

Desempenho de juvenis de tambatingas em diferentes sistemas de cultivo**Performance of tambatingas juveniles in different farmed systems**

DOI:10.34117/bjdv6n2-251

Recebimento dos originais: 30/12/2019

Aceitação para publicação: 21/02/2020

Emanuel Soares dos Santos

Doutor em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará
Instituição: Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE
campus Aracati

Endereço: Rodovia CE-040, Km 137,1 s/n, Bairro Aeroporto, CEP: 62.800-00, Aracati-CE, Brasil.
E-mail: santos.e.s@ifce.edu.br

Tárcio Gomes da Silva

Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Cruzeiro do Sul
Instituição: Técnico de Laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará – IFCE campus Aracati

Endereço: Rodovia CE-040, Km 137,1 s/n, Bairro Aeroporto, CEP: 62.800-00, Aracati-CE, Brasil.
E-mail: santos.e.s@ifce.edu.br

Robério Mires de Freitas

Mestrando em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará.
Instituição: Universidade Federal do Ceará
Endereço: Av. Mister Hull, s/n, Bairro Pici, CEP: 60455-760, Fortaleza-CE, Brasil.
E-mail: roberiodw20@gmail.com

José Ivan Fonteles de Vasconcelos Filho

Mestrando em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará.
Instituição: Universidade Federal do Ceará
Endereço: Av. Mister Hull, s/n, Bairro Pici, CEP: 60455-760, Fortaleza-CE, Brasil.
E-mail: ivanfontelesbio@gmail.com

Lucas Cláudio Barros da Silva

Graduando em Engenharia de Aquicultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Ceará – IFCE campus Aracati
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE campus Aracati
Endereço: Rodovia CE-040, Km 137,1 s/n, Bairro Aeroporto, CEP: 62.800-00, Aracati-CE, Brasil.
E-mail: lcbsilva07@gmail.com

Clarice da Silva Santiago

Graduanda em Engenharia de Aquicultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Ceará – IFCE campus Aracati
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE campus Aracati
Endereço: Rodovia CE-040, Km 137,1 s/n, Bairro Aeroporto, CEP: 62.800-00, Aracati-CE, Brasil.
E-mail: claricesantiaggio@gmail.com

Cícero Silva Rodrigues de Assis

Graduando em Engenharia de Aquicultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Ceará – IFCE campus Aracati

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE campus Aracati
Endereço: Rodovia CE-040, Km 137,1 s/n, Bairro Aeroporto, CEP: 62.800-00, Aracati-CE, Brasil.
E-mail: ciceroengaquicultura@hotmail.com

José William Alves da Silva

Doutor em Engenharia de Pesca pela UFC

Instituição: Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE
campus Aracati

Endereço: Rodovia CE-040, Km 137,1 s/n, Bairro Aeroporto, CEP: 62.800-00, Aracati-CE, Brasil
E-mail: jose.william@ifce.edu.br

RESUMO

Utilizando indicadores zootécnicos e de qualidade de água, relação peso-comprimento e fator de condição, objetivou-se avaliar o desempenho de juvenis de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) em três diferentes sistemas de cultivo, foram estes: a) sistema de recirculação, com reposição semanal da evaporação; b) sistema estático, com reposição semanal da evaporação; e c) sistema de fluxo intermitente, com renovação semanal de 25% do volume total (03 tratamentos x 04 réplicas). Em todos os indicadores zootécnicos o sistema de recirculação proporcionou melhores resultados, destaque para a biomassa de 5,83 kg.m⁻³ no sistema de recirculação. Os indicadores de qualidade de água utilizados não foram conclusivos em relação a condição ambiental em nenhum dos sistemas de cultivo, no entanto observou-se acúmulo de matéria orgânica, exceto no sistema de recirculação. O fator de condição apontou a melhor condição de cultivo no sistema de recirculação. Entre os sistemas de cultivo testados o sistema de recirculação mostrou-se como a melhor opção para o cultivo dos juvenis de tambatinga.

Palavras-chave: Biomassa; capacidade de suporte; *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*; sistema de recirculação aquícola

ABSTRACT

Using zootechnical and water quality indicators, weight-length ratio and condition factor, the objective was to evaluate the performance of tambatinga juveniles (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) in three different cultivation systems, these were: a) recirculation system, with weekly evaporation replacement; b) static system, with weekly evaporation replacement; and c) intermittent flow system, with weekly renewal of 25% of the total volume (03 treatments x 04 replicates). In all zootechnical indicators, the recirculation system provided better results, especially the biomass of 5.83 kg.m⁻³ in the recirculation system. The water quality indicators used were not conclusive in relation to the environmental condition in any of the cultivation systems, however there was an accumulation of organic matter, except in the recirculation system. The condition factor indicated the best cultivation condition in the recirculation system. Among the cultivation systems tested, the recirculation system proved to be the best option for the cultivation of juvenile tambatinga.

Keywords: Biomass; carrying capacity; *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*; recirculating aquaculture system

1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) relata que os recursos pesqueiros, principalmente os de origem aquícola, apresentam elevada importância para garantir a segurança alimentar da população mundial, a qual estima-se que em 2050 seja em torno de

9,7 bilhões de habitantes, calcula-se que a demanda por pescado ultrapassará 194 milhões de toneladas em 2050 (FAO, 2016).

