

VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE AERADOR PARA O CULTIVO SEMI-INTENSIVO DE TAMBAQUI EM TANQUES ESCAVADOS



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Economic viability of aerator use in the semi intensive cultivation of tambaqui in excavated tanks

Viabilidad económica de uso de aireador para el cultivo semi intensivo de tambaqui en tanques excavados

Eliasmar da Silva de Souza¹, Rute Bianchini Pontuschka¹, Raniere Garcez Costa Sousa^{1*}

¹ Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Presidente Médici, Rondônia, Brasil.

*Correspondência: 1Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Rua da Paz n° 4376, Lino Alves Teixeira, CP: 32, CEP: 76.916-000, Presidente Médici, Rondônia e-mail: ranieregarcez@unir.br

Artigo recebido em 06/01/2017. Aprovado em 02/02/2017. Publicado em 09/02/2017.

RESUMO

O aumento da procura por pescado motivou o setor piscícola a intensificar sua demanda, inserindo equipamentos sofisticados nos sistemas de produção. Entretanto, pouco se sabe sobre o real custo da produção de tambaquis com o uso dessas tecnologias. Sendo assim, o objetivo foi avaliar a viabilidade econômica do cultivo semi-intensivo de tambaqui em dois tanques: T1 (sem aerador) e T2 (com aerador), povoados cada com 275 peixes (≈ 40 g). Os animais foram monitorados semanalmente, durante um ano, por meio de coletas biométricas (peso e comprimento furcal), com concomitante acompanhamento de variáveis limnológicas. Os dados mostraram que somente o oxigênio dissolvido ($\approx 7,79$ e $\approx 8,30$ mg L⁻¹) e a amônia total ($\approx 0,27$ e $\approx 0,16$ mg L⁻¹) diferiram entre os tanques T1 e T2, respectivamente. Na análise econômica, utilizou-se o Custo Operacional de Produção (COP), que para o T1 foi de R\$ 1.803,35 (ração), enquanto que para o T2 foi de R\$ 3.552,94 (ração + energia elétrica). As variáveis zootécnicas dos grupos de tambaquis não diferiram significativamente, resultando em biomassa final de 467,67 kg (T1) e 458,15 kg (T2), com Receita Bruta de R\$ 2.338,35 e R\$ 2.290,75, respectivamente. O T1 apresentou um ganho de 22,87%, enquanto o T2 contraiu um déficit de -55,09%. Sendo assim, conclui-se que o uso de aerador para o cultivo semi-intensivo de tambaqui em tanques escavados não foi economicamente viável no período avaliado, indicando que a continuidade da atividade não trará retorno financeiro.

Palavras-chave: Aerador chafariz, *Colossoma macropomum*, Custo de produção, Variáveis limnológicas.

ABSTRACT

The increase in the market for fish motivated the fish industry to intensify its demand, inserting sophisticated equipment in the production systems. But little is known about the real cost of tambaquis producing with the use of these technologies. Therefore, were evaluated the economic viability of semi-intensive cultivation of tambaqui in two tanks, T1 (without aerator) and T2 (with aerator), in each tanks was inserted 275 fish (≈ 40 g), that were monitored weekly during a year, for biometric collections (weight and furcal length), realized concomitant with limnological samplings. The data shows that only dissolved oxygen (≈ 7.79 and ≈ 8.30) and total ammonia (≈ 0.27 and ≈ 0.16) differed between the tanks, respectively. In the economic analysis, the Operational Cost of Production (OCP) was used, which for the T1 was R\$ 1,803.35 (dry fishmeal), while in T2 it was R\$ 3,552.94 (dry fishmeal + electricity). The zootechnical variables of the tambaquis groups did not differ significantly, resulting in final biomass of 467.67 kg (T1) and 458.15 kg (T2), with an income budge of R\$ 2,338.35 and R\$ 2,290.75 respectively. The T1 had a gain of 22.87%, while the T2 had a deficit of -55.09%. Therefore, it is concluded that the use of aerator for the semi-intensive cultivation of tambaqui in excavated tanks was not economically achievable in the evaluated period, indicating that the continuity of the activity would not bring financial return.

Keywords: Aerator fountain, *Colossoma macropomum*, Production cost, Limnology variables.

RESUMEN

El aumento de la procura de pescado motivó la industria del pescado para intensificar su demanda mediante la inserción de un equipo sofisticado de los sistemas de producción. Sin embargo, poco se sabe sobre el real costo de la producción del tambaquí con el uso de estas tecnologías. Por lo tanto, se evaluó de la viabilidad económica del tambaquí en cultivo semi-intensivo en dos tanques T1 (sin aireador) y T2 (con aireador) poblado cada uno con 275 peces (≈ 40 g), que se monitorizó semanalmente para una años para la recogida de datos biométricos (peso y furcal ancho), concomitante con el muestreo limnológico. Los datos mostraron que sólo el oxígeno disuelto ($\approx 7,79$ y $\approx 8,30$) y el total de amoníaco ($\approx 0,27$ y $\approx 0,16$) diferían entre los tanques. En el análisis económico, utilizó el costo de producción de operación (CPO) que para T1 fue de R\$ 1,803.35 (ración), mientras que en T2 fue de R\$ 3,552.94 (ración + electricidad). Las variables de el tambaquí grupos no difirieron significativamente, lo que resulta en biomasa final de 467.67 kg (T1) y 458.15 kg (T2), con un ingreso bruto de R\$ 2,338.35 y R\$ 2,290.75, respectivamente. El la T1 mostró un aumento de peso de 22,87%, mientras que en el T2 que se contrajo de -55,09%. Por lo tanto, se concluye que el uso de aireador para el cultivo semi-intensivo de tambaquí en estanques no fue económicamente viable en el período evaluado, lo que indica que la continuidad de la actividad no traería rentabilidad financiera.

