



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



EFEITO DA AERAÇÃO ARTIFICIAL SUPLEMENTAR SOBRE A
PRODUTIVIDADE DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EM
SISTEMA SEM FLUXO CONTÍNUO DE ÁGUA

MARCELO FIGUEIRA PONTES

MANAUS - AM
2016



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



MARCELO FIGUEIRA PONTES

EFEITO DA AERAÇÃO ARTIFICIAL SUPLEMENTAR SOBRE A
PRODUTIVIDADE DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EM
SISTEMA SEM FLUXO CONTÍNUO DE ÁGUA

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

Orientador: Prof. Dr. BRUNO ADAN SAGRATZKI CAVERO

MANAUS - AM
2016

Ficha Catalográfica

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

P814e Pontes, Marcelo Figueira
Efeito da aeração artificial suplementar sobre a produtividade do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema sem fluxo contínuo de água / Marcelo Figueira Pontes. 2016
68 f.: il.; 31 cm.

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

1. Tambaqui. 2. Aeração artificial. 3. Produtividade. 4. Biomassa.
5. Semi-intensivo. I. Cavero, Bruno Adan Sagratzki II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título



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



MARCELO FIGUEIRA PONTES

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

Aprovado em 30 de setembro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Christiane Patrícia Feitosa de Oliveira
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Cristovão Gomes Plácido Júnior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Prof. Dr. Paulo Henrique Rocha Aride
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

MANAUS – AM
2016

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVO GERAL.....	13
2.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1.Considerações Gerais Sobre a Espécie	14
3.2.Informações Ecológicas.....	15
3.3.Características Zootécnicas.....	15
3.4.Sistemas de Produção do Tambaqui.....	16
3.5.Oxigênio dissolvido em viveiros de piscicultura.....	19
3.6. Uso da aeração artificial na produção de organismos aquáticos.....	20
3.7. Tipos de Aeradores Utilizados na Piscicultura.....	21
3.7.1. Aerador de Aspersão	22
3.7.2. Aerador Propulsor de Hélice	23
3.7.3. Aeradores de Bomba Pulverizadora	24
3.7.4. Aeradores de Roda de Pás.....	24
3.7.5. Aeração por Difusores de Ar.....	25
3.8.Aspectos Econômicos na Piscicultura	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1.Área de Estudo	26
4.2.Delineamento Experimental.....	27
4.3.Descrição das Unidades Experimentais	27
4.4.Animais Utilizados no Experimento	28
4.5.Descrição dos Aeradores Experimentais.....	28
4.5.1. Taxa de Transferência de Oxigênio	31
4.5.2. Eficiência Padrão do Aerador	31
4.6.Manejo dos Animais	32
4.6.1. Alimentação	32
4.6.2. Biometrias.....	32
4.7.Avaliação do Desempenho Produtivo.....	32
4.7.1. Ganho de Peso	33
4.7.2. Conversão Alimentar Aparente	33
4.7.3. Taxa de Sobrevivência.....	33
4.8.Qualidade da Água	33
4.9.Avaliação Econômica.....	34
4.9.1. Análise do Custo de Produção e Rentabilidade.....	35
4.9.2. Fluxo de Caixa	38
4.9.3. Taxa Mínima de Atratividade	38
4.9.4. Valor Presente Líquido.....	39
4.9.5. Taxa Interna de Retorno	39
4.9.6. Período de Retorno do Capital.....	39

4.10. Análise Estatística.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1. QUALIDADE DA ÁGUA	40
5.2. DESEMPENHO PRODUTIVO	46
5.3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA	52
5. CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	14
Figura 2. Construção de viveiro de argila semi-escavado.....	17
Figura 3. Modalidade de produção semi-intensiva em barragens.....	17
Figura 4. Sistema intensivo em tanques-rede.....	18
Figura 5. Sistema intensivo em canais de igarapé.....	18
Figura 6. A) Aerador de aspersão vertical; B) hélice de dispersor vertical.....	22
Figura 7. Aerador de aspersão vertical.....	22
Figura 8. a) Eixo com orifício de entrada de ar; b) Hélice adaptado.....	23
Figura 9 Aerador propulsor de hélice.....	23
Figura 10. Aerador de bomba pulverizadora. Fonte: Boyd, (1998).....	24
Figura 11. Aerador de roda de pás.....	25
Figura 12. Motor elétrico integrado ao rotor de ar.....	25
Figura 13. Localização da área de estudo (adaptado de Google Map).....	26
Figura 14. Unidades experimentais.....	27
Figura 15. Exemplar de juvenil de tambaqui utilizado no experimento.....	28
Figura 16. Representação esquemática do motor-bomba do aerador experimental. ..	29
Figura 17. Vista frontal da base de flutuação do aerador experimental.....	29
Figura 18. Vista lateral da base de flutuação do aerador experimental.....	30
Figura 19. Vista ortográfica do aerador experimental.....	30
Figura 20. Valores médios e desvio padrão da concentração de amônia total.....	43
Figura 21. Valores médios e desvio padrão da concentração de nitrito.....	44
Figura 22. Valores médios da variação da concentração de oxigênio dissolvido.....	45
Figura 23. Valores médios da variação da temperatura.....	46
Figura 24. Valores médios e desvio padrão do peso médio final e ganho de peso.....	48
Figura 25. Biomassa final e ganho de biomassa.....	49
Figura 26. Consumo médio de ração e índice de conversão alimentar aparente.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Consumo de oxigênio de algumas espécies de interesse aquícola.....	20
Tabela 2. Manejo alimentar dos animais durante o experimento.....	32
Tabela 3. Variáveis limnológicas analisadas em laboratório.	33
Tabela 4. Variáveis limnológicas monitoradas <i>in situ</i>	34
Tabela 5. Investimentos Fixo.	35
Tabela 6. Valores médios e desvio padrão das variáveis de qualidade de água.....	41
Tabela 7. Valores médios e desvio-padrão das variáveis de desempenho produtivo..	47
Tabela 8. Investimento fixo em infraestrutura e equipamentos	52
Tabela 9. Depreciação da infraestrutura e equipamentos. (R\$ 1,00)	53
Tabela 10. Composição do custo operacional efetivo – COE.....	53
Tabela 11. Composição do custo total de produção	55
Tabela 12. Variáveis técnicas utilizadas para projetar o volume de produção e receita bruta	55
Tabela 13. Quadro de custos e receitas.....	56
Tabela 14. Composição do fluxo de caixa do cultivo no tratamento T1.....	57
Tabela 15. Composição do fluxo de caixa do cultivo no tratamento T2.....	58
Tabela 16. Indicadores econômicos e financeiros da viabilidade de investimento.	59
Tabela 17. Análise de sensibilidade com variação do preço de venda.....	59
Tabela 18. Análise de sensibilidade com variação do volume de produção.	60

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aeração artificial suplementar sobre o desempenho produtivo e viabilidade econômica do cultivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema sem fluxo contínuo de água. Em delineamento para amostras independentes, utilizou-se 8 viveiros semi-escavados de 0,32 ha povoados com 5.000 juvenis de tambaqui com peso médio inicial de $11,8 \pm 3,02$ g e $8,0 \pm 3,1$ cm de comprimento padrão. Os tratamentos avaliados foram: T1 – 4 viveiros semi-escavados dotados com aerador de aspersão de superfície de 1,0 CV de potência operando no período noturno entre as 18:00 e 06:00hs; e T2 – 4 viveiros semi-escavados desprovidos de aeração artificial. O experimento teve duração de 120 dias. Foram avaliadas as variáveis zootécnicas de peso médio final, ganho de peso, conversão alimentar aparente e sobrevivência. Também foram realizadas análises do custo de produção e rentabilidade, fluxo de caixa e determinação dos indicadores de valor presente líquido, taxa interna de retorno, período de retorno do capital e análise de sensibilidade com variação dos cenários econômicos de preço de venda e volume de produção. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas variáveis de desempenho produtivo dos animais entre os tratamentos. Ainda assim, foram verificadas melhorias no tratamento com aeração, de modo que o peso médio final foi de $345,20 \pm 84,78$ e no tratamento T2 $268,67 \pm 87,60$. A conversão alimentar aparente no apresentou maior eficiência no tratamento com aeração artificial suplementar (T1), sendo de 0,89 enquanto o tratamento controle (T2) foi de 1,19. Na avaliação econômica, o valor do presente líquido - VPL, taxa interna de retorno - TIR e período de recuperação do capital – Pay Back, também apresentaram melhores desempenhos quando se utiliza aeração artificial suplementar.

Palavras-chave: Incremento de biomassa; desempenho produtivo; aeração

ABSTRACT

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aeração artificial suplementar sobre o desempenho produtivo e viabilidade econômica do cultivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema sem fluxo contínuo de água. Em delineamento para amostras independentes, utilizou-se 8 viveiros semi-escavados de 0,32 ha povoados com 5.000 juvenis de tambaqui com peso médio inicial de $11,8 \pm 3,02$ g e $8,0 \pm 3,1$ cm de comprimento padrão. Os tratamentos avaliados foram: T1 – 4 viveiros semi-escavados dotados com aerador de aspersão de superfície de 1,0 CV de potência operando no período noturno entre as 18:00 e 06:00hs; e T2 – 4 viveiros semi-escavados desprovidos de aeração artificial. O experimento teve duração de 120 dias. Foram avaliadas as variáveis zootécnicas de peso médio final, ganho de peso, conversão alimentar aparente e sobrevivência. Também foram realizadas análises do custo de produção e rentabilidade, fluxo de caixa e determinação dos indicadores de valor presente líquido, taxa interna de retorno, período de retorno do capital e análise de sensibilidade com variação dos cenários econômicos de preço de venda e volume de produção. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas variáveis de desempenho produtivo dos animais entre os tratamentos. Ainda assim, foram verificadas melhorias no tratamento com aeração, de modo que o peso médio final foi de $345,20 \pm 84,78$ e no tratamento T2 $268,67 \pm 87,60$. A conversão alimentar aparente no apresentou maior eficiência no tratamento com aeração artificial suplementar (T1), sendo de 0,89 enquanto o tratamento controle (T2) foi de 1,19. Na avaliação econômica, o valor do presente líquido - VPL, taxa interna de retorno - TIR e período de recuperação do capital – Pay Back, também apresentaram melhores desempenhos quando se utiliza aeração artificial suplementar.

Palavras-chave: Incremento de biomassa; desempenho produtivo; aeração

1. INTRODUÇÃO

A produção do tambaqui (*Colossoma macropomum*) pela piscicultura comercial brasileira vem se desenvolvendo em ritmo acelerado. No ano de 2010, sua produção foi estimada em 54.313,1 t, representando a 13,77% do volume de pescado produzido pela piscicultura continental no período. Em 2015, a produção saltou para 139.209,13 t, representando 29,35% do volume total no período. Esta variação corresponde a um crescimento de 63,98% apenas nos últimos 5 anos (IBGE, 2015; MPA, 2010).

Os fatores que contribuem para este crescimento estão relacionados à sua adaptabilidade em diferentes módulos de produção e sistemas de manejo, associados às características zootécnicas de rusticidade, hábito alimentar onívoro, crescimento rápido, domínio tecnológico da reprodução, aceitação pelo mercado consumidor e rentabilidade do negócio (CAVERO, et al., 2009; MENDONÇA et al., 2009; NUNES et al., 2006).

No Estado do Amazonas, a produção do tambaqui em viveiros de argila é uma das mais atrativas alternativas de investimentos do setor agropecuário, podendo proporcionar Taxa Interna de Retorno até 40% ao ano e Período de Retorno do Capital investido em torno de 3 anos (MARINHO-PEREIRA, 2009; PARENTE et al., 2003; MELO et al., 2001).

Entretanto, apesar da rentabilidade atrativa da atividade, o emprego de tecnologias para incrementar a produtividade torna-se primordial para o sucesso econômico diante dos elevados custos de produção e competitividade do mercado (PALMA et al., 2010).

Dentre as diversas tecnologias disponíveis na piscicultura visando o aumento da produtividade, a aeração artificial tem recebido grande destaque por proporcionar melhorias na qualidade da água, melhorias no desempenho produtivo dos animais, maiores taxas de sobrevivência e possibilidade de intensificar a capacidade de suporte dos módulos de cultivo (AMARAL et al., 2003).

A aeração artificial suplementar é a estratégia de aeração utilizada na aquicultura para inserir ou promover a dissolução de oxigênio na água quando a concentração apresenta níveis críticos que podem causar mortalidade ou estressar severamente os animais de cultivo (BOYD et al., 1998).

Neste sentido, a principal finalidade do presente estudo foi a avaliação do efeito da aeração artificial suplementar sobre o desempenho produtivo e a análise econômica do cultivo do tabaqui na modalidade de produção semi-intensiva em sistema sem fluxo contínuo de água.

2. OBJETIVO GERAL

- Avaliação do efeito da aeração artificial suplementar sobre a produtividade do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema sem fluxo contínuo de água.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito da aeração artificial suplementar sobre as variáveis de desempenho produtivo do tambaqui em sistema sem fluxo contínuo de água;
- Analisar a viabilidade econômica da produção comercial do tambaqui utilizando aeração artificial suplementar em sistema sem fluxo contínuo de água.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Considerações Gerais Sobre a Espécie

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é o maior Characiforme da bacia Amazônica (Figura 01). Sua classificação taxonômica o inclui na subfamília Serrasalminae, Família Characidae, Ordem Characiformes, Subclasse Actinopterygii, Classe Osteichthyes, Filo Chordata (REIS et al., 2003).



Figura 1. Tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Sua distribuição geográfica é bastante ampla, ocorrendo em toda bacia dos Rios Amazonas e Orinoco e na parte tropical da América do Sul e na Amazônia Central, (ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1998).

Devido a sua ampla ocorrência nos rios da Amazônia, o tambaqui é uma das espécies mais consumidas na região. Petrere (1978) e Araújo-Lima e Goulding (1998), relatam que sua participação no desembarque de pescado na cidade de Manaus chegou a representar quase a metade de todo volume comercializado. Atualmente, o desembarque do tambaqui nas feiras de Manaus é representado em sua maior parte por exemplares oriundos da piscicultura (SEPA/SEPROR, 2012).

3.2. Informações Ecológicas

Indivíduos jovens de tambaqui são abundantes nas planícies alagadas, onde se alimentam de frutos e sementes (SAINT-PAUL, 1984). Além disso, apresentam rastros branquiais longos e numerosos, típicos de peixes planctófagos, possibilitando alimentar-se de zooplâncton no período de seca dos rios quando os frutos não estão disponíveis em abundância (GOULDING e CARVALHO, 1982). Os indivíduos adultos alimentam-se principalmente de frutos e sementes, sendo considerado o maior peixe frugívoro da planície inundada (FREEMAN, 1995).

Vieira et al., (1999), em estudos realizados sobre o comportamento e biologia reprodutiva do tambaqui na natureza, relatam alta fecundidade da espécie, verificando valores médios de 1.014.376 ovócitos. Valores de fecundidade semelhantes são descritos por Araújo-Lima e Goulding (1998), de 1.200.000 ovócitos.

A fecundação dos gametas é externa com desova total em período sincrônico à época de enchente dos rios, sendo o comprimento médio de maturidade sexual das fêmeas de aproximadamente 60 cm (VILLACORTA-CORREA e SAINT-PAUL, 1999).

3.3. Características Zootécnicas

Por ser um animal com hábito alimentar onívoro, o tambaqui tem grande capacidade de digerir ingredientes tanto de origem animal quanto vegetal. Esta característica é desejável na piscicultura, pois possibilita alternar níveis de substituição e fontes nutricionais em sua dieta sem comprometer seu desempenho produtivo, conforme evidenciado nos estudos de Pereira-Junior et al., (2013), Nunes et al., (2006); Silva et al., (2000), Cruz et al., (1997).