Zhou (2017) relata que em 2015 a produção aquícola para o uso na alimentação foi 76,6 milhões de toneladas, rendendo em torno de US\$ 157,9 bilhões. Em relação a piscicultura continental a produção foi de 45,1 milhões de toneladas, o que correspondeu a 58,9% do total produzido, demonstrando a importância deste segmento da aquicultura.

Segundo a FAO (2016), em 2014 o Brasil ocupava a 14^o posição no ranking dos maiores produtores da aquicultura mundial, com 562,5 mil toneladas produzidas neste ano, destas, 474,3 mil toneladas (84,3%) eram de piscicultura continental, das quais, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em seu levantamento (BRASIL, 2015), relatou que a produção de peixes redondos no mesmo ano foi de 198.628 toneladas, ficando esse grupo de peixes em segundo lugar na piscicultura brasileira, com produção muito semelhante a das tilápias, que estavam em primeiro lugar com 198.664 toneladas.

Entre as vantagens para o sucesso da aquicultura no Brasil estão a grande extensão territorial, a abundância de recursos híbridos e a biodiversidade de organismos aquáticos com potencial para a exploração aquícola (SUPLICY, 2007).

Entre as espécies nativas do Brasil com interesse para a aquicultura estão as da família *Serrasalminidae*, dentre as quais destacam-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e a pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), dos quais os híbridos mais produzidos são o tambacu (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus mesopotamicus*), a tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) e a patinga (♀ *Piaractus mesopotamicus* x ♂ *Piaractus brachypomus*) (SUPLICY, 2007).

A hibridação é um método clássico de melhoramento genético em sistemas de cultivo, no qual cruzamentos interespecíficos são realizados (ALENCAR-ARARIPE et al., 2011). Na aquicultura o uso de peixes híbridos tem espaço garantido nos cultivos de diversos locais, impulsionados pelos fatores zootécnicos mais favoráveis para o cultivo em sistemas mais intensivos (HASHIMOTO et al., 2011; 2012). Alencar-Araripe et al. (2011) destacam a boa resistência a manejo e adaptabilidade ao cultivo como características que justificam o uso do peixe híbrido tambatinga na aquicultura.

Utilizando indicadores de rendimento zootécnico e de qualidade de água, da relação peso-comprimento e fator de condição, objetivou-se avaliar o desempenho de juvenis de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) em três diferentes sistemas de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em área externa anexa ao Laboratório de Aquicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE *campus* Acaraú (2°53'22,25"S, 40°06'48,86"O), o qual está localizado na cidade de Acaraú-CE, Brasil. A presente pesquisa teve a aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (CEUA/IFCE), protocolada sob o nº 3748131117.

Foram utilizados 240 juvenis de tambatinga, sendo estocados 20 peixes em cada tanque igualmente para os três sistemas de cultivo testados (66,7 peixes.m⁻³). No início do experimento os peixes apresentavam peso médio de 23,02 ± 5,28g, comprimento padrão 87,52 ± 6,73mm e comprimento total de 108,08 ± 8,10mm.

O experimento teve duração de 55 dias em que foram testados três sistemas de cultivo para a produção de juvenis de tambatinga: RAS - Sistema de recirculação para aquicultura (realizada apenas a reposição do volume de água evaporado); C/R – Sistema intermitente, com renovação de 25% do volume de água por semana (inclusive a reposição por evaporação); e S/R – Sistema estático, sem renovação de água (com reposição do volume de água evaporado por semana).

Utilizaram-se quatro tanques com volume útil de 300 litros (caixas d'água de polietileno de 500 litros) em cada tratamento (03 tratamentos x 04 réplicas), os quais foram abastecidos com água bruta subterrânea e foi fornecida aeração constante por *air-lift*.

No sistema de recirculação os quatro tanques possuíam sistema de tratamento de efluente composto por um filtro mecânico (filtro de brita em cartuchos); um decantador (350 litros); e um filtro biológico aerado (500 litros de volume total e 150 litros de *bioballs* como substrato de fixação bacteriana). O funcionamento do sistema era em batelada com acionamento automatizado por meio de um sensor de nível, o qual ligava uma bomba centrífuga de ¾ CV sempre que o volume deste atingia 400 litros.

Durante o experimento foram realizadas cinco biometrias, onde: no primeiro e último dia, foram medidos e pesados todos os peixes estocados nos tanques; nas demais biometrias foram amostrados 06 peixes por tanque (33,3% do estoque). Para facilitar a biometria e garantir uma melhor condição de bem-estar para os peixes, estes foram anestesiados individualmente por banho de imersão em solução com óleo de cravo (eugenol) na concentração de 150 mg.L⁻¹ até que atingissem o nível de anestesia profunda, conforme proposto por Simões et al. (2012). Para realizar a medição dos comprimentos padrão e total (mm) foi utilizado paquímetro digital DIGIMESS 300mm e para o peso (g) foi utilizada balança digital BEL MARK M214Ai.