Palabras clave: Aireado del fuente, *Colossoma macropomum*, Costes de producción, Variables Limnológicas.

INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade aquícola destinada ao cultivo de peixes e tem se expandido no Brasil desde a década de 1980 (FARIA, 2013), apresentando um crescimento anual entre 10 e 30% (OSTRENSKY e BOEGER, 1998; SOUZA-FILHO, 2003; SOUZA *et al.*, 2014), com perspectivas de aumento na produção da pesca e aquicultura em torno de 104% até 2025 (FAO, 2016). Nesse contexto, a criação de peixes vem despertando o interesse de vários setores dessa linha de produção, desde piscicultores de base familiar, médios e até grandes empresários (MARTINS *et al.*, 2001).

Na atividade piscícola, o tambaquí (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818), sendo uma espécie nativa da Amazônia, se tornou promissor para o cultivo na região (SOUSA e CASTRO, 2014), sobretudo por apresentar grande potencial para o cultivo em confinamento (ARAÚJO *et al.*, 2004), na produção de sementes (alevinos) em larga escala (SUFRAMA, 2003; BRABO, 2015), devido à sua resistência ao manejo (MINHOS e HONORATO, 2014), elevado valor comercial (PEREIRA-JÚNIOR

et al., 2012) e boa aceitação no mercado consumidor (CAVALCANTE-FILHO *et al.*, 2015). Desta forma, em nível nacional foram produzidas 139,21 mil toneladas de tambaquí em 2014, correspondendo a 29,3% da produção de peixes no país, sendo a região Norte a principal produtora desta espécie, que representou um crescimento de 90,3% em relação ao total de peixes nela produzidos (CREPALDI *et al.*, 2006; TAVARES-DIAS, 2009; IBGE, 2014).

Mesmo com a crescente procura pelo tambaquí nos mercados e feiras dos pequenos e grandes centros urbanos, a demanda de indivíduos dessa espécie ainda não é suficiente para suprir a procura desejada, o que torna os produtos e derivados desse pescado escassos em algumas regiões (SUFRAMA, 2003). Nesse sentido, ainda são necessários investimentos em ciência e tecnologia para a intensificação da criação de peixes em cativeiro, uma vez que as pescarias em ambientes naturais são insuficientes para abastecer o mercado consumidor (FIRETTI *et al.*, 2007; SEBRAE, 2015). Dessa forma, a piscicultura tem se destacado como uma linha de produção alternativa para suprir essa carência de mercado, ao mesmo tempo em que

diminui a pressão sobre os estoques pesqueiros naturais (NAYLOR *et al.*, 2000; FAO, 2016).

A procura por pescado no Brasil teve destaque em 2005, com a crescente importação de peixes do exterior, sendo reforçada principalmente no período entre 2006 a 2015 por consequência do saldo negativo na balança comercial de pescado no país (SEBRAE, 2015). Esses fatos aliados ao aumento do consumo de pescado pelos brasileiros indicam que há uma procura constante por produtos e derivados do pescado em nível nacional que não é suprida pela produção interna (SEBRAE, 2015).

Dessa forma, para que se tenha alta produtividade de pescado é necessária a utilização de técnicas e tecnologias capazes de proporcionar aos peixes um ambiente ideal, que favoreça o crescimento de indivíduos saudáveis, com boa aceitação no mercado (OLIVEIRA, 2009). Nesse contexto, a procura e o emprego de equipamentos que melhoram a qualidade dos ambientes de cultivo tem sido crescente, haja vista a ampla utilização de aeradores, difusores ou injetores de oxigênio nos mais diversos sistemas de criação, visando a garantia do maior desempenho e sobrevivência dos animais (CARVALHO-FILHO, 2004; CREPALDI *et al.*, 2006).

Dentre os equipamentos supracitados, o aerador é o que tem sido mais utilizado nos sistemas de cultivo semi-intensivo no Estado de Rondônia, sobretudo por ser de fácil aquisição, simples instalação e por disponibilizar no ambiente de cultivo uma concentração satisfatória de oxigênio dissolvido - OD (ROSSI, 2014), contribuindo para a maximização da produção de peixes em espaços reduzidos (TANIGUCHI, 2010).

Em tanques para o cultivo de peixes é importante e necessário o monitoramento dos parâmetros de temperatura e OD, pois estes são fatores determinantes para a sobrevivência do plantel, principalmente quando o primeiro parâmetro interfere

negativamente na produção do segundo, geralmente ocorrendo em momentos críticos durante a noite, quando os valores de temperatura diminuem, assim como em períodos de friagens que resultam na estratificação térmica do ambiente aquático, afetando diretamente a temperatura corporal dos peixes (CARVALHO-FILHO, 2004; KUBITZA, 2012).

Visando minimizar as deficiências na falta de OD nos sistemas de cultivo, os aeradores são utilizados como ferramentas para incremento e transferência de oxigênio (O₂) da atmosfera para o corpo aquático, contribuindo assim com a redução do nitrogênio amoniacal (NH₄⁺), que é prejudicial aos peixes. Os aeradores são empregados quando da ocorrência de condições extremas de cultivo, como altas densidades de estocagem, situação na qual os indivíduos confinados consomem elevados níveis de OD (MINUCCI *et al.*, 2005; COSTA, 2012), a exemplo do cultivo de tilápia (*Niloticus* spp.), pintado (*Pseudoplatystoma* spp.) e tambaqui (*C. macropomum*) (SIDONIO *et al.*, 2012).

