência da densidade de estocagem na sobrevivência de peixes é observada principalmente nas fases de alevinagem e recria de espécies carnívoras ou com tendência à carnívora, pois altas densidades diminuem a relação predador-presa, intensificam a competição por espaço e alimento, aumentando o canibalismo e afetando negativamente a sobrevivência (Bridges e Kling, 2000; Lopez e Sampaio, 2000). Assim como neste trabalho, sobrevivências superiores a 80% foram reportadas na criação de tambaqui na fase de recria em tanques-rede (Brandão et al., 2004), na engorda em viveiros (Arbelaez-Rojas et

al., 2002; Merola e Souza, 1988; Izel e Melo, 2001), na engorda em tanques-rede (Gomes et al., 2006) e na engorda em canais de igarapé (Arbelaez-Rojas et al., 2002).

Apesar do consumo médio de ração apresentar uma diminuição com aumento da densidade de estocagem, este não foi suficiente para afetar o desempenho dos animais. O aumento da densidade de estocagem deteriora a qualidade da água mais rapidamente pela elevação da quantidade de alimento fornecido e, conseqüente, aumento dos níveis de amônia (Bridges e Kling, 2000). Isto pode levar os animais a uma condição de estresse, diminuindo ingestão de alimento e, conseqüente, diminuição da taxa de crescimento (Gomes et al, 2003). Entretanto, Arbelaez-Rojas et al. (2002) relatam que o tambaqui, quando cultivado no sistema semi-intensivo de viveiros escavados, apresenta melhor desempenho por possuir uma alta capacidade de filtração, ter alimento natural à disposição e ser adaptado a ambientes lóticos.

A média de conversão alimentar aparente (CAA) dos juvenis de tambaqui não foi influenciada pela densidade de estocagem, entretanto, outros autores já encontraram diminuição (Gomes et al., 2006; Souza-Filho, 2000; Lambert e Dutil, 2001) e aumento (Graeff et al., 2001) de valores de CAA em função da densidade de estocagem. A conversão alimentar aparente (CAA) representa a quantidade de alimento aparentemente utilizada para gerar incremento em peso. Na criação de peixes muitos são os fatores que podem influencia-la, dentre eles, a densidade de estocagem (Arbelaez-Rojas et al., 2002).

Os baixos valores de CAA encontrados neste trabalho para recria de tambaqui, corroboram com os resultados encontrados na recria de *Gadus morhua* que variou de 0,7 a 1,0 (Björnsson et al., 2012) e na recria de tambaqui em gaiolas que foi de 0,92 e 1,27 (Brandão et al., 2004). Mas diferem dos resultados de Arbelaez-Rojas et al., (2002) que encontraram para engorda de tambaqui valores de 1,35 no sistema de viveiros escavados e 1,80 na criação em canal de igarapé. Também foram melhores que os resultados de Gomes et al. (2006) observados na engorda de tambaqui em gaiolas, que encontraram valores médios variando de 1,88 a 2,85, dependendo da densidade de estocagem. Este comportamento pode ser justificado por Lambert e Dutil (2001), que relataram que

os efeitos da densidade nos valores de CAA estão relacionados com a ingestão de alimento, neste caso já que o aumento da densidade de estocagem leva a um menor consumo de ração, devido a uma eficiência mais baixa na busca de alimento e pelo fato do animal possuir maior dificuldade para alcançar o alimento pela locomoção dificultada. Gomes et al. (2006) atribuíram a melhora nas médias de CAA com aumento da densidade de estocagem à competição por alimento que leva ao seu melhor aproveitamento, quando comparados com as baixas densidades. Na criação de tambaqui em viveiros escavados há um melhor aproveitamento da proteína fornecida devido a utilização de baixas densidades de estocagem, elevadas temperaturas e o efeito interativo entre a ração e o plâncton no viveiro (Arbelaez-Rojas et al., 2002). Segundo Brandão et al. (2004), quanto mais jovens os peixes maior eficiência em transformar ração em músculo, justificando valores mais baixos de CAA na recria e alevinagem de peixes quando comparados à engorda.

As médias de TCE obtidas neste trabalho foram superiores às encontradas por Brandão et al. (2004) que observaram valores variando de 5,53% a 6,17%, este fato pode estar associado às baixas densidades utilizadas no sistema de viveiros quando comparadas ao sistema de tanques-rede, que leva os animais a apresentarem um crescimento mais acelerado. Além do fato de que os animais criados em sistemas de viveiros, possuem à sua disposição maiores quantidades de plâncton.

O crescimento dos peixes não foi influenciado pela densidade de estocagem e assim a biomassa final e o número final de peixes apresentaram, conseqüentemente, um comportamento crescente em função do adensamento dos peixes. O aumento da densidade de estocagem é uma prática realizada visando aperfeiçoar a produção e gerar uma maior produtividade. Entretanto, quando a densidade é elevada de modo a influenciar os indicadores zootécnicos do cultivo, deve ter-se cuidado para que a produção final não seja afetada, gerando prejuízo. Neste trabalho, a produção por unidade de área foi inferior às médias encontradas por Brandão et al. (2004) na recria de tambaqui em tanques-rede, que variaram entre 174 a 420 peixes/m³. Este fato é explicado por Arbelaez-Rojas et al. (2002), que encontraram produção no sistema intensivo três vezes maior que em sistemas semi-intensivos.

1.8. Avaliação econômica

Os elevados valores despendidos com construção de viveiros deve-se ao alto grau de utilização de maquinários pesados para limpeza da área, movimentação de terra, formação de taludes e compactação dos viveiros. Além da construção dos sistemas de abastecimento e drenagem que, dependendo do modelo utilizado, pode aumentar ainda mais os custos (Martin et al., 1995). Esse item pode representar entre 27 a 84% do investimento inicial, dependendo da região de instalação, do sistema de abastecimento e drenagem utilizados, do tamanho dos viveiros e do grau de movimentação de terra (Barros e Martins, 2012; Pereira et al., 2009; Martin et al., 1995; Caverio et al., 2009). Entretanto, no presente trabalho os gastos com construção de viveiros foram um pouco mais representativos, com 86,16% do investimento inicial. Este fato deve-se à construção de um maior número de viveiros por área, quando comparado com os viveiros destinados à engorda de peixes, além da necessidade de instalação de uma rede de cobertura para proteção contra predadores alados, necessária na fase de alevinagem e recria de peixes.

A ração apresentou baixa participação nos custos do presente trabalho este fato está associado à utilização de menores quantidades de ração, para produção alevinos de peixes, por ser uma fase onde os peixes tem elevada taxa de crescimento, aproveitando muito bem o alimento fornecido. Também o ciclo de produção ocorre em tempo menor, comparado com a fase de engorda, de modo que as quantidades totais de ração gastas são menores que na fase de engorda. Jomori et al. (2005) observaram que os gastos com alimento possuem relação direta com o tempo de cultivo, aumentando à medida que os animais permanecem no sistema de produção.

A ração não representou mais que 18,2% dos valores do COT, entretanto, na criação de peixes este item pode ser o mais importante e oneroso, variando de 16 a 71% dos custos (Gomes et al., 2006; Jomori et al., 2005), dependendo da estrutura de custo utilizada na análise (Barros e Martins, 2012), da espécie (Martin et al., 1995; Arbelaez-Rojas et al., 2002), da densidade de estocagem (Gomes et al., 2006), do sistema de produção (Pereira et al., 2009; Arbelaez-Rojas et al., 2002; Martin et al., 1995; Castro et al., 2002) e da fase de criação

(Melo et al., 2001, Martin et al., 1995; Izel e Melo, 2004; Graeff et al., 2001, Gomes et al., 2006). Participação da ração no COT, com valores superiores a 35% foram observadas na engorda de tilápia em viveiros (Martin et al., 1995), na engorda de tilápias em tanques-rede (Scorvo-Filho et al., 2008; Furlaneto et al., 2006), na engorda de tambaqui em viveiros (Castro et al., 2002; Barros e Martins, 2012; Melo et al., 2001; Merola e Pagan-Font, 1988) e na engorda de carpa em viveiros (Martin et al., 1995). Já, na larvicultura de pacu, Jomori et al. (2005), encontraram participação da ração de 14 a 39%.

Neste trabalho ficou evidenciado que na recria de tambaqui os alevinos são o insumo mais oneroso no custo de produção, principalmente por ser uma fase desenvolvida em um curto espaço de tempo e a quantidade de ração fornecida ser menor quando comparada à fase de engorda. Esse insumo irá sofrer influência principalmente das técnicas de reprodução existentes para a espécie, pois, para espécies que possuem tecnologias para reprodução já desenvolvidas poderá ocorrer aumento da disponibilidade de alevinos, e os preços e custos poderão se reduzidos em relação às espécies que ainda estão em desenvolvimento. O tambaqui por ser um peixe de fácil reprodução e obtenção de alevinos, os gastos com aquisição de alevinos durante a engorda em viveiros não ultrapassam os 12% de participação no COT (Castro et al., 2002; Barros e Martins, 2012; Melo et al., 2001; Merola e Pagan-Font, 1988).

Na criação de tambaqui a calagem e adubação dos viveiros é uma prática de extrema importância para gerar condições adequadas de criação e alimento para os peixes. Nos custos, este item apesar de sua importância para o cultivo, geralmente possui participações não expressivas, de apenas 3,56% do COT e 2,6% do CTP como reportado por (Melo et al., 2001) e (Merola e Pagan-Font, 1988), respectivamente, durante a fase de engorda, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho com base no valor do CTP; entretanto ao se considerar a estrutura de COT, as participações destes itens no custo operacional foram superiores ao reportado na literatura.

A mão de obra teve uma representatividade entre 15 a 24% dos custos, corroborando com os resultados de Scorvo-Filho et al. (2008) que encontraram participação de 18 a 22% no COE dependendo do manejo. Na engorda de

tambaqui em viveiros foram encontrados participações da mão de obra de 5,07% no COT e 4,2% no CT, por Melo et al. (2001) e Merola e Pagan-Font (1988), respectivamente. Já, Jomori et al. (2005) encontraram participação da mão de obra no COT de 32,7 a 56% na larvicultura de pacu, dependendo do manejo aplicado e da alimentação fornecida. As intensificações dos sistemas produtivos atraem cada vez mais investidores, entretanto deve-se considerar que aumentam também os riscos e há necessidade de mão obra especializada, domínio da tecnologia e controle de qualidade de água (Arbelaez-Rojas et al., 2002). Assim, item importantíssimo para o sucesso da atividade é uma mão de obra especializada que, em pequenos módulos de produção, pode ser o item mais representativo nos custos (Martins et al., 2001).

Como o investimento para o desenvolvimento do presente empreendimento foi superior ao relatado na literatura, a depreciação também apresentou uma maior participação nos custos. A depreciação apesar de não representar desembolso efetivo é um item do custo que compensa a perda monetária sofrida pelos bens durante sua vida útil. Na engorda de tambaqui em viveiros a depreciação participou com 7,46% do COT (Melo et al., 2001), já na engorda de outros peixes redondos a participação deste item no CT foi de 6,7% (Barros e Martins, 2012).

O aumento na densidade de estocagem otimizou o uso da infraestrutura e proporcionou redução do custo fixo médio pelo aumento da produção (Tabela 4). Este resultado vem ao encontro às constatações de que em todo empreendimento com a melhora do processo produtivo, os custos que variam de acordo com a produção tendem a ter uma maior importância, de forma contrária os custos que permanecem fixos tendem a diminuir sua participação nos custos, pois sua utilização é otimizada (Gomes et al., 2006; Björnsson et al., 2012).

Os indicadores de rentabilidade e lucratividade obtidos para recria de tambaqui deste trabalho melhoraram com o aumento da densidade de estocagem, e como o desempenho produtivo da criação não foi afetado pela densidade não foi possível observar uma estabilização nestes indicadores. Assim o aumento da densidade de estocagem é desejável por ser uma forma de aumentar o rendimento por unidade de área/volume e reduzir os custos

proporcionando melhores indicadores econômicos. Para Gomes et al. (2006) os indicadores de rentabilidade e lucratividade apresentam um crescimento com aumento da densidade de estocagem, entretanto à medida que a densidade afeta a produção estes indicadores também tendem a ser afetados crescendo em menor ritmo até estabilizar.

Na piscicultura a utilização de baixas densidades de estocagem proporciona, na maioria das espécies de peixes, um melhor crescimento (Souza-Filho, 2000; Santos et al., 2007). Entretanto como a produtividade é baixa, o empreendimento pode chegar a ter prejuízos (Gomes et al., 2006).

