



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS
TRÓPICOS – PPG-CIPET**

Manejo alimentar de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818)
utilizando modelo matemático de crescimento

Marcelo de Souza Cantizani

**MANAUS – AM
2013**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS
NOS TRÓPICOS – PPG-CIPET**

Marcelo de Souza Cantizani

Manejo alimentar de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818)
utilizando modelo matemático de crescimento

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

Orientador: Bruno Adan Sagratzki Cavero

**MANAUS – AM
2013**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C231m Cantizani, Marcelo de Souza
Manejo alimentar de tambaqui *Colossoma macropomum*
(CUVIER, 1818) utilizando modelo matemático de crescimento /
Marcelo de Souza Cantizani. 2013
81 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Bruno Adan Sagratzki Cavero
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. *Colossoma macropomum*. 2. sistema de cultivo. 3. cultivo semi-
intensivo. 4. modelo tradicional. 5. modelo matemático. I. Cavero,
Bruno Adan Sagratzki II. Universidade Federal do Amazonas III.
Título

SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
2. Objetivo Geral.....	16
2.1. Objetivos Específicos.....	16
3. Revisão de Literatura.....	17
3.1. Considerações Sobre a Espécie.....	17
3.2. Informações Ecológicas.....	18
3.3. Características Zootécnicas.....	19
3.4. Situação Atual da Aquicultura.....	20
3.5. Panorama da Produção de Tambaqui.....	21
3.6. Sistema de Produção no Cultivo de Tambaqui.....	23
3.6.1. Viveiros Semi-escavados.....	23
3.6.2. Barragem.....	24
3.6.3. Tanque-rede.....	26
3.6.4. Canal de Igarapé.....	27
3.7. Alimentação.....	28
3.8. Modelagem Matemática.....	28
3.9. Qualidade da Água em Viveiros de Piscicultura.....	29
3.10. Avaliação Econômica.....	31
3.10.1. Custo de Produção.....	31
3.10.2. Indicadores de Rentabilidade.....	32
3.10.3. Indicadores de Viabilidade Econômica.....	32
4. Material e Métodos.....	34
4.1. Local e Período de Realização do Experimento.....	34
4.2. Animais Utilizados no Experimento.....	34
4.3. Delimitação Experimental.....	35
4.4. Descrição das Unidades Experimentais.....	35
4.5. Alimentação dos Animais dos Experimentos.....	36
4.6. Bimetrias.....	36
4.7. Modelo Matemático do Arraçamento.....	37
4.8. Modelo Tradicional de Arraçamento.....	39

4.9. Parâmetros de Desempenho Zootécnico.....	40
4.9.1. Ganho de Peso	40
4.9.2. Taxa de Crescimento Específico.....	40
4.9.3. Conversão Alimentar Aparente	40
4.9.4. Fator de Condição.....	41
4.9.5. Taxa de Sobrevivência.....	41
4.10. Monitoramento da Qualidade da Água.....	41
4.11. Análise Econômica.....	41
4.11.1. Custo de Investimento Fixo.....	42
4.11.2. Custo de Produção	42
4.11.3. Custo Operacional Efetivo (COE)	42
4.11.4. Custo Operacional Total (COT).....	42
4.11.5. Custo Total de Produção (CTP)	42
4.11.6. Rentabilidade	43
4.11.7. Fluxo de Caixa	43
4.11.8. Taxa Interna de Retorno (TIR)	44
4.11.9. Período de Recuperação do Capital (<i>Play Back descontado</i>)	44
4.11.10. Análise Estatística.....	45
5. Resultado e Discussão	46
5.1. Qualidade da Água.....	46
6. Parâmetros de Desempenho Zootécnicos	53
7. Análise Econômica.....	60
8. Conclusões	71
9. Referências Bibliográficas.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	17
Figura 02. Tanques semi-escavados.	24
Figura 03. Modalidade de produção semi-intensiva Barragem	25
Figura 04. Modalidade de produção intensiva em Tanque-rede	26
Figura 05. Canal de Igarapé.....	27
Figura 06. Localização da fazenda Ecology Pescados	34
Figura 07. Distribuição aleatória dos tratamentos das unidades experimentais.....	35
Figura 08. Unidades experimentais.....	36
Figura 09. Balança eletrônica.....	37
Figura 10. Ictiômetro	37

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 01. Quantidade de ração a oferecer utilizando o modelo matemático de crescimento em um período de 30 dias de cultivo.....	38
Tabela 01. Produção total, continental e marinha da aquicultura no Brasil entre 2008 e 2010.....	21
Tabela 02. Medidas dos parâmetros físico-químico das unidades experimentais usadas no cultivo de Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) no período de 120 dias.....	46
Tabela 03. Índices zootécnicos de juvenis de tambaqui cultivados em viveiros semi-escavados utilizando o modelo matemático de crescimento no período de 120 dias de cultivo.....	52
Tabela 04. Custo de investimento fixo de um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento...	61
Tabela 05. Depreciação de máquinas, equipamentos e infraestrutura de um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.....	62
Tabela 06. Custo Operacional efetivo de um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento na alimentação.....	62
Tabela 07. Custo operacional total de um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.....	63
Tabela 08. Custo total de produção de um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.....	65
Tabela 09. Custos do cultivo de tambaqui em 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo Tradicional de arraçoamento.....	66
Tabela 10. Receitas do cultivo de tambaqui em 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento no arraçoamento.....	66
Tabela 11. Índice de lucratividade em um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.....	67
Tabela 12. Fluxo de caixa um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo tradicional de arraçoamento.....	68

Tabela 13. Fluxo de caixa um módulo de produção de tabaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.....	69
Tabela 14. Parâmetros econômicos explorados em um módulo de produção de tabaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.....	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Países com maior produção de pescado, tanto com a pesca como na aquicultura em 2009.....	20
Gráfico 02. Municípios com maior produção de pescado oriundo da piscicultura no estado do Amazonas.....	22
Gráfico 03. Perfil de crescimento do Tambaqui (peso médio/g) em viveiros escavados de fundo de argila (área=1,5 hectares) período de engorda de 270 dias, acrescido 45 de recria.....	37
Gráfico 04. Gráfico do modelo tradicional de arraçoamento	39
Gráfico 05. Gráfico dos dois modelos de arraçoamento.....	40
Gráfico 06. Valores médios de pH no cultivo de tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	47
Gráfico 07. Valores médios de condutividade elétrica no cultivo de tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	48
Gráfico 08. Valores médios de temperatura no cultivo de tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	49
Gráfico 09. Valores médios de oxigênio dissolvido no cultivo de tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	50
Gráfico 10. Valores médios de amônia no cultivo de tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	51
Gráfico 11. Valores médios de nitrito no cultivo de tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	52
Gráfico 12. Valores médios de Peso final do tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.....	54

Gráfico 13. Ganho de peso do tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias....	55
Gráfico 14. Biomassa final e ganha de biomassa do tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	55
Gráfico 15. Consumo de ração do tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias....	56
Gráfico 16. Índice de conversão alimentar aparente do tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	57
Gráfico 17. Taxa de crescimento específico do tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	58
Gráfico 18. Índice de sobrevivência do tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.....	59
Gráfico 19. Fator de condição do tambaqui (<i>C. macropomum</i>), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias....	60

DEDICATÓRIA

Dedico a realização desse trabalho aos meus familiares, mãe Maria Zenaide de Souza Cantisani, pai *in memoria* José Cantisani, e meus irmãos Marluce de Souza Cantisani, Francisco José de Souza Cantisani, Evaldo de Souza Cantisani, Fabíola de Souza Cantisani, Ricardo de Souza Cantisani, que estiveram sempre ao meu lado nos momentos difíceis,

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a “DEUS”, pois, durante mais essa caminhada foi “o meu refúgio e a minha fortaleza”, nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador, Bruno Sagratzki Cavero, pelo acompanhamento constante e empenho na execução desse trabalho,

Àos meus amigos, Marcelo Figueira Pontes, Diego Morgado, Felipe Castro e Paulo Amaral Junior, pela força e incentivo,

À empresa Ecology Pescados, por ceder às instalações e funcionários na realização do experimento,

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

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

RESUMO

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma espécie que possui um bom potencial de crescimento, alta produtividade, adaptação aos diferentes sistemas de cultivo e uma grande aceitação pela população, destacando-se como uma das espécies de peixes mais importantes para a economia regional. A determinação do manejo alimentar para as diferentes espécies de peixes é fundamental para a obtenção de produção eficiente. Portanto, a escolha do melhor nível de arraçoamento é de grande importância para o sucesso do empreendimento da piscicultura, pois influencia no desempenho do animal, pois está diretamente relacionada ao fornecimento da ração pelos peixes. Os modelos matemáticos podem ser ferramentas valiosas para estimar as exigências do animal dentro de um sistema de produção, podendo fornecer informações que podem ser usadas no processo de tomada de decisões para melhorar a eficiência produtiva. Entretanto há poucas pesquisas utilizando modelos matemáticos havendo necessidades de informações que melhorem as condições de cultivo e aumente o retorno econômico da atividade, este trabalho teve por objetivo avaliar os índices econômicos, zootécnicos e manejo alimentar de tambaqui (*Colossoma macropomum*) utilizando modelo matemático de crescimento. Foram testadas duas formas de manejo, o primeiro utilizando o modelo tradicional de arraçoamento e a outra o modelo matemático de crescimento a 3% da biomassa utilizando oito viveiros semi-escavados medindo 40x80 sem renovação de água. O experimento foi conduzido em delineamento para amostras independentes, com 02 (dois) tratamentos e 04 (quatro) repetições cada, totalizando 08 (oito) unidades experimentais utilizando cinco mil peixes cada em um período de 120 dias. Foi avaliado o desempenho zootécnico, as análises limnológicas e os índices econômicos, onde os resultados mostraram que não houve diferença significativa nas análises limnológicas entre os dois tratamentos. Os índices zootécnicos mostraram diferença significativa no peso final, ganho de biomassa e consumo de ração. As análises econômicas mostraram que o modelo matemático de crescimento teve um retorno econômico bem melhor quando comparado com o modelo tradicional de arraçoamento.

Palavras-chave: *Colossoma macropomum*, sistema de cultivo, cultivo semi-intensivo, modelo tradicional, modelo matemático.

ABSTRACTS

The tambaqui (*Colossoma macropomum*) and a species that has a good growth potential, high productivity, adaptation to different cultivation systems and a wide acceptance among the population, especially as one of the most important fish species in the regional economy. The determination of the feeding system to different fish species is critical to achieving efficient production. Therefore, choosing the best level of feeding is of great importance for the success of the enterprise of farming, as it influences the performance of the animal, because it is directly related to the feeding by fish. Mathematical models can be valuable tools for estimating the requirements of the animal within a production system, and can provide information that can be used in the process of decision making to improve production efficiency. However there is little research using mathematical models having information needs to improve growing conditions and increase the economic return of activity, this study aimed to evaluate the economic indices, husbandry and feed management tambaqui (*Colossoma macropomum*) using mathematical model of growth. We tested two ways of handling, the first using the traditional model of feeding and other mathematical model of growth to 3% of the biomass using eight semi-excavated ponds measuring 40x80 without water renewal. The experiment was conducted in randomized for independent samples, with 02 (two) and 04 treatments (four) replications, totaling eight (08) experimental units using five thousand fish each over a period of 120 days. We evaluated the growth performance, limnological analyzes and economic indices, where the results showed no significant difference in limnological analyzes between the two treatments. The indexes showed significant difference in final weight, biomass gain and feed intake. The economic analysis showed that the mathematical model of growth had a much better economic return compared with the traditional model of feeding.

Keywords: *Colossoma macropomum*, cropping system, semi-intensive cultivation, traditional model, mathematical model.

1. Introdução

No Brasil, a aquicultura continental cresceu 46% e, dentre todas as criações aquícolas, a piscicultura de água doce respondeu em 2006 por mais de 18% da produção total da aquicultura brasileira (IBAMA, 2008).

As espécies que mais se destacam em termos de produção de pescado no país são a tilápia (*Oreochromis niloticus*), a carpa (*Cyprinus carpio*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*), com 71.253,5; 45.831,5 e 26.662,0 toneladas, respectivamente. O tambaqui é o principal peixe nativo produzido no Brasil e está incluso no grupo dos peixes redondos representados também pela pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos (IBAMA, 2008).

O tambaqui é a espécie nativa mais cultivada na Amazônia brasileira e a mais frequente em pisciculturas de todo o país, pois está presente em 24 dos 27 estados do Brasil. Sua produção nacional aumentou em 66,0%, no período de 2007 para 2009 (LOPERA-BARRETO et al. 2011).

Esta espécie apresenta grande facilidade de obtenção de juvenis, bom potencial de crescimento e alta produtividade, bem como a aceitação pela população, destacando-se como uma das espécies de peixes mais importantes para a economia regional (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998).

Em ambientes de cultivo, o tambaqui por se tratar de uma espécie onívora e de grande rusticidade se destaca entre as outras espécies por aceita bem, grãos, co-produtos agroindustriais e rações comerciais (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005), além de reduzir o tempo de engorda e melhorar a eficiência alimentar (KUBITZA, 1997).

A determinação do manejo alimentar para as diferentes espécies de peixes é fundamental para a obtenção de produção eficiente, pois a necessidade nutricional é diretamente influenciada pela disponibilidade alimentar. Portanto, a escolha do melhor nível de arraçoamento para os peixes, nas diferentes fases, torna-se determinante no sucesso de sua criação (TACON & COWEY, 1985).

Segundo HAYASHI et al.(2004), o manejo alimentar animal é de grande importância para o sucesso do empreendimento da piscicultura, pois influencia no desempenho do animal, pois está diretamente relacionada ao

fornecimento da ração pelos peixes. Somando a isto a necessidade do custo da mão-de-obra, que são itens responsáveis por grande parcela do custo fixo da atividade, estando, portanto diretamente ligada à viabilidade econômica do empreendimento.

O desenvolvimento de modelos de otimização de sistemas de produção agropecuários despertam interesse para pesquisa desde meados do século XX, quando a complexidade das relações técnicas de produção aumentou significativamente com o advento e utilização de insumos e tecnologias responsáveis pelo incremento da produtividade de cultivos vegetais e animais (GAMEIRO et al., 2010).

De acordo com TEDESCHI et al. (2005) modelos matemáticos na nutrição de ruminantes podem ser utilizados para integrar os conhecimentos relacionados ao alimento, ingestão, taxas de passagem e digestão sobre valores de energia dos alimentos e eficiência de crescimento microbiano. Os modelos podem ser ferramentas valiosas para estimar as exigências do animal e nutrientes derivados de alimentos presentes em condições específicas dentro de um sistema de produção; desempenhando importante papel ao fornecer informações que podem ser usadas no processo de tomada de decisões para melhorar a eficiência produtiva.

Adicionalmente, uma vez que os preços dos alimentos são conhecidos antes da compra, programas de formulação, construídos ao redor de modelos capazes de estimar o desempenho, permitem antecipar o custo de produção e a viabilidade econômica da atividade (LANNA et al., 1999).

O presente estudo tem como finalidade a avaliação de um manejo alimentar de tambaqui (*Colossoma macropomum*) utilizando um modelo matemático de crescimento.

2. Objetivo Geral

- Avaliação do desempenho produtivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) utilizando modelo matemático de crescimento.

2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito do manejo alimentar utilizando um modelo matemático de crescimento sobre a produtividade do tambaqui (*C. macropomum*) em sistema sem fluxo contínuo de água.
- Avaliar a viabilidade econômica do cultivo de tambaqui em sistema sem fluxo contínuo de água utilizando modelo matemático de crescimento.

3. Revisão de Literatura

3.1. Considerações sobre a espécie

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, é um teleósteo de água doce nativo das bacias do Amazonas, no Brasil e Orinoco, na Venezuela (Figura 01). É um peixe da ordem Characiformes, pertencente à família Serrasalminidae (GERY, 1977). Alcança um porte máximo em torno de 100 cm de comprimento e peso superior a 30 kg. Em ambiente natural a sua maturidade sexual fica em torno do 4º e 5º ano de vida, já em cativeiro segundo alguns estudos são a partir do terceiro ano (GOUDING & CARVALHO, 1982; ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1998; ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005).



Figura 01. Tambaqui (*Colossoma macropomum*).
Fonte: Cantizani, 2013

Na região amazônica, o tambaqui é uma das espécies mais abundantes e de grande importância econômica para a população ribeirinha (AFFONSO et al., 2002).

No final da década de 1970, esta espécie era responsável por cerca de 40% do desembarque em Manaus, sendo a espécie mais explorada na

Amazônia Central (PETRERE Jr., 1983). A partir da década de 1980, para algumas regiões da bacia Amazônica, seus estoques já foram indicados como em estado de sobre pesca (MERONA; BITTENCOURT, 1988).

Atualmente a comercialização do tambaqui vendido em mercados e feiras de Manaus, tem por sua maioria peixes oriundos da piscicultura (SEPA/SEPROR, 2012).

3.2. Informações ecológicas

O tambaqui é uma espécie pelágica, abundante nos lagos de rios de águas brancas, claras e pretas (FERREIRA, 1993; ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1998; SAINT-PAUL et al., 2000; CLARO-JR., 2003; YAMAMOTO, 2004).

Nos lagos, os adultos e jovens são capturados na água aberta e na floresta alagada (ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1998; CORREDOR, 2004) e os alevinos, na vegetação aquática (ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1998). É onívoro, mas há variações ontogênicas na alimentação. Os adultos consomem principalmente frutos, sementes e zooplâncton (GOULDING, 1980; ROUBACH, 1991; SILVA, 1997; ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1998; MERONA & RANKIN-DE MERONA, 2004), enquanto os juvenis ingerem principalmente algas filamentosas, arroz silvestre, insetos, cladóceras, copépodos e larvas de quironomídeos (GOULDING & CARVALHO, 1982; ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1998).

É o único peixe de grande porte na Amazônia que possui rastros branquiais longos e numerosos que permite filtrar o zooplâncton e fortes dentes molariformes, sendo uma característica anatômica que lhe permite alimentar-se tanto de zooplâncton quanto de frutos e sementes. (SANTOS, et al., 2006).

E uma espécie que realiza migrações em cardumes durante o período de desova durante a cheia nas vegetações marginais nos rios de água branca, durante a época de seca os indivíduos jovens ficam nos lagos de várzea onde se alimentam principalmente do zooplâncton (ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1998; VILLACORTA-CORREA & SAINT- PAUL, 1999). As fêmeas atingem a

sua primeira maturidade sexual com 3 a 4 anos, quando machos e 4 a 5 anos (WAYNAROWICH e HORVATH, 1989).

Sobrevive em ambientes com baixas concentrações de oxigênio por meio da respiração na superfície aquática e após longo tempo de exposição ocorre a expansão do lábio da mandíbula inferior denominada localmente de “uaiu” (BRAUM & JUNK, 1982). Também apresenta adaptações fisiológicas quando a concentração de oxigênio volta aos seus níveis normais o lábio regride no mesmo intervalo de tempo (SAINT-PAUL, 1984; VAL & ALMEIDA-VAL, 1995). Essa adaptação tem como função direcionar o lábio a camada superficial da água onde é mais oxigenada, transportando para a região das brânquias o oxigênio que necessita para sua sobrevivência (BRAUM & JUNK, 1982; SAINT-PAUL, 1984).