Com os dados coletados nas biometrias ao final do experimento foram calculados os seguintes indicadores zootécnicos por meio de suas respectivas fórmulas:

Crescimento diário (CD; mm.dia⁻¹) em relação ao comprimento padrão e total, onde: C_f é o comprimento final; C_i é o comprimento inicial; e t é o número de dias de cultivo.

$$CD = \frac{(C_f - C_i)}{t} \quad (1)$$

Ganho de peso diário (GPD; g.dia⁻¹), onde: P_f é o peso final; P_i é o peso inicial.

$$GPD = \frac{(P_f - P_i)}{t} \quad (2)$$

Taxa de crescimento específico (TCE; % do peso.dia⁻¹), onde: ln é o logaritmo natural:

$$TCE = \left[\frac{(\ln P_f - \ln P_i)}{t} \right] \times 100 \quad (3)$$

Ganho de Biomassa por volume (GBm; kg.m⁻³), considerando o volume dos tanques utilizados a fórmula foi adaptada, onde: Bm_f é a biomassa final; Bm_i é a biomassa inicial; V é o volume útil do tanque (m³).

$$GBm = [(Bm_f - Bm_i) \times (1000L.m^3/V)] \quad (4)$$

Por sua vez, a fórmula para calcular a biomassa (kg) considera n como o número de peixes e P_m o peso médio dos peixes (kg):

$$Bm = n \times P_m \quad (5)$$

Taxa de sobrevivência (S; %), sendo: n_f é o número de peixes despescados; n_i é o número de peixes estocados.

$$S = \left(\frac{n_f}{n_i} \right) \times 100 \quad (6)$$

Foi utilizada ração comercial extrusada com 35% de proteína bruta, 10% de umidade, 3,5% de fibra, 6,0% de extrato etéreo e 500 mg de vitamina C por kg, apresentada em grânulos de 3,0 mm (informações do fabricante), ofertada igualmente nos três tratamentos experimentais durante os primeiros 14 dias em taxa de arraçoamento de 10% da biomassa estocada; do 15° ao 28° dia a taxa foi 9,0% da biomassa, do 29° ao 40° dia foi 8,5% e do 40° dia em diante foi 8,0% da biomassa estocada, sendo calculadas a partir dos dados obtidos nas biometrias.

Para avaliação da qualidade da água nos diferentes sistemas de cultivo testados foi utilizada sonda multiparamétrica (HANNA 9829), sendo monitorados diariamente os seguintes indicadores: temperatura (°C), pH, concentração de oxigênio dissolvido (OD; mg.L⁻¹), turbidez (FNU), sólidos totais dissolvido (STD; mg.L⁻¹), condutividade elétrica (µS.cm⁻¹) e salinidade.

Também foi calculada a relação peso-comprimento, originalmente proposta por Le Cren (1951) utilizando o peso individual (g) e comprimento total (cm), no entanto esta foi adaptada e vem sendo realizada utilizando peso individual (g) e o comprimento padrão (cm) (BENITEZ; SÚAREZ, 2009; SOUZA et al., 2016; TAVARES-DIAS et al., 2016).

Esta relação foi obtida plotando em um gráfico os dados de peso e comprimento dos peixes utilizados no povoamento dos tanques ao iniciar o experimento; e em outros três gráficos os dados obtidos ao final do experimento separadamente para cada um dos tratamentos testados. O peso (g) dos peixes foi assumido no eixo “x” e o comprimento padrão (cm) no eixo “y”, então foi gerada a curva que representou a dispersão dos pontos de intersecção entre os dois eixos, representada pela equação:

$$P = a \times C^b \quad (7)$$

Onde: P: peso (g); C: comprimento padrão (cm); a: Constante de regressão (intercepto); b: Coeficiente de regressão (coeficiente angular).

Foram utilizados o fator de condição de Fulton (K_{Fulton}), que considera o crescimento isométrico para todas as espécies, representado na equação pela constante de Fulton, que é o coeficiente de regressão “b” igual a 3,0, conforme a Equação 8 proposta por Gomiero et al. (2010); e o fator de condição alométrico (K_{alom}), onde o valor de “b” é obtido por meio do gráfico da relação peso-comprimento, conforme Equação 9 proposta por Almeida & Nuñez (2009).

$$K_{Fulton} = P/C^3 \quad (8)$$

$$K_{alom} = P/C^b \quad (9)$$

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) um critério, quando ocorreram diferenças significativas a 5% de significância ($p \leq 0,05$) aplicou-se o teste de Tukey para comparação entre as médias. Foi utilizado o programa BIOESTAT 5.0 para a realização dos testes estatísticos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados de todos indicadores zootécnicos, apresentados na Tabela 1, observa-se que o sistema de recirculação apresentou o melhor desempenho, seguido pelo sistema com renovação e este pelo sem renovação. Houve diferença significativa entre a média dos resultados dos três tratamentos, com exceção para a sobrevivência, onde o sistema de recirculação foi semelhante ao sem renovação e o sistema com renovação obteve a menor sobrevivência entre os três.

Tabela 1. Média e desvio padrão dos indicadores zootécnicos das tambatingas cultivadas em sistema de recirculação (RAS), com renovação (C/R) e sem renovação de água (S/R).

Indicadores Zootécnicos	Sistemas de Cultivo		
	RAS	C/R	S/R
Crescimento diário CP (mm.dia ⁻¹)	0,93 ± 0,18a	0,36 ± 0,16b	0,19 ± 0,16c
Crescimento diário CT (mm.dia ⁻¹)	0,97 ± 0,19a	0,41 ± 0,19b	0,21 ± 0,18c
Ganho de peso diário (g.dia ⁻¹)	1,25 ± 0,33a	0,40 ± 0,21b	0,19 ± 0,17c

TCE (% do peso.dia ⁻¹)	2,48 ± 0,38a	1,16 ± 0,48b	0,61 ± 0,49c
GBm (kg.m ⁻³)	4,30 ± 0,76a	1,24 ± 0,27 b	0,52 ± 0,41c
Sobrevivência (%)	95,0 ± 5,77a	72,50 ± 35,0b	95,0 ± 5,77a

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de significância. CP: comprimento padrão; CT: comprimento total; TCE: taxa de crescimento específico; GBm; Ganho de biomassa por área.