Embora seja uma espécie reofílica, a ovulação e desova do tambaqui em cativeiro são possíveis mediante ao uso de hormônios exógenos, sendo o extrato bruto de hipófise de carpas (EBHC) o mais comum utilizado nas estações de propagação artificial de peixes (MUNIZ et al., 2008). Além disso, recentes avanços tecnológicos foram obtidos com o intuito de aperfeiçoar a

reprodução artificial, como a criopreservação de gametas (MARIA et al., 2011; VARELA JUNIOR, 2011) e dose inseminante (LEITE et al., 2013).

3.4. Sistemas de Produção do Tambaqui

Crepaldi et al., (2007), ressaltam que os sistemas de produção de peixes devem estar diretamente relacionados ao plano de negócio do empreendimento, isto é, o mercado a ser atingido, a espécie a ser cultivada, a disponibilidade de água, energia elétrica, aspectos legais e socioculturais.

Na região metropolitana de Manaus, o tambaqui produzido pela piscicultura é comercializado na forma de três produtos caracterizados pela classe de peso: entre 0,350 e 0,500 kg, denominado tambaqui “curumim”, cujo mercado principal são frigoríficos, restaurantes e cozinhas industriais com foco no abastecimento das indústrias do Polo Industrial de Manaus; entre 0,800 e 1,5 kg denominado tambaqui “roelo”, comercializado *in natura* à supermercados, frigoríficos e feiras; e o tambaqui acima de 2,0 kg, comercializado principalmente em mercados e feiras livres (GANDRA, 2010).

O principal sistema de produção empregado na produção comercial do tambaqui no Estado do Amazonas ocorre na modalidade de manejo semi-intensiva em estruturas constituídas por viveiros escavados e ou semi-escavados sem fluxo contínuo de água. A alimentação dos peixes neste sistema de produção ocorre com o fornecimento de rações balanceadas e de um correto manejo alimentar. A produtividade pode atingir de 5.000 a 7.000kg/ha/ciclo (CAVERO, et al., 2009; MARTINS JR, 2009).

Viveiros semi-escavados são estruturas construídas a partir da remoção de uma camada do solo e alocada para as laterais para composição dos taludes. São desprovidos de revestimento e recebem compactação mecânica no fundo e nos taludes para aumentar a capacidade de retenção da água. As dimensões (comprimento e largura) e o layout variam de acordo com as condições topográficas do terreno ou do nível de investimento em terraplenagem para sua construção (Figura 2).



Figura 2. Construção de viveiro de argila semi-escavado.

Outras estruturas de criação e sistemas de manejo são utilizadas em menor escala, tais como: semi-intensivo em barragens (Figura 3); Intensiva em tanques-rede (Figura 4) e sistema intensivo em canais de igarapé (Figura 5).



Figura 3. Modalidade de produção semi-intensiva em barragens.

Fonte: CAVERO, 2008.



Figura 4. Sistema intensivo em tanques-rede.

Fonte: Pontes, 2010



Figura 5. Sistema intensivo em canais de igarapé.

Fonte: Pontes, 2009.

3.5. Oxigênio dissolvido em viveiros de piscicultura

O oxigênio dissolvido é essencial à vida dos organismos aquáticos, sendo responsável pela produção e manutenção de energia através da quebra de ATP obtido no processo de oxidação de macronutrientes. Os macronutrientes como carboidratos, lipídios e proteínas são degradados a acetil-CoA, e este é oxidado nas mitocôndrias liberando H₂O, CO₂ e elétrons (WELKER, 2009).

A demanda de oxigênio pelos organismos cultivados varia entre as espécies, ao longo das fases de desenvolvimento, com o estado nutricional, com a intensidade das atividades e com as condições do ambiente (ARANA, 2006). Períodos prolongados ou condições extremas de desequilíbrio no balanço de oxigênio dissolvido no ambiente de cultivo podem ocasionar ineficiência na conversão alimentar dos organismos cultivados, gerando atraso no crescimento, susceptibilidade a doenças e mortalidade, conseqüentemente prejuízos econômicos (TUCKER, 2005).

A dinâmica do oxigênio dissolvido em viveiros de piscicultura depende do equilíbrio entre a produção e o consumo total do sistema, de modo que as fontes de produção são provenientes da atividade fotossintética dos organismos fitoplanctônicos e difusão atmosférica e o consumo total ocorre por processos de decomposição da matéria orgânica, oxi-redução da matéria inorgânica, trocas gasosas atmosféricas e pela respiração das comunidades planctônicas e organismos alvo do cultivo (TUCKER, 2004; GINOT e HERVÉ, 1993).

O conhecimento da demanda total de oxigênio do sistema de cultivo é fundamental para estabelecer a biomassa a ser estocada, o período de estocagem em cada fase de desenvolvimento (pós-larva, alevinagem e engorda), o dimensionamento adequado dos aeradores (quantidade e potência) e o tipo dos aeradores.

O consumo de oxigênio de algumas espécies de organismos cultivados é conhecido e empregado no planejamento da produção como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Consumo de oxigênio de algumas espécies de interesse aquícola.

Espécie	Peso (kg)/ Condição	Consumo (kg.O₂h⁻¹)	Autor
Tambaqui	1,5	250	CAVERO, 2009
Bagre-do-canal	0,005	1.225	BOYD, 1998; BOYD e AHMAD, 1987
	0,010	1.050	
	0,050	750	
	0,5	480	
	1,0	340	
	após refeição após jejum	520 380	
Tilápia do Nilo	0,050	312	MAGID e BABIKER, 1975
	0,100	214	
	0,150	170	
	0,200	145	
	0,250	130	
	0,300	118	
	0,350	108	
<i>Macrobrachium amazonicum</i>	-	1.304,06	CASTRO, 2010
<i>Litopnaeus vannamei</i>	-	750	AMARAL, 2003

3.6. Uso da aeração artificial na produção de organismos aquáticos

Segundo Alp e Melching (2011), a aeração artificial na piscicultura é definida como a inserção de ar atmosférico como fonte de oxigênio para a água e constituindo-se em uma ferramenta fundamental para a manutenção adequada dos níveis de oxigênio dissolvido.

De acordo com Kubitzka (2003) e Boyd (1998), existem basicamente quatro estratégias para aeração artificial: Aeração emergencial – na qual os aeradores são acionados quando a concentração de oxigênio cai à níveis críticos, normalmente inferiores a 3,0 e 2,0 mg/L; Aeração Suplementar – cujo objetivo é a manutenção da concentração de oxigênio em níveis superiores a 3,0 mg/L, em que os aeradores são acionados no período noturno em viveiros com baixa ou sem renovação contínua de água; Aeração Contínua – onde os aeradores permanecem em operação continuamente com o objetivo de intensificar a produção dos módulos de cultivo, isto é, elevar a capacidade de suporte do sistema; e Circulação da água – aeradores acionados em horários

de pico de fotossíntese com o objetivo de promover a e distribuição do oxigênio e homogeneização da coluna d'água.

Estudos têm evidenciado a correlação entre a aeração artificial a produtividade dos organismos cultivados, como os demonstrados em Preto (2012), onde observa um aumento no peso médio final e na produtividade (kg/ha) do camarão *Macrobrachium amazonicum* com o uso aeração artificial suplementar noturna. Da mesma forma, Boyd (1998), descreve incremento de 24,01% na biomassa final na produção do bagre do canal no comparativo com do cultivo utilizando estratégia de aeração emergencial. Quanto à intensificação dos módulos de produção, estudos coordenados pela EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL na região de Manaus, demonstraram a triplicação da produção do tambaqui em viveiros escavados, onde foi possível obter até 18 t/ha com o uso de aeração artificial contínua.

3.7. Tipos de Aeradores Utilizados na Piscicultura

Existe uma variedade de tipos de aeradores utilizados em sistemas de produção de organismos aquáticos, dentre os principais estão:

- aerador de aspersão;
- aerador propulsor de hélice;
- aerador de bomba pulverizadora;
- aeradores de rodas de pás;
- aeradores de difusão de ar.

A escolha do tipo do aerador e seu dimensionamento requer informações sobre os módulos de produção (superfície e profundidade), do sistema de manejo aquícola, da disponibilidade de energia elétrica (preferencialmente trifásica), da taxa de transferência de oxigênio do aerador (kgO_2/h), da eficiência do aerador ($\text{kgO}_2/\text{Kw/h}$) e da dinâmica do oxigênio dissolvido no ambiente de cultivo (produção e consumo, vide tópico 3.5) (ARANA, 2006; KUBITZA, 2003; SIPAÚBA-TAVARES et al., 1999; BOYD et al., 1998).

Além destes, outros aspectos devem ser considerado na escolha dos equipamentos, tais como: mobilidade, durabilidade, custo de aquisição, manutenção e peças de reposição (CAVERO, 2009).

3.7.1. Aerador de Aspersão

Este tipo de aerador é constituído por um motor elétrico conectado a um eixo maciço e um hélice acoplado verticalmente sobre uma estrutura flutuante. O mecanismo realiza aspersão de jatos de água para fora da superfície promovendo a inserção de oxigênio. A taxa de transferência de oxigênio de um motor de 1,0 CV é em torno de 1,8 kg O₂/h. O aerador de aspersão vertical é apresentado nas Figuras 6 e 7.

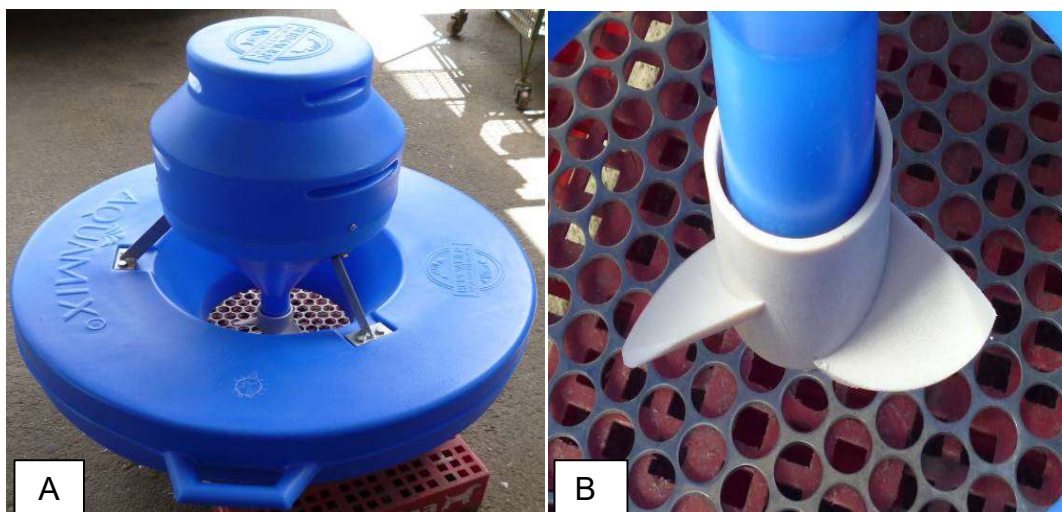


Figura 6. A) Aerador de aspersão vertical; B) hélice de dispersor vertical.



Figura 7. Aerador de aspersão vertical.

3.7.2. Aerador Propulsor de Hélice

O aerador propulsor de hélice consiste em um motor elétrico de indução conectado a um eixo metálico oco com orifícios e um hélice (Figura 8). Quando acionado, a rotação do sistema eixo-hélice difunde o ar através dos orifícios para a água ao mesmo tempo em que o hélice promove turbulência na superfície da água (Figura 9). A taxa de transferência de oxigênio de um motor de 1,0 CV é em torno de 1,5 kg O₂/h.

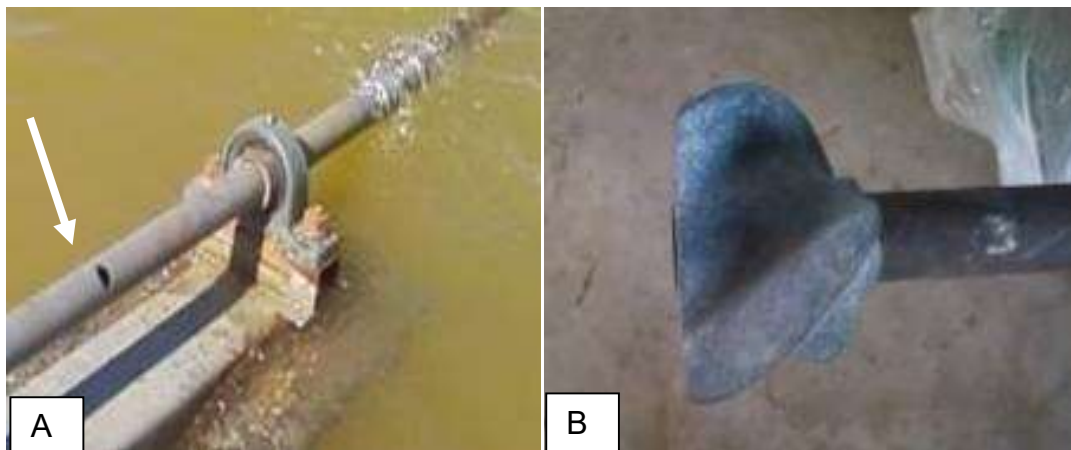


Figura 8. a) Eixo com orifício de entrada de ar; b) Hélice adaptado.



Figura 9 Aerador propulsor de hélice.

3.7.3. Aeradores de Bomba Pulverizadora

Bombas pulverizadoras são constituídas por bombas centrífugas com força motriz oriunda de motores de alta potência, normalmente de tratores agrícolas, que bombeiam água em alta pressão através de pequenos orifícios de ventilação. São utilizados principalmente na aeração emergencial, acionados quando a concentração cai à níveis críticos (Figura 10).



Figura 10. Aerador de bomba pulverizadora. Fonte: Boyd, (1998).

3.7.4. Aeradores de Roda de Pás

Estes aeradores são constituídos por um conjunto de equipamentos que incluem motor elétrico de indução, rodas de pás, flutuadores, rolamentos e sistema de redução de velocidade. Os motores elétricos disponíveis no mercado operam em rotações em torno de 1.700 RPM, por este motivo, a transferência de rotação para as rodas de pás é reduzida por um sistema redutor de velocidade, de modo que as rodas de pás girem a velocidades de 70 a 120 RPM.

Ao girar na interface água-ar, as rodas de pás realizam movimentação da massa de água e respingos na superfície absorvendo oxigênio atmosférico promovendo sua inserção na água (Figura 11). A taxa de transferência de oxigênio de um motor de 1,0 CV é em torno de 1,35 kg O₂/h.



Figura 11. Aerador de roda de pás

3.7.5. Aeração por Difusores de Ar

A aeração por difusores de ar utiliza inserção de ar atmosférico à baixa pressão em alto volume. O sistema é constituído por um motor elétrico integrado a um rotor ar (Figura 12). O ar é comprimido e enviado através de ductos até difusores ar nas extremidades posicionados no fundo dos viveiros ou suspensos na coluna d'água. Os tipos de difusores de ar incluem pedras porosas, tubos de papel poroso, tubos de borracha perfurada, tubos de plásticos perfurados, difusores de cúpula de cerâmica, entre outros.



Figura 12. Motor elétrico integrado ao rotor de ar.

3.8. Aspectos Econômicos na Piscicultura

A piscicultura é uma das atividades zootécnicas que mais tem crescido no mundo, estimulada pelas altas taxas de retorno e de rentabilidade comparada aos investimentos alternativos do setor (SCORVO-FILHO e MARTIN, 1999).