3.3. Características zootécnicas

O tambaqui por ser encontrado em uma grande distribuição geográfica e viver em diferentes habitat e por possuir um comportamento migratório permitem um grande fluxo genético natural (SANTOS, 2010).

Essas características são também desejáveis na piscicultura, pois contribui positivamente para manutenção da sua rusticidade e adaptabilidade a diversas modalidades de cultivos, sendo como suas características zootécnicas mais desejáveis as melhores taxas de crescimento, tolerância ambiental, resistência a doenças, alta fecundidade e resistência a baixos níveis de oxigênio (BARTLEY et al., 2001).

É um animal com hábito alimentar onívoro, com grande capacidade de digerir proteína tanto de origem animal quanto vegetal (ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1998), e fácil aceitação à alimentação fornecida, possibilitando alternar níveis de substituição e fontes proteicas em sua dieta (NUNES et al., 2006; CRUZ et al., 1997).

O tambaqui por se tratar de espécie reofílica, a ovulação e desova em ambiente de cultivo são possíveis através da aplicação de hormônios exógenos, sendo os mais utilizados em estações de pisciculturas o extrato

bruto de hipófise de carpas (EBHC) o mais comum utilizado em estações de propagação artificial de peixes (MUNIZ et al., 2008).

3.4. Situação atual da aquicultura

Segundo a FAO (2009) a aquicultura mundial saltou de uma produção de menos de um milhão de toneladas no início dos anos 1950 para 51,7 milhões de toneladas em 2006, representando a quantidade de 78,8 bilhões de dólares. Ainda, estima-se que a aquicultura já contribua com 5,0% da produção de proteína animal brasileira, apresentando um ritmo de crescimento muito superior à média nacional na última década, mostrando que nenhum outro setor da economia brasileira pode crescer tanto quanto a exportação de pescados. Portanto, há um imenso potencial a ser explorado para a colocação de produtos derivados de pescado no mercado (OSTRENSKY et al., 2008).

A produção mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 146 milhões de toneladas em 2009 e 142 milhões de toneladas em 2008. Os maiores produtores em 2009 foram a China com aproximadamente 60,5 milhões de toneladas, a Indonésia com 9,8 milhões de toneladas, a Índia com 7,9 milhões de toneladas e o Peru com cerca de 7 milhões de toneladas (Gráfico 01).

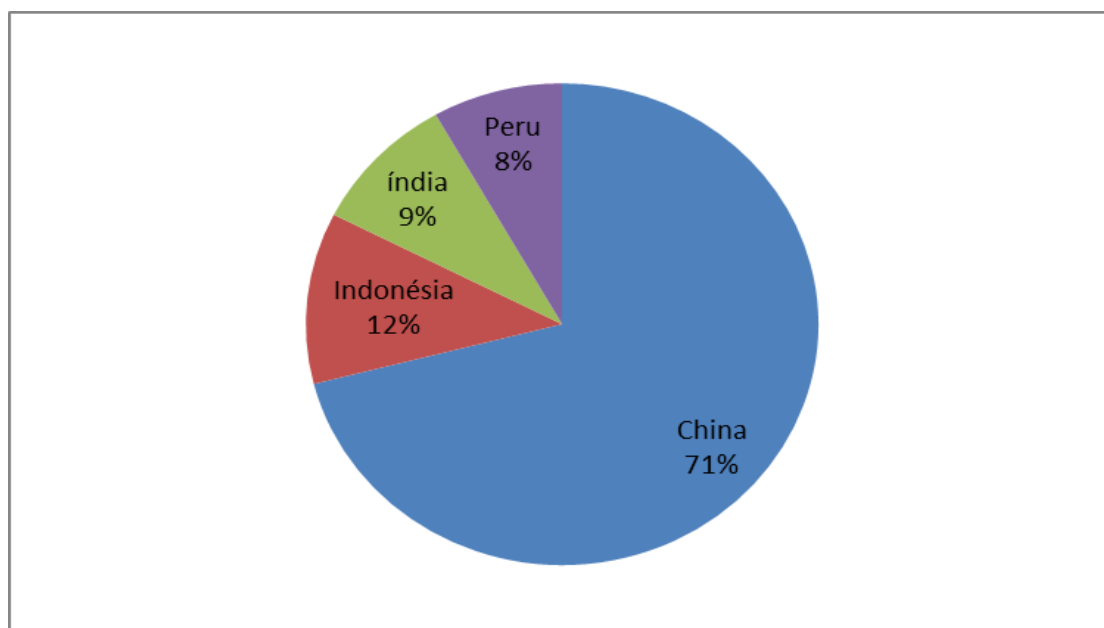


Gráfico 01. Países com maior produção de pescado, tanto com a pesca como na aquicultura em 2009.

Em 2010, a produção aquícola nacional foi de 479.399 t (Tabela 01), representando um incremento de 15,3% em relação à produção de 2009. Comparando-se a produção atual com o montante produzido em 2008 (365.366 t), fica evidente o crescimento do setor no país, com um incremento de 31,2% na produção durante o triênio 2008-2010. Seguindo o padrão observado nos anos anteriores, a maior parcela da produção aquícola é oriunda da aquicultura continental, na qual se destaca a piscicultura continental que representou 82,3% da produção total nacional.

A produção aquícola de origem marinha, por sua vez, apesar de ter sofrido uma redução de sua participação na produção aquícola total nacional em relação aos anos anteriores (22,8% em 2008 contra 17,7% em 2010), vem se recuperando após uma queda da produção verificada de 2008 para 2009.

Tabela 01. Produção total, continental e marinha da aquicultura no Brasil entre 2008 e 2010.

Produção	2008		2009		2010	
	t	%	t	%	t	%
Total	365.366,4	-	415.649,4	-	479.398,6	-
Continental	282.008,1	77,2	337.352,2	81,2	394.340,0	82,3
Marinha	83.358,3	22,8	78.296,4	18,8	85.058,6	17,7

3.5. Panorama da produção de Tambaqui

O cultivo de tambaqui, até o presente momento, é a principal espécie amazônica cultivada no Brasil. A facilidade de produção de alevinos e o rápido crescimento fizeram do tambaqui um dos peixes mais populares da piscicultura em todo o Brasil, o risco de alta mortalidade durante os meses de inverno tem desencorajado o cultivo do tambaqui nos estados das regiões sul e sudeste, particularmente em locais onde a água pode atingir temperaturas abaixo dos 17°C. Desse modo, o cultivo do tambaqui tem se concentrado nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do país, onde além do clima favorável, o tambaqui desfruta de boa aceitação no mercado (REVISTA PANORAMA DA AQUICULTURA, 2004).

No Estado do Amazonas, o cultivo do tambaqui é favorecido pela disponibilidade de insumos, domínio tecnológico para viabilizar sua produção em escala comercial (PARENTE et al., 2003) e aspectos culturais onde a população local tem preferência acentuada pelo consumo deste produto (MELO et al., 2001).

Em 2012, a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca do Estado (SEPROR) estimou uma produção da piscicultura em 12.819,86 toneladas, estima-se que 90% desse total sejam no cultivo de tambaqui.

Os municípios que se destaca na piscicultura no estado (Gráfico 02) são: Rio Preto da Eva concentra a maior produção da piscicultura do Estado do Amazonas com um volume de 4.773,4 toneladas, seguido pelos municípios de Manaus com 1.409,6 toneladas, Itacoatiara com 963,21, Iranduba com 815,51 e Presidente Figueiredo toneladas 528,42 (SEPA/SEPROR, 2012).

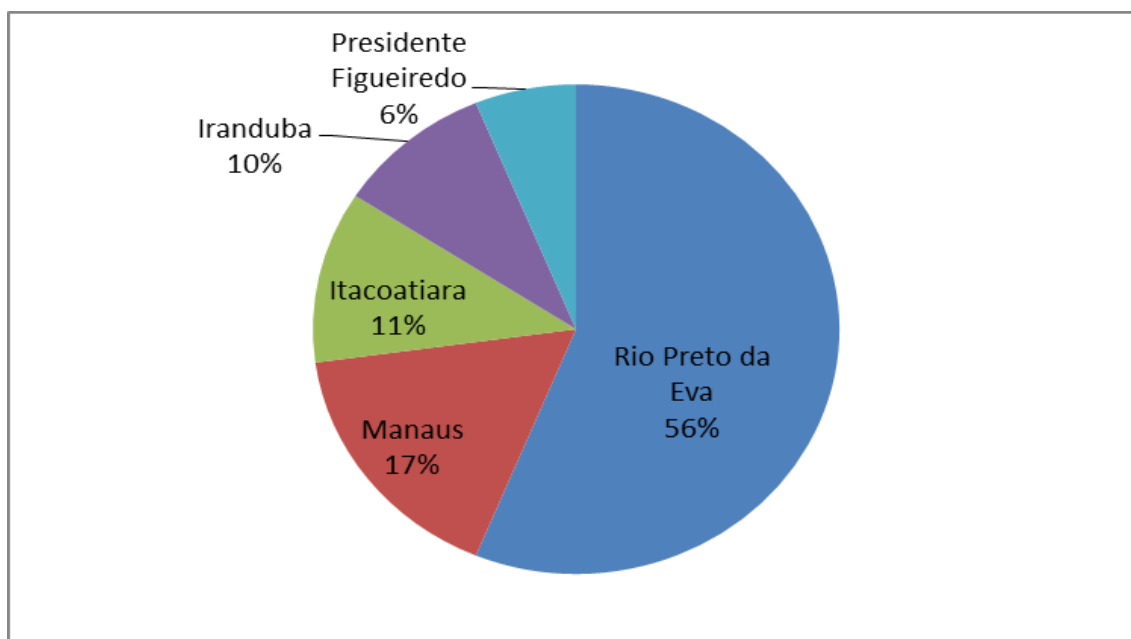


Gráfico 02. Municípios com maior produção de pescado oriundo da piscicultura no estado do Amazonas.

Na Região Metropolitana de Manaus, o tambaqui oriundo da piscicultura é comercializado na forma de três produtos caracterizados pela classe de peso (Tabela 02), entre 0,350 e 0,450kg, denominado tambaqui curumim, cujo mercado principal são frigoríficos, restaurantes e cozinhas industriais; entre 0,800 e 1,5kg denominado tambaqui roelo, comercializado *in natura*,

supermercados e frigoríficos e o tambaqui acima de 2,0 kg, comercializado em mercados e feiras (GANDRA, 2010).

No estado destaca-se a estação de piscicultura em produção de Balbina (Município de Presidente Figueiredo) e pisciculturas localizadas em Manaus, Manacapuru, Itacoatiara e Rio Preto da Eva, (DAIRIKI & SILVA, 2011).

3.6. Sistema de produção no cultivo de tambaqui

TEIXEIRA et al., (2006), ressaltam que os sistemas de produção de peixes devem estar diretamente relacionados aos objetivos do empreendimento, isto é, o mercado no qual se pretende atingir, a espécie a ser cultivada, a disponibilidade de água e energia elétrica e os aspectos legais e socioculturais.

No Estado do Amazonas, o sistema de produção mais empregado na produção comercial de tambaqui é o sem fluxo contínuo de água na modalidade semi-intensiva e em estruturas compostas por viveiros de argila escavados e semi-escavados. Outras modalidades de produção são utilizadas em menor escala, tais como: barragens (semi-intensivo), tanques-rede (intensivo) e canais de igarapé (não definido).

3.6.1. Viveiros semi-escavados

Tradicionalmente, a forma mais comum de cultivo de peixes é por meio do sistema semi-intensivo, que representa ao redor de 70% da produção mundial de peixes (TACON & DE SILVA, 1997). Este sistema está normalmente associado a uma pequena vazão de água, visto ser importante a retenção dos nutrientes no viveiro para garantir boa produtividade primária (ZANIBONI FILHO, 1997).

Viveiros semi-escavados são estruturas construídas a partir da remoção de uma parte do solo e alocada para a composição dos taludes (Figura 02).



Figura 02. Tanques semi-escavados
Fonte: Cantizani, 2013

Os viveiros semi-escavados são desprovidos de revestimento e recebem compactação mecânica no fundo e nos taludes para retenção da água. As dimensões (comprimento e largura) e o layout dos viveiros variam de acordo com as condições topográficas do terreno ou do nível de investimento em terraplenagem para sua construção. A altura média da coluna d'água armazenada nestas estruturas é de 1,5 m.

A produtividade de tambaqui cultivado em viveiros semi-escavados em sistema semi-intensivo alcança em torno 8.000kg/ha/ciclo, e a densidade de estocagem utilizada é em torno de 5.000 peixes/ha.

3.6.2. Barragem

Barragens são estruturas de contenção de água, isto é, barreiras artificiais construídas em cursos d'água (Figura 03) com o objetivo de reter ou armazenar grandes volumes de água para diversos usos, sendo um destes a aquicultura.



Figura 03. Modalidade de produção semi-intensiva Barragem
Fonte: Cantizani, 2013

É praticada em reservatórios de pequenas ou grandes dimensões, naturais ou artificiais. Neste sistema, o número de peixes por unidade de área é baixo, estocagem menor que 2.000 peixes/ha, sem monitoramento da qualidade de água.

É caracterizado por povoamento e repovoamento, onde a produção da biomassa é dependente dos alimentos naturais produzidos nos diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar desses ecossistemas. O controle de peixes nesse ambiente é muito difícil. Está voltado à produção de peixes para consumo familiar ou a fins de lazer sem uma preocupação maior com o controle de espécies e predadores, sem grandes cuidados com a alimentação dos peixes.

Para WOYNAROVICH (1985), a produção dos peixes nesse sistema depende, de principalmente, de três fatores:

- Capacidade de suporte alimentar da água, ou seja, da produtividade natural da água que depende da qualidade de nutrientes contida na mesma (fosforo, nitratos e materiais orgânicos) e do solo;
- Escolha de espécies adequadas, taxa de povoamento;
- Bom manejo da produção de peixes.

3.6.3. Tanques-rede

Os tanques são construídos em uma variedade de formas e materiais, tais como ferro, pvc e nylon e outros materiais sintéticos (Figura 04). Eles variam em tamanho de um a centenas de metros cúbicos e podem ter qualquer formato, tendo as formas quadrada, retangular ou cilíndrica como as mais típicas (INTRODUCTION ..., 1999).



Figura 04. Modalidade de produção intensiva em Tanque-rede
Fonte: Cantizani, 2013

De acordo com SCHIMITTOU (1995), os tanques-rede são considerados de pequeno volume e alta densidade PVAD, com volume até 6m^3 , sendo possível produzir entre 150 e 250 $\text{kg}/\text{m}^3/\text{ciclo}$ em tanques de 1 e 4m^3 , enquanto os tanques-rede com volume superior a 18m^3 , são de grande volume e baixa densidade GVBD, variando a biomassa econômica entre 20 e $80\text{kg}/\text{m}^3$.

No Brasil, a maioria dos trabalhos com diferentes dimensões dos tanques-rede são com espécies nativas. GOMES et al. (2003), avaliando o efeito do volume do tanque-rede na produtividade de juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* durante a recria, em tanques-rede de 1 e 6m^3 , não observaram diferença no crescimento, em peso, comprimento, sobrevivência, produção por volume e ganho de peso entre os tratamentos.

O cultivo de tambaqui em tanques-rede aproveitando recursos hídricos disponíveis tem alcançado boa produtividade, indicando que essa modalidade de piscicultura intensiva é promissora para a criação do tambaqui na região amazônica (CHAGAS et al. 2007), bem como em outras regiões brasileiras (LOPERA-BARRETO et al. 2011).

3.6.4. Canal de igarapé

O cultivo em canal de igarapé (Figura 05) é um sistema intermediário entre criação em viveiro e ambiente natural, uma vez que, para esse tipo criação são usados igarapés dentro de mata que possuem elevado fluxo de água, além do controle populacional e alimentação artificial.



Figura 05. Sistema de fluxo contínuo modalidade canal de igarapé.
Fonte: Cantizani, 2013

O sistema de cultivo em canal de igarapé oferece algumas vantagens, se compara do ao cultivo em viveiros, tais como: permitir maiores taxas de estocagem e maior produção de biomassa por unidade de volume do que o sistema semi-intensivo (viveiro), visto que a água com elevada carga de matéria orgânica está sendo constantemente substituída por água limpa; ocupar menor espaço que viveiros ou barragens; facilitar as operações de despesca, alimentação e observação dos peixes (área inundada é menor) e propiciar menores custos de mão-de-obra no manejo do sistema.

3.7. Alimentação

A eficiência alimentar e o crescimento de uma espécie de peixe são os principais fatores para que se possa definir a viabilidade de sua produção em escala industrial (HUNG et al., 1989).

Adequadas frequências de arrazoamento podem levar a uma menor variação no tamanho entre peixes (THOMASSEN e FIGAERA, 1996); (WANG et al., 1998), o que facilita o manejo e a futura comercialização (HAYASHI et al., 2004).

Além da frequência, a quantidade correta de alimento diário é determinante no custo e saída dos animais do sistema de produção. Este parâmetro é uma chave importante para melhorar as operações de cultivo tanto econômicas como ambientalmente (BUREAU et al., 2006).

Um dos fatores que determinam a frequência alimentar adequada é o estado de desenvolvimento dos animais, sendo que peixes jovens apresentam maior atividade metabólica e necessitam de um intervalo menor entre as refeições em relação aos animais adultos (CARNEIRO e MIKOS, 2005).

O conhecimento do nível de alimentação ótimo para cada espécie e fase de desenvolvimento é fundamental, uma vez que algumas espécies animais reduzem o crescimento sobre determinadas condições de peso e temperatura, quando recebem quantidades de alimentos superiores aos índices de saciedade. Esse fato se deve à diminuição do oxigênio dissolvido na água, ao aumento de metabólitos tóxicos, desenvolvimento de patógenos, entre outros, que podem resultar em perda do apetite e diminuição no crescimento (MULLER-FEUGA, 1999).

3.8. Modelagem matemática

Os modelos matemáticos podem ser utilizados como ferramentas para estimar as exigências dos animais e o valor nutritivo dos alimentos em cada cenário de produção agrícola e, portanto, tem um papel importante no fornecimento informações que podem ser utilizadas no processo de tomada de decisão objetivando aperfeiçoar a eficiência técnica e econômica do sistema de alimentação (REZENDE et al., 2011).

Um modelo matemático integrado de nutrição animal é definido como um conjunto de coeficientes de transferência e equações que descrevem as diversas funções fisiológicas dos animais (GILL et al., 1989).

Existem alguns trabalhos em que os autores propõem um modelo de programação matemática para maximizar os lucros em uma ou mais propriedades rurais. FRIZZONE et al. (1994) propõem um modelo para maximizar o lucro de uma propriedade onde são cultivadas cinco culturas distintas sob processo de irrigação conhecido como pivô-central. As restrições impostas basicamente dizem respeito à área máxima disponível sob cada cultura e à disponibilidade de água.