Alencar-Araripe et al. (2011a) testando diferentes níveis de aminoácido nas rações para cultivo de juvenis de tambatinga citaram resultados de ganho de peso diário variando de 1,032 a 1,155 g.dia⁻¹; e taxas de crescimento específico de 5,852 a 6,152% do peso.dia⁻¹. Já Alencar-Araripe et al. (2011b) testando diferentes níveis de proteína bruta nas rações para cultivo de juvenis de tambatinga alcançaram ganho de peso diário entre 1,69 a 1,79 g.dia⁻¹; e taxas de crescimento específico de 5,67 a 5,76% do peso.dia⁻¹.

Estes resultados foram superiores aos obtidos na presente pesquisa, no entanto é válido salientar que nestes também foram utilizados sistemas de recirculação, mas a densidade de estocagem em ambos foi de 15 peixes.m⁻³, bem mais baixa que a utilizada na presente pesquisa (66,7 peixes.m⁻³), fato que justifica pior desempenho observado.

Devido a existência de poucas pesquisas utilizando tambatingas, é válido realizar o comparativo com as espécies parentais que dão origem a este híbrido, que são o tambaqui e a pirapitinga. Comparando com os resultados obtidos por Sandre et al. (2017), testando diferentes níveis de carboidrato e lipídeos em ração para o cultivo de juvenis de tambaqui, as taxas de crescimento específico alcançadas foram entre 2,42 a 2,61% do peso.dia⁻¹.

Já Vásquez-Torres & Arias-Castellanos (2013) testando diferentes perfis de aminoácidos na alimentação de juvenis de pirapitinga, encontraram taxas de crescimento específico variando de 0,02 a 2,1% do peso.dia⁻¹, resultados semelhantes aos obtidos na presente pesquisa.

Barroncas et al. (2015) cultivaram juvenis de tambaqui em viveiros escavados com renovação de 20% do volume semanal e sem renovação de água, em densidades de estocagem de 1,0 peixe.m⁻³, obtendo respectivamente produções de 0,71 e 0,66 kg.m⁻³. Desta mesma forma, na presente pesquisa foi observado que o cultivo realizado com renovação de água obteve produção maior que o estático. Bezerra & Melo (2014) testando diferentes níveis de inclusão de farinha de manga na ração para o cultivo de tambaquis em sistema de recirculação, obtiveram taxas de sobrevivência variando de 86,0% a 98,33%. Estes resultados são semelhantes aos obtidos na presente pesquisa.

É válido enfatizar a evolução das biomassas obtidas nos sistemas de cultivo testados durante o experimento. Na Figura 1 estão os resultados de biomassa estocada nas biometrias realizadas no

decorrer do experimento, observa-se nas colunas os valores médios dos três sistemas de cultivo testados e as linhas mostram a tendência de evolução destes.

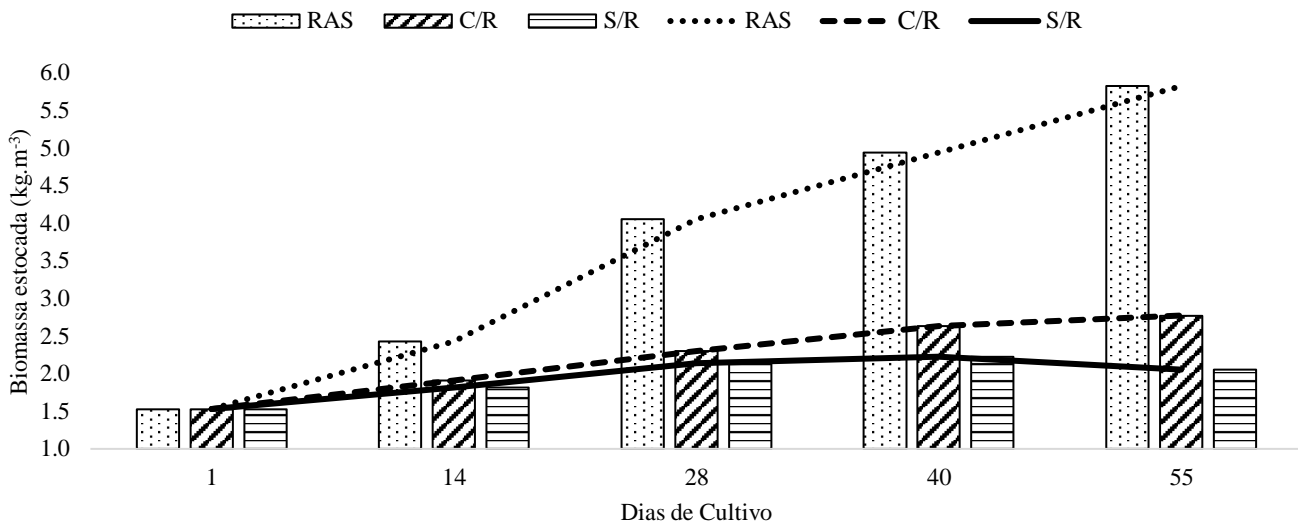


Figura 1. Evolução da biomassa (kg.m^{-3}) das tambatingas cultivadas nos sistemas de recirculação (RAS), com renovação (C/R) e sem renovação de água (S/R). As colunas representam os valores médios dos três sistemas testados obtidos nas cinco biometrias realizadas, as linhas representam as tendências de evolução da biomassa no decorrer do cultivo.

