



Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações  
 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
 Coordenação de Capacitação  
 Divisão Apoio Técnico

**PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INPA  
 RELATÓRIO FINAL**

**PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE TAMBAQUIS (*Colossoma macropomum*)  
 CRIADOS NO SISTEMA COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS (BFT), EM  
 DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM.**

BOLSISTA: Karla Jaqueline Nogueira da Silva e Souza

ORIENTADOR(A): Elizabeth Gusmão Affonso

Relatório Final apresentado ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como requisito para a conclusão como participante do Programa de Iniciação Científica do INPA.

Manaus – Amazonas  
 2017

Apoio Financeiro:



Realização:



MINISTÉRIO DA  
 CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
 INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES





Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
Coordenação de Capacitação  
Divisão Apoio Técnico

---

**Título trabalho do bolsista: Parâmetros sanguíneos de tambaquis (*colossoma macropomum*) criados no sistema com tecnologia de bioflocos (bft), em diferentes densidades de estocagem.**

### **Resumo (250 a 400 palavras)**

Assim como no resto do mundo, o aumento da produtividade, por meio de novas tecnologias, vem sendo o foco de várias pesquisas, que tem o objetivo de desenvolver a atividade de forma sustentável, evitando impactos negativos ao meio ambiente. Dentre os sistemas alternativos para a criação de peixes, a tecnologia de bioflocos (BFT), vem tendo destaque como o cultivo que possibilitaria a redução no uso da água. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas fisiológicas de juvenis de tambaqui criados em sistema BFT, em diferentes densidades de estocagem, tendo como indicadores os parâmetros sanguíneos dos animais. O experimento foi dividido em dois tratamentos: Água Clara (AC - sem adição do bioflocos) e Bioflocos (BFT), em três densidades de estocagem: 50, 100 e 200 peixes/m<sup>3</sup>, e o basal (animais aclimatados) com 30 peixes.m<sup>-3</sup>, com três repetições cada. Os peixes do basal foram mantidos com renovação de água e aeração constante. Foram utilizadas 21 unidades experimentais (UE) em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial 2x3. Foi realizada uma coleta de sangue ao final do experimento utilizando três peixes/EU. Pelos resultados obtidos, o sistema de bioflocos e as densidades avaliadas não interferem na homeostase fisiológica do tambaqui, portanto, demonstrando a viabilidade deste sistema na criação desta espécie. A manutenção das variáveis físico-químicos da água contribui para confirmar a qualidade deste sistema BFT na criação dessa espécie.

---

Apoio Financeiro:



Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES





Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
Coordenação de Capacitação  
Divisão Apoio Técnico

---

**Palavras Chave:** espécies nativas, sistema BFT, hematologia

**Subárea multidisciplinar**

**Financiamento**

(PAIC/FAPEAM)

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

Orientador(a)

---

Bolsista

---

Apoio Financeiro:



Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a aquicultura brasileira vem aumentando consideravelmente e, em 2016, teve como faturamento cerca de 4,5 bilhões de reais, com crescimento de 10% comparado ao ano anterior (IBGE, 2015; 2016). No entanto, a colocação do país no ranking mundial ainda não é representativa, embora as estatísticas da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO demonstrem que, em 10 anos, a produção aquícola do Brasil deve dobrar (FAO, 2016).

Apesar da utilização das técnicas sobre boas práticas de manejo, é necessário que a atividade seja economicamente sustentável e com o mínimo de impacto ambiental (Lima et al., 2015). No mundo todo, sistemas alternativos vêm sendo testados, com o objetivo de tornar a atividade aquícola mais produtiva e menos impactante ao ambiente, mantendo um equilíbrio entre custo/benefício (Avnimelech, 2009; Ray, 2012). Na década de 70, foram iniciadas as primeiras pesquisas utilizando uma nova tecnologia de cultivo, com redução no uso da água, devido à baixa ou inexistente renovação deste recurso, e dentre estes, a tecnologia de bioflocos (BFT) que, atualmente, vem se destacando como alternativa na criação de camarões e peixes (Silva e Costa, 2013; Emerenciano et al., 2013).