SANTOS (1990) também propõe um modelo de programação linear para maximizar o lucro de uma propriedade rural, por meio da melhor combinação de culturas. As restrições impostas ao problema por ele apresentado dizem respeito à disponibilidade de terra, mão-de-obra, trator e animais de trabalho.

3.9. Qualidade da água em viveiros de piscicultura

A aquicultura, como atividade zootécnica, utiliza significativas quantidades de água em seus processos produtivos, deteriorando sua qualidade e gerando efluentes com características que podem comprometer o meio ambiente receptor. Desta forma, pesquisas têm sido realizadas no sentido de avaliar e melhorar a qualidade da água de cultivo e, conseqüentemente, dos efluentes dirigidos ao meio ambiente, tornando essa atividade mais sustentável.

Dentre os fatores que levam à deterioração da qualidade da água em sistemas de cultivo pode-se destacar a densidade e a espécie de peixe utilizada, assim como o manejo (adubação e arraçoamento). Esses fatores influenciam, sobretudo, os nutrientes, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, matéria orgânica, pH, biomassa bentônica e planctônica (MINUCCI, 2005).

Segundo SIPAÚBA-TAVARES et al. (1999), o cultivo de peixes enriquece com material orgânico e inorgânico a coluna de água, através da eliminação de fezes e excreção, alimento não ingerido, descamação, mucos, vitaminas e agentes terapêuticos que podem também ter implicações e possíveis efeitos

sobre a qualidade da água. As fezes excretadas diariamente pela população de peixes é uma das principais fontes de resíduos orgânicos em sistemas aquícolas (KUBITZA, 1999).

Na medida em que a produção e a taxa de alimentação aumentam, a água dos viveiros se torna rica em nutrientes e matéria orgânica. Experiências comprovam que os viveiros têm uma habilidade notável para assimilar resíduos, através da degradação microbiana do carbono orgânico em dióxido de carbono e água, conversão de amônia em nitrato e a transformação do nitrato em nitrogênio gasoso pelas bactérias, volatilização da amônia e acumulação de fósforo e nitrogênio orgânico nos sedimentos do fundo dos viveiros (BOYD, 1997).

BACCARIN (2002) avaliou o impacto ambiental dos diferentes manejos e a quantificação das cargas de nutrientes na criação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tendo concluído que os manejos alimentares tiveram efeitos significativos sobre as variáveis de qualidade da água de cultivo. Deixando clara a superioridade da qualidade da água de abastecimento, evidenciando o impacto da piscicultura.

ZANIBONI FILHO et al. (1997) analisaram a qualidade do efluente produzido por diversos viveiros de uma estação de piscicultura, contendo cerca de 150 tanques em uma área inundada de 4,5 ha. Os resultados indicaram uma alteração na qualidade da água ao longo do sistema, do abastecimento ao descarte do efluente. Dentre os fatores analisados, verificou-se uma redução na taxa de oxigênio dissolvido, aumento na concentração de nitrogênio amoniacal e um aumento no valor da turbidez.

TOLEDO & CASTRO (2003), avaliando o impacto causado por efluentes de viveiros de tambaqui *Colossoma macropomum*, pacu *Piaractus mesopotamicus*, matrinchã *Brycon sp.*, curimba *Prochilodus lineatus*, pintado *Pseudoplatystoma sp.* e tambacu na Estação de Piscicultura de Alta Floresta, em Mato Grosso-BR, verificaram haver diferenças entre as águas dos efluentes dos viveiros e aquele do reservatório de abastecimento, para as variáveis pH, condutividade elétrica, turbidez e transparência.

3.10. Avaliação econômica

3.10.1. Custo de produção

O custo de produção é um instrumento importante da administração que auxilia o empresário na comparação do desempenho de diferentes atividades bem como, na avaliação econômica das técnicas empregadas, permitindo o estabelecimento de padrões de eficiência para maiores rendimentos e menores custos. Ou seja, o conhecimento detalhado do custo de produção pode ser uma ferramenta importante para adequação da tecnologia de produção frente aos preços de mercado do produto (SCORVO FILHO et al., 2004).

Na estrutura do custo total de produção os itens do custo de produção são classificados em custo fixo e custo variável. O custo fixo pode ser definido como o custo dos recursos com duração superior ao ciclo de produção, não variam com a quantidade produzida.

A depreciação é utilizada na estimativa da desvalorização de um bem de capital, que tem vida útil limitada e superior a um ciclo de produção.

O custo variável é o custo dos recursos aplicados e/ou consumidos á curto prazo e incorporando totalmente ao produto.

Para MARTINS & BORBA (2008), o custo de produção é um instrumento importante da administração, porque auxilia o produtor ao permitir uma comparação do desempenho das linhas de exploração, averiguação de técnicas de exploração mais adequadas, estabelecimento de padrões de eficiência visando melhoria de rendimentos e redução de custos, avaliação do desempenho das máquinas e mão-de-obra.

Fornece ainda subsídios à formulação de políticas agrícolas, como estabelecimento de preço mínimo, necessidades de crédito rural, fixação de preços controlados pelo governo e divulgação de uma nova tecnologia.

3.10.2 Indicadores de Rentabilidade

Para a análise da rentabilidade do empreendimento, vários indicadores podem ser considerados como receita bruta, receita líquida, lucro, margem bruta, índice de lucratividade, custos médios, e outros.

Segundo SCORVO FILHO et al., 2004, a Receita Bruta é o valor obtido com a venda da produção calculado pela seguinte fórmula:

$$RB = Q \times P,$$

Onde, Q= quantidade vendida e P é o preço unitário de venda.

O Retorno Líquido é o resíduo que deve remunerar o empresário, calculado pela seguinte fórmula:

$$RL = RB - CTP$$

Onde, RB= receita bruta; CTP= custo total produção.

Os custos médios representam a relação entre os diferentes custos e a quantidade produzida, ou seja, é o custo por unidade produzida:

$$\text{Custo médio} = \text{Custo} / Q$$

Onde Custo= custo fixo, variável ou total e Q= quantidade produzida.

O Ponto de Nivelamento é um indicador interessante para avaliação econômica da atividade produtiva uma vez que mostra qual o preço mínimo (PN) ou a produção mínima (QN) que é necessária para cobrir um determinado custo de produção. Os pontos de nivelamento são obtidos a partir da igualdade entre receita e custo (Scorvo Filho et al., 2004).

3.10.3. Indicadores de Viabilidade Econômica

É considerado investimento em um projeto o capital empregado nos negócios da empresa com o propósito de gerar produtos e serviços no futuro (NORONHA, 1981). Os investimentos realizados envolvem a compra e instalação de equipamentos tais como, balanças, moedores, etc.

O valor residual dos itens com vida útil superior ao horizonte do projeto encontrado no último ano do fluxo de caixa é calculado pela seguinte fórmula:

$$VR = Vi - H \times D$$

Sendo:

VR = Valor residual em R\$

Vi = Valor inicial do bem em R\$

H = Horizonte do projeto

D = Valor da depreciação por ano, em R\$

O Valor Presente Líquido (VPL) reflete o valor adicionado pelo processamento do resíduo em valores monetários do investimento, medida pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa, a uma determinada taxa de desconto (KASSAI et al., 1999). Indica quanto o investidor irá receber acima da taxa de atratividade ao longo do projeto, em valores atuais.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa de desconto que iguala, num único momento, os fluxos de entrada com os de saída de caixa. Em outras palavras, é a taxa que produz um Valor Presente Líquido (VPL) igual a zero (KASSAI et al., 1999). Se a TIR apresentar resultado superior à taxa mínima de atratividade de retorno previamente definida, o investimento é aprovado, caso contrário, é rejeitado.

A Relação Benefício Custo (RBC) é medida por meio da relação entre o valor presente dos fluxos de caixa positivos (entradas) e o valor presente dos fluxos de caixa negativos (saídas), usando como taxa de desconto a taxa mínima de atratividade (TMA) do projeto. Indica o retorno apurado para cada unidade investida, com os valores atualizados pela taxa de atratividade.

O Período de Recuperação do Capital (PBS) – É o período em que os valores dos investimentos (fluxo negativos) se anulam com os respectivos valores de caixa (fluxos positivos). Ele é encontrado somando os valores dos fluxos de caixas negativos com os valores dos fluxos de caixa positivos, até o momento em que essa soma resulta em zero (KASSAI et al., 1999). Indica o período necessário para que o montante investido retorne ao investidor.

O Período de recuperação do capital econômico (PBE) – Proporciona uma análise mais elaborada, levando em consideração o fluxo de caixa descontado. Para determiná-lo basta descontar os valores pela taxa mínima de atratividade (TMA) e verificar o prazo de recuperação do capital (KASSAI et al., 1999).

SILVA & SOARES (2009) avaliaram a viabilidade de investimento na produção de tilápia em tanques rede e obtiveram para um capital imobilizado de R\$210.394,00 um VPL de R\$2.254.570,53 e RBC de 1,34, a uma TMA de 6% a.a. e TIR > 100%.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e período de realização do experimento

O experimento foi realizado na fazenda Ecology Pescados (02°46' 38,51''S – 59°21' 50,27''W), localizada no Km 127 da rodovia Am-010 a 11 km no Ramal do Banco no município de Rio Preto da Eva (Figura 06).

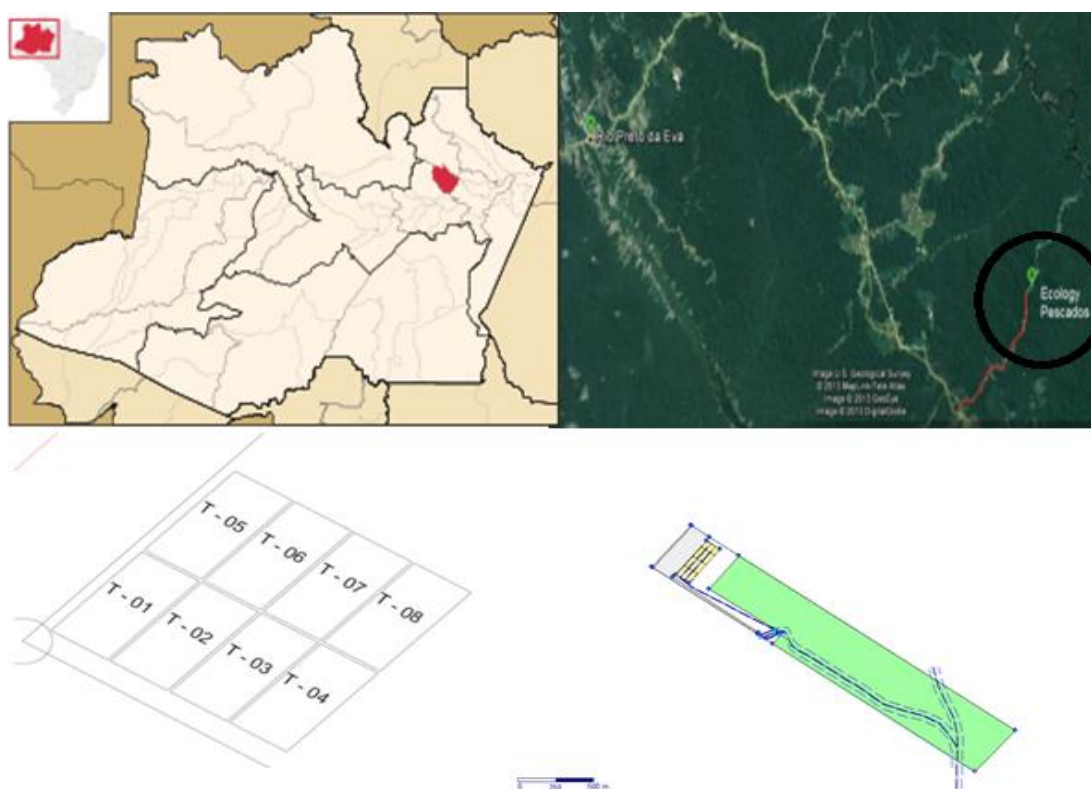


FIGURA 06. Localização da fazenda Ecology Pescados

Fonte: Google mapas.

Adaptado por Marcelo Cantizani

4.2. Animais utilizados no experimento

Foi adquirido um lote de 40.000 juvenis da fazenda São Judas Tadeu no km 110 da rodovia Am-010 onde foram transportados em sacos plásticos com

oxigênio em seguida serão colocados em um tanque semi-escavado com o diâmetro de 40x80 metros com uma profundidade média de 1,50 m para aclimatação.

4.3. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento para amostras independentes, com 02 (dois) tratamentos e 04 (quatro) repetições cada, totalizando 08 (oito) unidades experimentais (Figura 07).

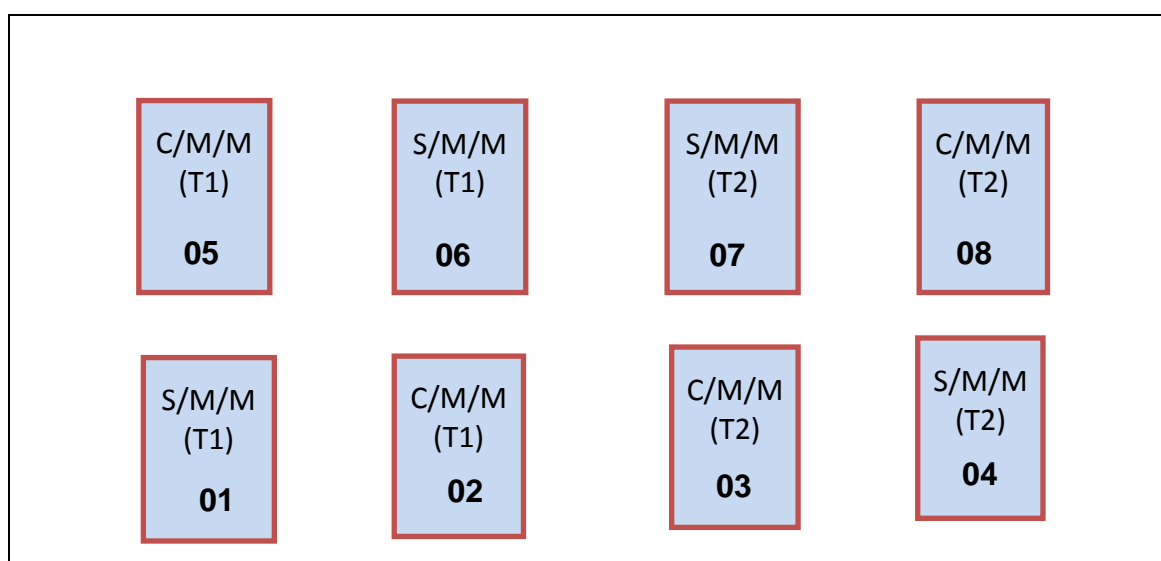


Figura 07. Distribuição aleatória dos tratamentos nas unidades experimentais. S/M/M: Sem modelo matemático; C/M/M: Com modelo matemático.

Foi utilizado um lote homogêneo de 40.000 alevinos de tambaqui (*C. macropomum*) com peso médio inicial de $11,8 \pm 3,02$ g e comprimento médio padrão de $7,0 \pm 4,0$ cm, oriundos de estação de reprodução de peixes da região. Cada unidade experimental será povoada com 5.000 peixes distribuídos aleatoriamente.

Os tratamentos foram os seguintes: Tratamento (T1): Viveiros semi-escavados utilizando o modelo tradicional; Tratamento (T2): Viveiros semi-escavados utilizando o modelo matemático de crescimento.

4.4. Descrição das unidades experimentais

Foi utilizados oito tanques semi-escavados medindo 40 metros de largura e 80 metros de comprimento com uma profundidade média de 1,50 metros

abastecida pelo um sistema de bombeamento de uma barragem através de tubo de pvc medindo 125 mm de diâmetro e sem um sistema de escoamento para drenagem da água, (Figura 08).



Figura 08. Unidades experimentais.
Fonte: Cantizani, 2013

4.5. Alimentação dos animais do experimento

Os peixes foram alimentados, às 8 h e 16 h com ração comercial duas vezes ao dia com ração de 28% (PB) 3% da biomassa até o final do experimento.

4.6. Biometrias

As biometrias foram realizadas com amostragem de 03% (três) da população de cada unidade experimental, correspondendo a 150 (cento e cinquenta) indivíduos e 1200 (mil e duzentos) no total.

As amostragens dos peixes ocorrerão com auxílio de redes de pesca com malha de 15 mm sem nó. O peso (g) e o comprimento padrão (cm) foram aferidos com auxílio de balança eletrônica com precisão de 1,0 g e ictiômetro, respectivamente (Figura 09 e 10). Para minimizar o estresse durante o manejo,

os animais foram anestesiados em solução de eugenol/benzocaína na proporção de 1g/10mL de álcool etílico P.A. 95% (VIDAL et al., 2008).



Figura 09. Balança eletrônica.
Fonte: Cantizani, 2013



Figura 10. Ictiômetro.
Fonte: Cantizani, 2013

4.7. Modelo matemático do arraçoamento

Para esse modelo foi aplicado a equação citada por (Cavero et al.2009) calculado a 3% da biomassa (Gráfico 03).

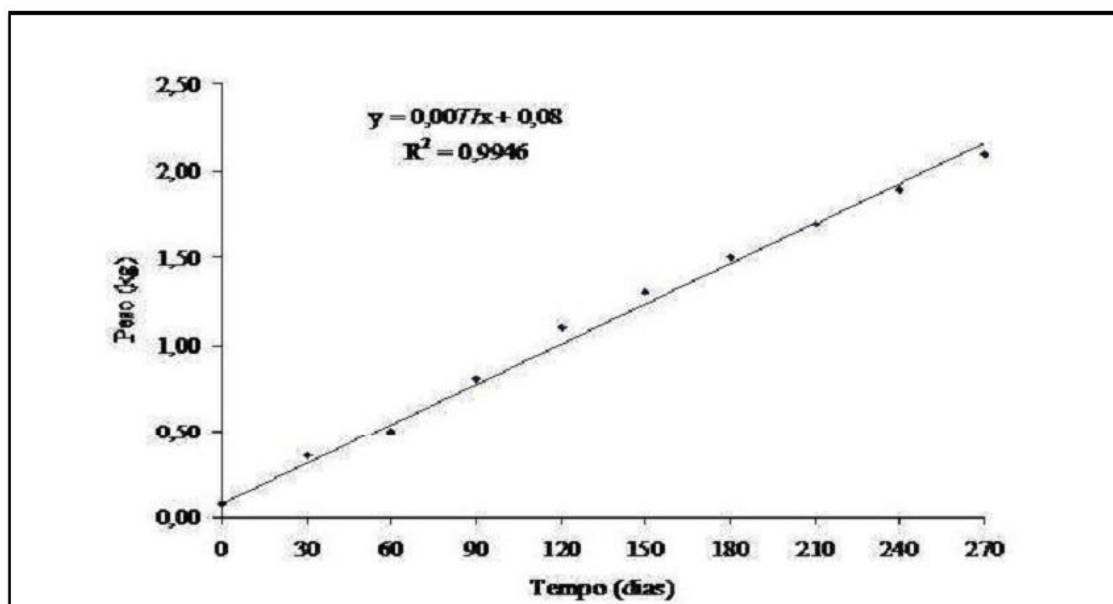


Gráfico 03. Perfil de crescimento do Tambaqui (peso médio/g) em viveiros escavados de fundo de argila (área=1,5 hectares) período de engorda de 270 dias, acrescido 45 de recria.