Entretanto, o tambaqui tem se destacado dos demais peixes cultivados por apresentar alta resistência a ambientes inóspitos, como os com hipóxia (baixa concentração de OD), de maneira que quando submetido a estas condições ambientais, chega a desenvolver uma extensão do lábio inferior (prolapso labial), que possibilita ao animal a captura do oxigênio disponível na camada superficial da água (SUFRAMA, 2003; FARIA, 2013). Porém, a queda periódica de OD no ambiente de cultivo tem prejudicado o desenvolvimento dessa espécie, principalmente na fase final de engorda (KUBITZA, 2012).

A baixa concentração de OD nos ambientes de cultivo tem levado muitos empreendimentos piscícolas a investirem na compra de equipamentos de aeração para a criação de tambaquês, visando melhorar a homogeneização de oxigênio na coluna d'água e, por conseguinte, diminuir o estresse dos animais para

aumentar o ganho na produção e retorno financeiro (MINUCCI *et al.*, 2005).

No entanto, ainda é incerto afirmar sobre a eficácia do uso de aeradores para o desenvolvimento desta espécie em sistema semi-intensivo de produção, e menos ainda sobre a viabilidade econômica do uso desses equipamentos, que na maioria das vezes elevam os gastos na produção, o que pode tornar inviável sua utilização (SABBAG *et al.*, 2007). Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica e o desenvolvimento zootécnico do tambaqui cultivado em tanques escavados, com e sem o uso de aerador, testando a hipótese de que o uso desse equipamento não influencia no aumento de peso da espécie, se esta estiver acatando a capacidade de suporte dos tanques

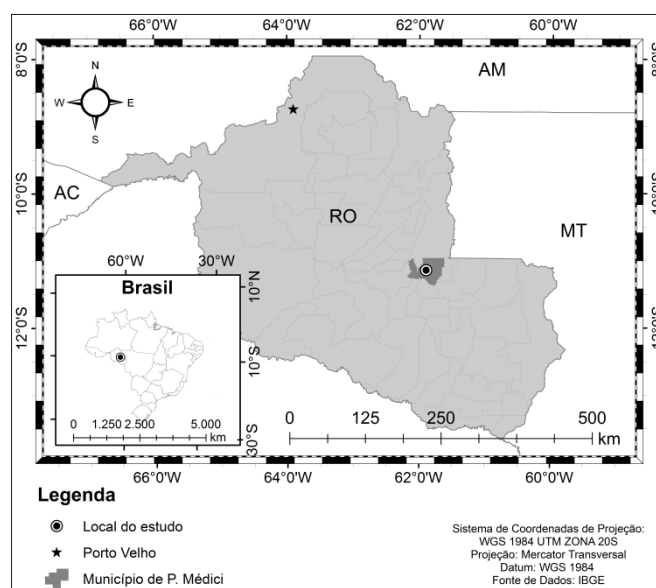
de criação, que é de $\approx 830 \text{ g/m}^2$ (EMATER, 2006). Dessa forma, a presente pesquisa objetiva subsidiar informações que possam auxiliar os piscicultores no gerenciamento de seus empreendimentos piscícolas na região do município de Presidente Médici e no Estado de Rondônia.

MATERIAL E MÉTODOS

Área do estudo

O estudo foi realizado durante 12 meses (setembro/2014 a agosto/2015) em uma piscicultura situada em Presidente Médici ($11^\circ 9' 56.08''\text{S}$ e $61^\circ 53' 52.06''\text{W}$), Rondônia, distante 408 km de Porto Velho, capital do Estado (Figura 1).

Figura 1. Localização geográfica da área do estudo, no município de Presidente Médici, em Rondônia (Brasil).



Procedimento amostral e coleta dos dados

Para testar a eficácia do uso do aerador no sistema de produção, foram selecionados dois tanques escavados, T1 (559 m^2) sem aerador e T2 (598 m^2) onde foi instalado um aerador do tipo chafariz (monofásico, 1hp e consumo de 0,75 kWh), ambos os tanques com profundidade média de 1,40 m.

Os tanques foram submetidos à limpeza, sendo toda matéria orgânica do fundo removida. Após

essa etapa, os mesmos ficaram sob incidência solar por 15 dias, seguido de calagem com cal virgem (CaO) na proporção de 200 g/m^2 , momento em que foram abastecidos com água até 1/3 de sua capacidade, e após três dias cheios até o limite de segurança (1,5 m). Posteriormente, os viveiros foram adubados com NPK (50 g/m^2), ureia (50 g/m^2) e calcário (50 g/m^2). Quando da floração de fitoplânctons, cada tanque foi povoado com 275

alevinos de tambaqui (peso médio inicial de ≈ 40 g).

Para o acompanhamento do desenvolvimento dos animais foram realizadas biometrias semanais com 10% dos indivíduos de cada tanque (atentando-se para a não repetição de animais durante esse processo) sendo mensuradas as variáveis de crescimento: peso total (g) e comprimento furcal (cm). Após cada biometria, a biomassa de cada tanque foi estimada para os ajustes de arraçoamento. Ainda, foram considerados os valores de peso total (g): pesos inicial (P_i) e final (P_f) dos animais, possibilitando estimar a biomassa final (BF) e conversão alimentar aparente (CAA).

A alimentação dos peixes ocorreu diariamente nos horários das 7h, 12h e 17h, com dietas contendo diferentes teores de Proteína Bruta (PB), distribuídas conforme cada fase do desenvolvimento do plantel.