No entanto, a análise econômica vem sendo negligenciada por pesquisadores e piscicultores, apesar de ser um fator essencial para avaliar a viabilidade de investimento em instalações, insumos, equipamentos e adoção tecnologias (SILVA et al., 2003). Martins et al., (2001), ressaltam que a falta informações sobre análises de custos e receitas com definições de índices econômicos para subsidiar a tomada de decisões pode comprometer a atratividade de investidores na atividade e a adoção de tecnologias.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

O experimento foi realizado na Fazenda Ecology Pescados, localizada na Rodovia AM 010 Km 127, Ramal do Banco, Km 11, Município de Rio Preto da Eva, Amazonas, Brasil (Figura 13).

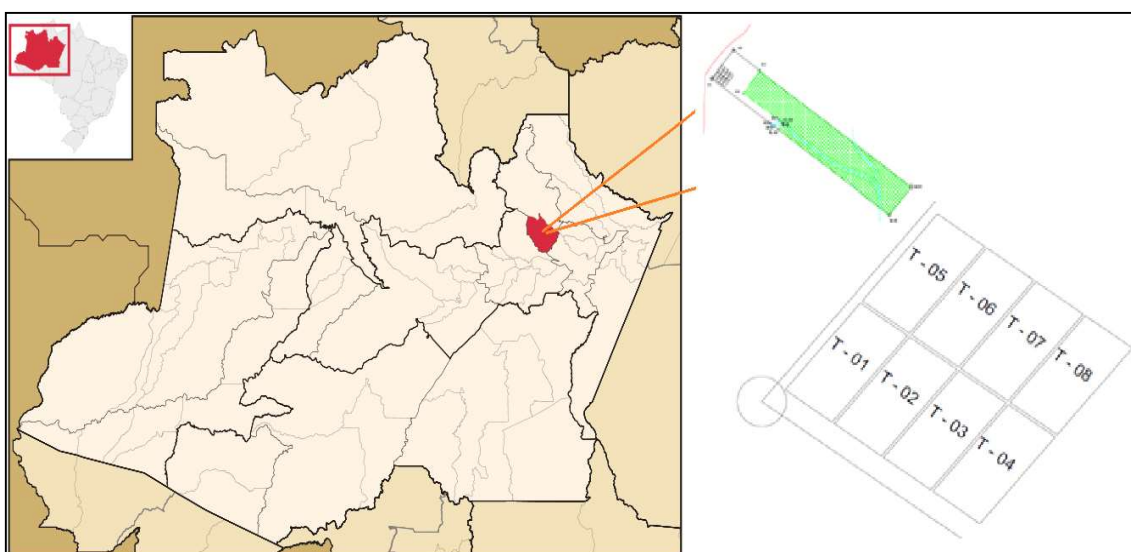


Figura 13. Localização da área de estudo (adaptado de Google Map)

4.2. Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em delineamento para amostras independentes, com dois (2) tratamentos em quatro (4) repetições, totalizando oito (8) unidades experimentais. Os tratamentos foram os seguintes: Tratamento T1: Viveiros semi-escavados dotados de aeração artificial suplementar; Tratamento T2: Viveiros semi-escavados desprovidos de aeração artificial suplementar. O período de operação dos aeradores no tratamento com aeração artificial suplementar (T1) foi no horário noturno entre 18:00 e 06:00hs. A duração do experimento foi de cento e vinte (120) dias.

4.3. Descrição das Unidades Experimentais

As unidades experimentais foram constituídas por viveiros de argila semi-escavados com as seguintes dimensões: 40 x 80 x 1,0 m, 0,32 ha de lâmina d'água (Figura 14). Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente nas unidades experimentais.



Figura 14. Unidades experimentais.

4.4. Animais Utilizados no Experimento

O experimento foi realizado em escala de produção comercial, em que se utilizou um lote de 40.000 juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) com peso médio inicial de $11,8 \pm 3,02$ g e comprimento médio padrão de $8,0 \pm 3,1$ cm, oriundos de estação de reprodução de peixes da região (Figura 15).



Figura 15. Exemplo de juvenil de tambaqui utilizado no experimento.

4.5. Descrição dos Aeradores Experimentais

Os aeradores experimentais utilizados no presente estudo foram confeccionados a partir de materiais de fácil disponibilidade no mercado e de baixo custo de aquisição. A aeração foi realizada pelo mecanismo de bombeamento de água na superfície (aspersão) através de um sistema de bomba centrífuga constituída por um motor elétrico de indução de 1,0 CV de potência acoplado a um rotor de sucção com tubulações e conexões de 1,0" montados sobre uma estrutura flutuante (Figura 16).

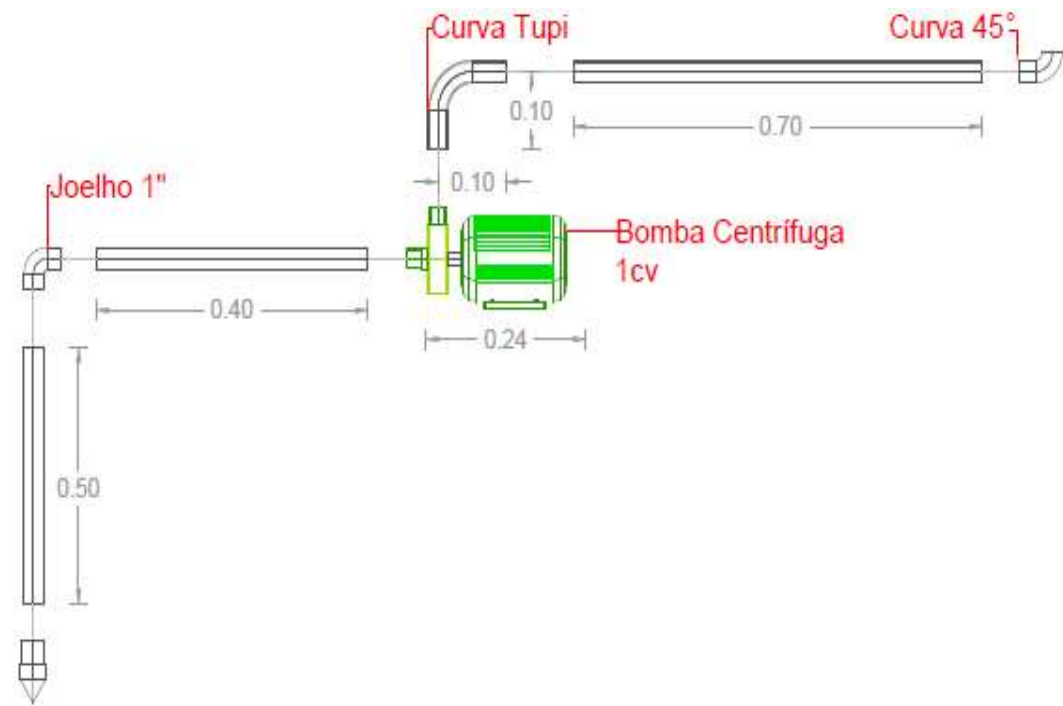


Figura 16. Representação esquemática do motor-bomba do aerador experimental.

A estrutura flutuante utilizada como base para o sistema de bombeamento foi constituída por uma plataforma de polietileno de baixa densidade, sustentada por um conjunto de quatro boias plásticas de 20L, responsáveis pela flutuabilidade, e por dois flutuadores laterais, compostos por tubos PVC de 100 mm de diâmetro e 1,5 m de comprimento herméticos responsáveis pela estabilidade à estrutura (Figuras 17 e 18).

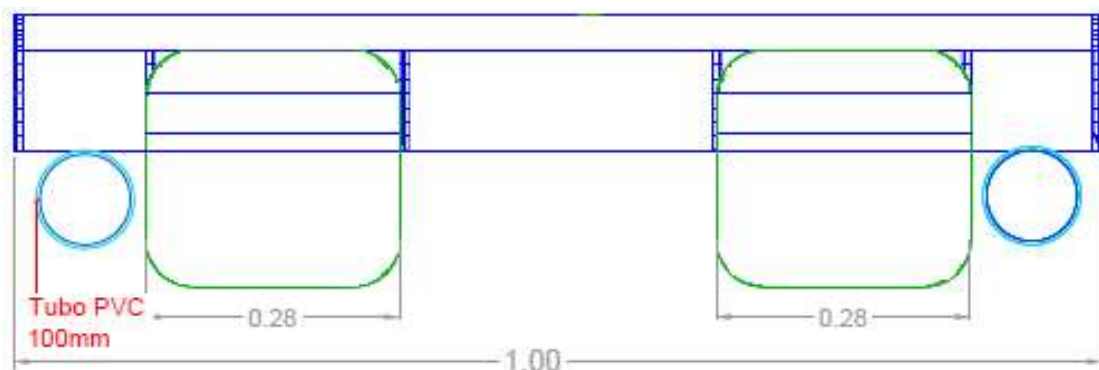


Figura 17. Vista frontal da base de flutuação do aerador experimental.

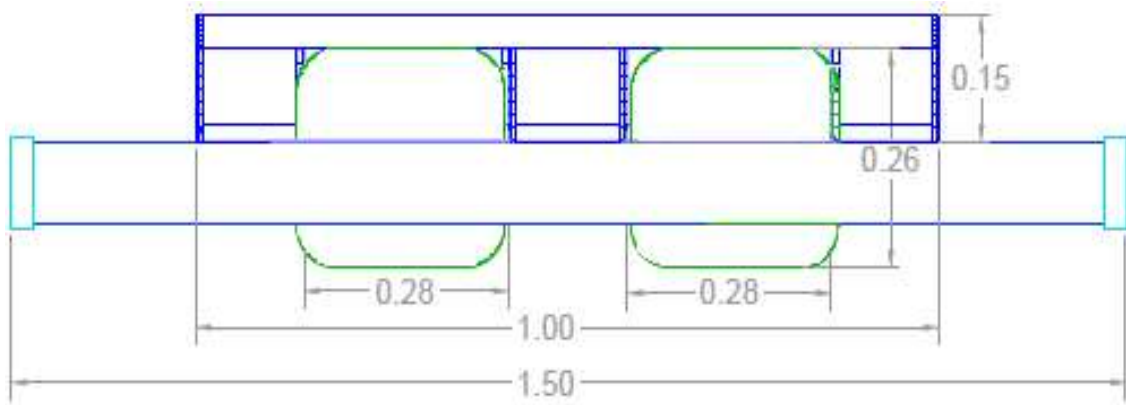


Figura 18. Vista lateral da base de flutuação do aerador experimental.

O conjunto dos sistemas de bomba centrífuga e da estrutura flutuante do aerador experimental é apresentado na Figuras 19.

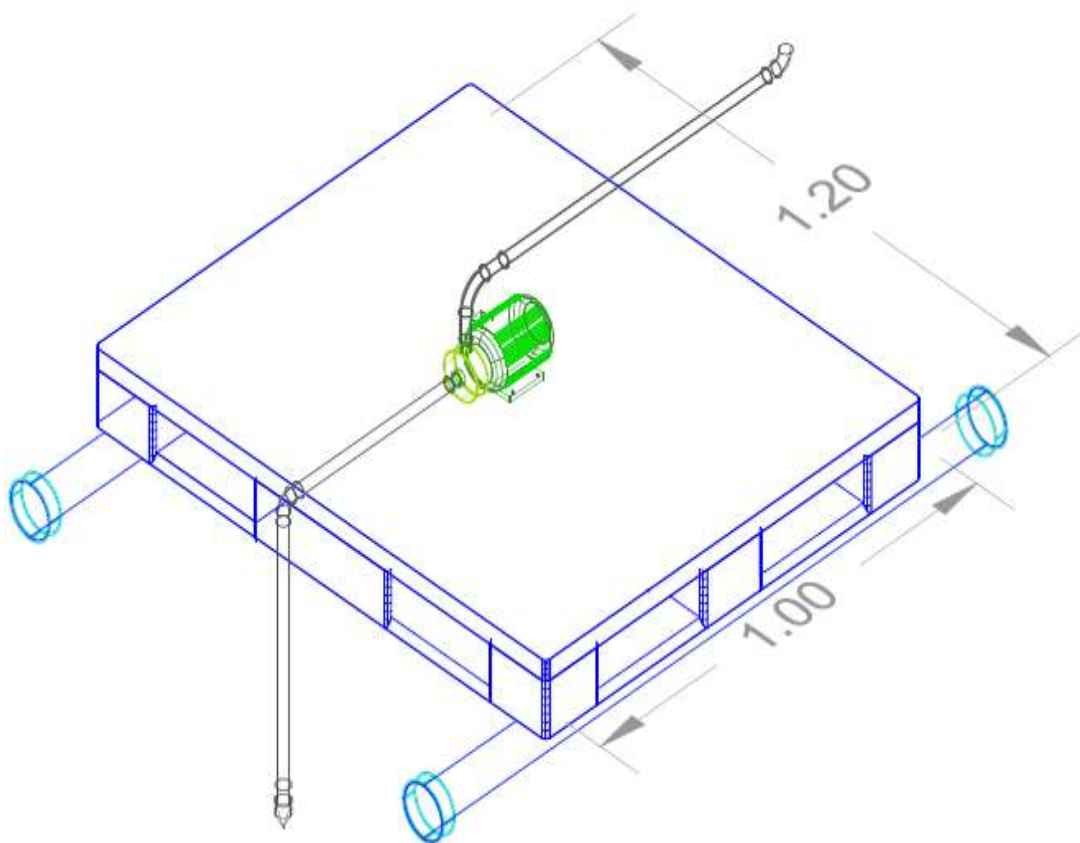


Figura 19. Vista ortográfica do aerador experimental.

4.5.1. Taxa de Transferência de Oxigênio

A taxa de transferência de oxigênio do aerador experimental, expressa em kg/OD/h⁻¹, foi de 1,13±11,3 kg/O₂/h, determinada pelo modelo Standard Oxygen Transfer Rate - SORT, adaptado de Boyd (1984):

$$\text{SOTR} = \text{Kla}_{28} \times C_s \times V \times 10^{-3}, \text{ onde:}$$

SOTR: Taxa padrão de transferência de oxigênio (kg OD/h)

Kla₂₈: Coeficiente de transferência de oxigênio a 28° C

C_s: Concentração do oxigênio saturado a 28° C (g/m³)

V: volume do tanque onde o teste foi realizado (m³)

10⁻³: fator constante para transformar gramas em quilogramas (kg/g)

$$\text{Kla}_{28} = \text{Kla}_T \times 1,024^{28-T}, \text{ onde:}$$

Kla₂₈: Coeficiente de transferência de oxigênio a 28° C (h⁻¹);

KLa_T: Coeficiente de transferência de oxigênio na temperatura do teste (h⁻¹);

T: temperatura do teste;

$$\text{KLa}_T = \frac{1,1}{(T_{70} - T_{10})/60}, \text{ onde:}$$

KLa_T: Coeficiente de transferência de oxigênio na temperatura do teste (h⁻¹);

t₇₀: tempo em que o OD atingiu 70% da saturação na temperatura do teste;

t₁₀: tempo em que o OD atingiu 10% da saturação na temperatura do teste.

4.5.2. Eficiência Padrão do Aerador

A Eficiência Padrão do Aerador – Standard Aerator Efficiency (SAE) obtida pela razão entre a Taxa de Transferência Padrão de Oxigênio (SORT) em kg/OD/h⁻¹ e o Consumo Operacional de Energia Elétrica, em Kw/h foi de 1,50 kg O₂ h.

$$\text{SAE} = \frac{\text{SORT}}{\text{COEE}}, \text{ onde:}$$

SAE = A eficiência do aerador kgO₂/kwh;

SORT = Taxa padrão de transferência de oxigênio (kgO₂/h-1);

CEE = Consumo de energia elétrica (kW/h).