Quadro 01. Quantidade de ração a oferecer utilizando o modelo matemático de crescimento em um período de 30 dias de cultivo.

Y	A	X	B	3%		Qtd. Ração a oferecer
0,0120	0,0077	0	0,0118	0,000	5000	1,80
0,0150	0,0077	1	0,0118	0,000	5000	2,25
0,0190	0,0077	2	0,0118	0,001	5000	2,85
0,0250	0,0077	3	0,0118	0,001	5000	3,75
0,0300	0,0077	4	0,0118	0,001	5000	4,50
0,0360	0,0077	5	0,0118	0,001	5000	5,40
0,0410	0,0077	6	0,0118	0,001	5000	6,15
0,0450	0,0077	7	0,0118	0,001	5000	6,75
0,0520	0,0077	8	0,0118	0,002	5000	7,80
0,0567	0,0077	9	0,0118	0,002	5000	8,51
0,0620	0,0077	10	0,0118	0,002	5000	9,30
0,0673	0,0077	11	0,0118	0,002	5000	10,10
0,0726	0,0077	12	0,0118	0,002	5000	10,89
0,0779	0,0077	13	0,0118	0,002	5000	11,69
0,0832	0,0077	14	0,0118	0,002	5000	12,48
0,0885	0,0077	15	0,0118	0,003	5000	13,28
0,0938	0,0077	16	0,0118	0,003	5000	14,07
0,0991	0,0077	17	0,0118	0,003	5000	14,87
0,1044	0,0077	18	0,0118	0,003	5000	15,66
0,1097	0,0077	19	0,0118	0,003	5000	16,46
0,1150	0,0077	20	0,0118	0,003	5000	17,25
0,1203	0,0077	21	0,0118	0,004	5000	18,05
0,1256	0,0077	22	0,0118	0,004	5000	18,84
0,1309	0,0077	23	0,0118	0,004	5000	19,64
0,1362	0,0077	24	0,0118	0,004	5000	20,43
0,1415	0,0077	25	0,0118	0,004	5000	21,23
0,1468	0,0077	26	0,0118	0,004	5000	22,02
0,1521	0,0077	27	0,0118	0,005	5000	22,82
0,1574	0,0077	28	0,0118	0,005	5000	23,61
0,1627	0,0077	29	0,0118	0,005	5000	24,41
0,1680	0,0077	30	0,0118	0,005	5000	25,20

Onde:

Y: Ganho de Peso

X: Tempo (Dias)

A: Crescimento (Dia)

B: Peso inicial

4.8. Modelo tradicional de arraçamento

Foi coletada uma amostra representativa de cada viveiro (125 peixes) onde foram pesados em uma balança para obtenção do peso médio em seguida foi calculado a 3% da biomassa total do tanque para obtenção da quantidade diária de ração a ser oferecida a cada tanque (Gráfico 04).

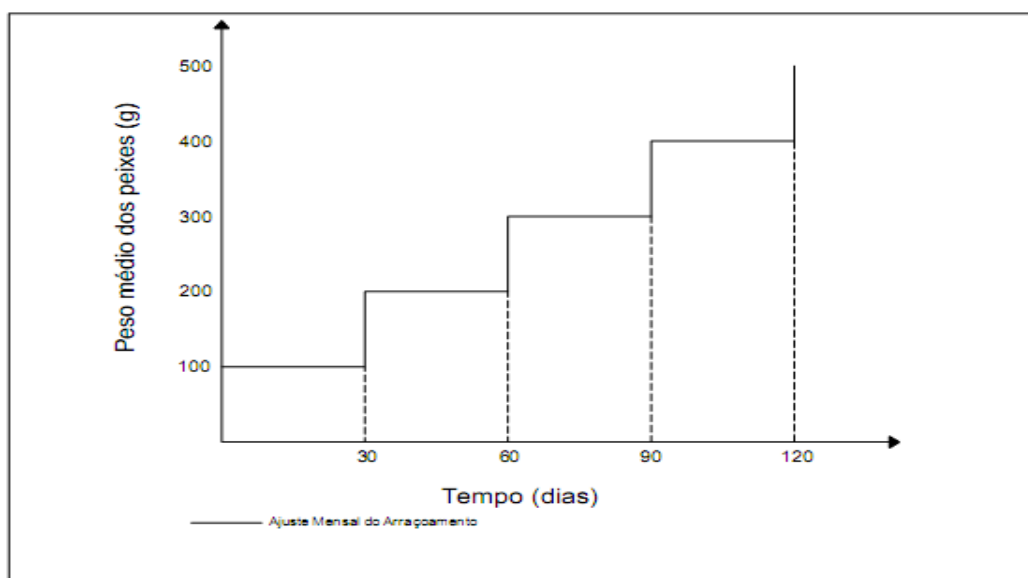


Gráfico 04. Gráfico do modelo tradicional de arraçamento.

O gráfico do modelo tradicional de arraçamento com o modelo matemático sugerindo um ajuste diário no arraçamento em função do perfil de crescimento submetendo um ajuste de 3% do crescimento diário durante o período de cultivo (Gráfico 05).

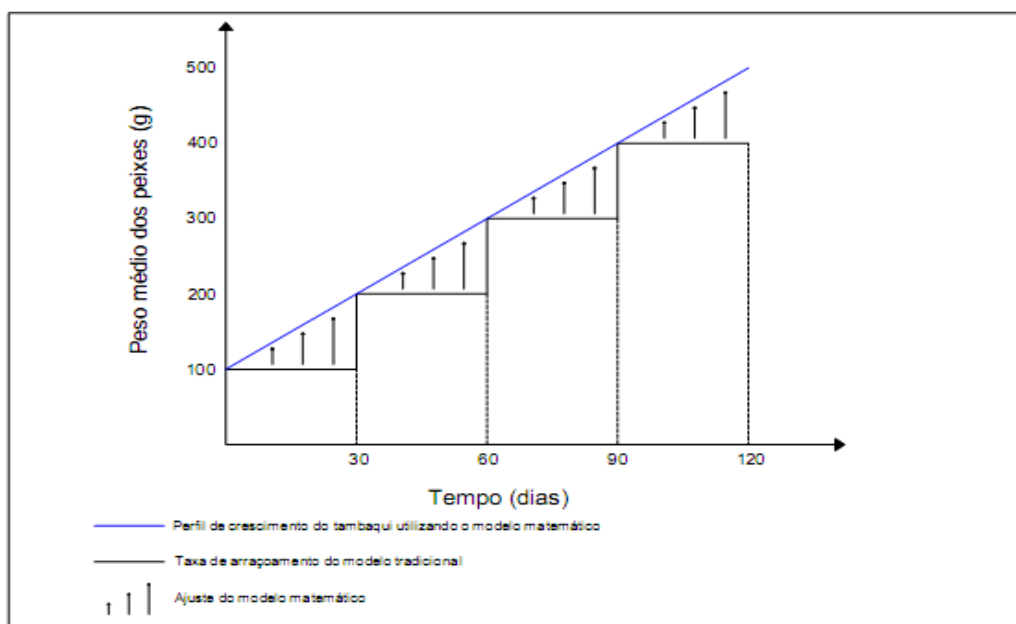


Gráfico 05. Gráfico dos dois modelos de arraçamento.

4.9. Parâmetros de desempenho zootécnico

A avaliação do desempenho produtivo dos peixes foi realizada através das análises das seguintes variáveis zootécnicas:

4.9.1. Ganho de Peso

O ganho de peso (GP) representa o incremento de biomassa durante o período de cultivo dos peixes. O GP foi obtido pela relação:

$$\text{GP} = \text{Peso médio final} - \text{Peso médio inicial}$$

4.9.2. Taxa de Crescimento Específico

Usualmente descrita em termos percentuais, a taxa de crescimento específica (TCE) representa o acréscimo de peso diário dos peixes durante o período de cultivo. A TCE será obtida pela relação:

$$\text{TCE} = (\text{Ln massa final} - \text{Ln massa inicial}) / \text{dias} \times 100\%$$

Onde: Ln representa o logaritmo natural;

4.9.3 Conversão Alimentar Aparente

A conversão alimentar aparente indica a quantidade aparente de alimento ofertado convertido em biomassa. A taxa de CAA será obtida através da razão entre quantidade de ração ofertada e o ganho de peso:

$$\text{CAA} = (\text{Quantidade de ração ofertada} / \text{ganho de peso})$$

4.9.4. Fator de Condição

O fator de condição é a relação entre o peso e o comprimento corporal e permite calcular um parâmetro que determina o grau de bem estar do peixe. O fator de condição (k) será obtido pela relação:

$$k = W/l^b, \text{ onde:}$$

k=fator de condição;

W= Peso corporal (g);

L = comprimento corporal total (cm)

b = coeficiente de regressão.

4.9.5 Taxa de Sobrevivência

$$(S) = n^{\circ} \text{ inicial de peixes} - n^{\circ} \text{ final de peixes} \times 100\%.$$

4.10. Monitoramento da qualidade da água

As coletas de água para análise em laboratório foram realizadas em intervalos de 15 (quinze) dias. A transparência da água foi monitorada diariamente com disco de Secchi (cm); as variáveis pH, oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) foram monitoradas (in loco) diariamente com aparelhos digitais.

Para as análise de nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ mg/L) foi utilizado o método de Nessler e nitrito (mg/L NO_2^-) com o método de Persulfato/Brucina onde foram analisadas no laboratório de Inovações Tecnológicas em Aquicultura da Universidade Federal do Amazonas.

4.11. Análise econômica

Para análise de viabilidade econômica foram levantados os custos de investimentos fixos e de produção. As análises de projeção de investimento foram realizados a partir de um fluxo de caixa com horizonte projetado de dez anos utilizado pelas instituições de fomento. Para efeito de rentabilidade do sistema de produção foi calculada a taxa interna de retorno e período de recuperação do capital.

4.11.1. Custo de investimento fixo

Foram incluídos nesses custos mão de obra, mão de obra avulsa, assistência técnica e energia elétrica.

Custo fixo (CF)

Mantem constantes quer a empresa produza ou não, isto é, mantém inalterados qualquer que seja o nível de atividade. Estes custos não se alteram dentro do mesmo intervalo de dimensão, mas fora dele já são possíveis alterações. Ex: Amortizações, custo com o pessoal, impostos indiretos, etc.

4.11.2. Custo de produção

Foi considerado os mesmos componentes utilizados por Melo et al., 2001, são eles:

4.11.3. Custo operacional efetivo (COE)

O custo operacional efetivo (COE) refere-se apenas aos gastos realizados na condução da atividade. São os gastos de custeio da atividade e, normalmente, implicam o desembolso do produtor (ração, alevinagem).

4.11.4. Custo operacional total (COT)

O custo operacional total (COT) corresponde ao custo operacional efetivo mais os custos correspondentes à mão-de-obra do proprietário e à perda de valor do capital investido (depreciação) como, por exemplo, depreciação das instalações e equipamentos, encargos diretos, encargos financeiro do capital de custeio e manutenção de instalação.

4.11.5. Custo total de produção (CTP)

Foi calculado pela soma do custo operacional total (COT) e a remuneração ao capital fixo investido, a uma taxa de juros de 7,75% a.a.,

calculada sobre o valor médio desses investimentos, ao longo da vida útil de cada um deles.

4.11.6. Rentabilidade

Para a rentabilidade foi avaliados os seguintes indicadores:

- **Receita bruta (RB):** Será obtida através da venda dos tambaquis curumins;
- **Receita líquida 1:** Será calculada entre a diferença da receita bruta (RB) e o Custo operacional efetivo (COE);
- **Receita líquida 2:** Será calculada entre a diferença da Receita bruta (RB) e o Custo operacional total (COT);
- **Receita líquida 3:** Será calculada entre a diferença da receita bruta e pelo custo total de produção (CTP);
- **Índice de lucratividade:** Será obtido através da relação entre a receita líquida 2 e a receita bruta em percentagem.

4.11.7. Fluxo de caixa

Foram construído a partir das entradas e saídas por ciclo de despesca durante cada ano no período de dez anos, as entradas são constituídas pelas vendas dos tambaquis curumins e os fluxos de saída de caixa considerados do ano zero que resultam dos investimentos realizados no projeto e se seus custos citado por MARTIN et al., (1998).

Os valores de entrada considerados na análise serão:

- i. Receitas das vendas anuais ao final de cada ciclo de produção;
- ii. O valor residual da depreciação das benfeitorias e construções com vida útil acima de 10 anos.

Como saída, será considerado o aporte de recursos em:

- i. Elaboração do projeto técnico e licenciamento ambiental;
- ii. Infraestrutura: construção dos módulos de produção com sistema de drenagem e abastecimento, rede elétrica e galpão;

- iii. Aquisição de equipamentos específicos: bombas elétricas, equipamentos limnológicos, triturador de ração, redes de despesca, balanças e ferramentas;
- iv. Custeio da produção: Alevinos, rações, energia elétrica, fertilizantes químicos, calcário agrícola, mão-de-obra e outras despesas gerais da atividade.

4.11.8. Taxa interna de retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) iguala as inversões ou custos totais aos retornos ou benefícios totais obtidos.

Matematicamente tem-se:

$$\sum_{i=1}^n \frac{R_i - C_i}{(1 + r^*)^i} = 0$$

em que:

R_i – Receita do projeto no ano i;

C_i – Custo do projeto i, inclusive os investimentos;

n - Período em anos;

r* - Taxa interna de retorno.

Um investimento será viável sempre que a TIR for igual ou superior ao custo de oportunidade dos recursos investidos. Este custo de oportunidade corresponde, geralmente, à taxa mínima de atratividade da empresa ou a taxa de juros média de mercado.

4.11.9. Período de recuperação do capital (Pay Back descontado)

Play back é o período de recuperação do investimento, tempo de recuperação, prazos de retorno, etc. O pay back descontado e quase o mesmo

que o pay back, mas antes de calculá-lo, primeiro descontamos seu fluxo de caixa; reduz os pagamentos futuros pelo seu custo de capital de capital.

4.11.10. Análise estatística

Ao início do experimento, foi verificada a homogeneidade das variâncias através do teste de Hartley (Teste da razão máxima). Ao final do experimento as variáveis de desempenho zootécnico, qualidade da água e índices econômicos foram analisados através do Teste *t* de Student para amostras independentes, ao nível de 5% de significância. Os dados foram analisados utilizando o software assistart versão 7.6.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Qualidade da água

A manutenção da qualidade da água em um sistema de produção é um fator importante para o desenvolvimento e sobrevivência no cultivo de peixes (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

Os parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, amônia, nitrito e transparência não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos e encontram-se dentro dos parâmetros normais, segundo Moreira et al. (2001), Arana (2004b) e Melo et al 2001 conforme demonstrado Tabela 02).

Tabela 02 – Medidas dos parâmetros físico-químico das unidades experimentais usadas no cultivo de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) no período de 120 dias.

Variáveis Limnológicas	T1	T2
pH	6,77±0,37a	6,14±0,66a
Condutividade Elétrica (µS/cm)	39,04±7,69a	47,74±7,59a
Temperatura (°C)	29,61±1,04a	29,51±1,05a
Oxigênio (mg/l)	7,38±0,89a	7,19±1,32a
Amônia (mg/l)	0,166±0,152a	0,129±0,122a
Nitrito (mg/l)	0,09±0,023a	0,07±0,04a
Transparência (cm)	18,62±1,84a	22,50±1,19a

Médias e desvio padrão seguidos de letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ($p < 0,05$). T1 – Modelo tradicional de arraçamento; T2 – Modelo matemático de arraçamento.

Os valores de pH apresentaram próximo de neutro, variando de 6,77 para o modelo tradicional de arraçamento e 6,14 para o modelo matemático de crescimento conforme (Gráfico 06), segundo Poli e Arana (2004) e Baldisseroto (2002), onde esses valores se encontram dentro da faixa recomendada para o cultivo.

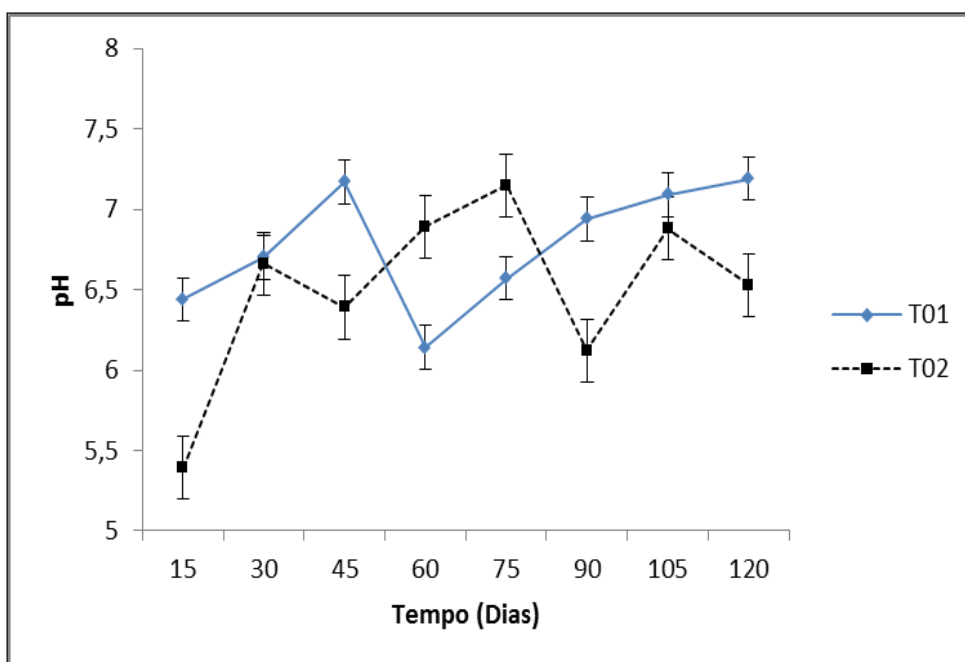


Gráfico 06: Valores médios de pH no cultivo de tabaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

Castro et al. (2002) tiveram resultados semelhante em um estudo sobre avaliação do sistema de produção de tabaqui intensivo em viveiro de terra com aeração, onde se constatou um pH de 7,1 para esse cultivo.

Izel e Melo (2004) tiveram resultado semelhante para o pH, em torno de 7,5 no cultivo de tabaqui em tanque escavado no período de três anos de coleta.