Esse sistema consiste no desenvolvimento de uma comunidade microbiana, por meio da manipulação da relação C:N (carbono : nitrogênio) na água de criação, formando agregados chamados de bioflocos constituídos por bactérias, zooplâncton, protozoários e microalgas agregadas à matéria orgânica e que pode apresentar até 61% de proteína bruta (Avnimelech, 2007; 2009). Além disso, os peixes cultivados no meio com bioflocos tem alimento disponível durante todo o dia, uma vez que a produção microbiana é um processo contínuo, tornando possível a criação de animais que aproveitam este tipo de alimento, como camarões e peixes como a tilápia (*Oreochromis niloticus*) (Lima et al., 2015), tainha (*Mugil cf. hospes*) (Rocha et al., 2012) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Dantas et al., 2015).

O tambaqui apresenta características importantes para aplicação no sistema BFT, devido seu hábito alimentar onívoro, com tendência zooplânctófaga, além da importância econômica para a aquicultura nacional. É a espécie nativa mais criada no país, devido ao rápido crescimento, rústico, suporta elevadas densidades, além de ter adaptações morfofisiológicas que o adaptaram a suportar baixos níveis de oxigênio, o principal fator limitante para a criação de peixes (Val, 1995; Affonso et



al 2002; Bradão et al, 2004). Alimentação balanceada e parâmetros ambientais são fatores que podem ser limitantes para a obtenção da produtividade desejada dentro do setor aquícola, pois podem se tornar agentes estressores devido as alterações na qualidade de água, aumento inadequada na capacidade de suporte da espécie, má alimentação/nutrição, presença de patógenos, entre outros (Tavares-Dias, 2009).

Assim, além do acompanhamento dos parâmetros zootécnicos, as condições fisiológicas, particularmente os parâmetros indicadores de estresse nos peixes, devem ser acompanhados nas pesquisas sobre sistemas de produção (Oba et al. 2009). Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas fisiológicas de juvenis de tambaqui, criados em sistema BFT, em diferentes densidades de estocagem, tendo como indicadores os parâmetros sanguíneos dos animais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Aplicada à Piscicultura – LAFAP, da Estação Experimental de Piscicultura do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. O experimento foi dividido em três tratamentos: Água Clara (AC – sem adição do bioflocos), com renovação diária de 25% da água, Bioflocos (BFT), em três densidades de estocagem: 50, 100 e 200 peixes/m<sup>3</sup>, e o basal (animais aclimatados) com 30 peixes/m<sup>3</sup>, com três repetições cada. Os peixes do basal foram mantidos com renovação de água e aeração constante. Ao todo, foram utilizadas 21 unidades experimentais (UE) em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial 2x3, durante 60 dias.

Foi feita a correção do pH da água, provinda do poço, após encher as UE's, com a utilização de calcário dolomítico (CaCO<sub>2</sub>), exceto para o tratamento Basal. O tratamento com bioflocos, foi inoculado 100 L de água provinda de um cultivo anterior, com duração de 30 dias, para maior eficiência na estabilização do sistema. A fonte de carboidrato utilizada foi o açúcar comercial, que era adicionado com base nos teores de carbono e nitrogênio deste carboidrato e da ração ofertada, adotando uma relação de 20:1 (C:N). Após a estabilização do sistema, foi utilizada a relação Carbono e Nitrogênio (6:1) de acordo com Samocha et al. (2007). Baseado nos resultados da análise de alcalinidade, realizou-se a manutenção desta variável em, aproximadamente, 100 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> (Furtado et al., 2011), sendo utilizado o calcário dolomítico quando necessário. Diariamente, foram mensuradas as variáveis físicas e químicas da água, utilizando uma sonda multiparamétrica da marca

YSI (Yellow Spring Instruments), modelo Professional Plus para determinação de: oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e pH. A cada três dias, as concentrações de amônia total e nitrito total (mg/L) eram determinadas, utilizando o método colorimétrico segundo Verdouw (1978) e Boyd e Tucker (1992) respectivamente, e a leitura da absorbância realizada em espectrofotômetro da marca Bioplus, modelo 2000.