4.6. Manejo dos Animais

4.6.1. Alimentação

Os animais foram alimentados com ração comercial contendo 32 e 28% de Proteína Bruta, fornecida duas vezes ao dia a 3% da biomassa. O ajuste da quantidade de ração foi realizado com base em biometrias aferidas em intervalos de trinta (30) dias. O manejo alimentar durante o experimento é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Manejo alimentar dos animais durante o experimento.

Fase de desenvolvimento	% de Proteína Bruta na ração	Taxa de Alimentação (% Biomassa/dia)	Tempo (Dias)
10,0 – 50g	32	3,0	40
50,0 ~ 350g	28	3,0	80

4.6.2. Biometrias

As biometrias foram realizadas pelo método amostral de três 3% da população de cada unidade experimental, correspondendo a cento e cinquenta (150) indivíduos. A amostragem dos peixes foi realizada com auxílio de redes de pesca multifilamento sem nó para evitar causar escoriações no tegumento dos animais.

O peso (g) e o comprimento padrão (cm) foram aferidos com auxílio de balança eletrônica (precisão de 1,0 g) e ictiômetro (precisão de 1,0 mm), respectivamente. Para minimizar o estresse durante o manejo, os animais foram anestesiados em solução de Eugenol na proporção de 65mg/L de água.

4.7. Avaliação do Desempenho Produtivo

O desempenho produtivo dos animais foi avaliado através da análise das seguintes variáveis zootécnicas:

4.7.1. Ganho de Peso

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

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

4.7.2. Conversão Alimentar Aparente

A conversão alimentar aparente (CAA) é o índice da relação entre a quantidade aparente de alimento ofertado convertido em biomassa. A CAA foi obtida através da razão entre quantidade de ração ofertada e o ganho de peso:

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

4.7.3. Taxa de Sobrevivência

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

4.8. Qualidade da Água

A qualidade da água foi avaliada através da análise da concentração de amônia total (NH_3 e NH_4^+) e nitrito NO_2^- (mg/L), coletadas em intervalos de quinze dias (Tabela 3). As variáveis limnológicas apresentadas na Tabela 4 foram monitoradas duas vezes por semana *in situ* com auxílio de equipamentos digitais e disco de Secchi.

Tabela 3. Variáveis limnológicas analisadas em laboratório.

Variável	Unid.	Frequência	Horário da Coleta
N. Amoniacal (NH_3 e NH_4^+)	mg/L	15 dias	06:00 e 18:00
Nitrito (NO_2^-)	mg/L	15 dias	06:00 e 18:00

Tabela 4. Variáveis limnológicas monitoradas *in situ*.

Variável	Unid.	Frequência	Horário
pH	-	2 vezes por semana	06:00 e 18:00
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	2 vezes por semana	06:00 e 18:00
Oxigênio Dissolvido*	mg/L	2 vezes por semana	06:00 às 18:00
Temperatura	°C	2 vezes por semana	06:00 e 18:00
Transparência	cm	2 vezes por semana	06:00 e 18:00

* Para a variável oxigênio dissolvido, a cada 15 dias realizou-se um monitoramento durante o período de operação dos aeradores (18:00 às 06:00) em intervalos de 2 horas.

4.9. Avaliação Econômica

A viabilidade do investimento foi avaliada pelos seguintes indicadores econômicos e financeiros: análise do custo de produção e rentabilidade, fluxo de caixa, valor do presente líquido, taxa mínima de atratividade, taxa interna de retorno, período de recuperação do capital e análise de sensibilidade com variação dos cenários econômicos de preço de venda (R\$) e volume de produção (biomassa kg).

Para a avaliação da viabilidade econômica dos modelos de cultivo utilizados no experimento, foi realizada uma projeção de custos e receitas levando em consideração características de processos produtivo de fazendas comerciais do tabaqui “curumim” (peso médio final a partir de 0,350 kg) da região.

Segundo Marinho-Pereira (2009), experiências técnico-produtivas na região mostram que empreendimentos com lâminas d’ água a partir de 5,0 ha apresentam melhor estabilidade econômica a médio/longo prazo. Portanto, os investimentos fixos, custeios da produção e estimativas de produtividade foram projetados para um empreendimento de 5,0 hectares de lâmina d’ água.

As projeções em investimentos fixos consideradas na análise foram:

i. Construção de 5,0 hectares de lâmina d’ água, distribuídos em 16 viveiros semi-escavados para engorda e 0,5 hectares de lâmina d’ água para alevinagem, dotados com sistema de drenagem e abastecimento.

ii. Construção de um galpão de 50m² para armazenamento de insumos, máquinas e equipamentos;

iii. Instalação de rede elétrica trifásica com acessórios elétricos, postes, transformador de tensão de 30 kVA, cabos elétricos, quadro de distribuição e disjuntores.

iv. Máquinas e equipamentos: Aeradores, triturador de ração, balança 300 kg, balança 3,0 kg, bomba centrífuga de 15 CV para abastecimento e redes de despesca.

v. Projeto Técnico e Licenciamento ambiental.

O custo com os investimentos fixos considerados na análise está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Investimentos Fixo.

ITEM	Unid.	Qtde.	Valor Unit (R\$)	Total (R\$)
1. Investimento em Instalações e Infraestrutura				
Viveiros de Engorda	ha	5,0	40.000,00	200.000,00
Viveiros de Alevinagem	ha	0,5	40.000,00	20.000,00
Galpão 50 m ²	un	1,0	17.000,00	17.000,00
Rede Elétrica Trifásica	un	1,0	12.900,00	12.900,00
Projeto Téc. E Licenciamento Ambiental	un	1,0	5.000,00	5.000,00
2. Investimento em Máquinas e Equipamentos				
Aeradores * (comerciais)	un	16	1.390,00	22.240,00
Triturador de ração	un	1,0	650,00	650,00
Balança 300 kg	un	1,0	750,00	750,00
Balança 3,0 kg	un	1,0	75,00	75,00
Bomba Centrífuga 15 CV	un	2,0	2.134,75	4.269,50
Redes de Despesca	un	2,0	1.350,00	2.500,00
TOTAL T1				285.584,50
TOTAL T2				263.344,50

* Item considerado apenas no Tratamento T1.

4.9.1. Análise do Custo de Produção e Rentabilidade

Para permitir a avaliação a curto, médio e longo prazo, onde as receitas líquidas têm que cobrir todos os investimentos em infraestrutura e custeios da produção, foram considerados os seguintes componentes de análise:

i. Custo Operacional Efetivo (COE) – Foram considerados os itens de custos fixos como: mão de obra direta, mão de obra avulsa e energia elétrica; e os custos variáveis (insumos): alevinos, fertilizantes químicos, calcário agrícola e ração.

A mão de obra direta foi estabelecida pela relação de um (1) homem para 5,0 hectares de lâmina d'água, sendo o custo baseado no salário mínimo mensal referente ao mês de julho/2013 (R\$ 678,00). A mão de obra avulsa é necessária para auxiliar no arraçamento, despescas e nas atividades gerais da atividade, sendo estimada em 02 H/D ao custo unitário diário de R\$ 30,00.

O custo com energia elétrica foi estabelecido com base no consumo de energia da bomba de abastecimento (15 CV = 14,7 kW), tempo de operação (10 horas/dia; 300 h/mês), e pelo consumo de energia dos aeradores, considerando o número de aeradores (16), a potência (1,0 CV = 0,75 kW), o tempo de operação (12 horas/dia; 360h/mês). Para calcular o custo utilizou-se a tarifa rural de R\$ 0,0914 kW/h.

A quantidade de alevinos foi calculada pela densidade de estocagem de 15.000 peixes/ha. Na projeção para 5,0 hectares e 3,0 ciclos ao ano, a quantidade total foi de 225 milheiros ao custo unitário de R\$ 80,00.

Os custos com fertilizantes químicos e calagem foram calculados pela aplicação 45 kg/ha de superfosfato triplo, 80 kg/ha de sulfato de amônia e 200 kg/ha de calcário agrícola. O valor considerado na análise foi o preço praticado no mercado local referente ao mês de julho/2013 de R\$ 2,17, 1,78 e 0,44 kg, respectivamente.

O consumo de ração foi baseado na conversão alimentar obtida no resultado do experimento, sendo de 0,89 para o tratamento com aeração artificial suplementar (T1) e 1,19 para o tratamento sem aeração artificial (T2). O preço da ração utilizada na análise foi de R\$ 1,22/kg, referente ao mês de julho/2013.

ii. Custo Operacional Total (COT) – Foi constituído pelo custo operacional efetivo (COE) mais os custos indiretos monetários ou não monetários, tais como: depreciação da infraestrutura, máquinas/equipamentos, manutenção e assistência técnica.

A depreciação da infraestrutura, instalações e equipamentos foi calculada pelo método linear utilizando a seguinte fórmula:

$$D = \frac{Vi}{n}, \text{ onde:}$$

D = Depreciação (R\$/Ano);

Vi = Valor inicial do bem (R\$);

n = Vida útil (anos).

A assistência técnica é referente ao acompanhamento periódico do sistema de produção, da qualidade da água e recomendações/orientações gerais da produtividade e o custo com manutenção refere-se à correção/prevenção de danos no sistema elétrico/hidráulico. Na análise, o custo com assistência técnica foi de R\$ 300,00/mês e com manutenção de R\$ 200,00/mês.

iii. Custo Total de Produção (CTP) – Foi calculado pela soma do custo operacional total (COT) mais os seguintes componentes: encargos trabalhistas estimados em 70% da mão de obra direta; encargos financeiros sobre o capital financiado para implantação do investimento fixo e o custeio inicial da produção (primeiro ciclo), utilizando como referência a linha de crédito do Banco da Amazônia/FNO, a uma taxa de juros de 4,12% a.a.; e imposto de renda pessoa jurídica de 8% sobre o lucro bruto.

iv. Receita Bruta (RB) – Foi obtida pelo volume total da produção (kg) x preço de comercialização (R\$ 3,70/kg). O volume de produção foi estimado pelo peso médio final 0,350 kg x 15.000 peixes/ha = 5.250 kg/ha. Considerado 5,0 hectares de área produtiva, o volume total em 3,0 ciclos de produção foi de 78.750 kg. Na análise considerou-se o rendimento por hectare (ha) e por quilo grama (kg).

v. Receita Líquida I (RL I) – Obtida pela diferença entre a Receita Bruta (RB) e o COE. Foi considerando o rendimento por hectare (COE/ha) e por quilo grama (COE/kg).

vi. Receita Líquida II (RL II) – Obtida pela diferença entre a Receita Bruta e o COT. Foi considerando o rendimento por hectare (COT/ha) e por quilo grama (COT/kg);

vii. Receita Líquida III (RL II) – Obtida pela diferença entre a Receita Bruta e o CTP, considerando o rendimento por hectare (CTP/ha) e por quilo grama (CTP/kg);

viii. Lucratividade - razão entre a Receita Líquida III (RL III) e a Receita Bruta (RB) x 100%.

ix. Rentabilidade - razão entre a Receita Líquida III (RL III) e o Investimento x 100%.

4.9.2. Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa da avaliação foi constituído pelas entradas e saídas anuais de recursos durante o horizonte considerado (FURLANETO et al., 2009), estabelecido para 10 anos.

Os itens de entrada (+) considerados na análise foram:

i. Receitas anuais: somatório das vendas de cada ciclo de produção;

Como saída (-) foram considerados o aporte de recursos em:

i. Infraestrutura: construção dos viveiros de engorda e alevinagem com sistema de drenagem e abastecimento, rede elétrica trifásica;

ii. Aquisição de equipamentos específicos: aeradores, triturador de ração, balanças, bamba centrífuga e redes de despesca;

iii. Depreciação anual das benfeitorias/construções e equipamentos;

iv. Custeio da produção (Insumos): Alevinos, rações, energia elétrica, fertilizantes químicos, calcário agrícola, mão de obra e outras despesas gerais da atividade.

v. Projeto técnico, licenciamento ambiental e acompanhamento técnico.

4.9.3. Taxa Mínima de Atratividade

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) indica o custo de oportunidade do uso alternativo do capital, isto é, a taxa mínima de juros que o investidor exige para aceitar o investimento (SILVA, 2008). A TMA foi efetuada considerando a taxa de juros de 4,12% a.a. do Banco da Amazônia S/A (BASA/FNO) para financiamentos de projetos agropecuários

4.9.4. Valor Presente Líquido

O Valor do Presente Líquido (VPL) é um método de análise de investimentos que determina o valor presente para pagamentos futuros. O valor do fluxo de caixa atual e futuro são convertidos para um valor equivalente por meio de uma taxa de conversão, isto é, pela Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

O VPL do horizonte projetado foi obtido pela diferença entre as saídas e entradas de caixa, isto é, pelo Fluxo de Caixa Líquido, descontado pela TMA:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Onde:

FC = Fluxo de caixa;

t = período (ano ou meses);

n = tempo total do projeto (ano ou meses);

i = taxa mínima de atratividade (TMA).

4.9.5. Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é um índice que estabelece a taxa econômica necessária para igualar o valor de um investimento com seus retornos futuros, isto é, a taxa (%) de remuneração que o empreendimento deve proporcionar de modo que este iguale seu investimento após um período.

A TIR foi calculada pelo método do VPL, porém igualando-o a 0 (zero) e utilizando a TIR como incógnita. Posteriormente a TIR foi comparada com a TMA a fim de verificar o desempenho do projeto.

4.9.6. Período de Retorno do Capital

O Período de Retorno do Capital (PRC) é o tempo necessário para que a soma das receitas líquidas futuras iguale ao valor do investimento inicial, isto é, o tempo (anos) em que a soma do fluxo de caixa, a partir do investimento inicial, torna-se nulo.

$$PRC = \frac{CI}{RA}$$

Onde:

CI = Capital Inicial;

RA = Receita Anual não descontada.

4.10. Análise Estatística

Foram utilizados os testes de Hartley (Teste da razão máxima) e Levene's, para verificar a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias, respectivamente. As variáveis de desempenho produtivo e qualidade da água foram analisadas pelo Teste *t* de Student para amostras independentes, ao nível de 5% de significância (ZAR, 1996).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água foi avaliada através do monitoramento do pH, condutividade elétrica, transparência, amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$), nitrito (NO_2^-), oxigênio dissolvido e temperatura.

As variáveis de qualidade de água não apresentaram variações significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos ao longo do experimento. Os resultados observados estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores médios e desvio padrão das variáveis de qualidade de água no cultivo do tambaqui (*C. macropomum*), em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

Variáveis Limnológicas	Tratamento	
	T1	T2
pH	6,77±0,72 a	6,14 ± 0,59 a
Condutividade Elétrica (µS/cm)	39,04±12,02 a	47,74 ± 2,94 a
Transparência (cm)	18,11±1,75 a	23,19±2,91 a
N. Amoniacal Total (mg/L)	0,129±0,16 a	0,166 ± 0,12 a
Nitrito (mg/L)	0,104±0,06 a	0,075 ± 0,04 a
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,38±2,58 a	7,20 ± 1,40 a
Temperatura (°C)	29,62±0,40 a	29,52 ± 0,51 a

* Médias e desvio padrão seguidos de letras iguais na mesma linha não diferem significativamente (p<0,05);

A qualidade da água analisada ao longo do experimento apresentou-se dentro das faixas adequadas para o cultivo da espécie (CAVERO et al., 2009; KUBITZA, 2003).