5. Conclusões

O aumento da densidade de estocagem proporcionou uma melhora no processo produtivo, impactando positivamente todos os indicadores econômicos. A maior densidade (T_{15}) foi a que apresentou maior lucro e menor Custo total médio de produção. O aumento de 50% na densidade (T_{10} para T_{15}) foi suficiente para provocar uma redução de 16% no Custo Médio de Produção e aumento de 75% no lucro. Nas condições de manejo e criação do presente estudo, a densidade não influenciou a maioria dos indicadores zootécnicos sugerindo que os valores máximos de densidade suportados pelo sistema não foram atingidos, mas podem ser próximos da densidade de T_{15} , visto que o consumo médio de ração foi afetado.

6. Referências Bibliográficas

- ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSI, 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. de Zootec.**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, 2002.
- ASSIS, C. R. D.; AMARAL, I. P. G.; CASTRO, P. F.; CARVALHO-JR, L. B.; BEZERRA, R. S. Effect of dichlorvos on the acetylcholinesterase from tambaqui (*Colossoma macropomum*) brain. **Environmental Toxicology and Chemistry**, Ho v. 26, n. 7, p. 1451–1453, 2007.
- BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G. Performance and economic indicators of a large scale fish farming in Mato Grosso, Brazil. **Rev. Bras. de Zootec.** Viçosa, v. 41, n. 6, p. 1325-1331, 2012.
- BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G.; SOUZA, O. M.. Caracterização da piscicultura na microrregião da baixada cuiabana, Mato Grosso, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 261 – 273, 2011.
- BJÖRNSSON, B.; STEINARSSON, A.; ODDGEIRSSON, M.; ÓLAFSDÓTTIR, S. R. Optimal stocking density of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared in a land-based farm. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 356–357, p. 342-350, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.047>>.
- BRIDGES, B. B.; KLING, L.J. Larval culture of Atlantic cod *Gadus morhua*/ at high stocking densities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 181, n. 1-2, p. 61–69, 2000.
- BRANDÃO, F.R; GOMES, L.C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L.D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recriaem tanques-rede. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 357-362, abr. 2004.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim da Pesca e Aquicultura: Brasil 2010**. Brasília, 2012. 129 p.
- CASTRO, A. L.; SOUZA, N. H.; BARROS, L. C. G. **Avaliação do sistema de produção de Tambaqui intensivo em viveiro de terra com aeração**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 4). **Comunicado técnico 09-MAPA.4** p. 2002.
- CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; PEREIRA, T. M. Criação comercial do tambaqui *Colossomamacropomum* (Cuvier, 1818) In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá: EMBRAPA Amapá, 2009. p. 33- 46.
- CRIVELENTI, L.Z; BORIN,S; PIRTOUSCHEG, A; NEVES, J.E.G; ABDÃO, E,M. Desempenho econômico da criação de tilápias do nilo(*Oreochromisniloticus*) em sistema de produção intensiva. **Vet. Not.**, Uberlândia, v. 12, n. 2, p. 117-122, 2006.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R; AYROZA, L. M. S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações Econômicas**, SP, v.36, n.3, p. 63-69, 2006.

GARCEZ, R. C. S. **Distribuição espacial da pesca no lago grande de Manacapuru (amazonas) – bases para subsidiar políticas de sustentabilidade para a pesca regional. 2009, 106 p.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E.C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 283-290, 2003.

GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. ; MARTINS-JUNIOR, H.; ROUBACH, R.; ONO, E. A.; LOURENÇO, J. N. P. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 253, p. 374–384, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.08.020>>.

GOULDING, M.; CARVALHO M.L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae) na important Amazonian food fish. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 107-103, 1982. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81751982000200001>>.

GRAEFF, A.; KREUZ, C. L.; PRUNER, E. N.; SPENGLER, M. M. Viabilidade Econômica de Estocagem de Alevinos de Carpa Comum (*Cyprinus Carpio* Var. *Specularis*) no Inverno em Alta Densidade. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 4, p. 1150-1158, 2001.

HONDA, E.M.S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. II. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens*. **Acta Amaz.** Manaus, v. 29, n.4, p.47-53, 1974.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas.** Manaus. Embrapa Amazônia Ocidental, 2004, 11 p., Documentos, 32.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G; PORTELLA, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, n. 1-4, p. 175–183, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.09.034>>.

LAMBERT, Y; DUTIL, J. D. Food intake and growth of adult Atlantic cod *Gadus morhua* L. reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size-grading. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 192, n. 2-4, p. 233–247, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00448-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00448-8)>.

LÓPEZ, C. M.; SAMPAIO, E. V. 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.

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.

MARTINS, C. V. B.; OLIVEIRA, D. P.; MARTINS, R. S.; HERMES, C. A.; OLIVEIRA, L. G.; VAZ, S. K.; MINOZZO, M. G.; CUNHA, M.; ZACARKINA, C. E. Avaliação da piscicultura na região oeste do estado do Paraná. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n.1, p.77 - 84, 2001.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossomacropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas**. Manaus, EMBRAPA, Amazônia Ocidental, 2001, 25p.

MEROLA, N.; PAGAN-FONT, F. A. Pond culture of the Amazon fish Tambaqui, *Colossoma macropomum*: a pilot study. **Aquacult. Eng.**, Kidlington, v. 7, n. 2, p. 113-125. 1988. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0144-8609\(88\)90009-X](http://dx.doi.org/10.1016/0144-8609(88)90009-X)>.

MEROLA, N.; SOUZA, J. H. Cage Culture of the Amazon Fish Tambaqui, *Colossoma macropomum*, at Two Stocking Densities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 71, n. 1-2, p. 15-21, 1988. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90269-4](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(88)90269-4)>.

PEREIRA, T. M.; BARREIROS, N. R.; CRAVEIRO, J. M. C.; CAVERO, B. A. S. O desempenho econômico na produção de tambaqui comparando dois sistemas de criação na Amazônia Ocidental. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,, 5. 2009, Viçosa. **Pôster**. p. 78-84.

SALAZAR-LUGOA, R.; MATAA, C.; OLIVEROSB, A.; ROJASC, L. M.; LEMUSD, M.; ROJAS-VILLARROEL, E. Histopathological changes in gill, liver and kidney of neotropical fish *Colossoma macropomum* exposed to paraquat at different temperatures. **Environ. Toxicol. Pharmacol.**, Amsterdam, v. 31, n. 3, p. 490-495, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.etap.2011.02.002>>.

SANTOS, S. S.; LOPES, J. P.; SANTOS-NETO, M. A. SANTOS, L. S. Larvicultura do tambaqui em diferentes densidades de estocagem. **Rev. Bras. Enga. Pesca**, São Luís, v. 2, n. esp., p. 18- 25., 2007.

SCORVO FILHO, J. D.; MAINARDES-PINTO, C. S. R.; PAIVA, P. DE.; VERANI, J. R.; SILVA, A. L. Custo operacional de produção da criação de tilápias tailandesas em tanques-rede, de pequeno volume, instalados em viveiros povoados e não povoados. **Custos e @gronegócios on line** - v. 4, n. 2, 2008.

SOUZA, R. A. L. **Efeito da densidade de estocagem sobre o crescimento na fase juvenil de tambaqui *Colossoma macropomum* (Curvier, 1818) (Pisces, Serrasalminidae)**. 1993. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

SOUZA-FILHO, J.J. **Influência da densidade de estocagem no cultivo de juvenis de robalo *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792 (Pisces,**

Centropomidae) em condições controladas. 2000. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

VILLACORTA-CORREA, M. A. **Estudo da idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae) na Amazônia Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos.** 1997, 214p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1997.

Capítulo 2 – Participação do plâncton na produção de juvenis de *Colossoma macropomum* em viveiros utilizando isótopos estáveis

Jesaiás Ismael da Costa*; Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins; Dalton José Carneiro

Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n 14884-900 Jaboticabal - SP

Resumo

O tambaqui é uma espécie que se alimenta de zooplâncton durante toda sua vida; desta forma, sua criação tem sido desenvolvida principalmente em viveiros fertilizados. Devido à importância do plâncton na criação de juvenis de peixes, muitas pesquisas têm sido realizadas buscando desenvolver tecnologia para aproveitamento do plâncton ou mostrar a sua importância para a criação de peixes. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a participação do plâncton na produção de juvenis de tambaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem. Foram estocados 72.000 peixes com comprimento médio padrão de $1,9 \pm 0,01$ cm e peso $0,4 \pm 0,01$ g, distribuídos em 12 viveiros de 600 m² nas densidades de 5, 10 e 15 peixes/m², com quatro repetições em delineamento inteiramente casualizado. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, até a saciedade aparente, com ração comercial contendo 36% PB, durante 56 dias. Com base em amostragens periódicas foram avaliados o desempenho zootécnico e o plâncton presente nos viveiros durante a criação. Com auxílio de isótopos estáveis foram determinadas a participação da ração e do plâncton na biomassa de peixes produzida. A maioria dos indicadores zootécnicos não foi influenciada pela densidade de estocagem. Houve presença de rotíferos, cladóceros e copépodos durante toda criação, em todos os viveiros. A ração foi item mais importante durante todo o período, com participação superior a 60 %, aumentando a participação em biomassa e nitrogênio ao longo do tempo. A contribuição da ração e plâncton em carbono para o crescimento dos peixes foi constante durante o período de criação.

Palavras chaves: tambaqui, participação planctônica, carbono, nitrogênio.

Abstract

The tambaqui is a species that feeds on zooplankton throughout his life; thus its inception has been developed mainly in ponds fertilized. Due to the importance of plankton in the creation of juvenile fish, many researches have been conducted seeking to develop technology for utilization of plankton or show their importance to fish farming. This study aimed to evaluate the role of plankton in the production of tambaqui in ponds with different stocking densities. 72,000 fish were stocked with standard average length of 1.9 ± 0.01 cm and weight 0.4 ± 0.01 g, distributed in 12 600 m² of ponds at densities of 5, 10 and 15 fish / m², with four replications in a completely randomized. The fish were fed twice daily to apparent satiation with commercial feed containing 36% CP, for 56 days. Based on periodic sampling were evaluated growth performance and plankton present in ponds during creation. With the aid of stable isotopes were determined the participation the commercial feed and plankton in the fish biomass produced. Most zootechnics indicators of the creation was not affected by stocking density. There was the presence of rotifers, cladocerans and copepods during throughout creation in all ponds. The commercial feed was most important item during the entire period, with the participation of more than 60%, increasing the participation in nitrogen in the the biomass over time. The contribution of commercial feed and plankton in carbon for fish growth was constant during the rearing period.

Key words: tambaqui, participation plankton, carbon, nitrogen.

1. Introdução

O cultivo de peixes neotropicais como o tambaqui é desenvolvido principalmente em viveiros fertilizados, que favorecem a produção do plâncton considerado um importante alimento para juvenis de peixes (Sipaúba-Tavares e Braga, 2007; Prieto e Atencio, 2008). O tambaqui, por ser um peixe que se alimenta de zooplâncton durante toda a vida, tem sido cultivado em viveiros onde há uma grande quantidade de alimento natural, favorecendo assim um melhor desempenho zootécnico (Paula, 2009; Cavero et al., 2009). Devido à importância do plâncton na alimentação de peixes, muitas pesquisas têm sido realizadas buscando desenvolver uma tecnologia para melhor aproveitamento dos organismos planctônicos ou mostrar a importância destes para a criação de peixes (Furuya et al., 1999; Beerli et al., 2004; Muñoz et al., 2007; Pedreira et al., 2008; Prieto e Atencio 2008; Sipaúba-Tavares, 1993; Sipaúba-Tavares e Braga, 2007). Embora trabalhos destaquem a importância da adubação como forma de favorecer o desenvolvimento planctônico e melhorar o desempenho do tambaqui criado em viveiros escavados (Cavero et al., 2009; Paula, 2009), ainda não se quantificou a real contribuição do alimento natural na biomassa produzida em viveiros de cultivo.

A metodologia isotópica vem sendo constantemente empregada em estudos de ecologia aquática, determinando o fluxo de energia nestes ecossistemas e as fontes de energia que sustentam as populações pesqueiras (Forsberg, 1993; Oliveira et al., 2006). Esse método baseia-se na determinação da razão entre o isótopo pesado e o leve da matéria orgânica. Cada matéria orgânica apresenta uma razão característica ou “sinal isotópico” específico que é expresso em delta por mil. Conforme a matéria orgânica circula no sistema, a mesma é transformada por ações físicas, químicas ou biológicas sofrendo um fracionamento isotópico previsível, o que permite sua utilização como traçadora dos caminhos dos elementos nas cadeias alimentares até a sua deposição no tecido animal (DeNiro e Epstein, 1981; Martinelli et al., 1988).