Após 60 dias de experimento, foi realizada coleta de sangue de três peixes/UE, os quais foram previamente anestesiados com eugenol (1 mg/L). Essas amostras foram coletadas por meio da punção do vaso caudal, utilizando seringas de 3 ml e agulhas de 27 Gx  $\frac{1}{2}$ , com o anticoagulante EDTA 10% (ácido etilenoaminotetra acético), armazenadas em microtubos de 2 ml e mantidas sobre refrigeração. As amostras foram destinadas à determinação das seguintes análises: contagem de eritrócitos (RBC), pela câmara de Neubauer e diluição em formol citrato, hematócrito (Ht), pelo microhematócrito, concentração de hemoglobina ([Hb]), pela cianometahemoglobina. As constantes corpusculares: volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foram calculados a partir dos valores de Ht, [Hb] e RBC. Com o plasma sanguíneo, foram realizadas as seguintes análises: glicose, colesterol, triglicérides e proteínas totais, pelo método colorimétrico, utilizando kits comerciais (Labtest).

Os resultados, em porcentagem, foram transformados pelo arco-seno para valores maiores que 70% e inferiores a 30% (Zar,1996 e Ferreira,2011). Constatou-se a normalidade dos dados por ShapiroWilk e a homogeneidade das variâncias por Bartlett, estes foram analisados por meio de Análise de Variância (ANOVA Two-way), seguido pelo teste de Tukey (5%) para comparação das médias entre os tratamentos. Quanto a análise dos parâmetros sanguíneos, aplicou-se o teste de Dunnett e o não paramétrico Kruskal-wallis, de acordo com as premissas de normalidade e homocedasticidade dos dados e o nível de significância foi fixado em 5% para todas as análises estatísticas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físicas e químicas da água estão representadas na tabela 1. Houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) na concentração de oxigênio dissolvido (OD) entre as densidades e entre os tratamentos AC e BFT. Essa relação inversa, provavelmente, ocorreu devido ao maior consumo de oxigênio pelos animais em maior quantidade nas UE. Esses resultados corroboram àqueles obtidos

para tilápia do Nilo, *O. niloticus* (Lima et al. 2015) e tilápia vermelha *Oreochromis* sp (Widanarni et al. 2012). A diferença nos valores de OD entre os tratamentos (BFT e AC) pode ser atribuído ao maior consumo de oxigênio pela presença de biomassa bacteriana e pelos processos de oxidação do organismo no sistema (Avnimelech, 2009; Wasielesky et al., 2013). Porém, os valores de OD permaneceram dentro do limite adequado para a produção de tambaqui (Gomes et al. 2013). O pH não apresentou diferença estatística e, provavelmente, está relacionado ao controle da alcalinidade, devido as correções feitas quando esta variável se encontrava abaixo de 100 mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> (Furtado et al., 2011). O controle deste parâmetro favoreceu o efeito tampão na água, garantindo valores de pH aceitáveis para a produção de tambaqui (Gomes et al., 2013).

A Condutividade elétrica (CE) foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo maior no BFT na densidade de 200 peixes/m<sup>3</sup> que está relacionado a quantidade de matéria orgânica nesse tratamento, devido a quantidade de animais, arraçoamento e a presença do bioflocos, diferente do tratamento AC que teve 25% de sua água renovada diariamente (Sipaúba-Tavares, 1994; Kubtiza, 2003). Esses resultados corroboram com o estudo de Silva (2016) que avaliou o sistema de aquaponia com sistemas de bioflocos e observou o aumento da condutividade elétrica com o desenvolvimento dos flocos microbianos, porém, ambos os tratamentos permaneceram dentro dos padrões descrito por Souza (2000) que é entre 120 a 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



Tabela 1. Variáveis físicas e químicas da água do bioflocos (BFT) e da água clara (AC), durante 60 dias de experimento com *Colossoma macropomum*, em diferentes densidades (50, 100 e 200 peixes/m<sup>3</sup>).