No sistema de recirculação a biomassa aumentou em uma taxa elevada, sendo o experimento encerrado com biomassa estocada de $5,83 \text{ kg.m}^{-3}$, no entanto é possível que, como a linha de tendência ainda se apresentava crescente, este sistema de cultivo ainda não tivesse alcançado a sua capacidade de suporte. Ao comparar este resultado com os obtidos nos sistemas com renovação ($2,77 \text{ kg.m}^{-3}$) e sem renovação ($2,05 \text{ kg.m}^{-3}$) observou-se que a biomassa obtida no sistema de recirculação foi respectivamente 110% e 184% maior que nestes.

No sistema com renovação, observou-se que a taxa de incremento de biomassa foi menor e já se encontrava estabilizando, o que indica a proximidade do valor máximo possível de ser alcançado. Nas biometrias do 40º e 55º dia os resultados foram muito semelhantes ($2,63$ e $2,77 \text{ kg.m}^{-3}$, respectivamente). Mesmo neste tratamento sendo observada a maior mortalidade, não observa-se quebra na continuidade do incremento de biomassa.

Já no sistema sem renovação observou-se o valor de biomassa estabilizado ainda mais cedo, já entre o 28º e o 40º dia de cultivo (respectivamente, $2,14 \text{ kg.m}^{-3}$ e $2,23 \text{ kg.m}^{-3}$), então, no 55º dia houve redução da biomassa para $2,05 \text{ kg.m}^{-3}$ devido a incidência de mortalidade, apontando o limite da capacidade de suporte deste sistema de cultivo.

Acerca da capacidade de suporte, David et al. (2015) e Kluger et al. (2016) concordam que esta define os níveis máximos do cultivo antes que mudanças não aceitáveis sejam incorridas no sistema, dentre estas mudanças está a eutrofização excessiva, redução nas taxas de crescimento e a

mortalidade massiva dos organismos. Desta forma, conhecer a capacidade de suporte de um ambiente de cultivo é muito importante para definir a capacidade produtiva, evitando prejuízos financeiros e ambientais.

Acerca das condições ambientais nos sistemas de cultivo testados, é possível verificar os resultados dos indicadores de qualidade de água monitorados durante o experimento na Tabela 2.

Tabela 2. Indicadores de qualidade de água utilizados na avaliação das condições ambientais nos sistemas de recirculação (RAS), com renovação (C/R) e sem renovação de água (S/R) onde foram cultivados os juvenis de tambatinga.

Indicadores de Qualidade de Água	Sistemas de Cultivo		
	RAS	C/R	S/R
Temperatura (°C)	27,80 ± 1,13a	26,97 ± 1,28b	26,97 ± 1,32b
pH	6,74 ± 0,18a	6,78 ± 0,21a	6,83 ± 0,21a
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	4,94 ± 1,02a	4,18 ± 1,34b	3,61 ± 1,54b
Turbidez (FNU)	11,36 ± 7,84c	108,77 ± 69,17b	146,17 ± 82,42a
Sólidos Totais Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	480,54 ± 78,94a	308,07 ± 50,18c	356,67 ± 84,74b
Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹)	967,20 ± 160,07a	621,59 ± 103,28c	718,18 ± 174,80b
Salinidade	0,47 ± 0,08a	0,30 ± 0,05c	0,35 ± 0,09b

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Ao avaliar os resultados dos indicadores de qualidade de água observa-se que em relação a temperatura, o sistema de recirculação apresentou média superior aos demais tratamentos, com diferença significativa.

Paudel et al. (2015) explicam que a temperatura possui um importante papel no desempenho dos cultivos aquícolas, influenciando diretamente no metabolismo dos peixes e na taxa de conversão alimentar; e indiretamente no metabolismo ambiental influenciando a atividade microbiana, principalmente em locais onde ocorrem variações sazonais deste fator.

Em relação ao pH não houve diferença significativa entre os sistemas de cultivo, estando os valores observados dentro da faixa considerada aceitável para o cultivo de peixes de água doce, que é entre 6,5 e 9,0 preferencialmente mantendo-se próximo a neutralidade (7,0) (GOLOMBIESKI et al., 2005).

Os três sistemas de cultivo testados obtiveram valores de concentração de oxigênio dissolvido (OD) acima dos sugeridos por Colt (2006), o qual recomenda em sistemas de reuso e recirculação em aquicultura concentrações acima de 3,5 mg.L⁻¹ para espécies rústicas, isto pode ser explicado pelo uso da aeração constante durante todo o experimento.

Observou-se que o sistema de recirculação apresentou concentração média de OD mais alta que os demais. No entanto, as concentrações de OD foram mais baixas nos tratamentos com e sem

renovação de água devido principalmente ao acúmulo das fezes dos peixes e restos de ração, as quais aumentam a demanda pelo OD para a decomposição da matéria orgânica.