A concentração do pH manteve-se dentro da faixa de conforto para a espécie, variando de 6,14 a 6,77. Aride et al., (2007) avaliando respostas fisiológicas do tambaqui submetidos a diferentes concentrações de pH da água, verificaram que não houve mortalidade de indivíduos nas concentrações de exposição (4,0, a 8,0), entretanto pH próximos de 8,0 causaram alterações significativas nos parâmetros hematológicos dos animais. A variação do pH observado no presente estudo está em conformidade com os encontrados por Azevedo e Aiub (2012), onde descrevem valores ocorrendo entre 6,7 e 9,1 e por Silva e Carneiro (2007), com variação de 6,9 e 7,0, em viveiros de engorda do tambaqui em sistema sem renovação de água.

A condutividade elétrica da água apresentou variação entre 39,04 e 47,74 µS/cm, sendo a média semelhante aos valores descritos nos estudos de Arbeláez-Rojas et al., (2002) e de Sipaúba-Tavares et al., (1999), de 45 e 49,3 µS/cm no cultivo semi-intensivo do tambaqui em viveiros e no policultivo com tambaqui utilizando aeração artificial, respectivamente.

A transparência da água apresentou pequena variação ao longo do experimento, com valores observados de $18,11 \pm 1,75$ cm de profundidade no tratamento T1 e $23,19 \pm 2,91$ cm no tratamento T2. Estes valores estão de acordo com os observados por Castro e et al., (2002), onde relatam variação média de 20,0 cm de profundidade no cultivo intensivo de tabaqui utilizando aeração artificial. Valores de transparência maiores foram relatados por Fernandes et al., (2010), com variação de 37,8 a 56 cm no cultivo do tabaqui em viveiros.

A condutividade elétrica e a transparência da água corroboram com os valores comumente encontrados no cultivo semi-intensivo do tabaqui em viveiros sem fluxo contínuo de água, cujas características principais são alta produtividade primária, sedimentos em suspensão e elevadas concentrações de sais dissolvidos (CAVERO et al., 2009).

A concentração de amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) variou abaixo nos níveis críticos para a espécie. Gomes et al., (2010), relatam que o tabaqui pode tolerar concentrações até 0,46 mg/L de amônia não ionizada (NH_3), forma mais tóxica, sem comprometer seu crescimento. Os valores de amônia total observados no presente estudo foram 0,129 mg/L no tratamento T1 e 0,166 mg/L no tratamento T2 (Figura 20). Estes valores estão dentro das faixas de concentração descritas por Silva e Carneiro (2007), Sipaúba-Tavares et al., (1999), cujas concentrações foram de 0,1 a 0,3 mg/L e 0,018 a 0,028 mg/L, respectivamente.

A concentrações de nitrito (NO_2) apresentou variações de 0,075 a 0,089 mg/L (Figura 21). Costa et al., (2004) relatam que o tabaqui é sensível aos efeitos do nitrito, onde a concentração letal (CL_{50}) ocorre em torno de 0,13 mg/L. Portanto, os valores encontrados no presente estudo em ambos os tratamentos encontram-se abaixo dos níveis letais à espécie.

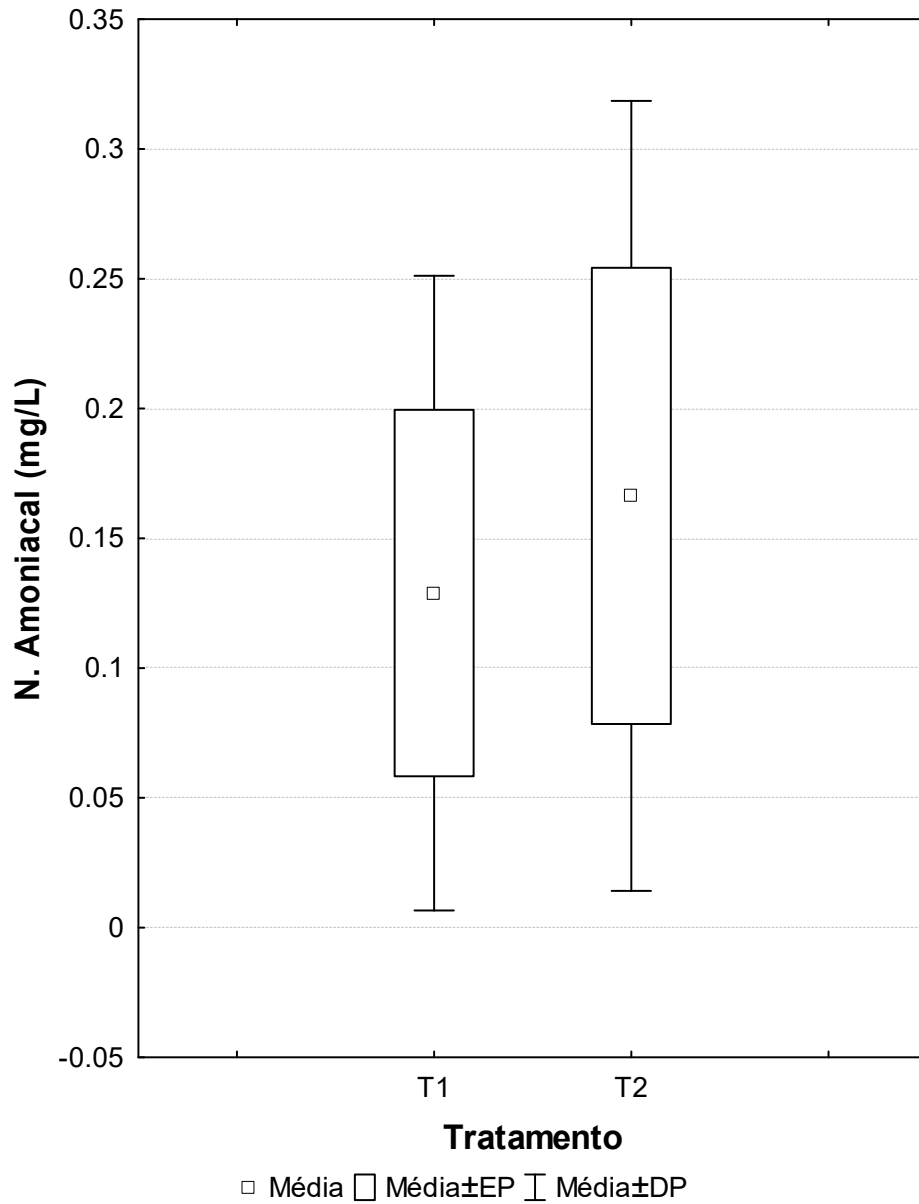


Figura 20. Valores médios e desvio padrão da concentração de amônia total no cultivo do tambaqui (*C. macropomum*), em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

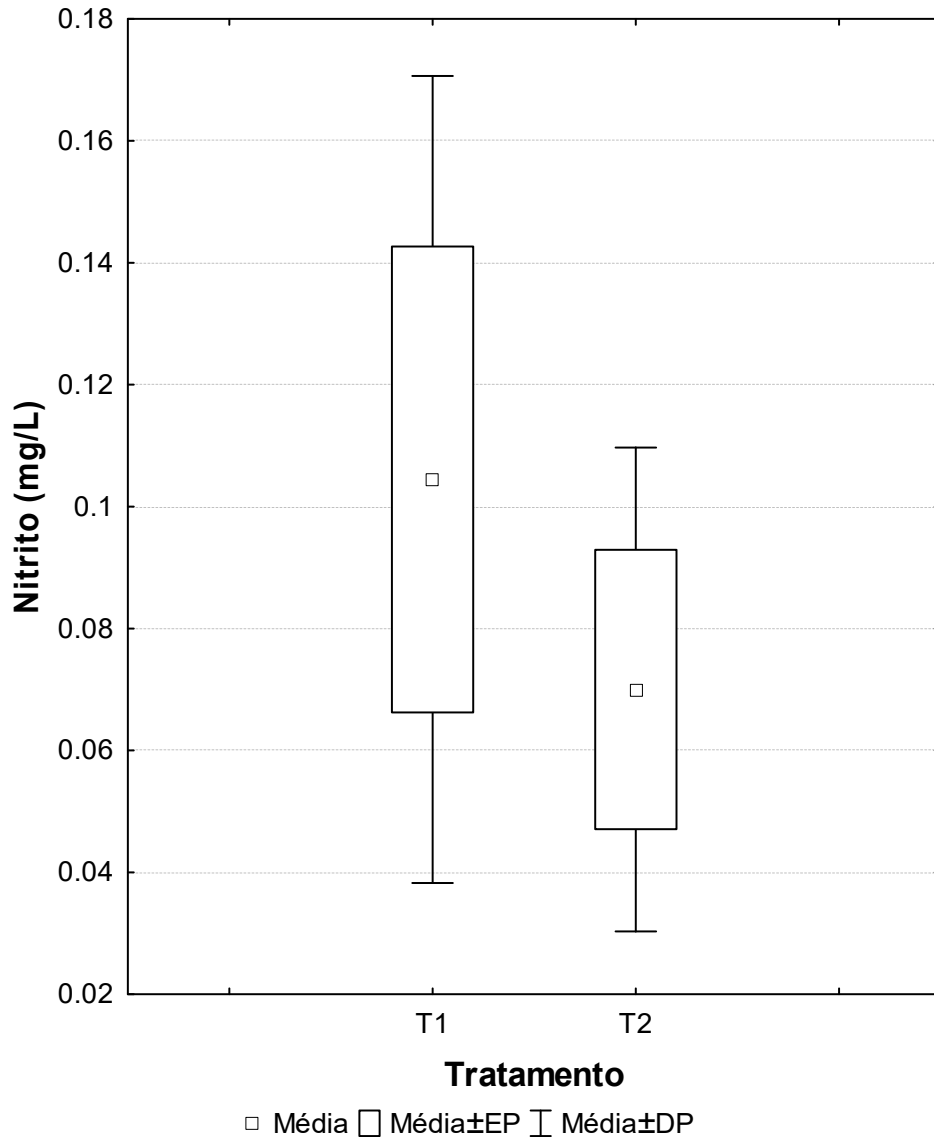


Figura 21. Valores médios e desvio padrão da concentração de nitrito no cultivo do tambaqui (*C. macropomum*), em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

A concentração de oxigênio dissolvido monitorada durante o dia apresentou valores médios considerados adequados para o cultivo de peixes, onde foi verificado níveis de 7,2 mg/L no tratamento T1 e 7,38 mg/L no tratamento T2. Por outro lado, no período noturno, quando não há produção de oxigênio pela atividade fotossintética o déficit de oxigênio é maior, sendo o horário mais crítico ocorrendo entre 04:00 e 06:00hs da manhã, quando os níveis caem subitamente de 4,2 para 2,18 mg/L e de 3,8 para 1,38 mg/L nos tratamentos T1 e T2, respectivamente (Figura 22).

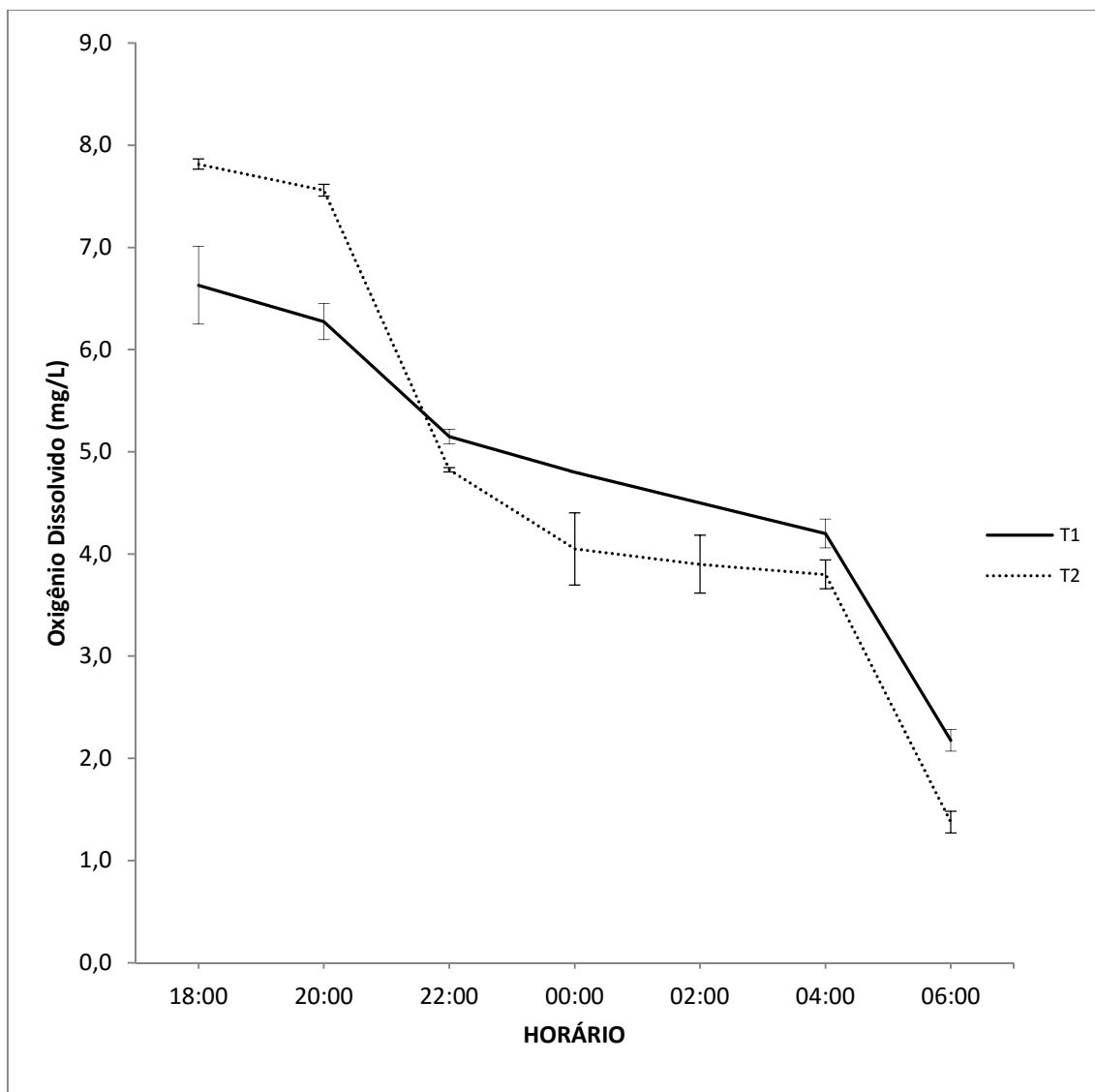


Figura 22. Valores médios da variação da concentração de oxigênio dissolvido monitorados em intervalos de 15 dias no horário noturno no cultivo do tambaqui (*C. macropomum*), em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

De acordo com Silva et. al., (2007), concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 2,0 mg/L prejudicam severamente o crescimento do tambaqui. Desta forma, pode-se observar que o suprimento de oxigênio fornecido pela aeração artificial suplementar no tratamento T1 contribuiu para a manutenção dos níveis de concentrações mais elevadas, proporcionando maior disponibilidade de oxigênio para zona de conforto dos animais.

A temperatura da água no período noturno apresentou variação constante nos dois tratamentos, com mínima de 28,15 °C e máxima de 29,48

°C no tratamento T1 e mínima de 28,25 °C e máxima de 30,75 °C no tratamento T2 (Figura 23).