A condutividade elétrica teve uma variação média de 39,04 no modelo tradicional de arraçoamento e 47,74 ms/cm no modelo matemático de crescimento, onde se encontrou na faixa de aceitação para o cultivo (Gráfico 07).

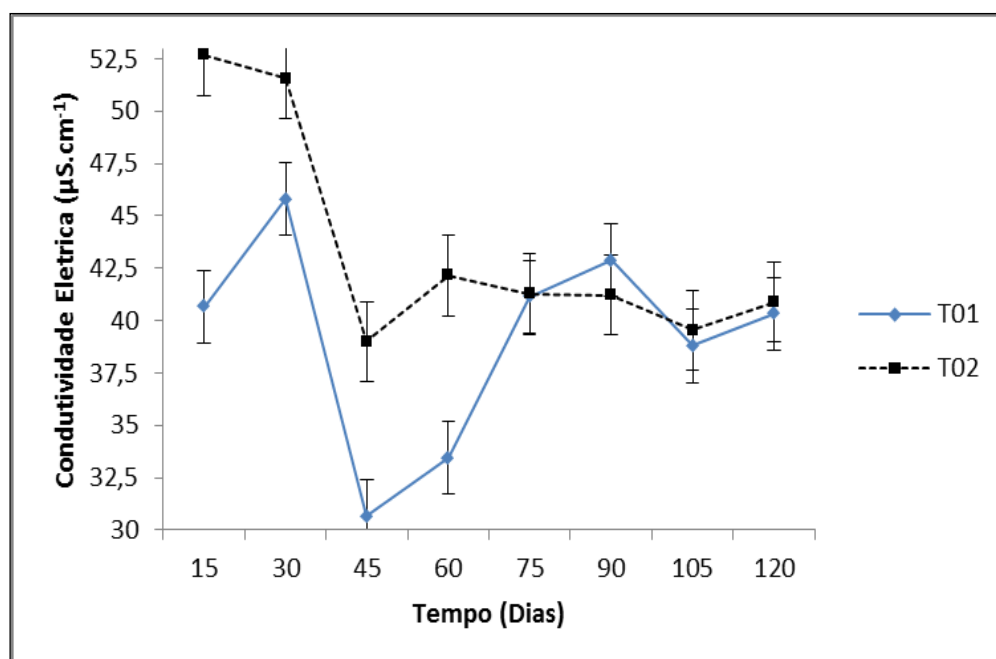


Gráfico 07: Valores médios de condutividade elétrica no cultivo de tabaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

Cavero et al (2009) obteve resultados semelhantes no estudo sobre criação comercial de tabaqui, onde obteve os resultados de 40,0 ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$) na condutividade elétrica em um período de cultivo de 270 dias.

Martins (2010) em um estudo sobre níveis de estresse em alevinos de tabaqui submetidos a diferentes densidades obteve resultados superiores cuja análises mostraram uma media superior a 45,6 ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$).

As médias das temperaturas da água nos dois tratamentos não apresentaram diferença significativa ao longo de 120 dias de cultivo, onde a variação foi de 29,51°C no modelo tradicional de arraçamento e 29,61°C no modelo matemático de crescimento (Gráfico 08).

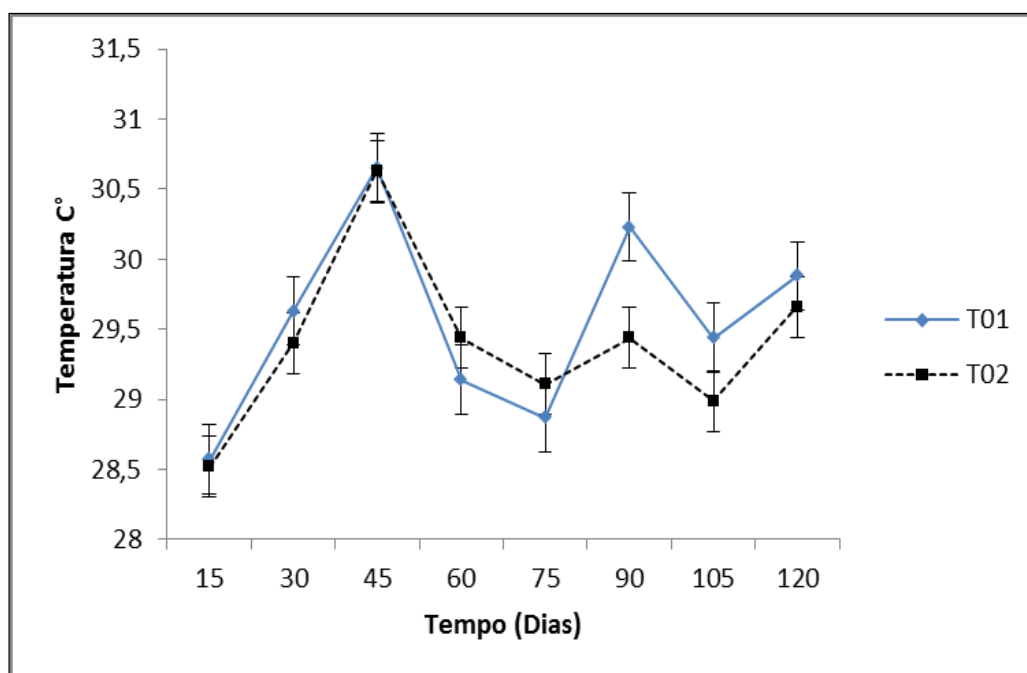


Gráfico 08: Valores médios de temperatura no cultivo de tabaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

Dentre as variáveis físicas a temperatura é um dos fatores que influencia em diversas situações metabólicas que interfere no desempenho dos peixes, podendo interferir diretamente nos parâmetros zootécnicos (BALDISSEROTO, 2002). Essas variações na temperatura da água promovem alterações no consumo de ração e no crescimento (PEZZATO, 1997).

As medias encontram-se dentro dos valores recomendados por Perez et al. (2003) sugere escolher locais em que a temperatura da água do cultivo mantenha-se entre 26 °C a 29 °C, de forma que a água não exceda 30 °C ou tenha mudança brusca de temperatura ao longo do cultivo.

Para oxigênio dissolvido os valores médios se manteve entre 7,18 mg/l no (T1) e 7,38 mg/l no (T2), não havendo diferença significativa nos dois tratamentos (Gráfico 09). Portanto se manteve na concentração ideal para a maioria das espécies neotropicais cultivadas que varia em torno de 5,0 e 9,0 mg/l (Poli e Arana, 2004).

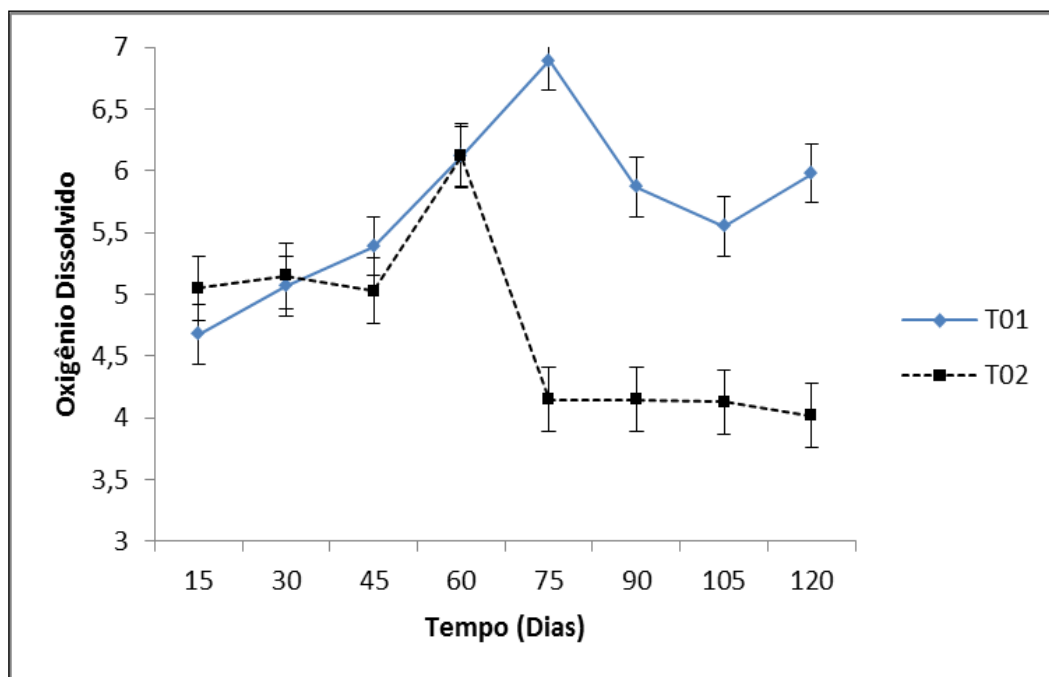


Gráfico 09: Valores médios de oxigênio dissolvido no cultivo de tabaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

Melo et al (2001) obteve resultados de 9,35 mg/l no período do dia em estudos realizados com o tabaqui em viveiros de argila no estado do Amazonas no período de cultivo de dois anos de coleta e análises de dados onde obteve uma produtividade de 10.075 kg/ha/ano.

Castro et al (2002) obteve resultados inferiores em um estudo realizado com sistema de produção de tabaqui intensivo em tanques de terra, onde foram observados os valores médios de 5,86 mg/l ao longo de 180 dias de cultivo.

Em relação à amônia (NH_3) as médias se mantiveram entre 0,166 no (T1) e 0,129 no (T2) (Gráfico 10). Os valores se mantiveram dentro do nível máximo estabelecido para amônia em águas destinadas ao cultivo de organismos aquáticos que é 3,7 mg/l para pH abaixo de 7,5.

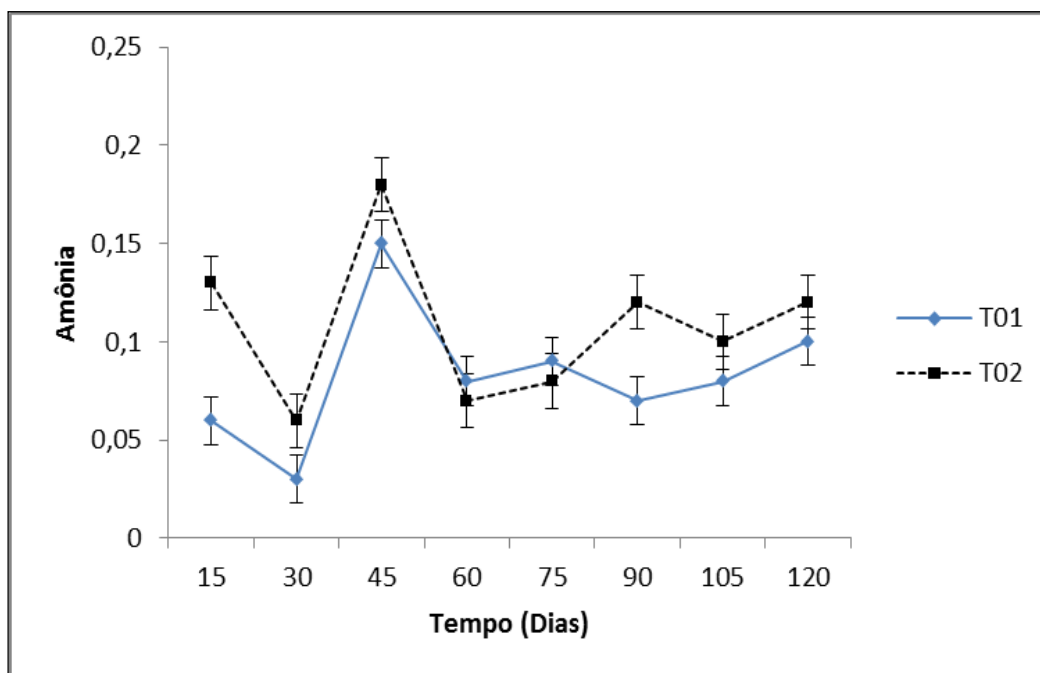


Gráfico 10: Valores médios de amônia (NH_3) no cultivo de tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

Segundo Arana (1997) o aumento da concentração de NH_3 no meio externo, dificulta a excreção da mesma pelos organismos, provocando um aumento no nível de NH_3 no sangue e nos tecidos e também pode afetar a fisiologia dos animais.

Silva e Carneiro (2007) tiveram resultados médios de 0,6 e 0,9 mg/l em estudo da qualidade da água na engorda de tambaqui em viveiros sem renovação de água no período de 150 dias de cultivo.

Os resultados de nitrito se manteve com medias variando entre 0,09 mg/l no tratamento um (01) e 0,07 mg/l no tratamento dois (02) (Gráfico 11), as medidas se encontram dentro da resolução n° 357 do CONAMA (2005) que estabelece o limite máximo de 1 mg/l.

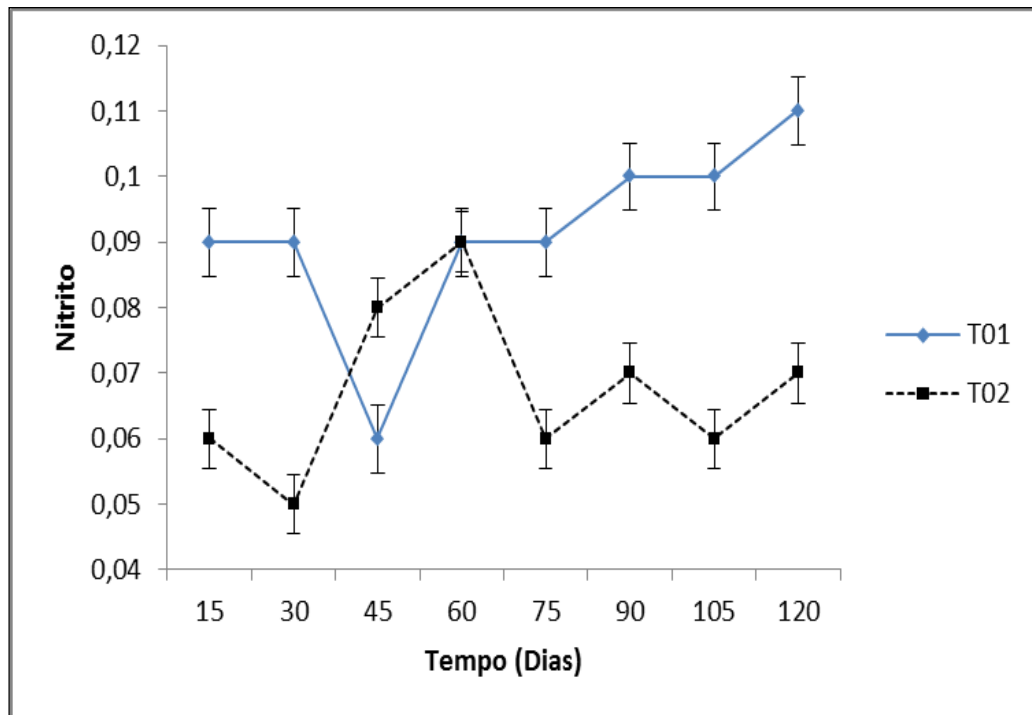


Gráfico 11: Valores médios de nitrito no cultivo de tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

O nitrito é considerado uma substância com pequeno poder tóxico, mas por ser o produto final da nitrificação, pode acumular-se em grandes quantidades, principalmente em sistemas fechados de cultivo (Thurston et al. 1978).

Silva et al (2005) tiveram resultados de 0,01 mg/l no estudo de impacto do manejo de viveiros na qualidade da água durante a recria de tambaqui.

Melo et al (2001) também obteve resultados de 0,01 mg/l no cultivo de tambaqui em viveiros de argila no estado do Amazonas.

Os valores médios encontrados para transparência foram de 18 cm para o modelo tradicional de arraçoamento e de 22 cm para o modelo matemático de crescimento (T2).

Valores registrados neste estudo foram inferiores aos obtidos por MELO et al (2001) na criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/Barragens no estado do Amazonas que encontrou resultado de 40 cm. Esses valores são inferiores aos obtidos por SOUZA et al. (2000), que encontraram valores variando entre 1,15 a 1,20 m na criação de juvenis de pacu, e aos de MIYASAKA &

CASTAGNOLLI (1995), na criação de pacu, tambaqui e seus híbridos, cujos valores variaram entre 20 e 100 cm.

6. Parâmetros de desempenho zootécnico

As análises estatística mostraram que não houve diferença significativa na conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, sobrevivência e fator de condição em relação ao peso final, ganho de peso, ganho de biomassa, biomassa final e consumo de ração as análises mostraram uma diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 03).

Tabela 03 – Índices zootécnicos de juvenis de tambaqui cultivados em viveiros semi-escavados utilizando o modelo matemático de crescimento no período de 120 dias de cultivo.

Parâmetros	T1	T2
Peso Inicial (g)	11,8 ± 1,28a	11,8 ± 1,72a
Peso Final (g)	300,87 ± 8,32a	393,69 ± 51,89b
Ganho de Peso (g)	289,79 ± 7,15a	382,61 ± 50,10b
Ganho de Biomassa	979,25±135,34a	1.409,45±417,86b
Biomassa Final (Kg)	1.505,35±243,75a	1.968,45±222,69b
Consumo de Ração (Kg)	1.745,02 ± 242,37a	2.598,35± 446,32b
Conversão Alimentar Aparente (kg)	1,16 ± 0,13a	1,32 ± 0,21a
Taxa de Crescimento Específico (%)	2,37 ± 1,25a	2,92 ± 2,03a
Sobrevivência (%)	99,07 ± 0,25a	99,34 ± 0,19a
Fator de condição (K)	3,47±0,44a	3,64±0,32a

Médias e desvio padrão seguidos de letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ($p < 0,05$). T1 – Modelo tradicional de arraçamento; T2 – Modelo matemático de arraçamento.

Os valores de peso inicial foram de 11,8 g para os dois tratamentos (T1) e (T2) e os valores de médios de peso final foram de 300,87 g no (T1) e de 393,69 g no (T2) onde apresentaram diferenças significativas entre os dois tratamentos ao longo do período de experimento os valores de peso estão representados no (Gráficos 12).