Como na presente pesquisa foram utilizados tanques de polietileno, não há influência de material mineral oriundo do solo no valor de turbidez medido, desta forma os baixos valores de turbidez observados no sistema de recirculação representam a baixa densidade de microalgas. Já os valores cada vez maiores deste indicador observados nos sistemas com e sem renovação de água, representam o aumento da densidade fitoplanctônica nestes tratamentos.

Os resultados de sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica e salinidade seguem a mesma tendência, sendo o sistema de recirculação o que apresentou valores mais elevados, seguido pelo sistema sem renovação e este pelo sistema com renovação de água, que pode ser explicada pela relação destes indicadores com a matéria orgânica dissolvida na água, que em seu processo de degradação libera íons no meio.

Na Figura 2 observam-se as curvas relativas a relação peso-comprimento das tambatingas utilizadas no povoamento dos três sistemas testados e de cada um destes ao final do experimento.

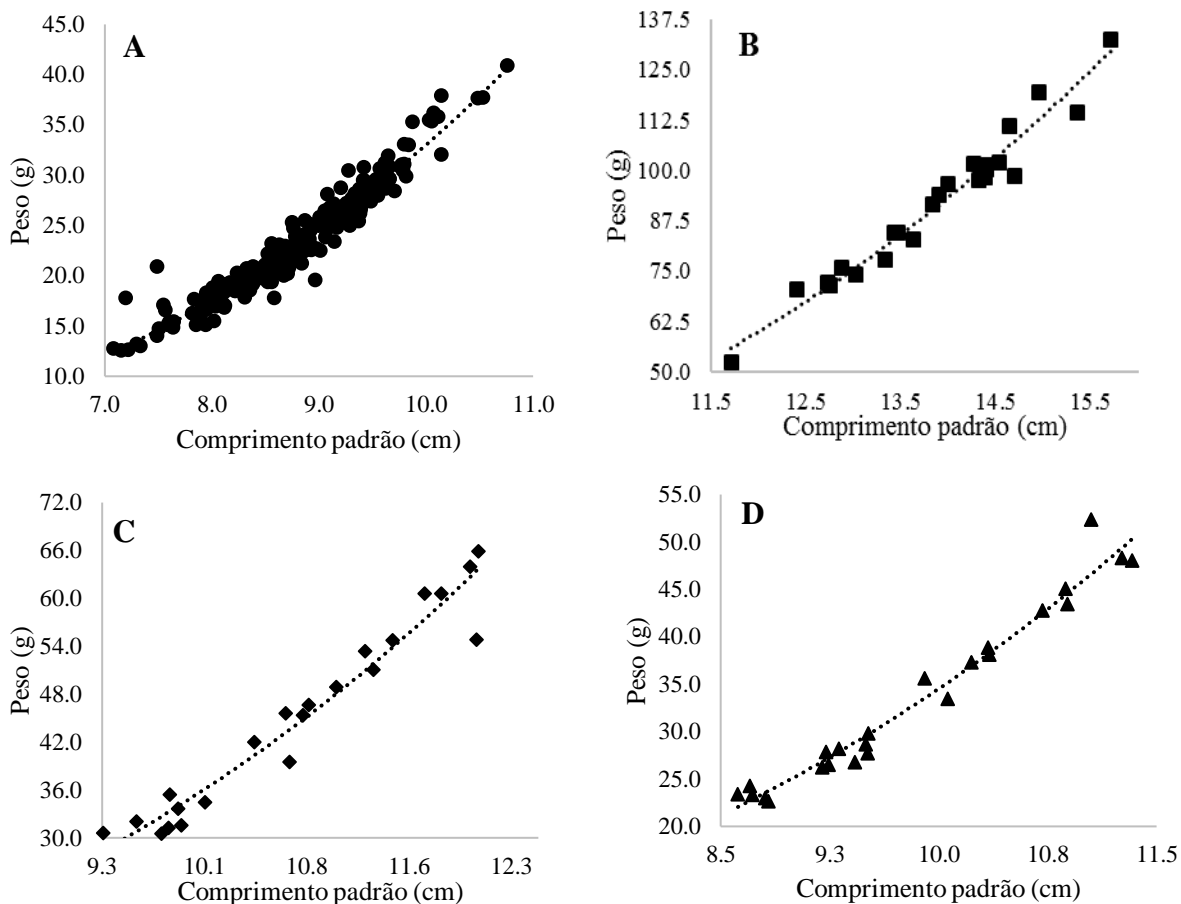


Figura 2 . Curvas da relação peso-comprimento das tambatingas no início (A) e ao final do cultivo nos sistemas de recirculação (RAS - B), com renovação (C/R - C) e sem renovação de água (S/R - D).

Na Tabela 3 estão os dados obtidos por meio das curvas de relação peso-comprimento, além dos resultados dos fatores de condição alométrico e de Fulton calculados para os sistemas de cultivo testados.

Tabela 3. Resultados dos valores de intercepto (a), coeficiente de alometria (b:θ), equações, proporções de crescimento e fatores de condição alométrico (K_{alom}) e de Fulton (K_{Fulton}) das tambatingas cultivadas em sistema de recirculação (RAS), com renovação (C/R) e sem renovação de água (S/R).