Os isótopos estáveis mais utilizados em aquicultura e ecologia são os isótopos de carbono e nitrogênio, que permitem determinar eficientemente a contribuição das fontes alimentares incorporadas pelo indivíduo (Benedito-Cecilio

et al., 2000; Oliveira et al., 2006). O tecido animal reflete isotopicamente a sua dieta (DeNiro e Epstein, 1978; DeNiro e Epstein, 1981). Em estudos voltados para aquicultura, a técnica de isótopos estáveis tem sido aplicada para determinar o *turnover* (Jomori et al., 2005), traçar rotas metabólicas de carboidratos e proteínas (Felip et al., 2012) e determinar a participação do plâncton para o crescimento dos organismos cultivados (Schroeder, 1983). Entretanto, para utilização dos isótopos estáveis como metodologia em estudos de dieta alimentar é necessário que as fontes que compõem a dieta do animal em questão sejam isotopicamente distintas (DeNiro e Epstein, 1981; Martinelli et al., 1988).

A avaliação da assimilação dos alimentos natural e artificial na criação de tambaqui, utilizando a metodologia isotópica, poderá fornecer informações da ração efetivamente incorporada na biomassa produzida. Isto possibilita gerar informações para aperfeiçoar as taxas diárias de alimentação no cultivo dessa espécie e, conseqüentemente, reduzir o custo de produção. Também pode direcionar ações para o manejo nos viveiros principalmente relacionadas à adubação, que é um dos fatores determinantes para que haja uma boa produção planctônica.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a participação do plâncton no desempenho produtivo de tambaqui criado em viveiros com diferentes de densidades de estocagem, durante a fase de recria.

2. Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Centro de Tecnologia, Treinamento e Produção em Aquicultura – CTTPA, localizado à jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Balbina, no rio Uatumã, afluente da margem esquerda do rio Amazonas, no município de Presidente Figueiredo-AM.

Em 12 viveiros de 600 m², foram estocados 72.000 peixes com comprimento médio padrão de $1,9 \pm 0,01$ cm (média \pm erro padrão) e peso de $0,4 \pm 0,01$ g (média \pm erro padrão) nas densidades de 5, 10 e 15 peixes/m² (T₀₅; T₁₀; T₁₅, respectivamente), com quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, até a saciedade aparente, com ração comercial contendo 36% PB, por um período de 56 dias.

Com base em amostragens periódicas, foram estudadas as variações de desempenho zootécnico dos animais e o custo de produção do cultivo.

2.1. Preparação do viveiro e monitoramento ambiental

Os viveiros foram inicialmente secos e expostos ao sol por um período de cinco dias e, posteriormente, realizada a calagem com calcário dolomítico na proporção de 50g/m². No dia seguinte à calagem, os viveiros foram abastecidos até o nível de 30 cm de lâmina de água e realizada uma adubação inicial com farelo de trigo (15 g/m²), superfosfato simples (5 g/m²) e ureia (5 g/m²). Nos cinco dias posteriores à primeira adubação, foram realizadas readubações diárias com farelo de trigo (7,5 g/m²).

As variáveis limnológicas foram monitoradas a cada dois dias com auxílio de equipamentos eletrônicos, sendo analisado, oxigênio dissolvido, transparência, pH, turbidez, condutividade e temperatura da água. Os valores destas variáveis estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores das variáveis limnológicas na recria (56 dias) de tambaqui em viveiros de 600m² com diferentes adensamentos.

Variáveis limnológicas	Densidades		
	T ₀₅	T ₁₀	T ₁₅
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,8±1,08	5,16±0,31	5,47±0,33
Temperatura (°C)	30,20±0,06	30,41±0,28	30,35±0,08
pH	6,64±0,60	6,82±0,18	6,82±0,24
Condutividade (µS/cm ²)	25,60±8,12	37,84±4,12	32,43±4,32
Turbidez (UNT)	13,11±5,43	30,78±11,14	29,85±9,40
Secchi (m)	1,29±0,19	0,76±0,11	0,81±0,11

2.2. Desempenho zootécnico

Para avaliar o desempenho zootécnico dos animais, foram realizadas biometrias quinzenais, em amostragens de 50 peixes de cada viveiro, obtendo-se os valores de comprimento padrão com uso de um ictiomêtro (precisão 0,1 cm) e peso dos peixes com balança digital (precisão 0,01 g). A partir dos valores obtidos nas biometrias e os dados de manejo foram calculados os seguintes índices:

- Sobrevivência (S): Porcentagem de indivíduos que sobreviveram até o fim do período de criação, obtida pela seguinte equação:

$$S (\%) = \frac{\text{número final de peixes}}{\text{número inicial de peixes}} * 100$$

- Densidade final (DF) corresponde ao número de peixes/m² ao final do experimento:

$$DF(\text{peixes/m}^2) = \frac{\text{número final de peixes por tanque}}{\text{área do tanque}}$$

- Ganho em Peso Médio (GPM):

$$GPM = \text{Peso médio final em cada parcela} - \text{Peso médio inicial em cada parcela}$$

- Biomassa (B): Quantidade de gramas de peixe para cada m² do tanque:

$$B(\text{g/m}^2) = (\text{Peso médio}) * (\text{N}^\circ \text{ de peixes em cada m}^2)$$

- Consumo médio de ração (CMR) ou quantidade de ração consumida por cada indivíduo durante o período.

$$CMR (\text{g/peixe}) = \frac{\text{consumo total de ração}}{\text{número final de peixes}}$$

- Conversão alimentar aparente (CAA) ou proporção entre o CMR e o ganho em peso médio do peixe, em cada viveiro:

$$CAA = \frac{\text{quantidade de ração consumida}}{\text{ganho de peso}}$$

- Taxa de crescimento específico (TCE) ou percentual de crescimento diário.

$$TCE (\%) = \frac{[\ln(\text{peso médio final}) - \ln(\text{peso médio inicial})]}{\text{dias de criação}} * 100$$

2.3. Análise qualitativa e quantitativa do zooplâncton

A análise qualitativa e quantitativa do zooplâncton foi realizada com base em coletas no 1º e 56º dia de experimento. As coletas foram realizadas com auxílio de redes de plâncton de 50 µm conforme metodologia descrita por Pinto-Coelho (2004). Essas amostras foram homogeneizadas e posteriormente fixadas em formol à 5% tamponado, sendo acondicionados em frascos de polietileno para posterior análise. No laboratório, foi retirada uma sub-amostragem de 1 ml com auxílio de pipetas de Hensen-Stempel e colocadas em placas de Petri para identificação e contagem dos organismos presentes, com auxílio de lupa estereoscópica. Identificados os táxons e quantificados os números de indivíduos de cada um, foram determinadas as variáveis que se seguem.

Frequência de ocorrência (FO) corresponde ao número de vezes que o organismo ocorreu em relação ao número total de amostras, obtido pela seguinte fórmula:

$$FO (\%) = \frac{P \cdot 100}{n}, \text{ onde}$$

- P é número de amostras contendo o táxon em questão;
- n é o número total de amostras.

Abundancia relativa (Ar) é a representação participativa em porcentagem de um determinado grupo em relação aos demais. Sendo obtido pela seguinte fórmula:

$$Ar (\%) = \frac{n}{N} * 100, \text{ onde:}$$

- n = número de organismos do grupo y ;
- N = número total de organismos na amostra.

Densidade populacional (organismos/L) representa o número de organismos por volume de água e foi calculado com base no volume de água filtrada. Determinado pela seguinte fórmula:

$$Vf (L) = \pi * r^2 * d, \text{ onde:}$$

- r = raio da boca da rede

- d= distância percorrida .

2.4. Contribuição do zooplâncton e da ração na produção de tambaqui

Para determinar a participação da ração e do plâncton na biomassa produzida foram realizadas coletas do plâncton e de cinco exemplares de peixes de cada viveiro no 1º, 27º e 56º dia do experimento, bem como cinco amostras aleatórias da ração fornecida durante o cultivo. O plâncton foi coletado com redes de 50 µm, que eram lançadas na água, realizando-se um arrasto sub-superficial para obtenção de amostras concentradas, quando eram retiradas as partículas contaminantes maiores por meio da filtragem em uma peneira. Amostras de peixes foram obtidas durante as biometrias, sendo retiradas amostras do músculo dorsal, que eram etiquetadas, armazenadas em recipientes específicos e congeladas. As amostras foram liofilizadas e moídas em moinho criogênico (Spex®, modelo 6750 freezer/Mill) de nitrogênio líquido (a -196°C) e posteriormente pesadas em microbalanças e transferidas para cápsulas de estanho. Para as análises do músculo do peixe foram pesadas de 50 a 60 µg de amostra para $\delta^{13}\text{C}$, e de 500 a 600 µg para $\delta^{15}\text{N}$. Para as análises do plâncton foram pesadas de 50 a 70 µg de amostra para $\delta^{13}\text{C}$, e 2000 a 2200 µg para determinar $\delta^{15}\text{N}$.

As análises de composição isotópica de carbono e nitrogênio foram realizadas no Instituto de Biociência da UNESP-Botucatu-SP, a partir da combustão das amostras sob fluxo contínuo de hélio, em um analisador elementar (1108 – CHN Fisons Elemental Analyzer®) acoplado ao espectrômetro de massas de razões isotópicas (Delta S. Finnigan Mat®). Os gases CO_2 e N_2 , resultantes da combustão das amostras, foram então analisados em duplicata. As composições isotópicas são expressas pela notação delta em partes por mil ($\delta/\text{‰}$), dos padrões internacionais, PDB para carbono e nitrogênio atmosférico para nitrogênio e calculados por meio da seguinte fórmula:

$$\delta_{amostra} (\text{‰}) = \frac{R_{amostra} - R_{padrão}}{R_{padrão}} \times 1000$$

Onde: $\delta_{amostra}$: composição isotópica da amostra em partes por mil.

$R_{amostra}$: razão isotópica da amostra

$R_{padrão}$: razão isotópica do padrão, para N=nitrogênio atmosférico e C=*PeeDee Belemnite*

Para calcular a contribuição do plâncton e da ração, os valores isotópicos foram corrigidos por um fator de fracionamento de 1‰ para carbono (DeNiro e Epstein, 1981) e 3 ‰ para nitrogênio (Minagawa e Wada, 1984). A contribuição da ração em biomassa para o tambaqui foi calculada pelo sistema de equações que utiliza dois isótopos para determinar a contribuição de duas fontes, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ ração} = \frac{(\delta^{15}\text{N}_{\text{ração}} * \delta^{13}\text{C}_{\text{peixe}}) - (\delta^{15}\text{N}_{\text{peixe}} * \delta^{13}\text{C}_{\text{ração}})}{(\delta^{15}\text{N}_{\text{ração}} * \delta^{13}\text{C}_{\text{plâncton}}) - (\delta^{13}\text{C}_{\text{ração}} * \delta^{15}\text{N}_{\text{plâncton}})}$$

A contribuição em carbono e nitrogênio da ração foi determinada pelo modelo de balanço de massa simples, que utiliza um isótopo para determinar a contribuição de duas fontes, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ ração} = \frac{(\delta^{15}\text{N}_{\text{ração}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{peixe}})}{(\delta^{15}\text{N}_{\text{ração}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{plâncton}})} \quad \text{e} \quad \% \text{ ração} = \frac{(\delta^{13}\text{C}_{\text{ração}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{peixe}})}{(\delta^{13}\text{C}_{\text{ração}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{plâncton}})}$$

Os modelos acima assumem que o músculo do peixe é uma mistura de suas fontes alimentares (ração e plâncton). Assim, o valor isotópico deste deve ser intermediário ao das fontes, após correção pelo fator de fracionamento. Entretanto, há casos em que as pressuposições do modelo não são satisfeitas, ou seja, a mistura (músculo do peixe) apresenta valor isotópico mais enriquecido ou mais empobrecido que ambas as fontes. Neste caso, a contribuição para o valor isotópico pode ser oriundo 100% da fonte com sinal isotópico mais próximo (Forsberg et al., 1993; Lopes et al., 2007). A contribuição do plâncton em biomassa, carbono e nitrogênio foi calculada por diferença, subtraindo a contribuição da ração.

2.5. Análise estatística

Foram obtidas as médias e erro padrão dos dados de desempenho zootécnico e composição isotópica para cada tratamento. Os resultados de

desempenho zootécnico e composição isotópica foram submetidos ao teste de normalidade de Cramer-von Mises ($\alpha=5\%$) e de homogeneidade de Levene ($\alpha=5\%$), satisfeitas as pressuposições os resultados foram então submetidos à ANOVA. Constatadas diferenças estatísticas, foi aplicado o teste de Tukey ($\alpha=5\%$) nos resultados de composição isotópica e análise de regressão nos resultados de desempenho zootécnico. A análise estatística foi realizada pelo programa R versão 2.15.0.

3. Resultados

3.1. Desempenho zootécnico

Os resultados de desempenho zootécnico (Tabela 2) mostram que, estatisticamente, a densidade de estocagem não apresentou efeito no peso médio final, comprimento padrão médio final, sobrevivência, ganho em peso, conversão alimentar aparente e na taxa de crescimento específico. Só houve influência da densidade nas médias de consumo médio de ração, biomassa final e número final de peixes.