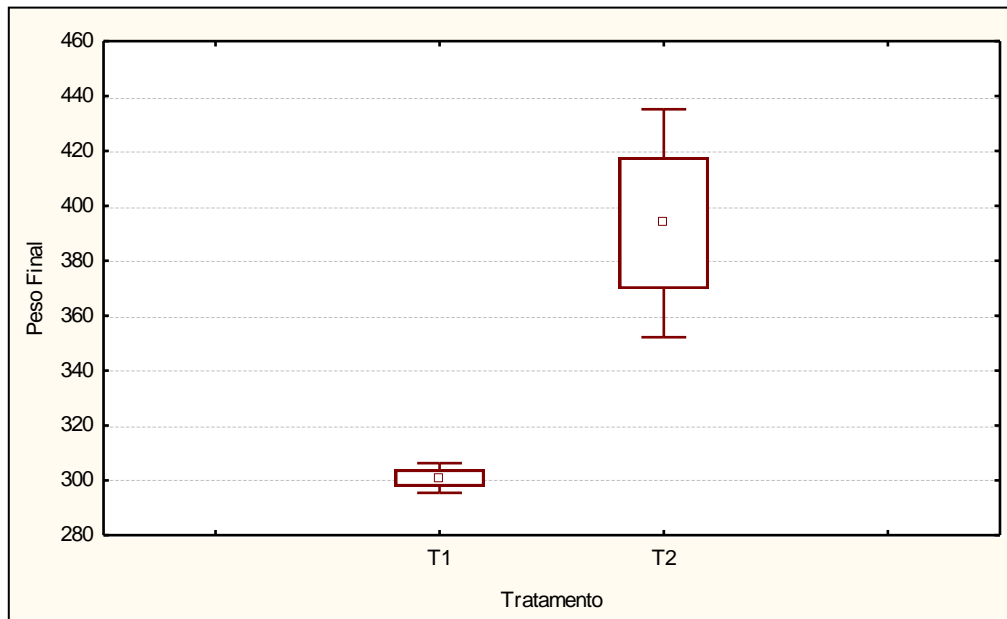


Gráfico 12: Valores médios de Peso final do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

CHAGAS et al. (2003) em 120 dias de cultivo obteve resultados superiores em uma densidade de 15 peixes m^3 cultivados em tanque-rede, onde os peixes das taxas de alimentação entre 3 e 5% apresentaram o peso médio superior 604 e 677g respectivamente.

FERRAZ (2004) criando tambaqui em tanques-rede no lago do Calado, Manacapuru-AM, obteve com a densidade de 70 peixes/ m^3 no período de oito meses ganho de peso de 368,7 g.

BRESSANE (2010) avaliou o desempenho do tambaqui em tanque-rede com diferentes densidades de estocagem cultivados no período de 120 dias onde obteve os resultados de $289,4 \pm 18,28$ g em 50 peixes m^3 , $268,78 \pm 19,7$ g em 70 m^3 e $282,91 \pm 20,2$ g em 90 peixes m^3 ficando próximo ao obtido nesse estudo no mesmo período de cultivo.

Os resultados de ganho de peso foram de 289,79 g no (T1) utilizando o modelo tradicional de arraçoamento e de 382,61g no (T2) utilizando o modelo matemático de arraçoamento, onde apresentaram diferença significativa nas duas formas de manejo (Gráfico 13).

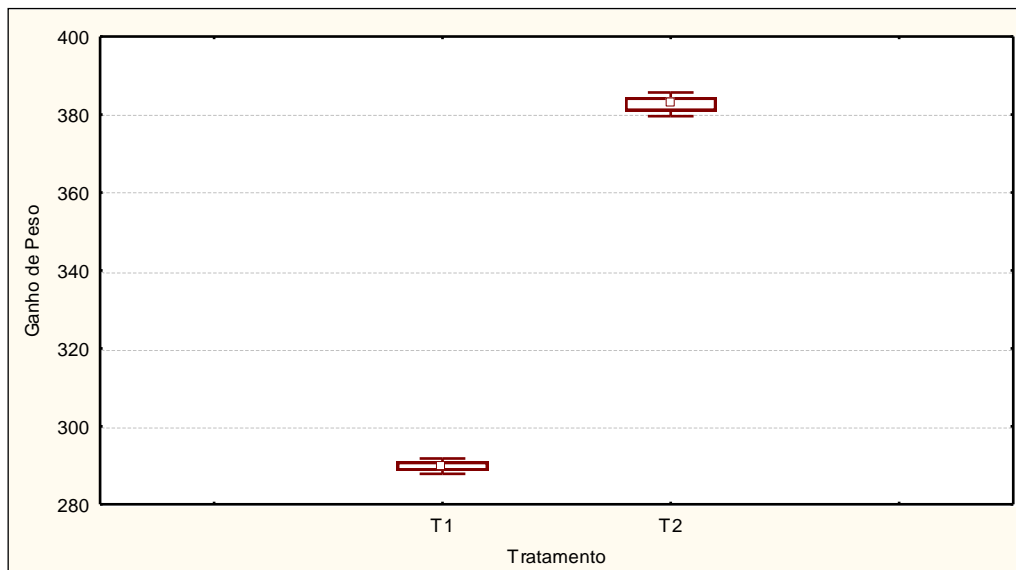


Gráfico 13: Ganho de peso do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

Os valores de ganho de biomassa encontrados nesse estudo foram de 979,25 kg no (T1) utilizando o modelo tradicional de arraçamento e de 1.409,45 kg no (T2) utilizando o modelo matemático de arraçamento onde apresentaram diferença significativa nas duas formas de manejo e de biomassa final foram de 1.505,35 kg no (T1) e de 1.968,45 kg no (T2), onde não apresentaram diferença significativa nas duas formas de manejo (Gráfico 14).

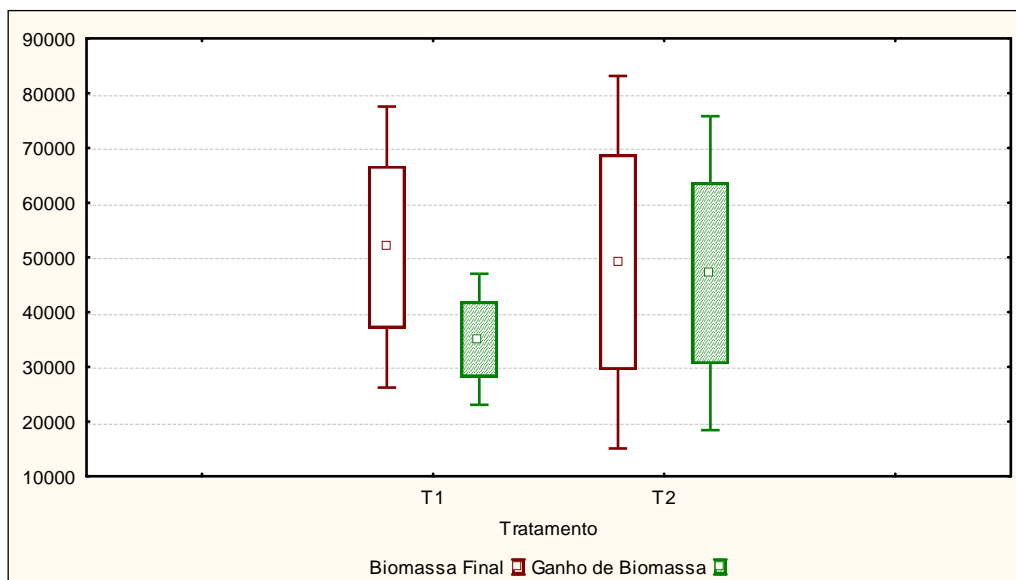


Gráfico 14: Biomassa final e ganha de biomassa do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

A biomassa final nesse estudo foi superior nos dois tratamentos T1 e T2 descrito por Paula (2009), quando avaliou o desempenho produtivo do tambaqui em viveiros, onde obteve rendimento de biomassa de 4.089,8 kg/há.

A produtividade foi inferior no T1 ao citado por Izel e Melo (2004) cultivando tambaqui em tanques escavados onde obteve resultados superiores com uma produtividade de 7,200 kg/há, sendo este valor inferior alcançado no T2 onde a produtividade foi de 7.788,46 kg/há.

Os valores estimados para o consumo de ração apresentaram diferenças significativas entre as duas formas de manejo testadas, os valores obtidos com o modelo tradicional de arraçamento (T1) foi de 1.745,02 Kg e o modelo matemático de crescimento (T2) foi de 2.598,35 Kg (Gráfico 15).

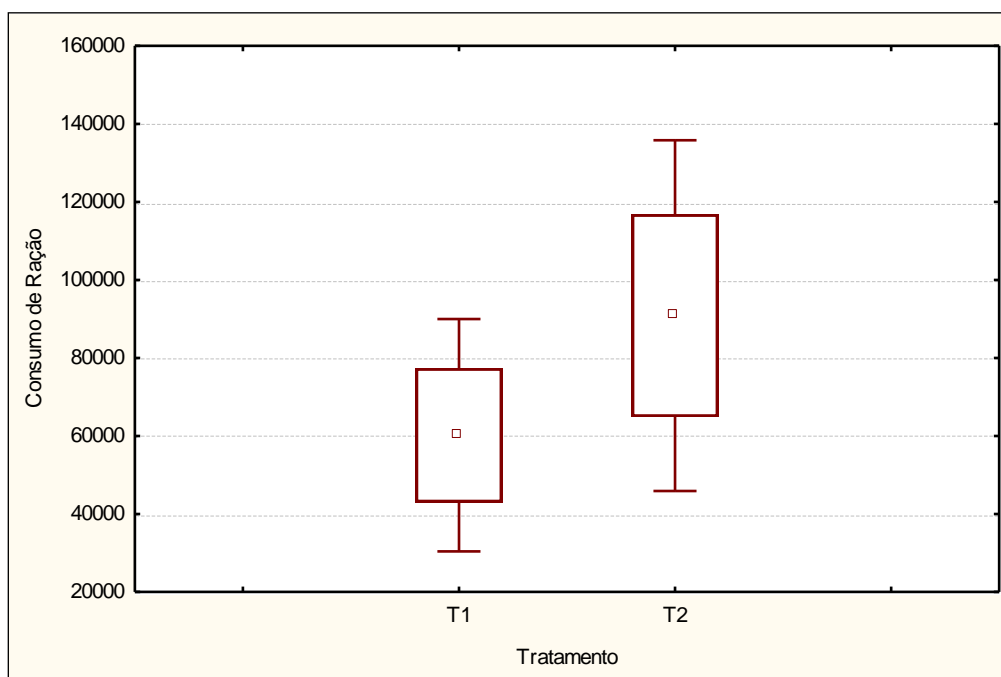


Gráfico 15: Consumo de ração do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

Os valores estimados para a Conversão Alimentar Aparente (CAA) apresentaram não diferenças significativas entre as duas formas de manejo testadas, os valores obtidos para os diferentes tratamentos de 1,16 no (T1) para o modelo tradicional de arraçamento e de 1,32 no (T2) para o modelo matemático de arraçamento (Gráfico 16)

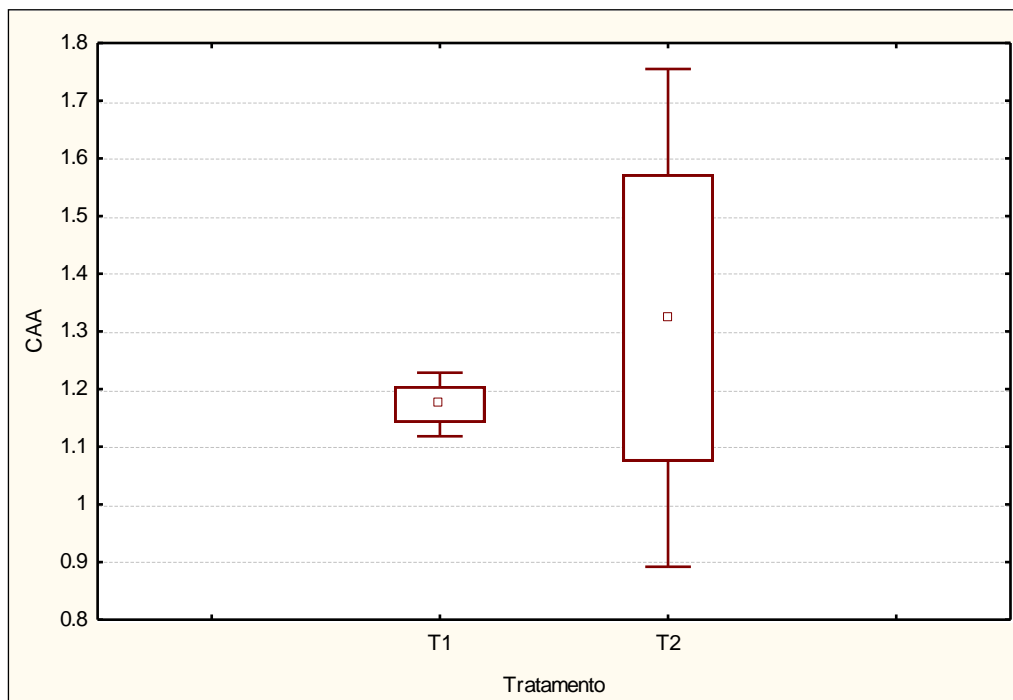


Gráfico 16: Índice de conversão alimentar aparente do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

A conversão alimentar está relacionada ao consumo de ração e o ganho de peso, assim quanto, maior a conversão alimentar, maior o gasto com ração, entretanto ela varia dependendo do sistema de produção. Segundo KUBITZA, 2004, a conversão alimentar pode ser afetada pela densidade de estocagem, pela idade e pelo tamanho dos peixes, sendo que as melhores conversões alimentares geralmente se encontram na faixa de 0,9 a 1,8.

FERRAZ (2004) cultivando tambaqui em tanques-rede no lago do Puraquequara, Amazonas-AM, em um estudo obteve uma melhor conversão alimentar com uma densidade de 50 peixes/m³ no período experimental de 6 meses obteve conversão alimentar de 1,42.

Para tambaquis criados em viveiros de argila e barragens observaram conversão de 1,5 ao final de 12 meses (MELO et al., 2001), enquanto que pesquisa realizada por IZEL & MELO (2004) encontraram 1,2 em 240 dias para a mesma espécie.

Os valores da taxa que crescimento específico desse estudo para os dois tratamentos foram de 2,37 para modelo tradicional de arraçoamento (T1) e de 2,92

para o modelo matemático de arraçoamento (T2), onde não diferença significativa para os dois tratamentos (Gráfico 17).

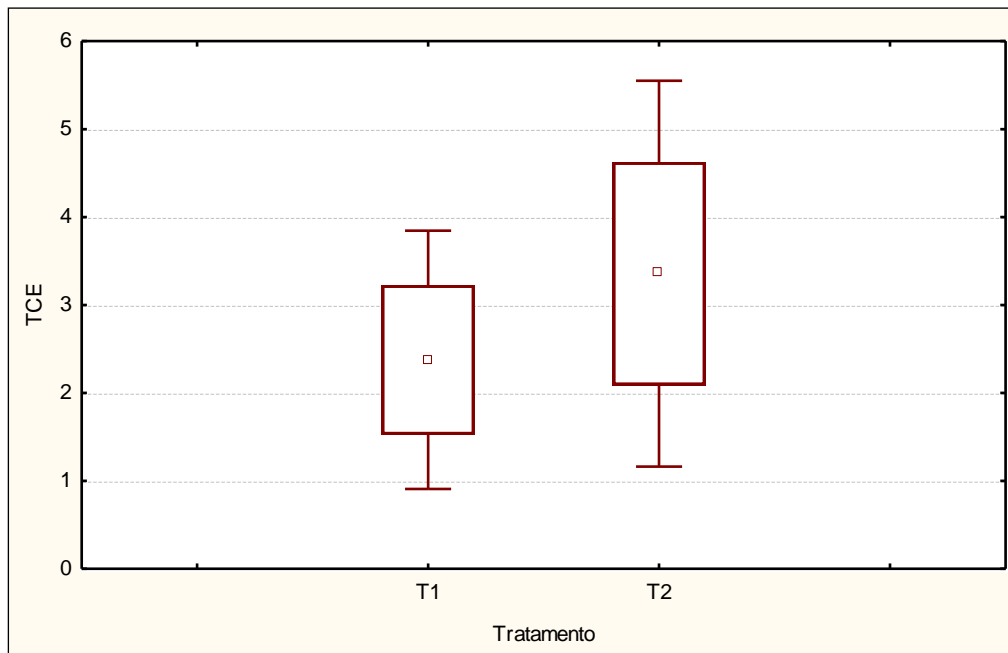


Gráfico 17: Taxa de crescimento específico do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

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 de estocagem utilizadas no sistema de cultivo. Além do fato de que os animais criados em viveiros, possuem uma quantidade muito maior de plâncton nesse sistema de cultivo.

Ximenes-Carneiro (1991) em um estudo onde comparou duas rações na alimentação do tambaqui, com diferentes fontes de proteína: o ensilado biológico e farinha de peixe e de carne obteve um crescimento específico de 2,86 e 2,88. Essa diferença pode estar relacionada à qualidade dos ingredientes associados.

Os valores de sobrevivência no modelo tradicional de arraçoamento e o modelo matemático de crescimento foram respectivamente de 99,43 para o T1 e de 99,34% para o T2 onde não houve diferença significativa nas duas formas de manejo (Gráfico 18).

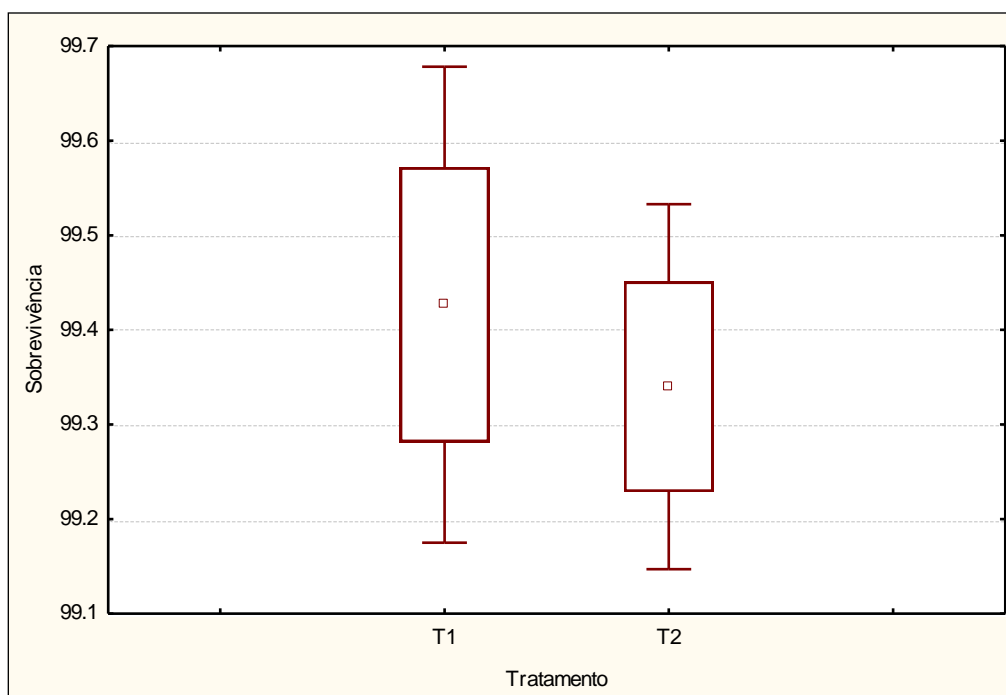


Gráfico 18: Índice de sobrevivência do tabaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

Melo et al (2001) cultivando tabaqui em viveiros de argila e barragens obteve uma taxa de sobrevivência de 76% em um período de doze meses, Castro et al (2001) em um estudo sobre avaliação do sistema de produção de tabaqui em viveiros de terra com aeração em um período de 180 dias obteve uma taxa de sobrevivência de 81%.