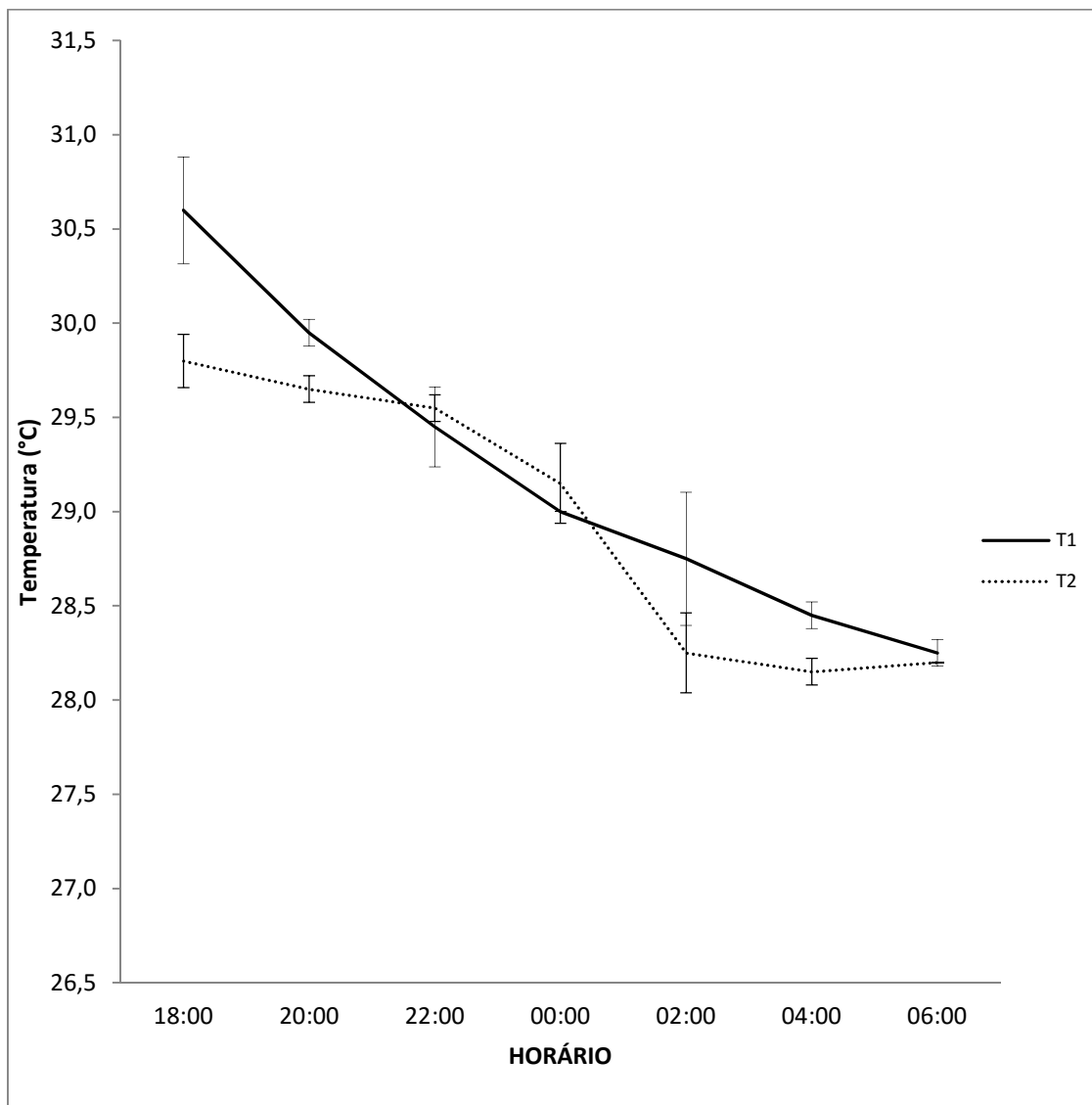


Figura 23. Valores médios da variação da temperatura monitorados em intervalos de 15 dias no horário noturno no cultivo do tambaqui (*C. macropomum*), em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

5.2. DESEMPENHO PRODUTIVO

O desempenho produtivo dos animais foi avaliado através das variáveis zootécnicas de peso médio final, ganho de peso, biomassa final, ganho de

biomassa, consumo total de ração, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, fator de condição e sobrevivência.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas variáveis de desempenho produtivo dos animais avaliados no experimento. Entretanto, o suprimento de oxigênio através da aeração artificial suplementar proporcionou condições ambientais mais adequadas para os animais, de modo que foi verificado melhorias no seu desempenho produtivo. Os resultados observados estão sumarizados na Tabela 7.

Tabela 7. Valores médios e desvio-padrão das variáveis de desempenho produtivo do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água, no período de 120 dias.

Variáveis Zootécnicas	Tratamento		Estatística	
	T1	T2	t	p
Peso Final (g)	345,20±84,78a	268,67±87,60a	1,766	0,219
Ganho de Peso (g)	333,40±84,78a	256,87±87,60a	1,087	0,338
Biomassa Final (kg)	1.715,75±421,10a	1.334,99±437,05a	1,086	0,339
Ganho de Biomassa (kg)	1.660,75±421,76a	1.279,75±437,24a	1,089	0,335
Consumo de Ração (kg)	1.546,92±836,91a	1.557,29±782,36a	0,168	0,988
CAA	0,89±0,25a	1,19±0,27a	1,419	0,228
Sobrevivência (%)	97,53±4,81	97,1±5,14	0,121	0,301

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ($p < 0,05$); CAA = Conversão Alimentar Aparente.

O peso médio final obtido no tratamento T1 foi de 345,20 g e ganho de peso de 333,40 g, enquanto no tratamento T2 o peso médio final foi de 268,67 g e ganho de peso de 256,87 g. A diferença no peso médio final entre os tratamentos evidencia uma influência da aeração artificial suplementar sobre o crescimento dos animais (Figura 24).

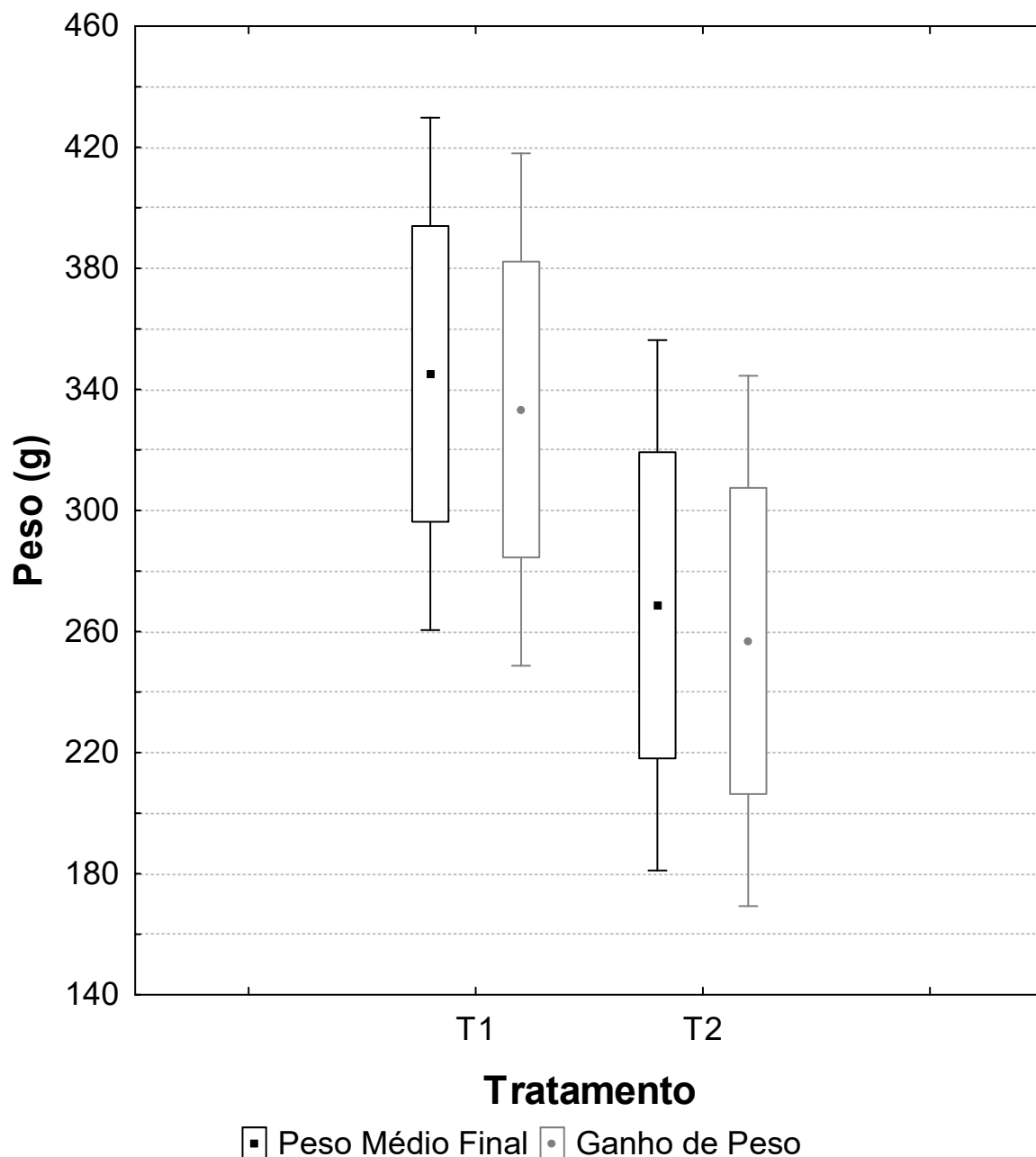


Figura 24. Valores médios e desvio padrão do peso médio final e ganho de peso do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

Filho (2009), avaliando a produtividade do tambaqui em viveiros sem o uso de aeração artificial e sem renovação contínua de água (condição ambiental semelhante ao tratamento T2 do presente estudo), descreve peso médio final de 263,81 g no período de cultivo de 120 dias. Este resultado corrobora com o obtido no tratamento T2 do presente estudo de 268,67 g.

O peso médio final obtido no tratamento T1 resultou em biomassa final de 1.715,75 kg e 1.660,75 kg de ganho de biomassa e no tratamento T2 biomassa final de 1.334,99 kg e 1.279,75 kg de ganho de biomassa (Figura 25). Proporcionalmente, estes resultados correspondem a um rendimento de produtividade (kg/ha) de 5.361,71 e 4.171,84 kg/ha, respectivamente, representando um incremento médio de biomassa de 1.189,87 kg/ha, o equivalente ao aumento de 22,19% quando se utiliza aeração artificial suplementar.

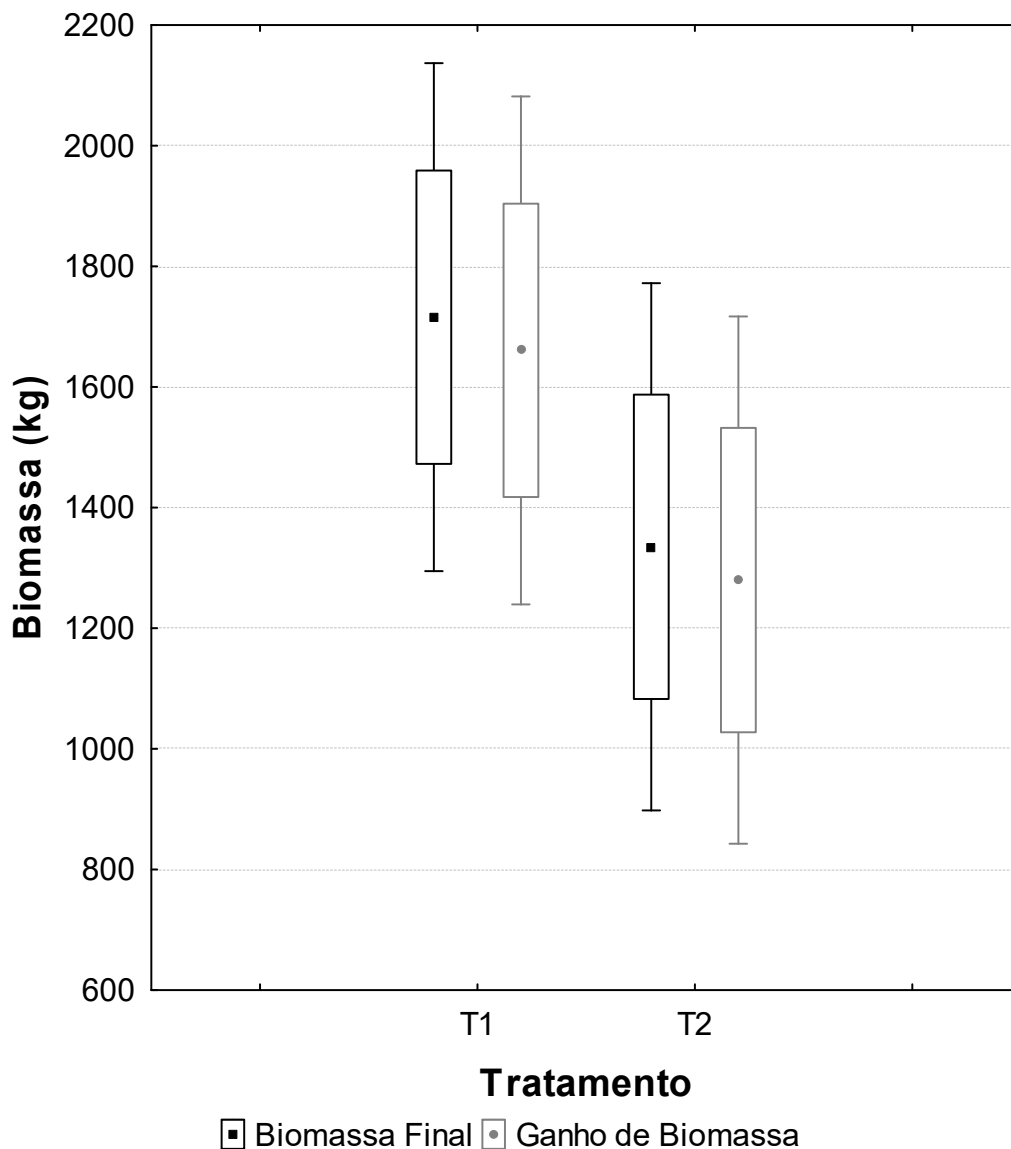


Figura 25. Biomassa final e ganho de biomassa do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

Paula (2009), avaliando o desempenho produtivo do tambaqui em viveiros sem o uso de aeração artificial suplementar, obteve rendimento de biomassa de 4.089,8 kg/ha, sendo este valor próximo ao obtido no T2 do presente estudo, de 4.171,84 kg/ha. Isto demonstra que a produtividade do tratamento T1 foi superior em função do uso de aeração.

Boyd (1998) conduzindo estudos de avaliação da produtividade com bagre do canal utilizando aeração artificial suplementar, descreve relações semelhantes às observadas no presente estudo, onde obteve rendimento de biomassa de 4.813 kg/ha, enquanto utilizando apenas aeração artificial emergencial ([OD] > 2,0 mg/L) obteve rendimento de 3.657 kg/ha. Esta diferença corresponde a 24,01% de incremento na biomassa. Este incremento na biomassa é semelhante ao incremento obtido no presente estudo de 22,19%.

A mesma relação positiva foi observada por Hernares (2012) na avaliação da produtividade do camarão *Macrobrachium amazonicum*, constatando aumento no rendimento de biomassa final de 972 kg/ha no cultivo sem aeração suplementar para 1.131 kg/ha no cultivo com aeração artificial suplementar.

O consumo médio total de ração no experimento (quantidade ofertada) foi semelhante para os dois tratamentos, sendo 1.546,92 kg no T1 e 1.557,29 kg no T2. Entretanto, a conversão alimentar aparente no tratamento T1 apresentou melhor eficiência (Figura 26).