Tabela 2 – Resultados da análise estatística e indicadores zootécnicos da criação de tambaqui durante a recria, em 56 dias, com diferentes densidades de estocagem.

Indicadores Zootécnicos	Densidade			Estatística	
	T ₀₅	T ₁₀	T ₁₅	p	F
Peso médio final (g)	37,10±3,33	35,47±2,58	30,30±4,63	0,1942	1,937
Comprimento padrão médio final (cm)	14,64±4,29	9,64±0,37	9,18±0,51	0,1246	2,889
Consumo médio de ração (g)	27,17±2,19	25,35±0,96	22,81±0,99	0,0106	9,815
Biomassa final (g/m ²)	40,37±2,90	82,60±5,73	231,51±35,84	0,0020	16,980
Sobrevivência (%)	87,84±4,09	93,25±5,73	96,46±14,93	0,5971	0,298
Número final de peixes (peixes/m ²)	4,40±0,20	9,30±0,10	12,80±0,60	<0,0001	216,500
Ganho de Peso (g)	36,61±3,35	35,09±2,56	29,83±4,57	0,1936	1,942
Conversão alimentar aparente	0,67±0,08	0,61±0,04	0,58±0,11	0,4264	0,688
Taxa de Crescimento Especifico (%)	8,01±0,32	8,40±0,09	7,75±0,08	0,4487	0,622

*valores significativos quando $p < 0,05$

A relação da biomassa final (Figura 1A), consumo médio de ração (Figura 1B) e número final de peixes (Figura 1C) em função da densidade de estocagem, mostra um comportamento linear negativo para o consumo médio de ração e positivo para biomassa final e número final de peixes.

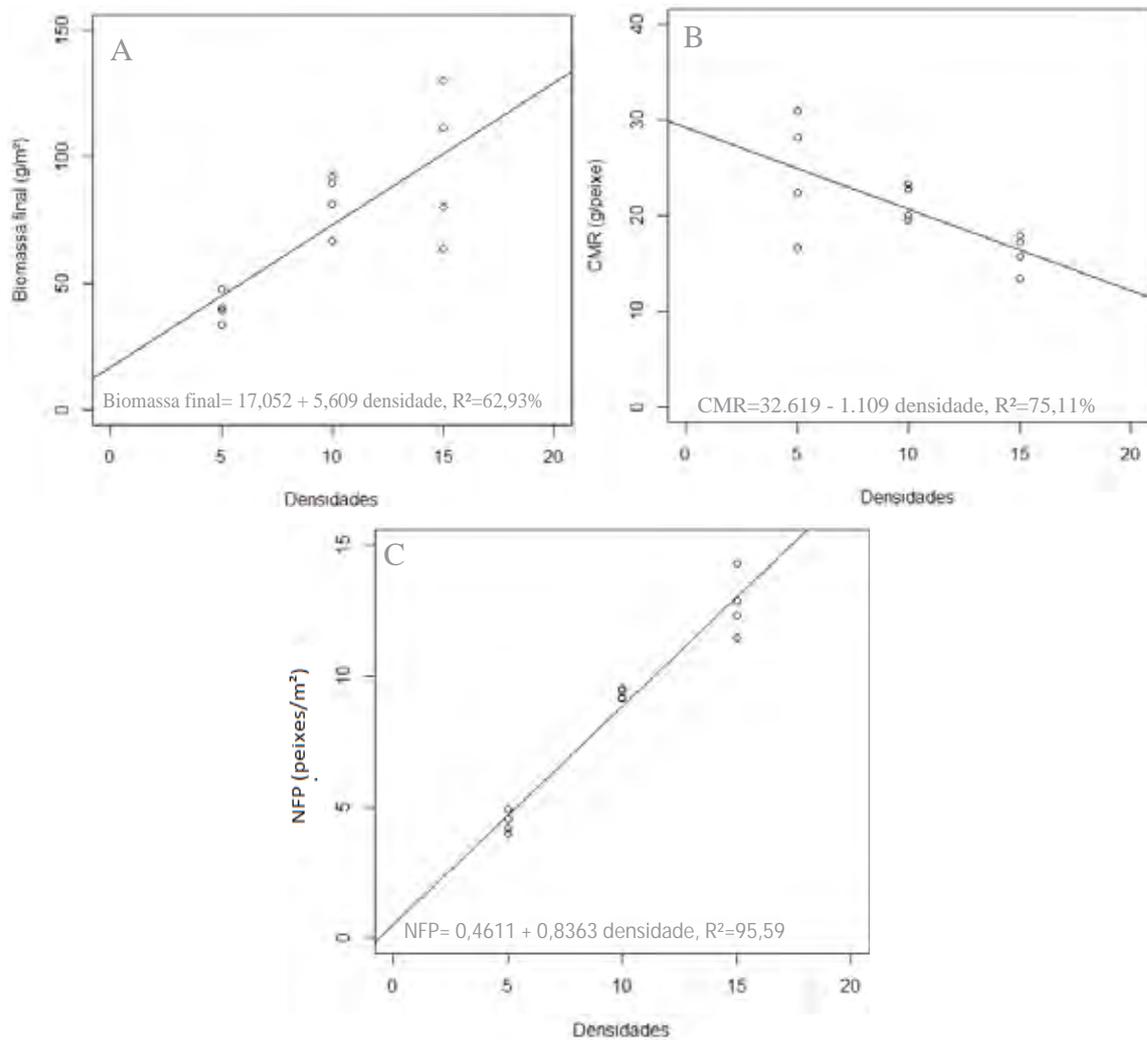


Figura 1 – Representação gráfica do comportamento da biomassa final (A), consumo médio de ração (B) e número final de peixes–NFP (C) em função da densidade de estocagem na recria de tambaqui (56 dias).

3.2. Análise qualitativa e quantidade do plâncton

No primeiro dia de criação, foram identificados 14 táxons e no 56º foram identificados 18 táxons. Nas Figuras 2 e 3 é possível observar que, durante o tempo de criação, os Copépodos, Cladóceros e Rotíferos foram os grupos que apresentaram maiores abundância relativas. Houve ocorrência destes grupos em 100% dos viveiros, mudando entre os viveiros apenas a composição dentro dos grupos (Tabela 3).

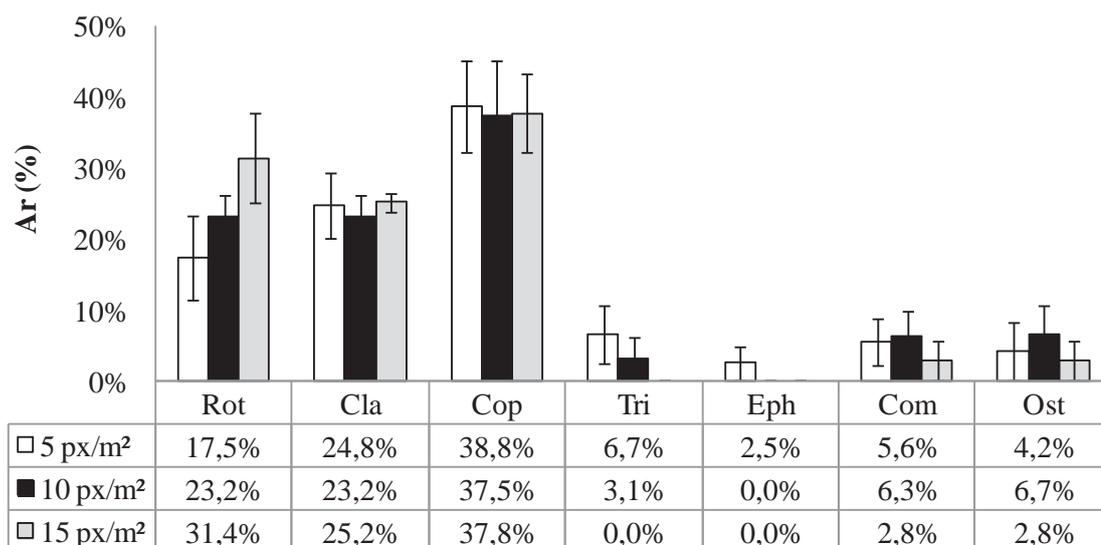


Figura 2 – Representação gráfica das médias e erro padrão das abundâncias relativas (Ar) de cada táxon nas diferentes densidades de estocagem da recria (56 dias) de tambaqui no 1º dia de criação. Rot:rotíferos, Cla: cladóceros, Cop:copépodos, Tri:tricotera, Eph: ephemeroptera, Com: conchostracoda, Ost: ostracoda.

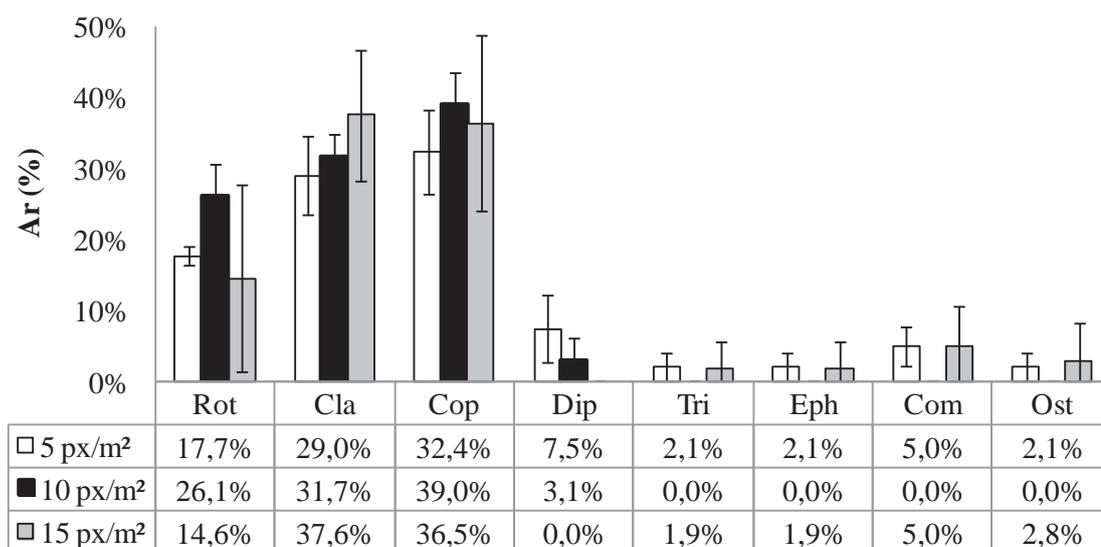


Figura 3 – Representação gráfica das médias e erro padrão das abundâncias relativas (Ar) de cada táxon nas diferentes densidades de estocagem da recria (56 dias) de tambaqui no 56º dia de criação. Rot:rotíferos, Cla: cladóceros, Cop:copépodos, Dip: larvas de díptera, Tri:tricotera, Eph: ephemeroptera, Com: conchostracoda, Ost: ostracoda.

Os dados de frequência de ocorrência (FO) dos táxons presentes nos viveiros (Tabela 3) mostram que as maiores FO foram observadas para *Keratella*, *Brachiomus*, *Diaphanossoma*, *Moina* e os Ciclopoidas. Houve ocorrência de formas jovens de copepódos em 100% dos viveiros.

Tabela 3 – Resultados de frequência de ocorrência de cada táxon nas diferentes densidades de estocagem da recria (56 dias) de tambaqui.

Táxon	Frequência de Ocorrência					
	1º dia			56º dia		
	5 peixes/m ²	10 peixes/m ²	15 peixes/m ²	5 peixes/m ²	10 peixes/m ²	15 peixes/m ²
Rotíferos						
<i>Keratella</i>	75%	50%	100%	75%	25%	50%
<i>Brachiomus</i>	75%	100%	100%	50%	75%	75%
<i>Ployarthra</i>	0%	25%	25%	0%	50%	0%
<i>Macrochaetrus</i>	0%	0%	25%	0%	25%	0%
<i>Ponphalox</i>	0%	0%	0%	25%	25%	0%
Cladoceros						
<i>Diaphonossoma</i>	75%	100%	75%	100%	100%	100%
<i>Moina</i>	50%	50%	50%	75%	75%	75%
<i>Cerodaphinea</i>	0%	100%	25%	50%	25%	50%
<i>Bosmina</i>	25%	0%	25%	25%	25%	50%
<i>Daphinea</i>	0%	100%	25%	0%	0%	25%
Ovos de Cladoceros	50%	25%	50%	0%	25%	0%
Copepodos						
<i>Calanoida</i>	75%	50%	50%	25%	75%	50%
<i>Ciclopoida</i>	100%	75%	75%	100%	75%	100%
<i>Harpaticoida</i>	25%	50%	75%	25%	50%	25%
<i>Jovens</i>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Larvas de <i>Chironomideo</i>	0%	0%	0%	50%	25%	0%
Tricoptera	50%	25%	0%	50%	0%	25%
Ephemeroptera	25%	0%	0%	25%	0%	25%
Conchostracoda	50%	50%	25%	50%	0%	50%
Ostracoda	25%	50%	25%	25%	0%	25%

Os valores de densidade planctônica dos táxons, que ocorreram durante a recria de tambaqui (Tabela 4), mostram que rotíferos, cladóceros e copépodos foram os táxons que apresentaram as maiores densidades.