Os resultados do fator de condição encontrados nesse estudo para os dois tratamentos foram de 3,47 para modelo tradicional de arraçoamento (T1) e de 3,64 para o modelo matemático de arraçoamento (T2), onde não diferença significativa para os dois tratamentos (Gráfico 19).

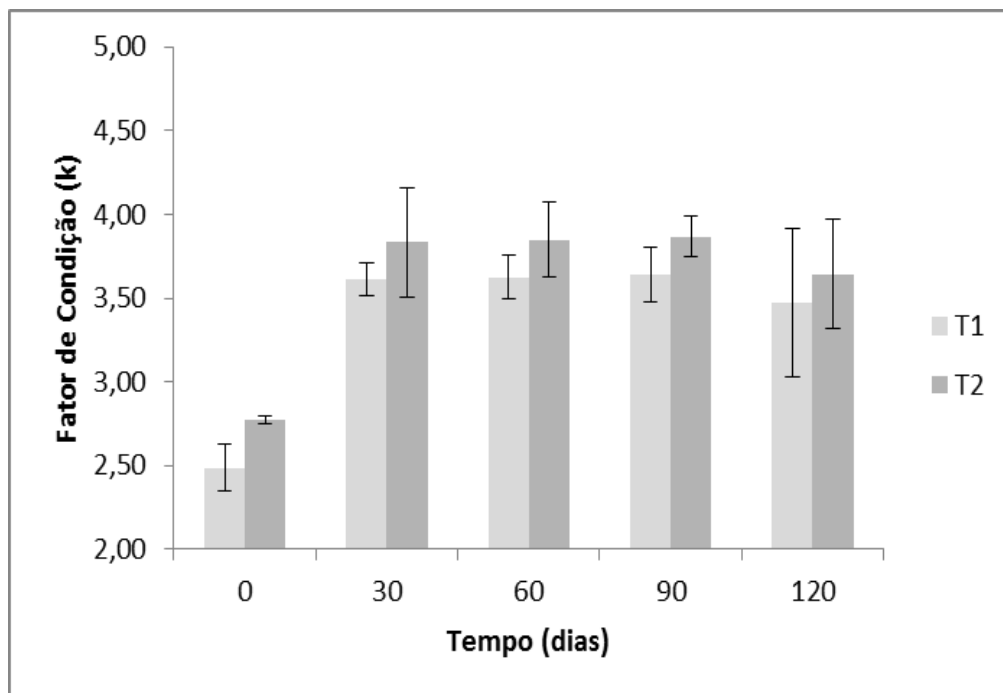


Gráfico 19: Fator de condição do tabaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água no período de 120 dias.

Silva et al (1984), cultivando tabaqui em viveiros escavados em terra firme encontrou o valor de de 3,2.

Melo & Pereira (1994), em experimentos com o híbrido tabacu (fêmea de *Colossoma macropomum* x macho de *Piaractus mesopotamicus*) obteve um valor médio igual a 3,1667. Já Souza et al (1999), em um estudo comparativo de crescimento de tabaqui, *Colossoma macropomum* cultivado em terra firme e em área de várzea verificou um crescimento isométrico (3,021) e alométrico negativo (2,813) nos diferentes ambientes.

7. Análise econômica

Os valores referentes ao investimento fixo para a instalação de cada unidade produtora estão no (Tabela 04).

O investimento inicial para a implantação dos viveiros foi orçado em R\$ 200.000,00 onde apresentou como o item de maior custo com aproximadamente de 73,20% do total. Os demais itens que compõem o investimento fixo não participaram mais que 26,80%, entretanto esses itens são de extrema importância para o

desenvolvimento da atividade, pois irão auxiliar diretamente nessa modalidade de cultivo.

Em todo o empreendimento que é realizado na piscicultura, existem os custos fixos e custos variáveis para manter sua produção ou serviço, ela pode variar variando conforme o ramo de atividade, mas, independente de qualquer atividade, esses dois tipos de custos são imprescindíveis, até mesmo para pequenos produtores, independente do ramo de atividades.

Martin et al.(1995), avaliando os sistemas de produção de piscicultura 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. No investimento, os gastos com a construção de viveiros e captação de água pode representar 27,43% a 68,33% dependendo da movimentação de terra, tipo de viveiros.

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

Tabela 04: Custo de investimento fixo de um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.

ITEM	Unid.	Quant.	P. Unit (R\$)	P. Total (R\$)	(%)
Viveiros de Alevinagem	ha	5	40.000,00	200.000,00	73,20%
Viveiros de Engorda	ha	0,5	40.000,00	20.000,00	7,32%
Galpão 50m ²	UN	1	25.000,00	25.000,00	9,15%
Rede Elétrica Trifásica	UN	1	15.500,00	15.500,00	5,67%
Triturador de ração	UN	1	650	650	0,24%
Balança 300 kg	UN	1	750	750	0,27%
Balança 3 kg	UN	1	75	75	0,03%
Bomba Centrífuga 20 CV	UN	1	3.750,00	3.750,00	1,37%
Redes de Despesca	UN	2	1.250,00	2.500,00	0,92%
Projeto	UN	1	5.000,00	5.000,00	1,83%
TOTAL *				273.225,00	100%

*Item considerado para os dois tratamentos T1 e T2.

Os investimentos necessários para a implantação desse experimento foi de R\$ 273.225,00. As estruturas de cultivo foram iguais para os dois tratamentos. Desta forma, o custo de produção como feito por Scorvo Filho et al. (2004), foi calculado levando-se em consideração todos os insumos e os valores da depreciação dos bens duráveis (Tabela 05).

Tabela 05: Depreciação de máquinas, equipamentos e infraestrutura de um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.

ITEM	Unid.	Qtde.	Valor (R\$)	Vida Útil (Ano)	Depreciação (R\$/Ano)
Viveiros de Engorda	ha	5	200.000,00	50	4.000,00
Viveiros de Alevinagem	ha	0,5	20.000,00	50	400,00
Galpão 50m ²	UN	1	25.000,00	20	1.250,00
Rede Elétrica Trifásica	UN	1	15.000,00	15	1.033,33
Triturador de ração	UN	1	650,00	5	130,00
Balança 300 kg	UN	1	750,00	5	150,00
Balança 3 kg	UN	1	75,00	5	15,00
Bomba Centrífuga 20 CV	UN	1	3.750,00	5	750,00
Redes de Despesca	UN	2	2.500,00	5	500,00
Projeto	UN	1	5.000,00	10	500,00
TOTAL *					8.728,33

*Itens considerado para os dois tratamentos T1 e T2.

Tabela 06: Custo Operacional efetivo de um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento na alimentação.

Itens de Custo	Unid.	Qtde.	Unit (R\$)	Total (T1)	Qtde	Total (T2)
Mão-de-obra	Mês	12	678,00	8.136,00	12	8.136,00
Mão-de-obra Avulsa	H/D	12	60,00	720,00	12	720,00
Assistência Técnica	Mês	12	300,00	3.600,00	12	3.600,00
Energia Elétrica	Mês	12	403,07	4.836,89	12	4.836,89
Alevinos	Milh.	225	80,00	18.000,00	225	18.000,00
Superfosfato Triplo (50 kg/ha)	kg	750	2,17	1.627,20	750	1.627,20
Sulfato de Amônia (80 kg/ha)	kg	1200	1,78	2.141,04	1200	2.141,04
Calcário Agrícola (100 kg/ha)	kg	3000	0,44	1.320,00	3000	1.320,00
Ração 28% PB	Kg	77.381,30	1,22	94.405,16	116.827,92	142.530,06
TOTAL				134.786,29		182.911,19

No cultivo 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 em cultivo. Nos custos de produção, este item apesar de sua importância para o cultivo, geralmente possui participações pouca expressivas, de apenas 3,56% do COE e 2,6% do CP como reportado por (Melo et al., 2001) e (Merola e Pagan-Font, 1988), respectivamente, durante a fase de engorda, os resultados encontrados neste estudo foram de 3,78% com base no valor do COE para o modelo tradicional de arraçamento e de 2,13% no modelo matemático de crescimento, entretanto os valores foram superiores aos encontrado na literatura.

O custo operacional total COT (Tabela 07) variou em relação com o custo da ração, o menor COT foi obtido no tratamento um (01) utilizando o modelo tradicional de arraçamento isto é devido com o menor gasto no consumo de ração durante o período de cultivo. Entretanto, quando se leva em consideração o COT por quilo de peixe produzido, esta relação se altera, uma vez que a ração quando e utilizada com o modelo matemático de crescimento apresenta uma maior produtividade quando comparada ao modelo tradicional de arraçamento.

A mão de obra teve um custo de 4,33% dos custos de produção no tratamento com o modelo tradicional de arraçamento e de 3,41% no modelo matemático de crescimento.

Na engorda de tambaqui em viveiros foram encontrados um custo inferiores na 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.

Assim, e de grande importância 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).

Tabela 07: Custo operacional total de um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.

	Custo Total (T1)	Custo Total (T2)
Custo Operacional Efetivo	134.786,29	182.911,19
Encargos trabalhistas (70%) MOD	5.695,20	5695,20
Amortização do capital financiado invest.	27.322,50	27.322,50
Juros sobre o capital Financiado (4,12% a.a)	11.256,87	11.256,89
IR/PJ (8 % sobre o Lucro Bruto)	8.962,66	11.540,90
TOTAL COT	188.023,52	238.726,68

O custo total de produção utilizando o modelo matemático de crescimento na alimentação mostrou um aumento de 25,96%, isso significa um acréscimo de R\$ 50.703,14 no custo total de produção, comparando a receita do modelo tradicional de arraçamento e o modelo matemático de crescimento na alimentação, o resultado mostra um ganho de R\$ 29.649,76 a mais do que o modelo tradicional de arraçamento, portanto o modelo matemático de crescimento na alimentação mostrou mais eficiente que o modelo tradicional de arraçamento.

A ração representou 47,98% dos valores do CTP para o manejo tradicional de arraçamento e de 57,60% para o modelo matemático de crescimento na alimentação, onde apresentou um valor elevado de acordo com as literaturas encontradas.

Na criação de peixes este item pode ser o mais importante e oneroso, e podendo variar de 16 a 71% dos custos (Jomori et al., 2005; Gomes et al., 2006), dependendo da estrutura de custo utilizada nas análises (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) a ração no COE, 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).

Tabela 08: Custo total de produção de um módulo de produção de tabaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.

ÍTEM	Unid.	Quant.	P.Unit. (R\$)	Total (T1)	Total (T2)	CTP% (T1)	CTP% (T2)
Mão-de-obra	Mês	12	678,00	8.136,00	8.136,00	4,14%	3,29%
Mão-de-obra Avulsa	Mês	12	60,00	720,00	720,00	0,37%	0,29%
Assistência Técnica	Mês	12	300,00	3.600,00	3.600,00	1,83%	1,45
Energia Elétrica	Mês	12	403,07	4.836,84	4.836,84	2,46%	1,95
Alevinos	Mil.	225	80,00	18.000,00	18.000,00	9,15%	7,27%
Superfosfato Triplo (50 kg/ha)	kg	750	2,17	1.627,50	1.627,50	0,83%	0,66%
Sulfato de Amônia (80kg/ha)	kg	1200	1,78	2.136,00	2.136,00	1,09%	0,87%
Calcário Agrícola (100 kg/ha)	kg	3000	0,44	1.320,00	1.320,00	67,00%	0,53%
Ração 28% PB (T1)	kg	77.381,30	1,22	94.405,16	-	47,98%	-
Ração 28% PB (T2)	kg	116.827,92	1,22	-	142.530,06	-	57,60%
Encargos trabalhistas	Mês	12	474,6	5.695,20	5.695,20	2,89%	2,30%
Amortização do financiamento	Mês	12	2.276,87	27.322,50	27.322,50	13,89%	11,04%
Juros sobre o Financiamento	Mês	12	938,07	11.256,87	11.256,87	5,72%	4,55%
IR/PJ	Mês	12	746,89	8.962,66	8.962,66	4,56%	3,62%
Depreciação do ativo fixo	Mês	12	556,95	6.683,33	6.683,33	3,40%	2,70%
Depreciação de Máq./Equip.	Mês	12	170,42	2.045,00	2.045,00	1,04%	0,83%
TOTAL CTP				196.751,86	247.455,00	100%	100%

Tabela 09: Receitas do cultivo de tabaqui em 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo Tradicional de aração.

CUSTOS		Custo/Há	Custo/Kg
CUSTO OPERACIONAL EFETIVO (COE)	134.786,29	26.957,26	2,02
CUSTO OPERACIONAL TOTAL (COT)	188.023,52	37.604,70	2,82
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO (CTP)	196.751,86	39.350,37	2,95
RECEITAS		Receita/Há	Receita/kg
RECEITA BRUTA	246.819,60	49.363,92	3,70
RECEITA LÍQUIDA I	112.033,31	22.406,66	1,68
RECEITA LÍQUIDA II	58.796,08	11.759,22	0,88
RECEITA LÍQUIDA III	50.067,74	10.013,55	0,75

Tabela 10: Receitas do cultivo de tabaqui em 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento no aração.

CUSTOS		Custo/Há	Custo/Kg
CUSTO OPERACIONAL EFETIVO (COE)	182.911,19	36.582,24	2,07
CUSTO OPERACIONAL TOTAL (COT)	238.726,67	47.745,33	2,70
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO (CTP)	247.455,00	49.491,00	2,80
RECEITAS		Receita/Há	Receita/kg
RECEITA BRUTA	327.172,50	65.434,50	3,70
RECEITA LÍQUIDA I	144.261,31	28.852,26	1,63
RECEITA LÍQUIDA II	88.445,83	17.689,17	1,00
RECEITA LÍQUIDA III	79.717,50	15.943,50	0,90

Os indicadores de rentabilidade e lucratividade obtidos no cultivo de tabaqui deste trabalho melhoraram utilizando o modelo matemático de crescimento que correspondeu 27,03% e o modelo tradicional foi de 32,82%.

Portanto o aumento do consumo de ração diária é desejável por ser uma forma de aumentar o rendimento por unidade de área com o aumento da biomassa podendo proporcionar melhores indicadores econômicos.

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

Shirota & Sonoda (2004) indicam que diversos fatores podem afetar a rentabilidade da produção de peixes em cativeiro, entre eles, o preço da ração, o

preço de venda, o tamanho médio do peixe e a liquidez do mercado, e que o preço de venda atua diretamente na receita bruta da produção.

Tabela 11: Índice de lucratividade em um módulo de produção de tambaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.

Índice de Lucratividade	T (01)*	T (02)**
Receita Líquida III	R\$50.067,74	R\$ 79.717,50
Receita Bruta	R\$ 246.819,60	R\$ 327.172,50
TOTAL	20,28%	24,36%

T1*- Modelo tradicional de arraçoamento; T2**- Modelo matemático de arraçoamento.

Tabela 12: Fluxo de caixa um módulo de produção de tabaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo tradicional de arraçoamento.

ÍTEM	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
1. INVESTIMENTO	-273,225,00										
2. Depreciação do Ativo Fixo		6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33
3. Depreciação de Máquinas e Equipamentos		2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00
4. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO (COE)											
4.1 Custos Fixos											
Mão-de-obra		8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00
Mão-de-obra Avulsa		720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00
Assistência Técnica		3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00
Energia Elétrica		4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89
4.2 Custos Variáveis											
Alevinos		18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00
Superfosfato Triplo (50kg/ha)		1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20
Sulfato de Amônia(80kg/ha)		2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04
Calcário Agrícola (100kg/ha)		1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00
Ração 28% PB		94,405,16	94,405,16	94,405,16	94,405,16	94,405,16	94,405,16	94,405,16	94,405,16	94,405,16	94,405,16
5. CUSTO OPERACIONAL TOTAL (COT)											
Encargos trabalhistas (70%) MOD		5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20
Amortização do capital financiado invest.		27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50
Juros sobre o capital Financiado (4,12% a.a)		11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87
IR/PJ (8 % sobre o Lucro Bruto)		8,962,66	8,962,66	8,962,66	8,962,66	8,962,66	8,962,66	8,962,66	8,962,66	8,962,66	8,962,66
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO (CTP)		196,751,86	196,751,86	196,751,86	196,751,86	196,751,86	196,751,86	196,751,86	196,751,86	196,751,86	196,751,86
Receita Bruta		246,819,60	246,819,60	246,819,60	246,819,60	246,819,60	246,819,60	246,819,60	246,819,60	246,819,60	246,819,60
Fluxo de Caixa Líquido		50,067,74	50,067,74	50,067,74	50,067,74	50,067,74	50,067,74	50,067,74	50,067,74	50,067,74	50,067,74
Período de Recuperação do Capital	(273,225,00) -	223,157,26 -	173,089,52 -	123,021,77 -	72,954,03						

Tabela 13: Fluxo de caixa um módulo de produção de tabaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento na alimentação.

ÍTEM	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
1. INVESTIMENTO	-273,225,00										
2. Depreciação do Ativo Fixo		6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33	6,683,33
3. Depreciação de Máquinas e Equipamentos		2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00	2,045,00
4. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO (COE)											
4.1 Custos Fixos											
Mão-de-obra		8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00	8,136,00
Mão-de-obra Avulsa		720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00
Assistência Técnica		3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00	3,600,00
Energia Elétrica		4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89	4,836,89
4.2 Custos Variáveis											
Alevinos		18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00	18,000,00
Superfosfato Triplo (50kg/ha)		1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20	1,627,20
Sulfato de Amônia(80kg/ha)		2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04	2,141,04
Calcário Agrícola (100kg/ha)		1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00	1,320,00
Ração 28% PB		142,530,06	142,530,06	142,530,06	142,530,06	142,530,06	142,530,06	142,530,06	142,530,06	142,530,06	142,530,06
5. CUSTO OPERACIONAL TOTAL (COT)											
Encargos trabalhistas (70%) MOD		5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20	5,695,20
Amortização do capital financiado invest.		27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50	27,322,50
Juros sobre o capital Financiado (4,12% a.a)		11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87	11,256,87
IR/PJ (8 % sobre o Lucro Bruto)		11,540,90	11,540,90	11,540,90	11,540,90	11,540,90	11,540,90	11,540,90	11,540,90	11,540,90	11,540,90
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO (CTP)		247,455,00	247,455,00	247,455,00	247,455,00	247,455,00	247,455,00	247,455,00	247,455,00	247,455,00	247,455,00
Receita Bruta		327,172,50	327,172,50	327,172,50	327,172,50	327,172,50	327,172,50	327,172,50	327,172,50	327,172,50	327,172,50
Fluxo de Caixa Líquido		79,717,50	79,717,50	79,717,50	79,717,50	79,717,50	79,717,50	79,717,50	79,717,50	79,717,50	79,717,50
Período de Recuperação do Capital	(273,225,00) -	193,507,50 -	113,790,00 -	34,072,50	45,645,01						

Tabela 14: Parâmetros econômicos explorados em um módulo de produção de tabaqui de 5,0 ha de lâmina d'água utilizando o modelo matemático de crescimento.