Fase 1: Inicialmente os indivíduos com ≈ 40 g, foram alimentados com ração a 40% de PB (grânulos de 3 a 4 mm), respeitando a taxa de 5% da biomassa total dia^{-1} , até atingirem o peso médio de 250 g; Fase 2: peixes de 250 g alimentados com ração extrusada com 36% de PB (grânulos de 4 a 5 mm), com taxa de arraçoamento de 3% da biomassa total dia^{-1} , e permaneceram nessa dieta até atingirem o peso médio de 1000 g; Fase 3: indivíduos com peso médio de 1000 g alimentados com ração de 32% de PB (grânulos de 6 a 8 mm e 8 a 10 mm), e taxa de arraçoamento de 1,5% da biomassa até o final do experimento. Fase 4: Nessa fase, os peixes foram arraçados com ração contendo 28% de PB (grânulos de 13 a 15 mm) até a conclusão da pesquisa, quando alcançaram o peso médio final de ≈ 2000 g.

Durante o experimento, foi monitorada a frequência de peixes mortos, para os cálculos da taxa de mortalidade entre os grupos. O aerador instalado no tanque T2 ficou acionado durante toda a pesquisa, nos horários das 18h às 6h, perfazendo um total de 12 horas dia^{-1} . Ainda, os valores mensais do consumo de

energia (kWh) foram registrados e posteriormente utilizados nos cálculos de custos da produção. Concomitante, foram monitorados os parâmetros físicos (temperatura e transparência) e químicos (OD, potencial hidrogeniônico, amônia e alcalinidade) da água, utilizando-se termômetro de mercúrio, disco de Secchi e método colorimétrico (ALFA KIT). Estas variáveis limnológicas foram coletadas a cada três dias, nos horários de 6h, 12h, 18h e 00h. Também, quinzenalmente foi realizada a renovação da água dos tanques na proporção de 1/3 da capacidade de armazenamento, visando a melhoria no ambiente de cultivo.

Análise dos dados

Os valores de crescimento (peso e comprimento) e dados limnológicos, quando necessário, foram submetidos à estatística descritiva (BEIGUELMAN, 2002), seguidos do teste de homogeneidade (LEVENE, 1960) como pressuposto para uso na análise de variância (ANOVA), teste de Tukey (ZAR, 1999) e “t” de *Student*. Foi empregada também a análise de Pearson para verificar a relação linear entre as variáveis peso e tempo de cultivo, para os diferentes grupos de peixes. Os valores médios dos parâmetros limnológicos foram utilizados também para verificar sua adequação aos limites de uso recomendado para a criação de peixes em ambiente de cultivo, conforme especificado na Resolução do CONAMA nº 357/2005 e por Kubitza (2003).

Para os cálculos das variáveis zootécnicas, foram utilizadas equações específicas de cada uma destas, como: Ganho de peso (GP) em que $GP = P_f - P_i$, onde, P_f = Peso final e P_i = Peso inicial; Conversão alimentar aparente (CAA) = CR / GB , onde, CR = Consumo de ração e GB = Ganho de biomassa.

Os cálculos utilizados para estimar a viabilidade econômica no cultivo de tambaqui com o uso de aerador consistiram das equações de Receita

Bruta (RB) = BF * PV, onde, BF = Biomassa Final e PV = Preço de Venda por kg (R\$ 5,00/kg); Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) = RB – CT, onde RB = Receita Bruta e CT = Custo Total.

O pacote estatístico Statistica 9.0 (StatSoft, inc) foi utilizado para o processamento de todas as análises, considerando $p \leq 0,05$ como estatisticamente significativa.

RESULTADOS

Dados zootécnicos

Os valores médios de crescimento quando submetidos ao teste “t” de *Student*, não apresentaram diferenças significativas entre os grupos amostrais (T1 e T2) Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das variáveis de produtividade e suas respectivas análises estatísticas.

Tq	N	Peso (g)		GB (g)	BF (kg)	CAA
		Pi	Pf			
T1	25	40,97 ±16,50a	1956,80 ±440,22a	1915,83 ±423,72a	467,67a	2,29a
T2	25	42,39 ±16,34a	1949,60 ±238,96a	1907,21 ±222,62a	458,15a	2,34a

Tq = tanques; letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa entre as médias das variáveis dos grupos amostrais, quando submetidas ao teste “t” de *Student*.

Ainda, os valores quantificados das perdas de animais em cada tanque, foram de 0,37% para o tanque T1 e de 1,82% para o tanque T2, valores estes, considerados baixos.

Dados ambientais

Os dados limnológicos foram agrupados por mês e submetidos ao teste “t” de *Student*, o qual mostrou não existir diferenças significativas entre os parâmetros avaliados ($p \geq 0,05$). Exceto para os valores de OD e amônia que apresentaram diferenças significativas (Tabela 2).

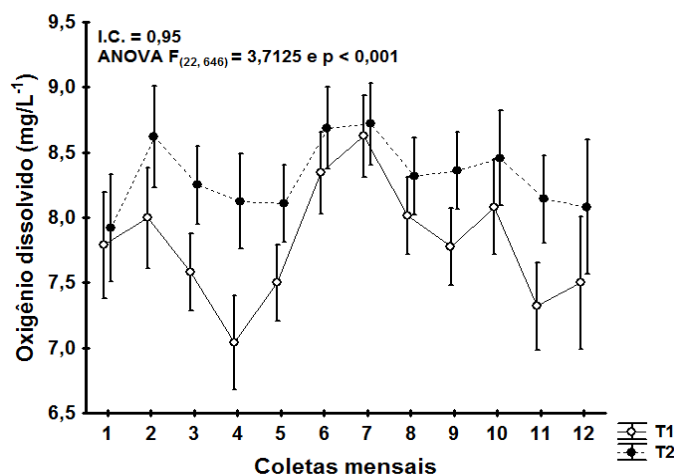
Tabela 2. Médias das variáveis limnológicas e seus respectivos desvios padrão.