Indicador	Inicial	Sistemas de Cultivo		
		RAS	C/R	S/R
a	0,0486	0,0485	0,0272	0,0334
b (θ)	2,8317	2,8651	3,1155	3,0135
Equação	$P = 0,0486C^{2,8317}$	$P = 0,0485C^{2,8651}$	$P = 0,0272C^{3,1155}$	$P = 0,0334C^{3,0135}$
Crescimento	Alométrico negativo	Alométrico negativo	Alométrico positivo	Alométrico positivo
K_{alom}	$4,87 \pm 0,31a$	$4,86 \pm 0,19a$	$2,74 \pm 0,15b$	$3,35 \pm 0,15b$
K_{Fulton}	$3,38 \pm 0,22b$	$3,41 \pm 0,14b$	$3,60 \pm 0,20a$	$3,45 \pm 0,16ab$

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O coeficiente de regressão (b) equivale ao coeficiente de alometria (θ), que, por sua vez, representa a forma de crescimento do indivíduo (SANTOS et al., 2015). Considera-se o crescimento como isométrico aquele em que o comprimento aumenta proporcionalmente ao peso (θ = 3,0); crescimento alométrico negativo o comprimento aumenta em proporção maior que o peso (θ < 3,0); e crescimento alométrico positivo o comprimento aumenta em proporção menor que o peso (θ > 3,0).

É possível verificar que no início do experimento as tambatingas apresentavam o crescimento alométrico negativo (b = 2,8317), assim como ocorre no sistema de recirculação (b = 2,8651). Já nos sistemas com renovação e sem renovação de água o crescimento foi alométrico positivo (b = 3,1155 e 3,0135, respectivamente).

Segundo Oscoz et al. (2005) os valores de “b” devem estar na faixa de 2,5 a 3,5, esta recomendação foi atendida na presente pesquisa, o que aponta que a condição de bem-estar proporcionada no ambiente em que as tambatingas estavam sendo mantidas antes do experimento, assim como nos sistemas de cultivo testados, podia ser considerada favorável à espécie.

Segundo Gomiero et al. (2010) o fator de condição (K) é um índice muito utilizado em estudos de biologia pesqueira, pois indica o grau de bem-estar do peixe frente ao meio em que vive, devendo permanecer constante e o mais elevado possível ao longo do ciclo vital.

Tomando como referência os valores de K do início do cultivo, observa-se que no sistema de recirculação estes se mantiveram muito semelhantes, não apresentando diferença significativa. Já quando comparado os valores iniciais com os obtidos nos sistemas com renovação e sem renovação

de água a diferença foi maior, inclusive apresentando diferença significativa. Desta forma, observa-se que o sistema de recirculação promoveu melhor condição para o cultivo dos juvenis de tambatinga.

4 CONCLUSÕES

Em todos os indicadores de desempenho zootécnico avaliados, as tambatingas cultivadas no sistema de recirculação apresentaram melhores resultados. Os indicadores de qualidade de água utilizados não foram conclusivos em relação a condição ambiental em nenhum dos sistemas de cultivo, no entanto observou-se acúmulo de matéria orgânica, exceto no sistema de recirculação. O fator de condição apontou a melhor condição de cultivo no sistema de recirculação. Entre os sistemas de cultivo testados o sistema de recirculação mostrou-se como a melhor opção para o cultivo dos juvenis de tambatinga.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR-ARARIPE, M.N.B.; ALENCAR-ARARIPE, H.G.; LOPES, J.B.; BRAGA, T.E.A.; ANDRADE, L.S.; MONTEIRO, C.A.B. Relação treonina:lisina para alevinos de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomum*). *Boletim do Instituto de Pesca* [internet]. 2011a; v.37, n.4, p. 393-400. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/37_4_393-400.pdf.
- ALENCAR-ARARIPE, M.N.B.; ALENCAR-ARARIPE, H.G.; LOPES, J.B.; CASTRO, P.L.; BRAGA, T.E.A.; FERREIRA, A.H.C.; ABREU, M.L.T. Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambatinga. *Revista Brasileira de Zootecnia* [internet]. 2011b; v. 40, n.9, p. 1845-1850. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000900001>.
- ALMEIDA, S.C.A.; NUÑER, A.P.O. Crescimento de *Pimelodus maculatus* (Actinopterygii, Pimelodidae) estocados em diferentes densidades em tanques-rede. *Biotemas* [internet]. 2009; v. 22, p. 113-119. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2009v22n3p113/17922>.
- BARRONCAS, M.F.; PEREIRA-FILHO, M.; GOMES, L.C.; ROUBACH, R.; ONO, E.A. Efeitos da troca de água sobre os índices zootécnicos e qualidade dos efluentes na criação intensiva do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros escavados. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* [internet]. 2015; v. 8, n.1, p. 49-71. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18817/repesca.v8i1.1094>.
- BENITEZ, R.S.; SÚAREZ, Y.R. Biologia populacional de *Serrapinnus notomelas* (Eingenmann, 1915) (Characiformes, Cheirodontinae) em um riacho de primeira ordem na bacia do rio Dourados,