Indicadores Econômicos	Custo Total (T1)*	Custo Total (T2)**
Valor Presente Líquido (R\$)	70.444,04	273.962,38
Taxa Interna de Retorno (%)	12,86	26,37
Período de Recuperação do Capital (Ano)	4	4

T1*- Modelo tradicional de aração; T2**- Modelo matemático de aração.

As análises dos parâmetros econômicos que apresentou o melhor desempenho no (T2) utilizando o modelo matemático de crescimento na alimentação, com uma taxa interna de retorno (TIR) de 26,37% em um período de recuperação do capital (PRC) de 4 anos. Izel et al. (2004), cultivando tabaqui em sistema semi-intensivo em barragens obteve uma taxa interna de retorno (TIR) maior em torno de 27,79% e um período de recuperação do capital (PRC) de 3 anos.

8. Conclusões

Os parâmetros da qualidade da água não foram afetados com tratamento T2 utilizando o modelo matemático de crescimento o que mostra que essa prática é viável e se encontra dentro das normas de acordo com a resolução n° 357 do CONAMA (2005).

Os índices zootécnicos mostraram satisfatórios utilizando o modelo matemático de crescimento comparado com o modelo tradicional de arraçoamento.

É economicamente vantajoso produzir tambaqui em viveiros de argila no Estado do Amazonas, principalmente nos municípios próximos a Manaus onde a demanda pelo pescado é grande.

Verifica-se que entre o 4º ano o capital investido já começa a retornar, o modelo matemático de crescimento mostrou mais vantajoso que o modelo tradicional de arraçoamento, isso possibilita com que o produtor aumente o número de tanques ou aumente a sua estrutura com capital próprio, tornando o empreendimento cada vez maior e gerando mais renda, o que torna essa atividade uma das mais atrativas alternativas de investimentos na agropecuária.

6. Referencias bibliográficas

AFFONSO, E. G., POLEZ, V. L. P., CORRÊA, C. F., MAZON, A. F., ARAÚJO, M. R. R., MORAES, G. & RANTIN, F. T. (2002). Blood parameters and metabolites in the teleost fish *Colossoma macropomum* exposed to sulfide or hypoxia. *Comparative biochemistry and physiology. Toxicology & pharmacology*, 133(3): 375-82.

ARANA, L. V. Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Editora da UFSC, Florianópolis, 1997. 166p.

ARANA, L.V. Princípios básicos de qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. 1. ed. Florianópolis: UFSC, 2004b. 231p.

ARAÚJO-LIMA, C., GOMES, L.C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Ed.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: Editora UFSM, 2005. P. 175-202.

ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá /CNPq, 1998, 186 p.

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.

BACCARIN, A. E. Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares. 2002. 56 f., Tese (Doutorado em Ciências Agrárias e Veterinárias) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2002.

BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212p

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.

BARTLEY, D. M.; RANA, K.; IMMINK, A. J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v.10, p. 325-337, 2001.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D. 2004 Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 4, p. 357-362.

BOYD, C. E. Pond Bottom soil and Water quality Management for pond Aquaculture. ASA / USA. 1997. 55p.

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

BRAUM, E.; JUNK, W. J. 1982. Morphological adaptation of two Amazonian characoids (Pisces) for surviving in oxygen efficient waters. *Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 67: 869-886.

BRESSANE, B. S. Desempenho produtivo de tambaqui "CURUMIM" (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) em tanques-rede com diferentes densidades de estocagem no lago Tupé. Universidade Federal do Amazonas, 2010.

BUREAU, D. P.; HUA, K.; CHO, C. Y. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) growing from 150 to 600g. *Aquaculture Research*, Oxford, v. 37, n.11. p.1090-1098, 2006.

CARNEIRO, P. C. F.; MIKOS, J. D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 187-191, 2005.

CASTRO, L. A.; SOUZA, H. N.; BARROS, G. C. L.; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Avaliação do sistema de produção de tambaqui intensivo em viveiros de terra com aeração. Comunicado técnico 09, 2002.

CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; PEREIRA, T. M. 2009. Criação comercial do tambaqui *Colossoma macropomum* (Curier, 1818). Embrapa Amapá Macapá.

CHAGAS, E.C. et al. Desempenho e estado de saúde de tambaquis cultivados em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. In: URBINATI, E.C.; CYRINO, J.E.P. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2003, Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal: AQUABIO, 2003. Cap.9, p.83-93.

CHAGAS, E.C.; GOMES, L.C.; JÚNIOR, H.M; ROUBACH, R. 2007. Produtividade de tambaqui em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, 37: 1109-1115.

CLARO-JR., L. H. 2003. A influência da floresta alagada na estrutura trófica de comunidades de peixes em lagos de várzea da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 61 pp.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, Brasília, 2005.

CORREDOR, M. C. F. 2004. Influência das variações temporais da disponibilidade relativa de habitats sobre a comunidade de peixes em um lago de várzea da Amazônia Central. Dissertação Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 89 pp.

CRUZ, W.D.; MIGUEL, C.B.; BONIFÁCIO, A.D. et al. Resíduo de cervejaria na alimentação de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier,1818). Boletim do Instituto de Pesca, v.24(especial), p.133-138, 1997.

DAIRIKI, K. J.; SILVA, T, B, A,. Revisão de literatura: Exigências Nutricionais do tambaqui – Complicações de trabalhos, Formulação de ração adequada e Desafios futuros. Embrapa Amazonia Ocidental, 48 p, 2011.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations: essential documents, statistics, maps and multimedia resources. Disponível em: www.fao.org. Acessado em dez. 2012.

FERRAZ, A. F. Cultivo de tambaqui e matrinxã em tanque-rede: relatório técnico dos experimentos realizados nas Unidades de Observação do lago do Calado, lago do Puraquequara e lago do Limão, no Estado do Amazonas. IDAM. 176p. 2004.

FERREIRA, E. J. G. 1993. Composição, distribuição e aspectos ecológicos da ictiofauna de um trecho do rio Trombetas, na área de influência da futura UHE Cachoeira Porteira, Estado do Pará, Brasil. Acta Amazonica, 23(1/4) (suplemento): 1-89.

FRIZZONE, J. A.; BOTREL T. A.; ARCE R. A. B. Alocação de Água e Cominação de Atividades pela Programação Linear em um Projeto Hidroagrícola no Município de Guaíra (SP). Scientia Agrícola, 51(3):524-532, set./dez. 1994.

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.

GAMEIRO, A.H.; CAIXETA FILHO, J.V.; BARROS, C.S. Modelagem matemática para o planejamento, otimização e avaliação da produção agropecuária. In: Novos Desafios para a Pesquisa em Nutrição e Produção Animal. Pirassununga: Editora 5D, 2010.

GANDRA, A. L.; 2010. O mercado do pescado da região metropolitana de Manaus. Serie: O mercado do pescado nas grandes cidades latino-americanas.

GERRY, J. Characoids of the world. New Jersey, USA: T.F.H. Pub. In 1977. 672 p.

GILL, M., BEEVER, D.E. AND FRANCE, J. 1989. Biochemical bases needed for the mathematical representation of whole animal metabolism. Nutr. Abstr. Rev., 2: 181-200.

GOMES, L. G.; BRANDÃO, F. R.; CHAGAS, E. C.; FERREIRA, B.; LOURENÇO, J. N. P. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade do tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. Acta Amazônica, Manaus, v. 34, p. 111-113, 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.

GOULDING, M. 1980. The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history. University of California Press, Berkeley. 280 pp.

GOULDING, M.; CARVALHO M. L. 1982. Life history and management of the Tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): An important Amazonian food fish. Revista Brasileira de Zoologia, 1: 107-133.

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.

HAYASHI, C., MEURER, F., BOSCOLO, W. R. Freqüência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). R. Bras. Zootec., vol.33, no.1, p.21-26. ISSN 1516-3598. 2004.

HUNG, S.S.O. et al. Growth and feed efficiency of White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub-yearlings at different feeding rates. Aquaculture, v.80, p.147-153, 1989.

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

INTRODUCTION TO INTENSIVE CAGE CULTURE OF WARMWATER FISH. 1999. Disponível em: <www.ag.auburn.edu/dept/faa/cage.htm> Acesso em: 21 de dezembro de 2012.

IZEL, A.C.U.; MELO, L.A.S. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa, 2004. 20 p. (Série 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.

KASSAI, J.R.; KASSAI, A.; NETO, A.A. Retorno do investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. São Paulo: Atlas.1999. 242p.

KUBITZA, F. Nutrição e alimento dos peixes. Piracicaba; Escola Superior de Aquicultura Luiz de Queiroz, 1997.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes. 3 ed. Jundiaí - SP, Divisão de Biblioteca e Documentação – Campus “Luiz de Queiroz” USP, 1999.

KUBITZA, F. Reprodução, larvicultura e produção de alevinos de peixes nativos. Jundiaí: F. Kubitza, 2004. 73 p.

LANNA, D.P.D.; TEDESCHI, L.O.; BELTRAME FILHO, J.A. Linear and non-linear models of nutrient utilization to formulate diets for ruminants. *Scientia Agricola*, v. 56, n.2, 1999.

LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; VARGAS, L.D.M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIGMAYER, M. 2011. As principais espécies produzidas no Brasil, 143-215. In: LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; VARGAS, L.D.M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIGMAYER, M. Produção de organismos aquáticos: uma visão geral.

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.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ANGELO, J.A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. *Informações Econômicas*. São Paulo, v.28, n.1, 101p. 1998.

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.

MARTINS, M. I. E. G.; BORBA, M. M. Z. Custo de produção. Jaboticabal: UNESP, 2008. 24 p.

MARTINS, P,T. Respostas secundárias ao estresse em alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a diferentes densidades de estocagem durante a recria em viveiros escavados. Universidade Federal do Amazonas, 2010.

MELO, J.S.C.; PEREIRA, J. A. Crescimento do híbrido tambacu (fêmea de *Colossoma macropomum* X macho de *Piaractus mesopotamicus*) em criação intensiva. *Boletim Técnico CEPTA*, Pirassununga, v. 7p. 59-75,1994.

MELO et al. Criação de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, 25p, 2001.

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.

MERONA, B. de. & BITTENCOURT, M.M. 1988. A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: resultados preliminares. Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. V. 48, p.433-453.

MINUCCI, L. V.; PINESE, J. F.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Análise liminológica de sistema semi-intensivo de criação de *Leporinus macrocephalus* (pisces, anostomidae). Bioscience Journal, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 123-131, 2005.

MIYASAKA, A. M.; CASTAGNOLLI, N. Teste comparativo de desempenho entre pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos recíprocos “paqui” e “tambacu”. In: ENCONTRO NACIONAL DE AQUICULTURA, 7., 1995, Peruíbe. Anais... Peruíbe: Associação Brasileira de Aquicultura, 1995. p. 82-92.

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

MOREIRA, S. S. Relações entre o ciclo hidrológico, atividade alimentar e táticas reprodutivas de quatro espécies de peixes na área do Catalão, Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 2004 108 pp.

MULLER-FEUGA, A. Growth as a function of rationing: a model applicable to fish and microalgae. Journal of Experimental Marine Biology, v.236, p.1-13, 1999.

MUNIZ, J. A. S. M; CATANHO M. T. J. A.; SANTOS, A. J. G. Influência do fotoperíodo natural na reprodução induzida do tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818). B. Inst. Pesca, São Paulo, 34(2): 205 - 211, 2008.

NORONHA, J.F. Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentação e avaliação econômica. São Paulo FEALQ, 1981,274 p.

NUNES, E. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, v. 41, n. 1, p. 139-143, jan. 2006.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. 2008. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. 1ª ed. Brasília, 276p.

PARENTE, V. M.; OLIVEIRA-JUNIOR, A. R.; COSTA, A. M. 2003. Propriedades regionais: Estudo de viabilidade econômica: Sumario executivo. Manaus: Superintendência da Zona Franca de Manaus.

PAULA. F. G. Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do híbrido tambatinga (c. macropomum x p. brachypomum) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2009.

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.

PÉREZ, E.; DÍAZ, F.; ESPINA, S. Thermoregulatory behavior and critical thermal limits of angelfish *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces: Cichlidae). *Journal of Thermal Biology*, New York, v. 28, n.8, p. 531-537, 2003.

PETRERE, Jr. M. 1983. Yield per recruit of tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier 1818, in the Amazonas State, Brazil. *Journal of Fish Biology*, v. 22, 133-144.

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

REVISTA PANORAMA DA AQUICULTURA, Vol. 14, nº 82 março/abril-2004.

REZENDE, P.L.P., NETO, M.D.F., RESTLE, J., FERNANDES, J.J.R., PÁDUA, J.T. QUEIROZ, G.A.B. 2011. Variação de modelos matemáticos para predição de consumo voluntario e ganho em peso de bovinos.

ROUBACH, R. 1991. Uso de frutos e sementes de florestas inundáveis na alimentação de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae). Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 79 pp.

SAINT-PAUL, U. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum*, Serrasalminae. *Environmental Biology of Fishes*, v. 11, p. 53-62, 1984.

SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; VILLACORTA CORREA, M.A.; GARCÍA, M.; FABRÉ, N. N; BERGER, U.; JUNK, W. J. 2000. Fish communities in central Amazonian white-and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, 57: 235-250.

SANTOS G.M., FERREIRA E.J.G and ZUANON J.A.S. Peixes comerciais de Manaus [Book Section].- Pro Várzea : Manaus: IBAMA/AM, 2006.

SANTOS, A. C. dos. Utilização da Programação Linear na Determinação da Combinação que Maximiza a Renda da Empresa Rural. *Caderno de Administração Rural*, Lavras, 2(2):109-125, jul./dez. 1990.

SANTOS, M. C. F. Caracterização da diversidade genética de populações naturais de tambaqui (*Colossoma macropomum*) através de marcadores moleculares: uma contribuição para conservação da espécie. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas. 2010.

SCHIMITTOU, H. R. Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume. Campinas: Mogiana Alimentos, 1995. 78 p.

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.

SCORVO FILHO, J.D.; MARTINS, M.I.E.G.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D. Instrumentos para análise da competitividade na piscicultura. In: tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. 2004 cap. 17, p. 517-533.

SEPROR-AM/SEPA. 2012. Relatório técnico sobre a situação atual da Piscicultura no Estado do Amazonas. Manaus.

SHIROTA, R.; SONODA, D.Y. Comercialização de pescados no Brasil: caracterização dos mercados. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D.M. et al. (Eds.) Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, 2004. p.501-516.

SILVA, A. B.; SANTOS, E.P.; MELLO, J.T.C.; SOBRINHO, A.C. MELLO, F.R. Análise quantitativa de um ensaio em piscicultura intensiva de tambaqui, *Colossoma macropomum*. Ciência e Cultura, 36 (1), Janeiro de 1984.

Silva, A; M. D., Impacto do manejo de viveiros na qualidade da água e dos efluentes durante a recria de tambaqui, *Colossoma macropomum*. Ana Maria Dias da Silva.— Manaus. 50f. Dissertação (Mestrado) INPA/UFAM, 2005.

SILVA, L.A.C.; SOARES, J.C. Análise de investimento em piscicultura: produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 47.,2009, Porto Alegre. Anais...

SILVA. A.C.; CARNEIRO, P Ministério da Agricultura, Pecuária: Qualidade da água na engorda de tambaqui em viveiros sem renovação de água. 2007.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia aplicada à aquicultura. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 70p.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; MORAES, M.A.G. DE; BRAGA, F.M DE S. Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of handling. Revista Brasileira de Biologia, v.59, n.4, p. 543 – 551,1999.

SOUZA, R. A. L. O Efeito de Fatores Limnológicos sobre o desenvolvimento do Tambaqui, *Colossoma macropomum*, CUVIER 1818 (PISCES, SERRASALMIDAE) sob diferentes níveis de Eutrofização em cultivo semi-intensivo em Área de Várzea baixa do Rio Guamá (Pará). Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).1999, 83 p.

SOUZA, V.L.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; RODRIGUES, K.F. Manejo alimentar e tempo de residência da água em viveiros de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v.1, n. 2, p.115-121, jul.-dez. 2000.

TACON, A.G.J.; COWEY, B.C. Protein and amino acid requirements. In: TYLER, P.; CALOW, P. (Eds.). Fish energetic: news perspectives. Baltimore: John Hopkins University Press, 1985. p.155-183.

TACON, A.G.J.; DE SILVA, S.S. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming system in the tropics. Aquaculture, v.151, p.379-404, 1997.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; SAINZ, R. D.; BARIONI, L. G.; MEDEIROS, S. R.; BOIN, C. Using mathematical models in ruminant nutrition. Scientia Agrícola, v. 62, p.76-91, 2005.

TEIXEIRA. E. A.; FARIA. P. M. C.; RIBEIRO. L. P.; SOUZA, B. A.; CARVALHO, D.; CREPALDI, D, V.; SATURNINO, H, M. 2006. Sistema de produção na piscicultura.

THOMASSEN, J. M.; FIGAERA, S. O. Studies of feeding frequency for Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquacultural Engineering, Essex, v. 15, n. 2, p. 149-157, 1996.

THURSTON, RV, RC RUSSO & CE SMITH. 1978. Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry. Trans. Am. fish. Soc., 107: 361-368.

TOLEDO, J.J. DE; CASTRO, J.G.D.; SANTOS, K. F.; FARIAS, R.A. DE; HACCON, S.; SMERMANN, W. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de Piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso. Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, v.2, n.1, p. 13 – 31, 2003.

VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. 1995. Fishes of the Amazon and Their Environment: Physiological and Biochemical Aspects. Springer Verlag, Berlin. 213 pp.

VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R.C.B.; ALBINATI, A.C.L.; LIRA, A.D.; ALMEIDA, T.R.; SANTOS, G.B. 2008 Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 43(8): 1069-1074.

VILLACORTA-CORREA, M. A.; SAINT-PAUL, U. 1999. Structural indexes and sexual maturity of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) in Central Amazon, Brazil. Revista Brasileira de Biologia, 59(4): 637-652.

WANG, N.; HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. Aquaculture, Amsterdam, v. 165, n. 3, p. 261-267, 1998.

WAYNAROWICH, E. ; HORVATH, L. A propagação de peixes de águas tropicais: manual de extensão. BRASÍLIA; FAO/CODEVASF/CNPq, 1989. 225 p.

WOYNAROVICH E. 1985. *Manual de piscicultura*. Brasília: MINTER/CODEVASF. 71p.

XIMENES-CANEIRO, A. R. 1991. Elaboração e uso de ensilado biológico de pescado na alimentação de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). Dissertação de mestrado, INPA/FUA, Manaus-AM. 81p.

YAMAMOTO, K. C. 2004. A estrutura de comunidades de peixes em lagos manejados da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. 71 pp.

ZANIBINI-FILHO, E. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 57, n.1, p.3-9, 1997.

ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, N. D. C.; GONCALVES, S. M. R. Caracterização e tratamento do efluente das estações de piscicultura. *Revista Unimar*, v. 2, n 19, p. 537 – 548,1997.