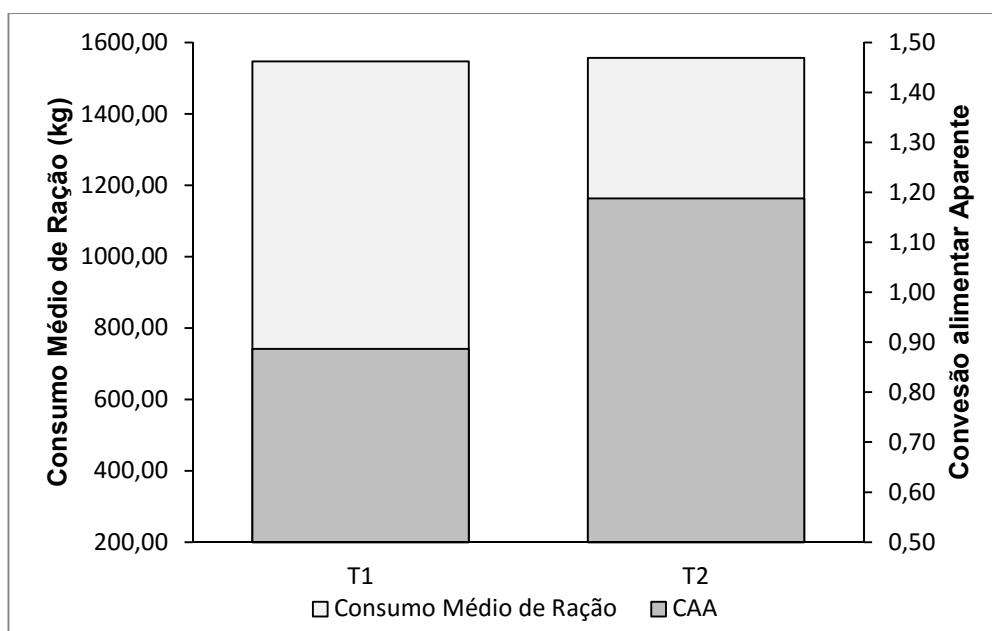


Figura 26. Consumo médio de ração e índice de conversão alimentar aparente do tambaqui (*C. macropomum*), cultivado em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

Os valores relativamente baixos dos índices de conversão alimentar do tambaqui podem ser atribuídos à sua capacidade em filtrar e utilizar o plâncton como alimento natural complementar à sua dieta, sobretudo na fase de desenvolvimento avaliada no presente estudo. Costa (2012), em estudo conduzido para avaliar a contribuição do plâncton na produtividade de juvenis de tambaqui, relata que mesmo nas densidades de estocagem elevadas, o plâncton representou de 7,7 a 26,4% na participação da biomassa corpórea.

No tratamento T1, foi verificado que o índice de conversão alimentar foi mais eficiente que no tratamento T2, sendo os valores obtidos de 0,89 e 1,19, respectivamente. Gazzola (2003) ressalta que em situações de hipoxia, condições frequentes em viveiros de piscicultura, principalmente no período noturno, o organismo aloca bastante energia para os mecanismos fisiológicos e comportamentais na tentativa de regular seu metabolismo às condições adversas do ambiente, conseqüentemente, o gasto extra desta energia reduz as reservas para síntese corporal refletindo em menor síntese corporal.

Apesar dos índices de conversão alimentar aparente não diferirem significativamente entre si ($p < 0,05$), ficou evidente uma tendência de melhoria dos índices quando se utiliza aeração artificial suplementar, e sob uma abordagem econômica, esta diferença pode incidir expressivamente na composição dos custos de produção, uma vez as variáveis estão diretamente relacionadas.

Valores de conversão alimentar aparente para o tambaqui cultivado em condições comerciais são descritos nos estudos de Paula (2009), Filho (2009), Izel e Melo (2004), Arbeáez-Rojas e et al., (2002), e Melo et al., (2001), com índices de CAA de 1,60, 1,41, 1,42, 1,20, 1,35 e 1,5, respectivamente.

A sobrevivência não diferiu estatisticamente entre os tratamentos. Ainda assim, verificaram-se maiores valores nos tratamentos T1, com médias de $98,53 \pm 4,81$ %. No tratamento T2, a sobrevivência foi de $97,1 \pm 5,14$ %.

5.3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

A avaliação econômica foi realizada através das análises dos custos de produção e rentabilidade, fluxo de caixa, valor do presente líquido, taxa interna de retorno, taxa mínima de atratividade e período de retorno do capital do cultivo do tabaqui “curumim” com 3,0 (três) ciclos de produção/ano, projetados no horizonte de 10 anos.

Os viveiros foram os itens de maior participação no investimento fixo, representando 77,03% do total investido no modelo de produção com aeração artificial suplementar e 83,54% no modelo de produção sem aeração. A participação deste item no investimento fixo foi semelhante aos obtidos nos estudos de Izel e Melo (2004) de 83,22% e Marinho-Pereira (2009) de 83,89%.

Os aeradores representaram 7,79% do investimento fixo, sendo valores próximos aos obtidos por Preto (2012) de 9,15% na produção do camarão *M. amazonicum*. A composição dos itens do investimento fixo e a depreciação estão apresentados nas Tabela 8 e 9, respectivamente.

Tabela 8. Investimento fixo em infraestrutura e equipamentos para implantação de 5,0 ha de lâmina d'água. (R\$ 1,00)

ITEM	Unid.	Quant.	P. Unit.	P. Total. T1	P. Total T2	% T1	% T2
Viveiros de Engorda	ha	5,0	40.000	200.000,00	200.000,00	70,03	75,95
Viveiros de Alevinagem	ha	0,5	40.000	20.000,00	20.000,00	7,00	7,59
Galpão 50m ²	un	1,0	17.000,00	17.000,00	17.000,00	5,95	6,46
Rede Elétrica Trifásica	un	1,0	12.900,00	12.900,00	12.900,00	4,52	4,90
Aeradores*	un	16	1.390,00	22.240,00	-	7,79	-
Triturador de ração	un	1,0	650,00	650,00	650,00	0,23	0,25
Balança 300 kg	un	1,0	750,00	750,00	750,00	0,26	0,28
Balança 3 kg	un	1,0	75,00	75,00	75,00	0,03	0,03
Bomba Centrífuga 15CV	un	2,0	2.134,75	4.269,50	4.269,50	1,50	1,62
Redes de Despesca	un	2,0	1.350,00	2.700,00	2.700,00	0,95	1,03
Projeto	un	1,0	5.000,00	5.000,00	5.000,00	1,75	1,90
TOTAL T1	-	-	-	-	293.225,00	100%	100%
TOTAL T2	-	-	-	-	273.225,00	-	-

* Item considerado apenas no tratamento T1.

Tabela 9. Depreciação da infraestrutura e equipamentos. (R\$ 1,00)

ITEM	Unid.	Quant.	Valor do Bem	Vida Útil (Ano)	Depreciação (%/Ano)	Depreciação (R\$/Ano)
Viveiros de Engorda	ha	5,0	200.000,00	50	2	4.000,00
Viveiros de Alevinagem	ha	0,5	20.000,00	50	2	400,00
Galpão 50m ²	un	1,0	17.000,00	25	4	680,00
Rede Elétrica Trifásica	un	01	12.900,00	10	10	860,00
Aeradores*	un	16	22.240,00	5	20	4.448,00
Triturador de ração	un	01	650,00	5	20	130,00
Balança 300 kg	un	01	750,00	5	20	150,00
Balança 3 kg	un	01	75,00	5	20	15,00
Bomba Centrífuga 15 CV	un	02	4.269,50	5	20	853,90
Redes de Despesca	un	02	2.700,00	5	20	540,00
Projeto	un	01	5.000,00	10	10	500,00
TOTAL*	-	-	-	-	-	12.576,90
TOTAL **	-	-	-	-	-	8.128,90

* Item considerado apenas no tratamento T1.

Em relação aos custos operacionais efetivos (COE), isto é, os custos ligados diretamente à produção, tanto no tratamento T1 quanto no T2, os componentes que mais influenciaram na composição foram ração e alevinos. Em Melo et al., (2001), a ração representou 64,20% e os alevinos 1,62% do COE e em Marinho-Pereira (2009), 62,02% com ração e 1,28% do COE. No presente estudo a ração representou 67,31% no tratamento T1 e 75,66 no tratamento T2 e os alevinos foram o segundo maior componente na participação do COE, atribuído ao número de ciclos/ano (3), enquanto nos estudos anteriormente citados utilizou-se apenas um (1) ciclo. A energia elétrica para aeração artificial contribuiu com 7,54% do COE no tratamento T1. Resultado próximo foi descrito por Castro et al., (2002) de 9,54% no cultivo do tambaqui com aeração artificial suplementar. A Tabela 10 apresenta a participação dos componentes do custo operacional efetivo COE.

Tabela 10. Composição do custo operacional efetivo – COE do cultivo do tambaqui “curumim” em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água. (R\$ 1,00)

Itens de Custo	T1		T2	
	P. Total	%	P. Total	%
Mão de obra	8.136,00	6,40	8.136,00	5,38
Mão de obra Avulsa	720,00	0,57	720,00	0,48
Energia Elétrica	9.575,06	7,54	4.836,89	3,20
Alevinos	18.000,00	14,17	18.000,00	11,91
Superfosfato Triplo	1.627,20	1,28	1.627,20	1,08
Sulfato de Amônia	2.141,04	1,69	2.141,04	1,42
Calcário Agrícola	1.320,00	1,04	1.320,00	0,87
Ração*	85.506,75	67,31	114.329,25	75,66
TOTAL COE	127.026,05	100%	151.110,38	100%

*Custo Operacional Efetivo anual (referente a 3 ciclos de produção/ano).

*Calculada a partir da conversão alimentar aparente obtida no estudo.

Na composição do custo total de produção (CTP), o consumo de energia elétrica para a aeração representou 4,56% do valor total. Entretanto, este modelo de produção ofereceu melhores condições de cultivo para os animais, proporcionando maior eficiência na conversão alimentar. Os índices de conversão alimentar obtidos no presente estudo subsidiaram a projeção da estimativa do consumo de ração, onde a participação deste componente no custo total de produção foi de 40,69% no tratamento T1 e de 50,48% no tratamento T2. A composição do custo total de produção está apresentada na Tabela 11.

Tabela 11. Composição do custo total de produção do cultivo do tambaqui “curumim” em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água. (R\$ 1,00)

ITEM	T1		T2	
	P. Total	% CTP	P. Total	% CTP
Mão de obra direta	8.136,00	3,87	8.136,00	3,59
Mão de obra Avulsa	720,00	0,34	720,00	0,32
Energia Elétrica	9.575,06	4,56	4.836,89	2,14
Alevinos	18.000,00	8,57	18.000,00	7,95
Superfosfato Triplo	1.627,20	0,77	1.627,20	0,72
Sulfato de Amônia	2.141,04	1,02	2.141,04	0,95
Calcário Agrícola	1.320,00	0,63	1.320,00	0,58
Ração	85.506,75	40,69	114.329,25	50,48
Depreciação Instal./Infra.	5.940,00	2,83	5.940,00	2,62
Depreciação de Máq./Equip.	6.636,90	3,16	2.688,90	1,19
Assistência Técnica	3.600,00	1,71	3.600,00	1,59
Manutenção	2.400,00	1,14	2.400,00	1,06
Encargos trabalhistas 70% MOD ¹	5.695,20	2,71	5.695,20	2,51
IR/PJ (8 % sobre o Lucro Bruto) ²	11.315,73	5,55	9.704,83	4,44
Amortização do Capital Financiando	33.556,06	15,90	32.003,27	14,07
Juros sobre o Capital Financiando ³	13.825,10	6,55	13.185,35	5,80
Custo Total de Produção	210.137,49	100%	226.470,37	100%

CTP = Custo Total de Produção (referente a 3 ciclos); ¹ 70% sobre a mão de obra direta; ² 8% sobre o Lucro Bruto; ³ BASA/FNO 4,12% a.a.

As variáveis técnicas utilizadas para projetar o volume de produção e a receita bruta anual gerada pelas vendas de 3 ciclo de produção está apresenta na Tabela 12.

Tabela 12. Variáveis técnicas utilizadas para projetar o volume de produção e receita bruta do cultivo do tambaqui “curumim” em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

VARIÁVEIS	TRATAMENTO	
	T1	T2
Peso Médio Final (kg) ¹	0,350	0,350
Densidade de Estocagem (peixes/ha)	15.000	15.000
Área de produção (ha)	5,0	5,0
Ciclo de Produção/Ano	3,0	3,0
Preço de Venda do Pescado (R\$/kg) ²	3,70	3,70

¹ Peso mínimo de comercialização; ² Mês de referência: Julho/2013.

A renda bruta anual estimada com venda de 78.750 kg de pescado, no mercado local ao preço de R\$ 3,70, foi de R\$ 291.375,00, que descontando o custo total de produção, geraria uma receita líquida de R\$ 81.237,51 no tratamento T1 e de R\$ 64.904,63 no tratamento T2. Marinho-Pereira (2009) obteve projeções de receita líquida estimada em R\$ 90.296,26 e Melo et al., (2004) relatam projeções de receita líquida de R\$ 50.526,00. Portanto os resultados do presente estudo estão em coerência com a realidade local da atividade.

No presente estudo, o custo total de produção por kg foi de R\$ 2,67 e R\$ 2,88 no T1 e T2, respectivamente. Estes valores condizem com os obtidos por Izel e Melo (2004) e Melo e el al., (2001), cujos valores de CTP foram, respectivamente, R\$ 2,04/kg e R\$ 2,23 no cultivo do tambaqui em viveiros escavados.

A Tabela 13 apresenta o quadro geral de custos e receitas e nas Tabelas 14 e 15 observa-se a composição do fluxo de caixa projetada para os dois modelos de produção.

Tabela 13. Quadro de custos e receitas do cultivo do tambaqui “curumim” em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

CUSTOS DE PRODUÇÃO						
	T1			T2		
	Custo/kg	Custo/ha	Custo Total	Custo/kg	Custo/ha	Custo Total
COE	1,61	25.405,21	127.026,05	1,92	30.222,08	151.110,38
COT	1,85	29.120,59	145.602,95	2,10	33.147,86	165.739,28
CTP	2,67	42.027,50	210.137,49	2,88	45.294,07	226.470,37
RECEITAS						
	T1			T2		
	Receita/kg	Receita/ha	Receita Total	Receita/kg	Receita/ha	Receita Total
Receita Bruta	3,70	58.275,00	291.375,00	3,70	58.275,00	291.375,00
Receita Líquida I	2,09	32.869,79	164.348,95	1,78	28.052,92	140.264,62
Receita Líquida II	1,85	29.154,41	145.772,05	1,60	25.127,14	125.635,72
Receita Líquida III	1,03	16.247,50	81.237,51	0,82	12.980,93	64.904,63

COE = Custo Operacional Efetivo; COT = Custo Operacional Total; Custo Total de Produção; Receita Líquida I = Receita Bruta – COE; Receita Líquida II = Receita Bruta – COT; Receita Líquida III = Receita Bruta – CTP.