Tabela 4 – Resultados de densidade populacional (organimos/L) de cada táxon nas diferentes densidades de estocagem da recria (56 dias) de tambaqui.

Táxon	T ₀₅	T ₁₀	T ₁₅
Rotíferos	20,52±4,47	15,08±3,39	24,52±5,71
Cladoceros	20,56±2,85	22,13±3,84	23,23±3,32
Copepodos	32,69±0,20	30,44±2,01	28,77±1,80
Larvas de diptera	0,50±0,18	0,19±0,07	-
Tricoptera	1,04±0,07	0,13±0,04	0,19±0,07
Ephemeroptera	0,79±0,10	-	0,54±0,07
Conchostracoda	0,90±0,26	0,58±0,21	0,69±0,15
Ostracoda	0,35±0,10	0,29±0,10	0,25±0,09
Total	77,35±1,61	68,83±1,53	78,19±1,64

3.3. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do tambaqui e de suas fontes alimentares

Os valores da composição isotópica do músculo do tambaqui e do plâncton durante período de criação (Tabela 5), revelam que os valores de composição isotópica em carbono e nitrogênio entre os tratamentos não apresentaram diferença estatística. A ração fornecida durante a criação foi a mesma para todos os tratamentos, com valores de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ de $1,93\pm 0,01$ e $-22,66\pm 0,04$, respectivamente. Durante a criação, a diferença nos valores de composição isotópica entre o produto e as fontes, também conhecida como incremento ou fracionamento isotópico, variou de 2,1 a -0,08 e 4,8 a 1,78 para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, respectivamente, ao se considerar as diferenças entre o músculo do peixe e o plâncton. A diferença entre o músculo do peixe e a ração variou entre 3,9 a 2,9 para o $\delta^{15}\text{N}$, e de 1,0 a 0,43 para o $\delta^{13}\text{C}$.

Tabela 5 – Valores de composição isotópica em $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ do músculo do peixe, ração e plâncton (ZOO) durante o período de criação.

Tecido	Tempo de criação (dias)				
	0	14	28	42	56
$\delta^{13}\text{C}$					
Músculo T ₀₅	-20,62±0,11a	-21,95±0,34a	-21,95±0,33a	-21,96±0,14a	-22,16±0,04a
Músculo T ₁₀	-20,82±0,04a	-22,03±0,12a	-21,70±0,47a	-22,05±0,24a	-22,23±0,12a
Músculo T ₁₅	-20,81±0,04a	-21,74±0,08a	-22,01±0,017a	-21,94±0,26a	-22,11±0,18a
ZOO T ₀₅	-24,15±0,32a	-	-24,81±0,31a	-	-26,70±0,27a
ZOO T ₁₀	-24,24±0,81a	-	-26,48±0,55a	-	-26,23±0,97a
ZOO T ₁₅	-25,68±0,43a	-	-23,80±0,41a	-	-26,85±0,15a
$\delta^{15}\text{N}$					
Músculo T ₀₅	7,13±0,13a	5,86±0,34a	5,07±0,10a	4,84±0,15a	5,15±0,03a
Músculo T ₁₀	6,99±0,13a	5,87±0,25a	5,21±0,09a	4,89±0,07a	5,02±0,04a
Músculo T ₁₅	6,91±0,06a	5,62±0,09a	5,05±0,08a	4,98±0,09a	5,06±0,10a
ZOO T ₀₅	4,09±0,55a	-	3,01±1,09a	-	3,64±0,91a
ZOO T ₁₀	5,59±0,37a	-	3,69±0,48a	-	4,60±0,43a
ZOO T ₁₅	5,70±1,43a	-	3,90±0,87a	-	3,94±0,28a

* médias entre os tratamentos seguidas de mesma letra são iguais

Nas Figuras 4 e 5, são apresentadas as distribuições gráficas dos valores isotópicos do músculo do peixe, e os valores do plâncton e da ração corrigidos

pele fator de fracionamento. É possível observar que houve uma ampla variação nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e, ao longo do tempo, os valores isotópicos do músculo do peixe apresentam uma tendência a se posicionarem entre a ração e o plâncton, mas sempre mais próximos aos valores isotópicos da ração.

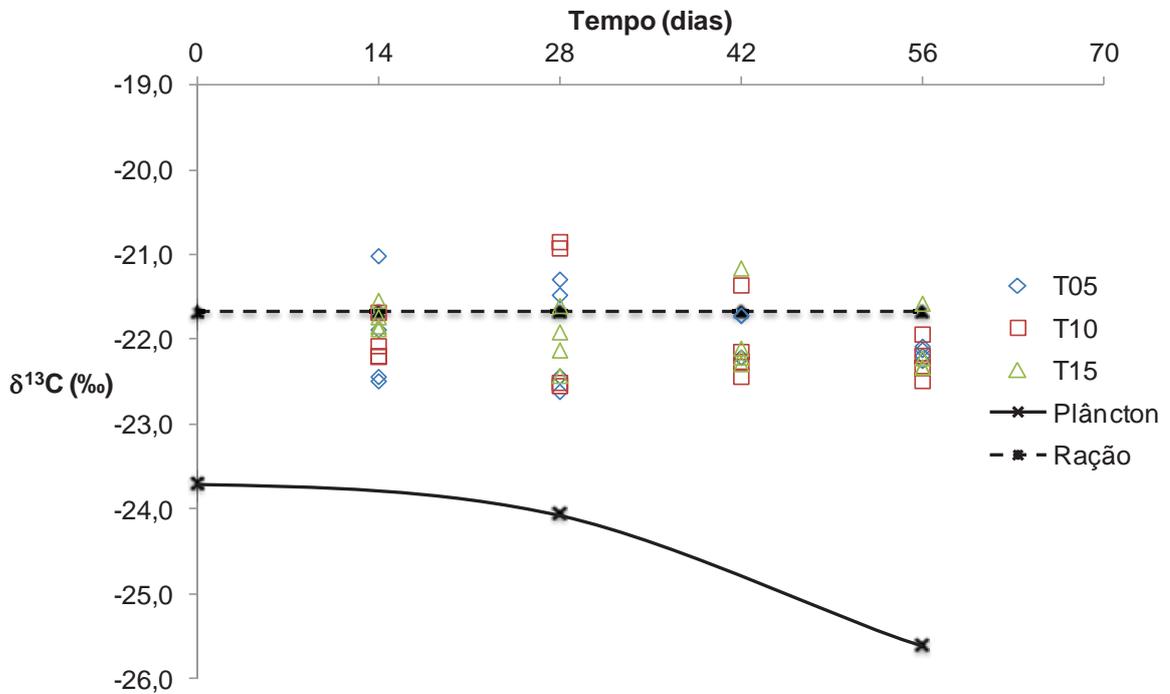


Figura 4 – Distribuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ do músculo do peixe (T₀₅; T₁₀; T₁₅), no tempo, nas diferentes densidades e dos valores de plâncton e ração corrigidos pelo fator de fracionamento.

Observa-se que durante o período de criação os valores de composição isotópica em $\delta^{15}\text{N}$ do músculo do peixe possuem comportamento semelhante entre as densidades (Figura 5), apresentando uma correlação dos valores isotópicos ao longo do tempo de 94%. Houve uma tendência dos valores isotópicos do músculo do peixe a se posicionarem mais próximos aos valores isotópicos da ração. Da mesma forma, os valores do plâncton tenderam a se aproximar da ração.

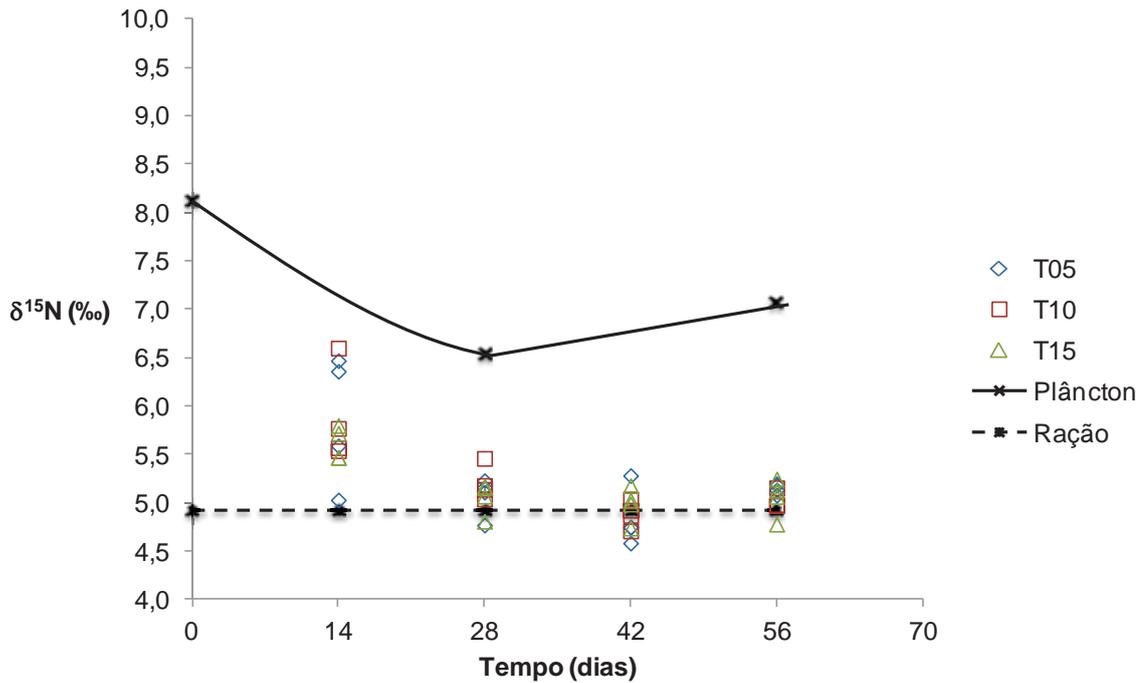


Figura 5 – Distribuição no tempo dos valores de composição isotópica em $\delta^{15}\text{N}$ do músculo do peixe (T_{05} ; T_{10} ; T_{15}) nas diferentes densidades e dos valores de plâncton e ração corrigidos pelo fator de fracionamento.

3.4. Participação das fontes na biomassa de tambaqui

Os valores de participação percentual da ração e do plâncton, no músculo do tambaqui durante o período de criação (Figura 6) mostraram que a participação da ração apresentou um comportamento crescente ao longo do tempo. De forma contrária, a participação do plâncton tendeu a diminuir, à medida que os peixes cresciam. Entre as densidades, houve comportamento semelhante dos valores de participação, de modo que o modelo expresso explica 82,5 % dos valores de participação das fontes entre as densidades ao longo do tempo. A participação média da ração ao longo do tempo variou de 65,0 a 94,6 % na densidade de 5 peixes/m², de 67,4 a 99,3% na de 10 peixes/m² e de 73,6 a 92,3% na de 15 peixes/m². Para o plâncton, a participação média ao longo do tempo variou de 5,4 a 35,0% na densidade de 5 peixes/m², de 0,72 a 32,61% na de 10 peixes/m² e de 7,7 a 26,4 % na de 15 peixes/m².

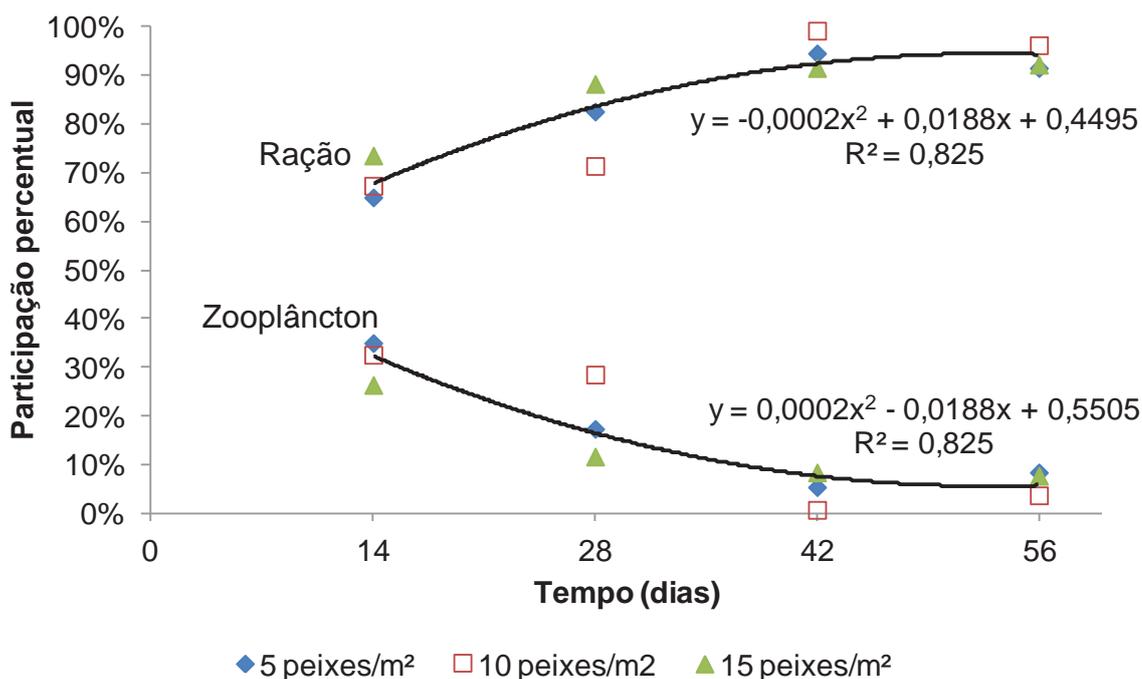


Figura 6 – Participação percentual da ração e plâncton no músculo do tambaqui durante a recria (56 dias).