Variáveis da água	Densidade (peixes/m <sup>3</sup> )	Tratamentos	
		BFT	AC
Temperatura (°C)	200	26,52± 0,5 aA	26,48± 0,5 aA
	100	26,45± 0,4 aA	26,52±0,5 aA
	50	26,55± 0,5 aA	26,66± 0,5 aA
Oxigênio dissolvido(mg/L)	200	4,84±0,23 bC	5,31±0,45 aC
	100	5,33±0,38 bB	5,98±0,26 aB
	50	5,89±0,32 bA	6,36±0,35 aA
pH	200	7,29±0,08 aA	7,40±0,08 aA
	100	7,44±0,06 aA	7,43±0,08 aA
	50	7,50±0,06 aA	7,47±0,03 aA
Condutividade elétrica	200	382,38±72,59 aA	173,1±32,5 bA
	100	328,86±12,02 aA	132,63±20,5 bA
	50	351,68±56,24 aA	113,82±11,8 bA
Amônia total (mg.L <sup>-1</sup> )	200	1,88 ± 0,55 bA	2,92 ± 1,19 aA
	100	1,33 ± 0,81 bB	2,46 ± 1,02 aB
	50	1,07 ± 0,40 bB	1,70 ± 0,15 aC
Nitrito (mg.L <sup>-1</sup> )	200	1,95 ± 0,20 bA	2,25 ± 0,09 aA
	100	1,29 ± 0,10 bB	1,59 ± 0,06 aB
	50	1,12 ± 0,13 bC	1,33 ± 0,13 aC

Letras minúsculas diferentes entre as colunas (sistemas de cultivo) e as maiúsculas entre as linhas (densidades) indicam diferenças estatísticas significativas (Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

Os valores das concentrações de amônia total e nitrito apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) durante o período experimental entre os tratamentos avaliados e entre as diferentes densidades de estocagem, exceto para as concentrações médias de amônia total em 50 e 100 peixes/m<sup>3</sup>, que não tiveram diferenças estatísticas. Os maiores valores nas concentrações destas variáveis foram observados nos tratamentos da AC. Em relação as densidades de estocagem, as concentrações elevadas de amônia total e nitrito foram observadas em ambos os tratamentos nas maiores densidades (200 peixes/m<sup>3</sup>), o que, provavelmente, tem uma relação com a maior concentração de nutrientes decorrentes da atividade metabólica dos organismos presentes em maior quantidade nas UE. Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por Haridas et al. (2017) onde o nível de amônia e nitrito também era mais elevado nas maiores densidades.



Os parâmetros sanguíneos são importantes ferramentas para a determinação das condições fisiológicas dos peixes (Affonso et al. 2012). Sob efeito de um agente estressor, o organismo pode se adaptar para manter a homeostase fisiológica e apresentar respostas ao estresse, e, por longo tempo, pode causar efeitos negativos na produção (Cyrino et al. 2004).

Após 60 dias de experimento, os resultados dos parâmetros sanguíneos dos peixes dos diferentes tratamentos com bioflocos e água clara, e em diferentes densidades de estocagem, comparados com o tratamento basal, não apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 1).

Os valores médios de hematócrito, concentração de hemoglobina, número de eritrócitos (RBC), volume corpuscular média (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular (CHCM) representa a capacidade de transporte de oxigênio no sangue (Baldisserotto, 2009). Esses índices podem ser alterados por diversos agentes estressores, particularmente, a baixa disponibilidade de oxigênio na água (Tavares-Dias, 2009), fato que não foi observado no presente estudo.

Comparados com os resultados do basal, os valores obtidos nos parâmetros hematológicos nos dois tratamentos (BFT e AC), não foram diferentes, demonstrando condições adequadas para a manutenção da espécie. Resultados semelhantes foram descritos por Long et al. (2015) para tilápia do Nilo (*O. niloticus*), criada em sistema BFT, aos quais não identificaram alterações nestes parâmetros

Tabela 2. Parâmetros sanguíneos de juvenis de tambaquis, *Colossoma macropomum* após 60 dias de experimento e o basal, em diferentes densidades de estocagem (50, 100, 200 peixes/m<sup>3</sup>).