Variáveis	Tanques		p	Valores de Referência
	T1	T2		
OD (mg L ⁻¹)	7,79 ± 0,44	8,30 ± 0,26	0,002	>5 ^a
pH	7,05 ± 0,22	7,12 ± 0,15		>6 ^a <9 ^a
Temperatura (°C)	30,59 ± 0,57	30,41 ± 0,48		>26 <30 ^b
Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	27,98 ± 2,40	27,69 ± 2,47		>20 ^c
Amônia total (mg L ⁻¹)	0,27 ± 0,14	0,16 ± 0,07	0,032	3,7 para pH ≤ 7,5 ^a
Transparência (cm)	62,96 ± 7,37	58,61 ± 4,08		>30 <50 ^b

T1 = tanque sem aerador, T2 = tanque com aerador; p = valores estatísticos; a = Resolução CONAMA 357/2005 (para água doce, Classe I), b = Kubitzka (2003), c = SIPAÚBA-TAVARES (1994).

Os valores de OD apresentaram médias de $7,79 \pm 0,44$ mg L⁻¹ (T1), enquanto no tanque T2 foi de $8,30 \pm 0,26$ mg L⁻¹, implicando em diferenças significativas entre as amostragens ao longo do tempo exibidas na Análise de Variância (ANOVA). No entanto, essas variações ocorreram apenas no tanque sem aeração (T1), sendo apontado pelo teste de médias de comparação de médias (Tukey), que mostrou diferenças nos níveis de OD para os períodos relativos ao segundo até quinto mês de cultivo, assim como no decimo primeiro mês (Figura 2).

Figura 2. Médias mensais dos valores de oxigênio dissolvido no período de estudo, para os tanques sem aerador (T1) e com aerador (T2).



Quando comparado o peso dos indivíduos em relação ao tempo (coletas mensais), foi observado um

forte ganho em peso com relação linear positiva para o tanque T1 ($y=-205,4202+202,5317*x$) com $r^2=0,843$ e para o tanque T2 ($y=-184,7291+190,0114*x$) e valor de $r^2=0,862$. Ainda, as médias de peso avaliadas entre os grupos de peixes, apresentaram de forma geral crescimentos similares, exceto pela ocorrência de variações entre as médias nos meses 10 e 11. No entanto, as médias de peso final de ambos os grupos de tambaquis (T1 e T2), não diferiram entre si, quando analisadas pelo teste t de *Student*, com $F = 1,980$, grau de liberdade

consumo de 0,75 kW por cada hora de funcionamento, perfazendo 2.997 kW em 3.996 horas ($249,75 \pm 63,18$ kWh/mês). A inserção dessa tecnologia ao sistema de criação de tambaqui contribuiu com um custo adicional de R\$ 1.749,59 (Tabela 3). Ainda, o custo (C) com o uso de ração não diferiu entre os tanques, sendo de R\$ 1.803,35 para cada tanque. No entanto, o custo total (CT) na criação de tambaqui no tanque T2 ficou elevado em virtude da somatória dos custos com ração e energia, totalizando R\$ 3.552,94.

A biomassa final (BF) de peixe nos tanques

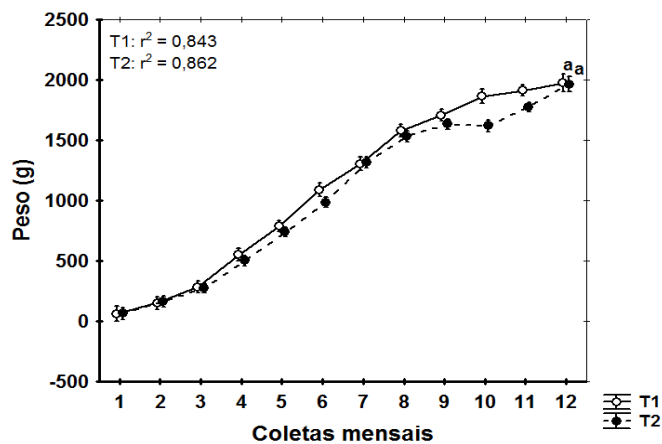
Tabela 3. Resultado financeiro da produção de tambaqui em viveiros escavados no sistema semi-intensivo, com e sem o uso de aerador.

Tanques	Custos (R\$)			BF (kg)	RB (R\$)	DRE (R\$)	Lucro (%)
	Ração	Energia elétrica	Total				
T1	1.803,35	N.A	1.803,35	467,67	2.338,35	535,00	22,87
T2	1.803,35	1.749,59	3.552,94	458,15	2.290,75	-1.262,19	-55,09

BF = Biomassa final; RB = Receita Bruta; DRE = Demonstrativo do Resultado do Exercício; N.A = Não se aplica; O valor de venda do peixe no mês de setembro de 2015 foi de R\$ 5,00/kg.

(df) = 98, valor de $t = 0,1930$ e $p = 0,847$ (Figura 3).

Figura 3. Médias e intervalos de confiança (0,95% I.C.) por coleta mensal seguidas de seus respectivos valores quadráticos da relação linear de Pearson. Letras iguais entre grupos amostrais finais representam similaridades significativas exibidas pelo teste t de *Student*.



Dados econômicos

Consumo de energia elétrica (kWh)

O aerador instalado no tanque T2 teve um

foi de 467,67 kg para o tanque T1 e de 458,15 kg para o tanque T2, com uma receita bruta (RB) de R\$ 2.338,35 e R\$ 2.290,75, respectivamente (considerando o valor por peso de peixe de R\$ 5,00/kg). A somatória dos gastos com ração e energia, possibilitou analisar a demonstração do resultado do exercício (DRE) de cada tanque, com um lucro de R\$ 535,00 (22,87%) para o tanque T1 e um déficit de R\$ -1.262,19 (-55,09%) para o tanque T2 (Tabela 3).