- Alto rio Paraná. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* [internet]. 2009; p. 4, n.3, p.271-278. Disponível em: [http://www.panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_4\(3\)_271-278.pdf](http://www.panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_4(3)_271-278.pdf).
- BEZERRA, K.S.; MELO, J.F.B. Utilização de farinha de manga residual como ingrediente na alimentação de tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Varia Scientia Agrarias* [internet]. 2014 [acesso em 23 Jan 2018]; v. 4, n.1, p.117-130. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/download/8387/9053>.
- BRASIL. 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Produção da Pecuária Municipal 2014. v. 42, 2015, 36 p. [acessado em 21 mai. 2017]. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf.
- COLT J. Water quality requirements for reuse systems. *Aquacultural Engineering* [internet]. 2006; v.34, p.143-156. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.011>.
- DAVID, G.S.; CARVALHO, E.D.; LEMOS, D.; SILVEIRA, N.A.; DALL'AGLIO-SOBRINHO, M. Ecological carrying capacity for intensive tilapia (*Oreochromis niloticus*) cage aquaculture in a large hydroelectrical reservoir in Southeastern Brazil. *Aquacultural Engineering* [internet]. 2015; v.66, p.30–40. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2015.02.003>.
- FAO – Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Roma: FAO, 2016. [acessado em 21 mai. 2017]. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>. 27 abr. 2017.
- GOLOMBIESKI, J.I.; MARCHEZAN, E.; MONTI, M.B.; STORCK, L.; CAMARGO, E.R.; SANTOS, F.M. Water quality in combination of the fish culture and irrigate rice. *Ciência Rural* [internet]. 2005; v. 35, n.6, p.1263-1268. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n6/a06v35n6.pdf>
- GOMIERO, L.M.; VILLARES-JUNIOR, G.A.; BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropical* [internet]. 2010. v.10, n.1; p.101-105. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032010000100009>.
- HASHIMOTO, D.T.; MENDONÇA, F.F.; SENHORINI, J.A.; OLIVEIRA, C; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Molecular diagnostic methods for identifying Serrasalmid fish (Pacu, Pirapitinga, and Tambaqui) and their hybrids in the Brazilian aquaculture industry. *Aquaculture* [internet]. 2011; v. 321, p.49–53. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.018>.
- HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.Á.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. *Reviews in Aquaculture* [internet]. 2012; v.4 p.108-118. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01067.x>.

- KLUGER, L.C.; TAYLOR, M.H.; MENDO, J.; TAM, J; WOLFF, M. Carrying capacity simulations as a tool for ecosystem-based management of a scallop aquaculture system. *Ecological Modelling* [internet]. 2016; v. 331, p.44–55. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.09.002>.
- LE CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* [internet]. 1951; v.20, p.201-219. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1540>.
- OSCOZ, J.; CAMPOS, F.; ESCALA, M.C. Weight-length relationships of some fish species of the Iberian Peninsula. *Journal Applied Ichthyology* [internet]. 2005; v.21, p.73-74. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00587.x>
- PAUDEL, S.R.; CHO, O.; KHANAL, S.K.; CHANDRAN, K.; KIMA, S.; LEE, J.W. Effects of temperature on nitrous oxide (N₂O) emission from intensive aquaculture system. *Science of the Total Environment* [internet]. 2015; v.518–519, p.16–23. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.076>.
- SANDRE, L.C.G; BUZOLLO, H; NASCIMENTO, T.M.T.; NEIRA, L.M.; JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J. Productive performance and digestibility in the initial growth phase of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed diets with different carbohydrate and lipid levels. *Aquaculture Reports* [internet]. 2017; v.6, p.28–34. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.02.003>.
- SANTOS, E.S.; MOTA, S.; SANTOS, A.B.; AQUINO, M.D. Cultivo do peixe ornamental molinésia (*Poecilia* sp.) em esgotos domésticos tratados: desempenho zootécnico e avaliação do bem-estar animal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* [internet]. 2015; v. 67, n.1, p.255-264. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7501>.
- SIMÕES, L.N.; GOMIDE, A.T.M.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.; VAL, A.L.; GOMES, L.C. O uso do óleo de cravo como anestésico em juvenis avançados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences* [internet]. 2012; v.34, n.2, p.175-181. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i2.13022>.
- SOUZA, L.P.; OLIVEIRA, N.I.S.; FLORENTINO, A.C. Relação peso-comprimento e o fator de condição do jaraqui (Prochilodontidae: *Semaprochilodus* spp.) no município de manacapuru, Amazonas. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* [internet]. 2016; v.9, n.1, p.45-56. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18817/repesca.v9i1.1108>.
- SUPLICY, F.M. Freshwater fish seed resources in Brazil. In: Bondad-Reantaso MG. (Ed.), *Assessment of Freshwater Fish Seed Resources for Sustainable Aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper, n. 501. FAO, Rome, p. 129–143, 2007. [acessado em 13 Jan. 2018]. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1495e/a1495e.pdf>.

TAVARES-DIAS, M.; ARAÚJO, C.S.O.; GOMES, A.L.S.; ANDRADE, S.M.S. RELAÇÃO peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias* [internet]. 2010; v.12, n.1, p.59-65. Disponível em: <https://zoociencias.ufjf.emnuvens.com.br/zoociencias/article/view/1020/858>.

VÁSQUEZ-TORRES, W.; ARIAS-CASTELLANOS, J.A. Crescimento de juvenis de *Piaractus brachypomus* alimentados com dietas contendo diferentes perfis de aminoácidos essenciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [internet]. 2013; v.48, n.8, p.849-856. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800006>.

ZHOU, X. An Overview of Recently Published Global Aquaculture Statistics. *FAO Aquaculture Newsletter*, n. 56, p. 6-8. 2017. [acessado em 21 mai. 2017]. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i7171e.pdf>.