Na Figura 7, estão apresentados os valores de participação em nitrogênio da ração e do plâncton para o músculo do tambaqui. Assim como a participação em biomassa (Figura 6), os valores de participação da ração em nitrogênio (Figura 7) para o músculo do tambaqui, apresentaram-se crescentes e para o plâncton valores decrescentes ao longo do período de criação. O modelo apresentado na Figura 7 representa 88,85% dos dados de contribuição das fontes nas diferentes densidades em relação ao tempo de criação. A ração apresentou participações médias em nitrogênio ao longo do tempo variando de 70,7 a 94,5 % na densidade de 5 peixes/m², de 70,5 a 98,2 % na de 10 peixes/m² e de 78,5 a 93,5% na de 15 peixes/m². Para o plâncton, a participação média em nitrogênio ao longo do tempo variou de 5,5 a 29,3 na densidade de 5 peixes/m², de 1,77 a 29,5% na de 10 peixes/m² e de 6,5 a 21,5 % na de 15 peixes/m².

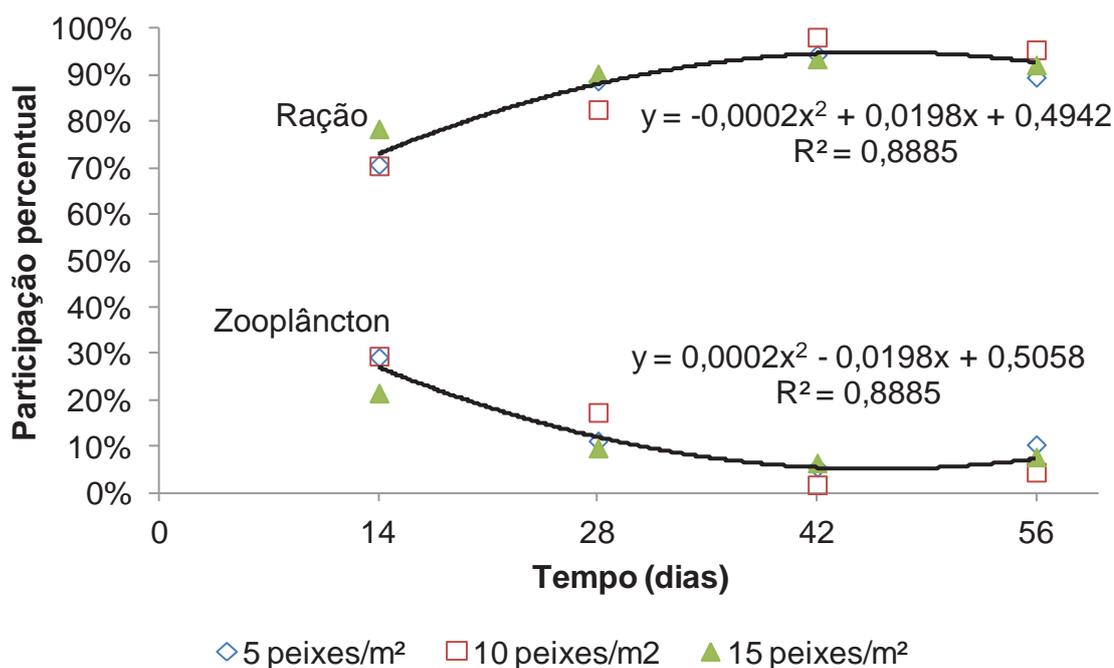


Figura 7 – Participação percentual da ração e plâncton em nitrogênio no músculo de tambaqui durante a recria (56 dias).

A participação em carbono das fontes não pôde ser explicada por um modelo matemático que representasse a variação de contribuição das fontes entre as densidades ao longo do tempo (Figura 8). Entretanto, os valores tenderam a ter uma menor variação entre as densidades. Para o carbono, a maior contribuição no músculo do peixe também foi originada da ração, que apresentou variação ao longo do tempo de 77,7 a 87,5 % na densidade de 5 peixes/m², de 80,6 a 85,5 % na de 10 peixes/m² e de 83,1 a 94,5% na de 15 peixes/m². O plâncton apresentou uma participação média em carbono ao longo tempo de 18,5 a 22,3 % na densidade de 5 peixes/m², de 14,5 a 19,4% na de 10 peixes/m² e de 5,5 a 16,9% na de 15 peixes/m².

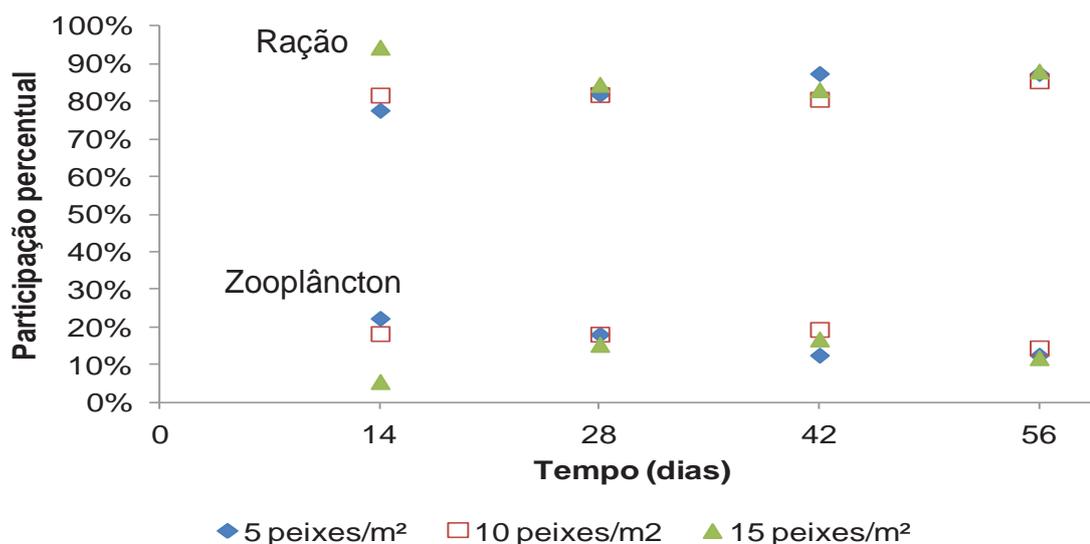


Figura 8 – Participação percentual da ração e plâncton em carbono no músculo de tambaqui durante a recria (56 dias).

4. Discussão

A baixa densidade planctônica encontrada nos viveiros pode estar associada à adubação realizada somente no início da criação, pois mesmo havendo desperdício de ração e liberação de nutrientes por parte dos peixes, este não foi suficiente para aumentar o estado trófico do ambiente a ponto de causar grandes proliferações do plâncton que, de outra forma, estavam sendo consumidos pelos peixes. Faria et al. (2000) encontraram densidade média zooplancônica variando de 177 org./L a 432 org./L, dependendo de tipo de adubo utilizado na fertilização dos tanques. Entretanto, os tanques eram mantidos com aeração, renovação de água e adubação constante, o que pode ter elevado o número de organismos de acordo com Macedo e Sipaúba-Tavares (2005). Estes autores relatam que técnicas de manejo adequadas podem favorecer a estrutura da comunidade planctônica, na medida em que proporcionam densidade de organismos adequada ao desenvolvimento de larvas e alevinos de peixes, assim como prevenir a presença de toxinas e a proliferação de algas que comprometam o sucesso da produção de peixes. Pinto-Coelho et al (1997) relatam que é necessário a obtenção de zooplâncton de qualidade e em abundância para a criação de peixes. O fornecimento de zooplâncton de boa qualidade nutricional favorecerá uma melhora no crescimento dos peixes.

A diversidade de plâncton (14 taxóons) foi baixa comparada ao trabalho de Sipaubá-Tavares et al. (2010), que encontraram 36 táxons de zooplâncton, onde havia uma grande quantidade de nutrientes no ambiente, o que favoreceu o crescimento dos organismos planctônicos. Este autor ressalta ainda que, as comunidades planctônicas apresentam padrões diferentes de distribuição de abundância e diversidade de espécies em ambientes com diferentes níveis tróficos.

A variedade de zooplâncton encontrada nos viveiros é desejada, pois disponibiliza aos animais uma maior variedade de organismos a serem consumidos, o que pode ser confirmado no relato de Beerli et al. (2004), de que um grande variedade de plâncton na alimentação de peixes é benéfico, pois um grupo de organismos pode complementar os nutrientes que outro não possui. Já Furuya et al. (1999) observaram que plâncton pode ser importante para diminuir a quantidade de proteína na ração, visto que estes animais possuem um elevado valor biológico, principalmente os rotíferos. Isto pode levar a uma diminuição nos custos de produção e aumento da receita, tendo em vista que os melhores desempenhos e ganho de peso são obtidos utilizando associação do plâncton com ração independente do nível proteico.

O crescimento e a sobrevivência dos peixes não foram influenciados pela densidade, principalmente por possuírem alimento disponível durante todo período de criação, tanto ração, quanto plâncton. Ao longo do tempo houve um aumento na biomassa de peixes dentro dos viveiros, desta forma é de se esperar que a ração seja o item mais importante na alimentação dos indivíduos. Pois, além da ração ter sido fornecida a vontade, a biomassa planctônica produzida não seria suficiente para suportar toda a biomassa de peixes, sem que houvesse danos ao crescimento, justificando assim o aumento da participação em N e biomassa da ração para o músculo do peixe ao longo do período de criação.

As participações em carbono da ração e do plâncton, praticamente constantes, também foram relatado por Focken (2008). Estes autores relataram que em peixes, as participações do alimento natural e da ração durante crescimento é constante, mas que a sua exata quantificação é dificultada devido a falta de conhecimento do fracionamento trófico, do peixe e seus alimentos em

questão. Torna-se necessária a determinação do valor real do fracionamento peixe-ração e peixe-plâncton, quando, as mudanças no fracionamento estão associadas à qualidade da dieta, a espécie e as taxas de alimentação diária, que estarão diretamente ligadas à taxa de crescimento.

Bordinhon (2008) relatou que, quando os animais possuem em sua fonte alimentar quantidades suficientes de nutrientes para atender as exigências, os animais apresentam uma maior taxa de renovação de tecidos. Entretanto para determinar as participações das fontes alimentares para o crescimento dos peixes é necessário conhecer a influência das dietas nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ dos tecidos. Este procedimento permite considerar a influência do fracionamento isotópico, realizado durante metabolismo dos diferentes tecidos dos animais, na conversão da matéria da dieta em tecido animal.

A participação do plâncton apesar de não ter sido superior a 30%, contribuiu para a formação do músculo do tambaqui durante todo o tempo de criação (56 dias), principalmente pelo tambaqui ser uma espécie de peixe com capacidade de filtrar organismos zooplanctônicos durante toda a vida (Araujo-Lima e Goulding, 1997). Na natureza, o zooplâncton pode apresentar até 80% de contribuição no crescimento do tambaqui, chegando a ser o item mais importante para a sustentação dos estoques pesqueiros de tambaqui dependendo do ambiente e da sazonalidade (Oliveira et al. 2006; Araujo-Lima e Goulding, 1997). Entretanto, deve-se considerar que na natureza, em muitos casos, esta pode ser a única ou a mais abundante fonte alimentar. Schroeder (1983) utilizou $\delta^{13}\text{C}$ para mostrar que, na criação de *Tilapia áurea*, o carbono necessário para seu crescimento originou-se somente da dieta fornecida. Já para peneídeos, a comunidade algal poderia apresentar uma participação em carbono de 8 a 13% no crescimento. Furuya et al. (1999) relataram que as maiores contribuições do alimento natural são encontradas na fase inicial dos peixes (60 – 70% nos primeiros dois meses), havendo uma diminuição da participação a medida que os peixes crescem.