DISCUSSÃO

O uso de aeradores em pisciculturas tem sido feito, predominantemente, em viveiros escavados (KUBITZA, 1998), visto que estes equipamentos proporcionam maior quantidade de oxigênio dissolvido nos tanques de cultivo (PARIS, 2012), o que consequentemente diminui o aparecimento de compostos nitrogenados tóxicos aos organismos

cultivados, melhorando assim o desempenho produtivo do plantel e a qualidade da água no ambiente (HOPKINS *et al.*, 1994). No presente estudo, os valores de oxigênio dos tanques de cultivo (T1 e T2) permaneceram acima de 5 mg L^{-1} , durante todo o ano, indicando que estes continuaram dentro dos limites determinados para o cultivo de peixes (OSTRENSKY e BOEGER, 1998; CONANA, 2005).

Embora esses valores sejam utilizados como referência para o cultivo do tambaqui, ainda existem muitas dúvidas quanto aos limites de OD toleráveis pela espécie, uma vez que já foram observados por Freitas e Garcez (2004) e por Garcez e Freitas (2008), indivíduos de *C. macropomum* (em ambientes naturais) habitando lagos de várzea na Amazônia com teores de OD = $0,36 \pm 0,127 \text{ mg L}^{-1}$ durante o dia e $0,38 \pm 0,113 \text{ mg L}^{-1}$ durante a noite, bem menores do que os recomendados atualmente para o cultivo da espécie em cativeiro.

No entanto, no tanque com aeração os valores médios de OD foram maiores ($\approx 8,30 \text{ mg L}^{-1}$) do que os valores apresentados no tanque sem aeração ($\approx 7,79 \text{ mg L}^{-1}$), o que pode ter influenciado nas diferenças médias ($t = 2,276$; $df = 22$ e $p = 0,032$) dos valores de amônia total (mg L^{-1}), sendo significativamente menores no tanque T2 ($0,16 \pm 0,07 \text{ mg L}^{-1}$) em relação ao tanque T1 ($0,27 \pm 0,14 \text{ mg L}^{-1}$), o que reforça os resultados de Hopkins *et al.* (1994) que afirmam que os aeradores propiciam maior concentração de OD e, por consequência, redução nos valores dos compostos nitrogenados nos tanques de cultivo.

A proporção entre os íons amônio (NH_4^+ , amônia ionizada) e amônia (NH_3 , amônia não ionizada) dissolvidos na água, dependem, sobretudo da temperatura e dos valores de pH (BARBIERI *et al.*, 2014). Os valores para a amônia total no presente estudo se mantiveram dentro das estimativas recomendadas para a criação de peixes tropicais (SIPAÚBA-TAVARES, 1994; KUBITZA, 2003;

CONANA, 2005). Da mesma forma, os parâmetros: temperatura ($T1 = 30,59$ e $T2 = 30,41$ com $t = 0,823$; $df = 22$ e $p = 0,419$), pH ($T1 = 7,05$ e $T2 = 7,12$ com $t = -0,893$; $df = 22$ e $p = 0,381$) e alcalinidade ($T1 = 27,98$ $T2 = 27,69$ com $t = 0,286$; $df = 22$ e $p = 0,777$) também mantiveram-se dentro dos valores indicados, porém, não apresentaram diferenças significativas entre as médias avaliadas nos tanques de cultivo.

A transparência da água, por sua vez, também não diferiu significativamente ($t = 1,786$; $df = 22$ e $p = 0,087$), entre os tanques de cultivo ($T1 = 62,96 \text{ cm}$ e $T2 = 58,61 \text{ cm}$), no entanto, ficou acima do limite máximo sugerido por Kubitza (2003) e por Toledo (2001), que é entre 30 a 50 cm (profundidade a partir da interface água-ar), e esse fator pode ter inferido na mortalidade de peixes do tanque T1 (0,37%) e tanque T2 (1,82%). Por outro lado, o maior valor na taxa de mortalidade de peixes ocorreu no tanque T2, o que pode estar relacionado ao uso do aerador já que o equipamento proporciona o aumento na turbidez da água, promovida pela suspensão de materiais particulados através dos movimentos ondulatórios entre a água do fundo do tanque com a da camada superficial. Dessa forma, mesmo que os valores de OD no tanque T2 tenham sido superiores aos do tanque T1 durante o estudo, supõe-se que a maior taxa de mortalidade tenha ocorrido em virtude das partículas sólidas suspensas no ambiente de cultivo, que podem ter comprometido a respiração daqueles animais através do entupimento das brânquias com o excesso de sedimentos suspensos (KUBITZA, 1998). No entanto, essas indagações não podem ser afirmadas, visto que não foram realizadas análises histológicas e nem visuais das brânquias dos peixes utilizados na pesquisa, podendo ser objetos para estudos futuros sobre o tambaqui.

Contudo, os resultados mostraram que os valores obtidos das variáveis ambientais e da mortalidade dos peixes, não implicaram em diferenças expressivas entre as estimativas de biomassa final

(BF) para os grupos de tambaquis analisados (tanque T1 com BF = 467,67 kg e tanque T2 com BF = 458,15 kg).

A comercialização da produção (biomassa final), considerando o valor por peso do peixe de R\$ 5,00/kg, proporcionou uma receita bruta (RB) de R\$ 2.338,35 e de R\$ 2.290,75, para os peixes dos tanques T1 e T2, respectivamente. Sendo assim, quando avaliados os resultados no contexto econômico, verificou-se que ambos os tanques apresentaram a mesma produção. No entanto, estes obtiveram Custos Operacionais de Produção (COP) diferentes.