Tabela 14. Composição do fluxo de caixa do cultivo do tabaqui “curumim” utilizando aeração artificial suplementar em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

ITEM	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
1. INVESTIMENTO	-285.584,50										
2. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO											
Mão de obra direta		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
Energia Elétrica		9.575,06	9.575,06	9.575,06	9.575,06	9.575,06	9.575,06	9.575,06	9.575,06	9.575,06	9.575,06
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		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		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		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		85.506,75	85.506,75	85.506,75	85.506,75	85.506,75	85.506,75	85.506,75	85.506,75	85.506,75	85.506,75
3. OUTROS CUSTOS OPERACIONAIS											
Depreciação Instalações/Infraestrutura		5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00
Depreciação de Máquinas/Equipamentos		6.636,90	6.636,90	6.636,90	6.636,90	6.636,90	6.636,90	6.636,90	6.636,90	6.636,90	6.636,90
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
Manutenção		2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00
4. ENCARGOS FINANCEIROS											
Encargos trabalhistas ¹		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
IR/PJ ²		11.661,76	11.661,76	11.661,76	11.661,76	11.661,76	11.661,76	11.661,76	11.661,76	11.661,76	11.661,76
Amortização do Capital Financiado ³		33.411,88	33.411,88	33.411,88	33.411,88	33.411,88	33.411,88	33.411,88	33.411,88	33.411,88	33.411,88
Juros sobre Capital Financiado ⁴		13.765,70	13.765,70	13.765,70	13.765,70	13.765,70	13.765,70	13.765,70	13.765,70	13.765,70	13.765,70
5. CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO		210.137,49	210.137,49	210.137,49	210.137,49	210.137,49	210.137,49	210.137,49	210.137,49	210.137,49	210.137,49
6. RECEITA BRUTA		291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00
7. FLUXO DE CAIXA LÍQUIDO		81.237,51	81.237,51	81.237,51	81.237,51	81.237,51	81.237,51	81.237,51	81.237,51	81.237,51	81.237,51
8. INVERSÕES											
9. PERÍODO DE RETORNO DO CAPITAL ³		-327,926.52	- 246,689.01	- 165,451.51	- 84,214.00	- 2,976.50	78.261,01				

¹ 70% MOD;

² 8 % sobre o Lucro Bruto;

³ Taxa de Juros do Banco da Amazônia/FNO 4,12% a.a

⁴ Investimento fixo + custeio inicial

Tabela 15. Composição do fluxo de caixa do cultivo do tabaqui “curumim” sem aeração artificial suplementar em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

ITEM	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
1. INVESTIMENTO	-263.344,50										
2. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO											
Mão de obra direta		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
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
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		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		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		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		114.329,25	114.329,25	114.329,25	114.329,25	114.329,25	114.329,25	114.329,25	114.329,25	114.329,25	114.329,25
3. OUTROS CUSTOS OPERACIONAIS											
Depreciação Instalações/Infraestrutura		5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00	5.940,00
Depreciação de Máquinas/Equipamentos		2.688,90	2.688,90	2.688,90	2.688,90	2.688,90	2.688,90	2.688,90	2.688,90	2.688,90	2.688,90
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
Manutenção		2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00
4. ENCARGOS FINANCEIROS											
Encargos trabalhistas ¹		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
IR/PJ ²		10.050,86	10.050,86	10.050,86	10.050,86	10.050,86	10.050,86	10.050,86	10.050,86	10.050,86	10.050,86
Amortização do Capital Financiado ³		31.859,09	31.859,09	31.859,09	31.859,09	31.859,09	31.859,09	31.859,09	31.859,09	31.859,09	31.859,09
Juros sobre Capital Financiado ⁴		13.125,95	13.125,95	13.125,95	13.125,95	13.125,95	13.125,95	13.125,95	13.125,95	13.125,95	13.125,95
5. CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO		226.470,37	226.470,37	226.470,37	226.470,37	226.470,37	226.470,37	226.470,37	226.470,37	226.470,37	226.470,37
6. RECEITA BRUTA		291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00	291.375,00
7. FLUXO DE CAIXA LÍQUIDO		64.904,63	64.904,63	64.904,63	64.904,63	64.904,63	64.904,63	64.904,63	64.904,63	64.904,63	64.904,63
8. INVERSÕES											
9. PERÍODO DE RETORNO DO CAPITAL ³		-313,714.63	-248,810.00	-183,905.38	-119,000.75	-54,096.12	10,808.50				

¹ 70% MOD;

² 8 % sobre o Lucro Bruto;

³ Taxa de Juros do Banco da Amazônia/FNO 4,12% a.a

⁴ Investimento fixo + custeio inicial

Na análise de viabilidade do investimento, o acréscimo de R\$ 16.332,88 ao ano na receita de líquida do cultivo com aeração artificial suplementar proporciona maior de Valor do Presente Líquido - VPL, maior Taxa Interna de Retorno e menor Período de Recuperação do Capital, no comparativo com o cultivo sem uso de aeração artificial. A lucratividade e rentabilidade também apresentaram a mesma tendência de desempenho (Tabela 16).

Tabela 16. Indicadores econômicos e financeiros da viabilidade de investimento do cultivo do tabaqui “curumim” em sistema semi-intensivo sem fluxo contínuo de água.

Indicadores	Tratamento	
	T1	T2
VPL (R\$)	272.036,31	182.166,10
TIR (%)	25,51	20,98
Lucratividade (%)	27,88	22,28
Rentabilidade (%)	30,85	24,65
PRC (Ano)	3,52	4,06

VPL= Valor do Presente Líquido. Taxa de desconto para cálculo do VPL = 4,12%; TIR = Taxa Interna de Retorno; PRC = Período de Recuperação do Capital.

A análise de sensibilidade com variações no cenário econômico de preço de venda é apresentada na Tabela 17 e a variação do volume de produção na Tabela 18.

Tabela 17. Análise de sensibilidade com variação do preço de venda do pescado.

Preço (R\$/kg)	T1			T2		
	VPL	TIR	PRC	VPL	TIR	PRC
3,50	172.575,78	19,41	4,28	82.705,57	13,96	5,22
3,75	296.901,45	26,99	3,37	207.031,24	22,64	3,84
4,00	421.227,11	34,15	2,77	331.356,90	30,63	3,04
4,25	545.552,78	41,04	2,36	455.682,57	38,21	2,51

Peso médio final: 0,350 kg; VPL= Valor do Presente Líquido (R\$) .Taxa de desconto do VPL: 4,12%; TIR = Taxa Interna de Retorno (%); PRC = Período de Recuperação do Capital (ano).

Tabela 18. Análise de sensibilidade com variação do volume de produção de pescado.

Peso Médio (kg)	T1			T2		
	VPL	TIR	PRC	VPL	TIR	PRC
0,350	296.901,45	26,99	3,37	207.031,24	22,64	3,84
0,375	389.564,96	32,35	2,90	286.028,72	27,77	3,29
0,400	482.228,47	37,55	2,55	365.026,19	32,71	2,88
0,425	574.891,98	42,64	2,28	444.023,67	37,51	2,56

Preço de Venda: R\$ 3,75; VPL= Valor do Presente Líquido (R\$). Taxa de desconto do VPL: 4,12%; TIR = Taxa Interna de Retorno (%); PRC = Período de Recuperação do Capital (ano).

5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que a adoção da estratégia de aeração artificial suplementar noturna pode proporcionar melhor desempenho produtivo do tabaqui (*C. macropomum*), impactando positivamente o desempenho econômico do negócio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALP, E.; MELCHING, C. S. Allocation of supplementary aeration stations in the Chicago waterway system for dissolved oxygen improvement. *Journal of Environmental Management*. Vol. 92, 1577 - 1583, 2011.

AMARAL, D. S. K. Caracterização da taxa de respiração e estimativa da necessidade de aeração mecânica em viveiros de cultivo semi-intensivo do camarão *Litopenaeus vannamei*. Dissertação de mestrado em Aquicultura. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. 34 p. 2003.

AMAZONAS, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – Secretaria de Estado da Produção Rural do Estado do Amazonas. SEPA/SEPROR. Manaus, 2012.

ARANA, L. V. Fundamentos de Aquicultura. Florianópolis Ed. UFSC 349 p. 2006.

ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; GOULDING, M. Os frutos do Tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Sociedade Civil Mamirauá/CNPq/Rainforest Alliance. Brasília, DF. 186p. 1998.

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. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Vol .31, n.3, p.1059-1069, 2002.

ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. *Aquaculture Research*. Vol. 38, p. 588-594, 2007.

AZEVEDO, J. C.; AIUB, J. A. S. Avaliação da qualidade da água utilizada nos viveiros de tambaquis (*Colossoma macropomum*) na região de Cáceres – MT.

REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA. Vol. 12. N. 2. 1519 – 5228. 2012.

BOYD, C. E. Pond water aeration systems. *Aquacultural Engineering*. Vol. 18, 9 – 40, 1998.

BRASIL, Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – Grandes Regiões e Unidades da Federação. Brasília: MPA, 2010.

CARNEIRO, P.C.F. et al. Estudo de caso de criação comercial de tilápia vermelha em tanques-rede – Avaliação econômica. *Inf. Econ.*, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 52-61, 1999.

CASTRO, A. L.; SOUZA, N. H.; BARROS, L. C. G. Avaliação do sistema de produção de Tambaqui intensivo em viveiro de terra com aeração. EMBRAPA: Comunicado Técnico 09. Aracaju-SE. ISSN 1678 – 1937, 2002.

CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; MARINHO-PEREIRA, T. Criação comercial do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). In TAVARES-DIAS, M. Organizador. Manejo e sanidade de peixes em cultivo [recurso eletrônico]. Macapá: Embrapa Amapá, 2009.

COSTA, J. I. Avaliação econômica e participação do plâncton no cultivo de tambaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura Jaboticabal, viii, 80 p. : il. ; 2013.

COSTA, O. T. F.; Ferreira, D. J. S.; MENDONÇA, F. L. P.; FERNANDES, M. N.; Susceptibility of the Amazonian fish, *Colossoma macropomum* (Serrasalminae), to short-term exposure to nitrite. *Aquaculture*, Vol. 232, Issues 1–4, Pages 627-636, ISSN 0044-8486, 2004.

CREPALDI, D. V. et al. Sistemas de produção na piscicultura. Revista Brasileira de Reprodução Animal, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. 2007.

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.

ENGLE, C. R. An Economic Comparison of Aeration Devices for Aquaculture Ponds. Aquacultural Engineering Vol. 8, pp 193-207, 1989.

FILHO, I. C. G. Relatório de estágio supervisionado no acompanhamento do cultivo do tambaqui curumim na fazenda experimental da Universidade Federal do Amazonas, 2009.

FREEMAN, Amazonian aquatic resources: fishery management and aquaculture development. Manaus/Am. Dissertação de Mestrado. INPA/FUA.121p.

FURLANETO, F. P. B.; ESPERANCINI, M. S. T. Estudo da viabilidade econômica de projetos de implantação de piscicultura em viveiros escavados. Informações Econômicas, SP, v.39, n.2, 2009.

GINOT, V.; HERVÉ, J. C. Estimating the parameters of dissolved oxygen dynamics in shallow ponds. Ecological Modelling. Vol. 73 169 – 187, 1994.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the Tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae); an important Amazonian food fish. REVISTA BRASILEIRA DE ZOOLOGIA. São Paulo. 107 – 133. 1982.

HENARES, M. N. P. Cultivo de camarão com aerador e substrato artificial, identificação de bactérias da *wetland* construída para o tratamento do efluente. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal. 2012.

LOPES, T. S.; STREIT JR, D. P.; RIBEIRO, R. P.; POVHL, J. A.; LOPERA-BARRERO, N. M.; VARGAS, L.; PINTO FILHO, C.; QUEIROZ, J. R. Diversidade genética de estoques de reprodutores de *Colossoma macropomum*. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, n.3, p.728-735, 2009.

MAGID, A. M. A.; BABIKER, M. M. Oxygen Consumption and Respiratory Behaviour of Three Nile Fishes. Hydrobiologia Vol . 46, 4 pag. 359-367, 1975.

MARINHO-PEREIRA, T. et al. Desempenho econômico na produção de tambaqui comparando dois sistemas de criação na Amazônia Ocidental. Revista Ingepro Inovação Gestão Produção, v.1, n.10, p.78-84, 2009.

MARTIN, N.B. et al. Custos e retornos na piscicultura de São Paulo. Informações Econômicas, v.25, n.1, jan, 1995.

MARTINS JR, H. Caracterização da piscicultura do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e dos seus efluentes na despesca: Subsídios para a implementação das boas práticas de manejo da piscicultura no município de Rio Preto da Eva/AM. Tese (doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, 2009.

MARTINS, C. V. B.; OLIVEIRA, D. P.; MARTINS, R. S.; HERMES, C. A.; OLIVEIRA, L. G.; VAZ, S. K.; MINOZZO, M. G.; CUNHA, M. CUNHA, ZACARKIN, C. E. Avaliação da piscicultura na região oeste do Estado do Paraná. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 27 (1): 77 - 84, 2001.

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

MENDONÇA, P. P.; FERREIRA, R. A.; VIDAL JUNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, M. V. B.; FERREIRA, A. V.; REZENDE, F. P. Influência do foto período no desenvolvimento de juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Archivos de Zootecnia, 58: 323-331. 2009.

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.

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

OLIVEIRA, R.P.C. et al. Efeitos da densidade de estocagem sobre a qualidade da água na criação do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) durante a segunda alevinagem, em tanques fertilizados. Ciência Animal Brasileira, v.8, n.4, p.705-711, 2007.

PALMA, E. H. et al. Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. Ciência Rural, v.40, n.2, fev, 2010.

PARENTE, V. M.; OLIVEIRA-JÚNIOR, A. R.; COSTA, A. M. Potencialidades regionais: estudo de viabilidade econômica: Sumário executivo. Manaus: Superintendência da Zona Franca de Manaus. 2003.

PAULA, G. F. 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 JUNIOR, G. P. et al. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) alimentados com rações contendo farinha de crueira de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) em substituição ao milho (*Zea mays*). Acta Amazonica. Vol. 43(2): 217 – 226, 2013.

PETRERE Jr., M. Pesca e esforço de pesca no estado do Amazonas. II – Locais e aparelhos de captura e estatística de desembarque. Acta Amazonica, 8 (Supl. 2): 1-54. 1978.

REIS, R.E.; S.O. KULLANDER & C.F. FERRARIS-JR. Check list of the freshwater fishes of South and Central América. Porto Alegre, Editora PUCRS, 729p. 2003.

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

SILVA, C. A; CARNEIRO, P. Qualidade da água na engorda do tambaqui em viveiros sem renovação de água. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. 2007.

SILVA, J. R. Análise da viabilidade econômica da produção de peixe em tanque-rede no reservatório de Itaipu. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 142f, 2008.

SILVA, P.C. et al. Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema “raceway”. Acta Scientiarum, Maringá, v. 25, no. 1, p. 9-13, 2003.

SILVA, P.C.; FRANÇA, A.F.S.; PADUA, D.M.C. et al. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Boletim Instituto Pesca, v.24 (especial), p.125-131, 1997.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; FREITAS, A. M.; BRAGA, F. M. S. The use of mechanical aeration and its effects on water mass. Rev. Brasil. Biol.,59:33-42. 1999.

TUCKER, C. Pond Aeration. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication N. 3700. 2005.

VARELA-JUNIOR, A. S. Criopreservação seminal de tambaqui, *Colossoma macropomum*. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande – Instituto de Oceanografia. 2011.

VERA-CALDERÓN, L.E.; FERREIRA, A.C.M. Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque- rede, no Estado de São Paulo. Informações Econômicas, SP, v.34, n.1, jan. 2004.

VIEIRA, E. F.; ISAAC, V.J.; FABRÉ, N. N. Biologia reprodutiva do tambaqui (*Colossoma macropomum*) CUVIERR, 1818 (TELEOSTEI, SERRASALMIDAE), NO BAIXO AMAZONAS, BRASIL. ACTA AMAZONICA 29 (4): 625-238. 1999.

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