Os valores em $\delta^{15}\text{N}$ do plâncton apresentaram uma tendência de aproximar-se dos valores em $\delta^{15}\text{N}$ da ração, este é um indicativo de que o mesmo está aproveitando a ração que é desperdiçada pelos peixes e reincorporando no

sistema. O estudo de Burford et al. (2002) confirmou que na criação de camarão, entre 13 a 57% do nitrogênio encontrado na água e no sedimento são oriundos da ração fornecida. Os autores observaram que 67% a 81% do nitrogênio fornecido ao camarão através da ração não é aproveitado pelo mesmo, entretanto é incorporado na cadeia alimentar através do plâncton.

5. Conclusão

Nas condições de realização do presente estudo, os resultados permitem que sejam elaboradas as seguintes conclusões:

- A baixa densidade planctônica nos viveiros e o fornecimento de ração à vontade, favoreceu a ração como item mais importante no crescimento dos peixes.
- A contribuição de ração e plâncton para o crescimento dos peixes em carbono foi constante durante o período de criação.
- A participação em biomassa e nitrogênio para o músculo dos peixes foi crescente para ração e decrescente para o plâncton.
- O valor em $\delta^{15}\text{N}$ do plâncton tendeu a se aproximar da ração, mostrando que parte da ração desperdiçada pelos peixes era aproveitada pelo plâncton.

6. Referencias Bibliográficas

ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's Tambaqui**. New York, Columbia University Press, 1997, 191 p.

BEERLI, E. L.; LOGATO, P. V. R.; FREITAS, R. T. F. Alimentação e comportamento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 28, n. 1, p. 149-155, 2004.

BENEDITO-CECILIO, E.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; FORSBERG, B. R.; BITTENCOURT, M. M. Carbon sources of Amazonian fisheries. **Fish. Manage. Ecol.**, Chichester, v. 7, p. 305-315, 2000.

BORDINHON, A.M. **Autobalanceamento da energia e da proteína da dieta pela Tilápia do nilo por meio dos isótopos estáveis de carbono e do consumo de matéria seca**. 2008, 71 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

BURFORD, M. A.; PRESTON, N. P.; GLIBERT, P. M.; DENNISON, W. C. Tracing the fate of ¹⁵N-enriched feed in an intensive shrimp system. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 206, p. 199 – 216, 2002.

CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; PEREIRA, T. M. Criação comercial do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). Tavares-Dias, M. in: **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo**. s. e.: EMBRAPA, 2009. P. 33-46.

COELHO, S. R. C.; CYRINO, J. E. P.; Custos na produção intensiva de surubins em gaiolas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 7-14, 2006.

DeNIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Kidlington, v. 42, p. 495-506, 1978. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037\(78\)90199-0](http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037(78)90199-0)>.

DeNIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of the diet on the distribution of nitrogen isotopes in animais. **Geochem. Cosmochim. Acta**, Kidlington, v.45: p. 341-351, 1981.

FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; GONÇALVES, G. S. Avaliação dos grupos zooplânctônicos em tanques experimentais submetidos à adubação com diferentes substratos orgânicos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 2, p. 375-381, 2000.

FELIP, O.; IBARZ, A.; FERNÁNDEZ-BORRA, J.; BELTRA, M.; MATIN-PEREZ, M.; PLANAS, J. V.; BLASCO, J. Tracing metabolic routes of dietary carbohydrate and protein in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using stable isotopes (¹³C]starch and [¹⁵N]protein): effects of gelatinisation of starches and sustained swimming. **Bri. J. Nutr.**, Cambridge, v. 107, p. 834–844, 2012.

FOCKEN, U. Application of stable Isotopes in aquaculture nutrition research. In AVANCEES EN NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 9º Simpósio Internacional de Nutrición Acuicola, 9., 2008, Ensenada, México.

FORSBERG, B. R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; MARTINELLI, L. A.; VICTÓRIA, R. L.; BONASSI, J. A. Autotrophic carbon sources for fish of the Central Amazon. **Ecology**, Ithaca, v. 74, p. 643-652, 1993.

FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento e sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum** v. 21, n. 3, p. 699-703, 1999.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G; PORTELLA, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, n. 1-4, p. 175–183, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.09.034>>.

LOPES, C. A; BENEDITO-CECILIO, E.; MARTINELLI, L. A. Variability in the carbon isotope signature of *Prochilodus lineatus* (Prochilodontidae, Characiformes) a bottom-feeding fish of the Neotropical region. **Journal of Fish Biology**. v. 70, n. 6 p. 1649–1659, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01388.x>>.

MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 21, p. 149 – 163, 2010.

MARTINELLI, L. A.; VICTÓRIA, R. L.; MATSUI, E.; FORSBERG, B. R.; MOZETO, A. A. Utilização das variações naturais de ¹³C no estudo de cadeias alimentares em ambientes aquáticos: princípios e perspectivas. **Acta Limnol. Bras.**, Botucatu, v. 11, p. 859-882. 1988.

MINAGAWA, M.; WADA, E. Stepwise enrichment of ¹⁵N along food chains: Further evidence and the relation between ¹⁵N and animal age. **Geochim. Cosmochim. Acta**, Kidlington, v.28, n. 5, p.1155-1164, 1984. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90204-7](http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037(84)90204-7)>.

MUÑOZ, F. TOBAR, J.M.; ARIAS, J.A. Respuesta a la primera alimentación en larvas de barbilla *Rhamdia sebae* c.f. (Pisces: Siluriformes, Pimelodidae). **Fac. Cienci. Agropec.**, v. 5, n. 1 2007. Disponível em: <<http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol5/6Vol5.pdf>>.

OLIVEIRA, A. C. B.; SOARES, M. G.; MARTINELLI, L. A.; MORREIRA, M. Z. Carbon sources of fish in an Amazonian floodplain lake. **Aquat. Sci.**, v. 68, p. 229-238, 2006. Disponível em: <10.1007/s00027-006-0808-7>.

PAULA, F. G. **Desempenho do tambaqui (*Colossomacropomum*), da pirapitinga (*Piaractusbrachipomus*) e do híbrido tambatinga (C.**

macropomum X P. brachypomum) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda. 2009, 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

PEDREIRA, M. M.; SANTOS, J. C. E.; SAMPAIO, E. V. PEREIRA, F. N. SILVA, J. L. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura de pacamã. **Rev. Bras. Zootec**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1144-1150, 2008.

PINTO-COELHO, R. M.; JÚNIOR, W. P. S.; CORGOSINHO, P. H. Variação nictemeral do status nutricional do zooplâncton em tanques de cultivo de plancton. **Rev. UNIMAR**, Marília, v. 19, n. 2, p. 521-535, 1997.

PINTO-COELHO, R. M. Métodos de coleta, preservação, contagem e determinação de biomassa em zooplâncton de águas epicontinentais. p. 151-165. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem em limnologia** – São Carlos. Editora RIMA, 371 p. 2004

PRIETO, M.; ATENCIO, V. Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. **Revista MVZ Córdoba**, Monteria, v. 13, n. 2, p. 1415-1425, 2008.

SCHROEDER, G. L. Stable isotope ratios as naturally occurring tracers in the aquaculture food web. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 30, n. 1-4, p. 203-210, 1983. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(83\)90162-X](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(83)90162-X)>.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Análise da seletividade em larvas de Tambaqui (*Colossomamacropomum*) e Tambacu (Híbrido – Pacu – *Piaractusmesopotamicus* e Tambaqui - *Colossomamacropomum*) sobre os organismos zooplanctônicos. **Acta Limnol. Bras.** Botucatu, v. 6, n. 1, p. 114-132, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BRAGA, F. M. S. The feeding activity of *Colossoma macropomum* larvae (tambaqui) in fish ponds with water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) fertilizer. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 67, n. 3, p. 459-466, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000300010>>

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. ; MILLAN, R. N. ; SANTEIRO, R. M. Characterization of a plankton community in a fish farm. **Acta Limnol. Bras.**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 60-69, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/actalb.02201008>>.

Considerações finais

O zooplâncton contribuiu para o crescimento do tambaqui durante toda a fase de recria, mas a ração foi o item mais importante para o crescimento dos peixes. Como os animais tinham à disposição ração a vontade e zooplâncton, o aumento da densidade de estocagem não afetou o crescimento dos animais. Desta forma, a maior densidade, T₁₅, apresentou os melhores indicadores econômicos. Sugere-se que em futuros estudos, realizados em condições semelhantes a esse, avalie-se maiores densidades objetivando aumentar a produção, visto que a densidade máxima pode não ter sido atingida neste estudo.

O fracionamento isotópico é a diferença entre o produto e sua fonte alimentar, este é influenciado por variáveis ambientais, fisiológicas e químicas. Em estudos que objetivam determinar as fontes alimentares de um animal têm-se usado com ampla frequência, para correção dos valores isotópicos, os fracionamentos de 1‰ para carbono (DeNiro e Epstein, 1981) e 3‰ para o nitrogênio (Minagawa e Wada, 1984). Apesar desses valores de fracionamento serem amplamente aceitos pela comunidade científica (Forsberg et al., 1993; Focken, 2008; Lopes et al., 2007; Oliveira et al., 2006), nem sempre podem ser utilizados de modo a gerar dados fidedignos. Principalmente quando objetiva-se utilizar os modelos de balanço de massa para determinar as fontes incorporadas em um tecido animal, já que, fontes diferentes apresentaram valores de fracionamento e taxas de incorporação diferentes. Assim recomenda-se que em futuros trabalhos, quando possível, primeiramente determine-se o fracionamento isotópico do tecido alvo em relação a cada uma de suas fontes em questão, gerando valores que auxiliem na determinação dos valores corretos de contribuição das fontes.

A criação de tambaqui é desenvolvida principalmente no sistema semi-intensivo de viveiro escavado. Nesta modalidade de criação, a relação entre a ração e o plâncton produzido nos viveiros geram melhores indicadores zootécnicos (Paula, 2009; Cavero et al., 2009). O elevado valor biológico do zooplâncton e a alta capacidade do tambaqui filtrar sugere que a presença do plâncton pode ser uma forma de reduzir os custos, principalmente com ração.

Considerando que houve aproveitamento do zooplâncton durante toda a recria, a ração poderia ser em parte substituída pelo zooplâncton, desde que fornecido em quantidades suficientes.

O fornecimento do plâncton poderia ser ainda uma forma de diminuir os níveis de proteína da ração, considerando que os organismos planctônicos possuem elevados teores proteicos. Ao invés de se fornecer ração com elevados teores proteico, que em parte é desperdiçada e utilizada pelo plâncton como fonte de nutrientes, conforme observado no presente estudo, deve-se aumentar a carga de nutrientes por meio da adubação, que tem um custo bem menor que o da ração, fato este também evidenciado no presente trabalho. Em futuros estudos sugere-se que o delineamento seja montado de modo a permitir inferir com maior precisão a influência do plâncton nos índices econômicos da criação. Criando tratamentos onde os animais sejam alimentados somente com ração, somente com plâncton e proporções entre elas, avaliando o desempenho dos animais e os indicadores econômicos.

Referências Bibliográficas

ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; FORSBERG, B. R.; VICTÓRIA, R.; MARTINELLI, L. A. Energy sources for detritivorous fishes in the Amazon. **Science**, Washington, v.234, n. 4781, p.256-1258, 1986. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1126/science.234.4781.1256> >.

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. de Zootec.**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, 2002.

BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G. Performance and economic indicators of a large scale fish farming in Mato Grosso, Brazil. **Rev. Bras. de Zootec.** Viçosa, v. 41, n. 6, p. 1325-1331, 2012.

BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G.; SOUZA, O. M.. Caracterização da piscicultura na microrregião da baixada cuiabana, Mato Grosso, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 261 – 273, 2011.

BEERLI, E.L.; LOGATO, P.V.R.; FREITAS, R.T.F. Alimentação e comportamento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Ciênc. Agrotecnol.** Lavras, v. 28, n. 1, p. 149-155, 2004.

BRANDÃO, F.R; GOMES, L.C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L.D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recriagem tanques-rede. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 357-362, abr. 2004.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim da Pesca e Aquicultura: Brasil 2010**. Brasília, 2012. 129 p.

CARVALHO, M. C. **Alimentação do tambaqui jovem (*Colossoma macropomum*) e suas relações com a comunidade zooplanctônica do lago Grande-Manaquiri-Solimões-AM**. 1981, 91 p., Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Fundação Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1981.

CASTRO, A. L.; SOUZA, N. H.; BARROS, L. C. G. **Avaliação do sistema de produção de Tambaqui intensivo em viveiro de terra com aeração**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 4). **Comunicado técnico 09-MAPA**. 4 p. 2002.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 103-107, 2003.

CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; PEREIRA, T. M. Criação comercial do tambaqui *Colossomamacropomum* (Cuvier, 1818) In: TAVARES-DIAS, M. (Org.).

Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Macapá: EMBRAPA Amapá, 2009. p. 33- 46.

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

CLARO-JR, L.; FERREIRA, E.; ZUANON, J.; ARAÚJO-LIMA, C. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 34, n.1, p. 133-137, 2004.

CORRÊA, C. F.; SCORVO FILHO, J. D.; TACHIBANA, L.; LEONARDO, A. F. G. Caracterização e situação atual da cadeia de produção da piscicultura no Vale do Ribeira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 30-36, 2008.

CRIVELENTI, L. Z; BORIN, S; PIRTOUSCHEG, A; NEVES, J. E. G; ABDÃO, E. M. Desempenho econômico da criação de tilápias do nilo(*Oreochromis niloticus*) em sistema de produção intensiva. **Vet. Not.**, Uberlândia, v. 12, n. 2, p. 117-122, 2006.

DeNIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Kidlington, v. 42, p. 495-506, 1978. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037\(78\)90199-0](http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037(78)90199-0)>.

DeNIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of the diet on the distribution of nitrogen isotopes in animais. **Geochem. Cosmochim. Acta**, Kidlington, v.45 p. 341-351, 1981.

FELIP, O.; IBARZ, A.; FERNÁNDEZ-BORRA, J.; BELTRA, M.; MATIN-PEREZ, M.; PLANAS, J. V.; BLASCO, J. Tracing metabolic routes of dietary carbohydrate and protein in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using stable isotopes ([¹³C]starch and [¹⁵N]protein): effects of gelatinisation of starches and sustained swimming. **Bri. J. Nutr.**, Cambridge, v. 107, p. 834–844, 2012.

FOCKEN, U. Application of stable Isotopes in aquaculture nutrition research. In **AVANCEES EN NUTRICIÓN ACUÍCOLA**, 9º Simpósio Internacional de Nutrión Acuicola, 9., 2008, Ensenada, México.

FORSBERG, B. R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; MARTINELLI, L. A.; VICTÓRIA, R. L.; BONASSI, J. A. Autotrophic carbon sources for fish of the Central Amazon. **Ecology**, Ithaca, v. 74, p. 643-652, 1993.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R; AYROZA, L. M. S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia(*Oreochromis spp.*)em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações Econômicas**, SP, v.36, n.3, p. 63-69, 2006.

FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento e

sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum** v. 21, n. 3, p. 699-703, 1999.

GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. **Criação de peixes**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 119p.

GARCEZ, R. C. S. **Distribuição espacial da pesca no lago grande de Manacapuru (amazonas) – bases para subsidiar políticas de sustentabilidade para a pesca regional**. 2009, 106 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E.C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 283-290, 2003.

GOULDING, M.; CARVALHO M.L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae) na important Amazonian food fish. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 107-103, 1982. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81751982000200001>>.

GRAEFF, A.; KREUZ, C. L.; PRUNER, E. N.; SPENGLER, M. M. Viabilidade Econômica de Estocagem de Alevinos de Carpa Comum (*Cyprinus Carpio* Var. *Specularis*) no Inverno em Alta Densidade. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 4, p. 1150-1158, 2001.

HONDA, E.M.S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. II. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens*. **Acta Amaz.** Manaus, v. 29, n.4, p.47-53, 1974.

ISMIÑO-ORBE, R. A.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M GOMES, L. C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1243-1247, 2003.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas**. Manaus. Embrapa Amazônia Ocidental, 2004, 11 p., Documentos, 32.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G; PORTELLA, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, n. 1-4, p. 175–183, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.09.034>>.

LOPES, C. A; BENEDITO-CECILIO, E.; MARTINELLI, L. A. Variability in the carbon isotope signature of *Prochilodus lineatus* (*Prochilodontidae*, Characiformes) a bottom-feeding fish of the Neotropical region. **Journal of Fish Biology**. v. 70, n. 6 p. 1649–1659, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01388.x>>.

MANETTA, G. I.; BENEDITO CECILIO, E.; MARTINELLI, M. Carbon sources and trophic position of the main species of fishes of Baía River, Paraná River floodplain, Brazil. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 63 n. 2, p. 283-290, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842003000200013>>.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFVC, 2005, 451 p.

MARTINELLI, L. A.; VICTÓRIA, R. L.; MATSUI, E.; FORSBURG, B. R.; MOZETO, A. A. Utilização das variações naturais de ^{13}C no estudo de cadeias alimentares em ambientes aquáticos: princípios e perspectivas. **Acta Limnol. Bras.**, Botucatu, v. 11, p. 859-882. 1988.

MARTINELLI, L. A.; OMETTO, J. P. H. B.; FERRAZ, E. S.; VICTORIA, R.L.; CAMARGO, P. B.; MOREIRA, M. Z. **Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 144 p.

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.

MARTINS, C. V. B.; OLIVEIRA, D. P.; MARTINS, R. S.; HERMES, C. A.; OLIVEIRA, L. G.; VAZ, S. K.; MINOZZO, M. G.; CUNHA, M.; ZACARKINA, C. E. Avaliação da piscicultura na região oeste do estado do Paraná. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n.1, p.77 - 84, 2001.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agric. São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tabaco (*Colossomamacropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas**. Manaus, EMBRAPA, Amazônia Ocidental, 2001, 25p.

MINAGAWA, M.; WADA, E. Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: Further evidence and the relation between ^{15}N and animal age. **Geochim. Cosmochim. Acta**, Kidlington, v.28, n. 5, p.1155-1164, 1984. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90204-7](http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037(84)90204-7)>.

MUÑOZ, F. TOBAR, J. M.; ARIAS, J. A. Respuesta a la primera alimentación en larvas de barbilla *Rhamdia sebae* c.f. (Pisces: Siluriformes, Pimelodidae). **Fac. Cienci. Agropec.**, v. 5, n. 1 2007. Disponível em: <<http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol5/6Vol5.pdf>>.

NOBRE, A. M.; MUSANGO, J. K.; WIT, M. P.; FERREIRA, J. G. A dynamic ecological-economic modeling approach for aquaculture management. **Ecol. Econ.** Amsterdam, v. 68, n. 12, p. 3007–3017, 2009.

NUNES, Z. M. P.; LAZZARO, X.; PERET, A. C. Influência da biomassa inicial sobre o crescimento e a produtividade de peixes em sistema de policultivo. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1083-1090, 2006.

OLIVEIRA, A. C. B.; SOARES, M. G.; MARTINALLI, L. A.; MORREIRA, M. Z. Carbon sources of fish in an Amazonian floodplain lake. **Aquat. Sci.**, v. 68, p. 229-238, 2006. Disponível em: <10.1007/s00027-006-0808-7>.

PAULA, F. G. **Desempenho do tambaqui (*Colossomacropomum*), da pirapitinga (*Piaractusbrachipomus*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* X *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda**. 2009, 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

PEDREIRA, M. M.; SANTOS, J. C. E.; SAMPAIO, E. V. PEREIRA, F. N. SILVA, J. L. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura de pacamã. **Rev. Bras. Zootec**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1144-1150, 2008.

PEREIRA, T. M.; BARREIROS, N. R.; CRAVEIRO, J. M. C.; CAVERO, B. A. S. O desempenho econômico na produção de tambaqui comparando dois sistemas de criação na Amazônia Ocidental. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,, 5. 2009, Viçosa. **Pôster**. p. 78-84.

PRIETO, M.; ATENCIO, V. Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. **Revista MVZ Córdoba**, Monteria, v. 13, n. 2, p. 1415-1425, 2008.

RESENDE, E. K. de. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. Aquabrazil. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.38, n. esp., p. 52-57, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300006>>.

SANTOS, S. S.; LOPES, J. P.; SANTOS-NETO, M. A. SANTOS, L. S. Larvicultura do tambaqui em diferentes densidades de estocagem. **Rev. Bras. Eng. Pesca**, São Luís, v. 2, n. esp., p. 18- 25. 2007.

SCHROEDER, G. L. Stable isotope ratios as naturally occurring tracers in the aquaculture food web. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 30, n. 1-4, p. 203-210, 1983. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(83\)90162-X](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(83)90162-X)>.

SCORVO FILHO, J. D.; MAINARDES-PINTO, C. S. R.; PAIVA, P. DE.; VERANI, J. R.; SILVA, A. L. Custo operacional de produção da criação de tilápias tailandesas em tanques-rede, de pequeno volume, instalados em viveiros povoados e não povoados. **Custos e @gronegocio on line** - v. 4, n. 2, 2008.

SILVA, A. M. D.; GOMES, L. C.; ROUBACH, R. Growth, yield, water and effluent quality in ponds with different management during tambaqui juvenile production. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 733-740, 2007.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Análise da seletividade em larvas de Tambaqui (*Colossomacropomum*) e Tambacu (Híbrido – Pacu – *Piaractusmesopotamicus* e Tambaqui - *Colossomacropomum*) sobre os organismos zooplânctônicos. **Acta Limnol. Bras.** Botucatu, v. 6, n. 1, p. 114-132, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BRAGA, F. M. S. The feeding activity of *Colossoma macropomum* larvae (tambaqui) in fish ponds with water hyacinth (*Eichhornia*

crassipes) fertilizer. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 67, n. 3, p. 459-466, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000300010>>

SOUZA, R. A. L. **Efeito da densidade de estocagem sobre o crescimento na fase juvenil de tambaqui *Colossoma macropomum* (Curvier, 1818) (Pisces, Serrasalminidae).** 1993. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

SOUZA-FILHO, J.J. **Influência da densidade de estocagem no cultivo de juvenis de robalo *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792 (Pisces, Centropomidae) em condições controladas.** 2000. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

VILLACORTA-CORREA, M. A. **Estudo da idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae) na Amazônia Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos.** 1997, 214p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1997.

Anexos

Anexo 1 – Investimento inicial detalhado necessária para recria de tambaqui em viveiros de 600m².

Discriminação	Quantidade	Valor Total (R\$)	Vida útil (anos)	Depreciação (R\$/ciclo/600m ²)
Viveiros		75.400,00	30	183,62
Limpeza da área	10000	7.000,00		
Escavação	7200	68.400,00		
Instalação de rede anti passaros		19.684,00	5	287,85
Rede anti-passaros	8000	19.200,00		
Rolo de linha multifilamento fio 4 100m	5	150,00		
Estacas	120	240,00		
Tessado	2	44,00		
Boca de lobo	1	50,00		
Casa (escritório alojamento, banheiro)	90	18.000,00	20	5,92
Moveis casa				2,98
Geladeira de 262L consul	1	739,00	10	2,24
Condicionador de ar 7500 Btus	2	1.400,00	10	4,25
Beliche de 2 lugares, Tubular	1	300,00	10	0,91
Colchao de espumas D-20 Esplanada	1	175,00	5	1,06
Cadeiras fixas sem braço azul	2	184,00	5	1,12
Mesa c/3 gavetas na cor cinza de 1,50m x 0,70 cm x 0,74 cm	1	392,00	5	2,38
Fogão de 04 bocas	1	296,00	5	1,80
Escritório				
Mesa	1	392,00	5	2,38
Cadeira	1	92,00	5	0,56
Computador	1	1.200,00	5	7,29
Impressora	1	250,00	5	1,52
Deposito de ração	40	8.000,00	20	2,63
Galpão de despacho e depuração de alevinos	120	24.000,00	20	7,89
Equipamentos, ferramentas e utensilios				
Enxada	2	70,00	2	0,34
Pá	2	34,50	2	0,17
Ancinho	1	40,00	5	0,08
Carro-de-mão	1	120,00	2	0,59
Bota	4	88,00	2	0,08
Balança 15 kg	1	210,00	5	0,48
Balança analítica 0,01g	1	1.200,00	5	2,35
Roçadeira	1	1.200,00	12	0,81
Triturador de grãos	1	1.900,00	12	1,79
Cilindro de O ₂ 7m ³	1	5.000,00	10	2,83
Ictiometro	1	10,00	2	0,06
Coletor de água	1	28,63	2	0,02
Baldes 20 L	8	64,00	2	0,06
Puçás com estrutura de alumínio	2	90,00	2	0,25
Rede de arrasto 30m	1	1.500,00	4	2,12
Cilindro de Oxigênio	2	2.000,00	10	1,13
Disco de Secchi	1	40,00	5	0,01
Oxímetro YSI 50	1	5.915,00	5	0,95
Ph metro	1	600,00	5	0,10
Conduvímometro	1	606,00	5	0,10
Caixa de transporte de peixe, 1000 L	1	11.600,00	10	6,56
Caixa de transporte de peixe, 400 L	1	6.600,00	10	3,73
Carro S10	1	65.000,00	20	11,47
Trator com carreta	1	10.300,00	20	1,82
Total		264.720,13		554,30