No tanque T1 foi considerado como custo operacional somente o consumo de ração, enquanto que no tanque T2, foram considerados o consumo de ração e de energia elétrica, contabilizando assim, os custos decorrentes da criação de tambaqui para ambos os tanques (MATSUNAGA, 1976). Por consequência, o COP do tanque T1 contabilizou um gasto de R\$ 1.803,35 enquanto que o COP do tanque T2 totalizou um custo de R\$ 3.552,94, este último composto por R\$ 1.803,35, referente ao consumo de ração, e R\$ 1.749,59 gastos com energia elétrica durante o processo de aeração. A somatória dos gastos com ração e energia possibilitou analisar a Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) de cada tanque, proporcionando um lucro de R\$ 535,00 (22,87%) para o tanque sem aerador, e um déficit de R\$ -1.262,19 (-55,09%) para o tanque com aerador.

Sendo assim, recomenda-se que a utilização do aerador nos tanques de piscicultura em sistema semi-intensivo de produção empregados para a criação de tambaqui, seja somente em situações extremas de cultivo (KUBITZA, 2003), como aquelas relacionadas aos baixos valores de OD, menores que 3 mg/L (BOYD, 1998) ou 5 mg/L (CONAMA, 2005), ou em decorrência de altas densidades de estocagens que ultrapassem a capacidade de suporte dos tanques de cultivo, que para a criação de tambaqui é aproximadamente de 830g/m² (EMATER, 2006) e

1000g/m³ (SILVA e FUJIMOTO, 2015). Nesse sentido, os resultados mostram que o uso do aerador para o cultivo normal de tambaqui em sistema semi-intensivo de produção, se torna irrelevante e/ou prejudicial para o cultivo da espécie, primeiro porque o equipamento onera a produção, ao mesmo tempo em que causa desconforto aos peixes com a elevação dos sedimentos em suspensão nos tanques de cultivo (CORSO, 2010), proporcionando a diminuição da camada eufótica e da capacidade de absorção de OD pelas brânquias dos peixes cultivados (GROFF, 2008).

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que as biomassas finais dos grupos de peixes nos diferentes tanques (T1 e T2) apresentaram valores semelhantes, implicando assim, em um custo extra de 55,09% para os peixes cultivados no tanque com aeração. Dessa forma, sugere-se que para o uso de aeradores no sistema atual de cultivo de tambaqui em tanques escavados é desnecessário, principalmente se forem obedecidas às recomendações sobre a densidade de estocagem e níveis de oxigênio ideais para a criação da espécie.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Rondônia - UNIR, pela infraestrutura utilizada para a realização deste estudo, a empresa BIGSAL-Nutrição Animal, pelo auxílio com rações e Kit de análise de água, ao Sr. José Edilson pela doação dos peixes utilizados no experimento e aos discentes: Eloi Bezerra, Milene Muniz e Wellington Orives pela contribuição na coleta dos dados.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. D.; CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Efeitos de banhos terapêuticos com formalina sobre indicadores de estresse em tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39,

n.3, p.217-221, 2004.

ASSOCIAÇÃO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE RONDÔNIA (EMATER-RO). **Sistema de Produção de Tambaqui**. Porto Velho/RO, 2ª. ed., 73p., 2006.

BARBIERI, E.; MARQUES, H. L. A.; BONDIOLI, A. C. V.; CAMPOLIM, M. B.; FERRARINI, A. T. Concentrações do nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato em áreas de engorda de ostras no município de Cananeia – SP. **O Mundo da Saúde**, v.38, n.1, p.105-115, 2014.

BEIGUELMAN, B. **Curso prático de bioestatística**. Funpec, Ribeirão Preto, 5ª. ed., 274p., 2002.

BOYD, C. E. Pond water aeration systems. **Aquacultural Engineering**, v.18, p.9-40, 1998.

BRABO, M. F.; REIS, M. H. D.; VERAS, G. C.; SILVA, J. M.; SOUZA, A. S. L.; SOUZA, R. A. L.; Viabilidade econômica da produção de alevinos de espécies reofílicas em uma piscicultura na Amazônia Oriental. **Boletim Instituto da Pesca**, v.41, n.3, p.667-685, 2015.

CARVALHO-FILHO, J. W. **Avaliação da eficiência do aerador de ar e do aerador de pás giratórias em diferentes salinidades: estudo de caso**. 2004. 53f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Florianópolis, 2004.

CAVALCANTE-FILHO, L. A.; BRITO, L. T.; CUNHA, K. L.; JÚNIOR, M.; AMORIM, M. J. A. L. **Técnica de Propagação Artificial em Tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Cuvier, 1818)**. XV Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, Pernambuco, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357**, 17 de março de 2005.

CORSO, M. N. **Uso de sistemas com recirculação em aquicultura**. 2010. 36f. (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade do Rio Grande do Sul/UFRGS, Porto Alegre, 2010.

COSTA, B. B. **Densidade de estocagem de Lambari (*Astyanax altiparanae*) em tanques-rede**. 2012. 48f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal de São Carlos/UFSCar, São Carlos, 2012.

CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A. B.; SATURNINO, H. M. Sistemas de

produção na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, n.3/4, p.86-99, 2006.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to food security and nutrition for all**. Rome: FAO, 200 p., 2016. Disponível em <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf> (acesso em 04/08/2016)

FARIA, R. H. S.; MORAIS, M.; SORANNA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B. **Manual de Criação de Peixes em Tanques-Rede**. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF. Brasília/DF, 1ª ed., 69p., 2013.

FIRETTI, R.; GARCIA, S. M.; SALES, D. S. Planejamento estratégico e verificação de riscos na piscicultura. **Pesquisa e Tecnologia**, v.4, n.2, 2007.

FREITAS, C. E. C.; R. C. S. GARCEZ. Fish communities of natural canals between floodplain lakes and Solimões-Amazonas River. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v.16, n.3, p.273-280, 2004.

GARCEZ, R. C. S.; FREITAS, C. E. C. The influence of flood pulse on fish communities of floodplain canals in the Middle Solimões River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v.6, n.2, p.249-255, 2008.

GROFF, A. A. **O tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*) como organismos bioindicadores do efeito genotóxico da radiação ultravioleta (UVA e UVB)**. 2008. 77f. Dissertação (Mestrado em Biologia celular e Molecular). Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, Porto Alegre, 2008.

HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A.; BROWDY, C. L. Sludge management in intensive pond culture of shrimp: effect of management regime on water quality, sludge characteristics, nitrogen extinction and shrimp production. **Aquacultural Engineering**, v.13, p.11-30, 1994.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 42, p.1-36, 2014. Disponível em http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf (acesso em 29/12/2016).

KUBITZA, F. Uma coleção de artigos sobre Tilápia II. **Panorama da Aquicultura**, v.8, n.47, p.1998.

KUBITZA, F. Larvicultura de peixes nativos. **Panorama da Aquicultura**, v.13, n.77, p.47-56, 2003.

- KUBITZA, F. Criação da garoupa: Um peixe indicado para a Região Nordeste. **Panorama da Aquicultura**, v.22, n.132, p.13-25, 2012.
- LEVENE, H. Contributions to probability and statistics. **Essays in honor of Harold Hotelling**, p. 278-292, 1960.
- MARTINS, C. V. B.; OLIVEIRA, D. P.; MARTINS, R. S.; HERMES, C. A.; OLIVEIRA, L. G.; VAZ, S. K.; MINOZZO, M. G.; CUNHA, M.; ZACARKIN, C. E. Avaliação da piscicultura na região Oeste do Estado do Paraná. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.1, n.27, p.77-84, 2001.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DOLLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, p.123-139, 1976.
- MINHOS, G.; HONORATO, C. A. Manejo alimentar antes do período de inverno para o tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) cultivado em viveiros escavados. **Nutritime**, v.11, n.6, p.3760-3769, 2014.
- MINUCCI, L. V.; PINESE, J. F.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Análise limnológica de sistema semi-intensivo de criação de *Leporinus macrocephalus* (Pisces, Anostomidade). **Bioscience Journal**, v.21, n.1, p.123-131, 2005.
- NAYLOR, R. L.; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J. H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M. C. M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **NATURE**, v.405, n.29, p.1017-1024, 2000.
- OLIVEIRA, R. C. O. Panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista Intertox de Toxicologia**, v.2, n.1, p.71-89, 2009.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 211p., 1998.
- PARIS, V. M. W. **Piscicultura, alternativa de renda para pequena propriedade**. 2012. 52f. (Pós-Graduação em Gestão Pública Municipal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTPR, Curitiba, 2012.
- PEREIRA-JÚNIOR, G.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; BARBOSA, P. S.; SHIMODA, E. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818). **Acta Amazônica**, v.43, n.2, 2012.
- ROSSI, V. G. **A utilização da Tecnologia de Bioflocos (TBF) na piscicultura: Histórico e principais técnicas de manejo de sistema**. 2014. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, Porto Alegre, 2014.
- SABBAG, O. J.; ROZALES, R. R.; TARSITANO, M. A. A.; SILVEIRA, A. N. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. **Custos e Agronegócio**, v.3, n.2, p.86-100, 2007.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Aquicultura no Brasil: Série Estudos Mercadológicos. p.1-76, 2015. Disponível em [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4b14e85d5844cc99cb32040a4980779f/\\$File/5403.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4b14e85d5844cc99cb32040a4980779f/$File/5403.pdf) (acesso em 29/12/2016).
- SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; JÚNIOR, A. J. A.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **Agroindústria**, v.35, p.421-463, 2012.
- SILVA, C. A.; FUJIMOTO, R. Y. Crescimento de tambaqui em resposta a densidade de estocagem em tanques-rede. **Acta Amazônica**, v.45, n.3, p.323-332, 2015.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia aplicada à aquicultura. Jaboticabal: Funep. **Boletim técnico**, v.1, 1994.
- SOUSA, R. G. C.; CASTRO, A. L. Adequação do uso da Hora Grau (HG) em horas contínuas para a reprodução de tambaqui na região do Baixo Amazonas. **Scientia Amazonia**, v.3, n.1, p.75-80, 2014.
- SOUZA-FILHO, J.; SCHAPPO, C.L.; TAMASSIA, S. T. J. **Custo de produção do peixe de água doce**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC/ Epagri, ed. rev., 40p., 2003.
- SOUZA, R. A.; PADUA, D. M. C.; OLIVEIRA, R. P.; MAIA, T. C. B. Análise econômica da criação de tambaqui em tanques-rede: estudo de caso em assentamento da reforma agrária. **Custos e Agronegócio**, v.10, n.1, p.253-268, 2014.
- SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS (SUFRAMA). **Projeto potencialidades**

regionais, estudo de viabilidade econômica: piscicultura. Manaus/AM, 2003.

TANIGUCHI, F. **Análise de viabilidade técnico-econômico da produção de juvenis de tilápia, *Oreochromis niloticus*, um estudo de caso.** 2010. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca). Universidade Federal do Ceará/UFC, Fortaleza, 2010.

TAVARES-DIAS, M. **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo.** Embrapa Amapá, 723p., 2009.

TOLEDO, J. J.; CASTRO, J. G. D. Parâmetros físico-químicos da água em viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.1, n.3, 2001.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** 4^a. ed., Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.