Parâmetros sanguíneos	Densidades (peixes/m <sup>3</sup> )	Tratamentos		Basal
		BFT	AC	
Hematócrito (%)	200	18,61 ± 2,50 aA	19,22 ± 0,94 aA	20,44 ± 0,58 aA
	100	19,33 ± 0,92 aA	18,44 ± 0,25 aA	
	50	19,94 ± 1,60 aA	19,55 ± 1,08 aA	
Eritrócitos (10 <sup>6</sup> /μL)	200	1,10 ± 0,01 aA	1,03 ± 0,08 aA	1,05 ± 0,08 aA
	100	1,09 ± 0,16 aA	1,02 ± 0,14 aA	
	50	1,04 ± 0,12 aA	1,09 ± 0,04 aA	
Hemoglobina (g/dL)	200	5,10 ± 0,78 aA	4,64 ± 0,64 aA	5,24 ± 0,69 aA
	100	5,01 ± 1,07 aA	4,65 ± 0,89 aA	
	50	5,27 ± 1,13 aA	5,24 ± 0,68 aA	
VCM (fL)	200	171,62 ± 25,52 aA	190,07 ± 20,92 aA	196,91 ± 15,58 aA
	100	180,96 ± 23,52 aA	186,01 ± 26,61 aA	
	50	192,52 ± 07,59 aA	179,68 ± 17,03 aA	
CHCM (g/dL)	200	27,86 ± 6,07 aA	24,10 ± 2,24 aA	25,81 ± 4,15 aA
	100	25,83 ± 4,44 aA	25,14 ± 4,49 aA	
	50	26,32 ± 3,61 aA	29,26 ± 4,73 aA	
HCM (pg)	200	46,87 ± 6,07 aA	45,60 ± 2,24 aA	50,39 ± 4,15 aA
	100	46,23 ± 4,44 aA	46,71 ± 4,49 aA	
	50	50,50 ± 3,61 aA	52,10 ± 4,73 aA	
Proteínas totais (g/dL)	200	3,37 ± 0,61 aA	3,13 ± 0,22 aA	3,27 ± 0,41 aA
	100	4,24 ± 0,44 aA	3,79 ± 0,45 aA	
	50	4,56 ± 0,86 aA	4,66 ± 0,47 aA	
Glicose (mg/dL)	200	70,45 ± 32,19 aA	45,85 ± 11,25 aA	54,14 ± 8,98 aA
	100	74,89 ± 33,59 aA	72,08 ± 32,66 aA	
	50	69,26 ± 35,58 aA	73,81 ± 33,98 aA	
Colesterol (mg/dL)	200	51,22 ± 08,75 aA	47,34 ± 5,82 aA	48,31 ± 6,20 aA
	100	43,71 ± 14,01 aA	46,12 ± 11,1 aA	
	50	52,17 ± 10,45 aA	61,06 ± 2,27 aA	
Triglicerídeos (mg/dL)	200	176,89 ± 28,18 aA	145,81 ± 23,60 aA	188,88 ± 14,11 aA
	100	226,84 ± 50,72 aA	212,37 ± 35,08 aA	
	50	248,62 ± 19,27 aA	226,45 ± 45,05 aA	

BFT= Bioflocos, AC= Água Clara; VCM= Volume corpuscular médio, CHCM= concentração de hemoglobina corpuscular média, HCM= hemoglobina corpuscular média.

Letras minúsculas diferem entre as colunas (sistemas de cultivo) e as maiúsculas entre as linhas (densidades de estocagem) indicam diferenças estatísticas significativas (Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

A concentração de proteínas totais, por meio de metabólitos livres no plasma sanguíneo, indica a qualidade do nutriente da dieta dos animais (Melo et al. 2006). No presente estudo, não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) deste parâmetro nos tratamentos e nem nas diferentes densidades de estocagem, demonstrando a qualidade nutricional em que foram mantidos os animais. Estes resultados corroboram os estudos de Long et al. (2015) com tilápia criadas em sistema BFT, em que foi observado o melhor aproveitamento do alimento ofertado pelo animal.

Em condições de estresse, os hormônios, catecolaminas e cortisol, atuam diretamente no fígado, estimulando a glicogenólise e transformando o glicogênio em glicose, e, conseqüentemente, alterando os níveis deste no sangue (Cyrino et al. 2004). No presente estudo, os resultados deste metabólito não apresentaram diferenças significativas. Resultados similares, com uso do sistema BFT, foram obtidos por Haridas et al. (2017) para tilápia comparados àqueles criados em sistema convencional. Outros parâmetros bioquímicos, como o colesterol e os triglicerídeos, também são utilizados como indicadores de armazenamento energético pelo tecido adiposo, visceral e muscular (Wang et al. 2005). Neste estudo, estes parâmetros não foram afetados pelo tipo de sistema e nem pela densidade de estocagem utilizada quando comparados ao basal, confirmando, assim, as boas condições da saúde dos peixes nas diferentes condições de cultivo.

## CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, pode-se sugerir que o sistema de bioflocos, em elevadas densidades de estocagem, não comprometem a homeostase fisiológica dos peixes. Adicionalmente, a manutenção da qualidade da água neste sistema contribui para as condições de saúde dos peixes.

## REFERÊNCIAS

- Affonso, E. G., Ferreira, M.B., Brasil, E.M., Pereira Filho, M., Roubach, R., Ono, E.A. 2012. Hematological responses as indicators of the pond culture of tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), with and without water exchange. *Adaptation of Aquatic Biota*, v. 10, p. 21-27.
- Avnimelech, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264: 140-147.
- Avnimelech, Y. 2009. Biofloc technology. A practical guide book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States of America, 182 pp.
- Baldisserotto, B. 2013. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. 3ªed. Editorada Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. 350pp.
- Boyd, C. E.; Tucker, C. S. 1992. Water quality and pond soil analyses for aquaculture. *Water quality and pond soil analyses for aquaculture*.
- Brandão, F.R., Gomes, L.C., Chagas, E.C., Araújo, L.D. 2004. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(4): 357-362.



Emerenciano, M.; Gaxiola, G.; Cuzon, G.; 2013. Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry.

Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E. C.; Fracalossi, D. M.; Castagnolli, N.; 2004. *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. 1ra ed. Centro de aquicultura da UNESP, São Paulo, 171p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016. *The State of world Fisheries and Aquaculture: Contributing to food security and nutrition for all*. Fisheries and Aquaculture Department, Rome. 200pp.

Gomes, L.C., Simões, L.N., Araujo-Lima, C.A.R.M. 2013. Tambaqui (*Colossoma macropomum*), In: Boldisserotto, B., Gomes, L.C. (org.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2ªed. rev. e ampl. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. 608 pp.

Haridas H., Verma A. K., Rathore G., Prakash C., Sawant P. B., Rani A. M. B. 2017. Enhanced growth and immuno-physiological response of Genetically Improved Farmed Tilapia in indoor biofloc units at different stocking densities. *Aquaculture Research*, 1–10.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção da aquicultura*. (<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>). Acesso em 08/01/2017.

Kubtiza, F.; 1997. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. *Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes*, Piracicaba. Piracicaba: CBNA, 1997. p. 64-87.

Lima, E.C.R.; SOUZA, R.L.; WAMBACH, X.F.; SILVA, U.L.; CORREIA, E.S. 2015. Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos com diferentes densidades de estocagem. *Salvador Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 16(4): 948-957.

Long, L.; Yang, J.; Li, Y.; Guan, C.; WU, F. 2015. Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 448: 135-141.

Melo, J. F. B.; Lundstedt, L. M.; Metón, I.; Baanante, I. V.; Moraes, G.; 2006. *Effects of dietary of protein on nitrogenous metabolism of Rhamdia quelen (Teleostei: Pimelodidae)*. *Science Direct*. 145: 181-187

Oba, T. E.; Mariano, W. S.; Santos, L. R. B.; 2009. Estresse em peixes cultivados: Agravantes e atenuantes para o manejo rentável. Em: Tavares-Dias, M. *Manejo e Sanidade de Peixes de Cultivo*. Macapá – Amapá, Brasil; 226-247.

Ray, A. 2012. Biofloc technology for super-intensive shrimp culture. In: Avnimelech, Y. editor. *Biofloc Technology - a practical guide book*, 2nd ed., *The World Aquaculture Society*, 167-188.

Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A.M., Burger, J.M., Almeida, R.V., Ayub, Z., Harisanto, M., Horowitz, A., Brock, D.L. 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and growout systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering*, 36: 184-191.

Silva, B. K. R.; Costa, D. C. P. B. 2013. *Formação de bioflocos: Protótipo com criação de Tilápias*. Curitiba, Brasil.

Silva, P.R.D. 2016. *Desenvolvimento e avaliação preliminar de sistema aquapônico com Bioflocos*. Dissertação de mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais. 49 pp.

Soares, M. G. 2008. *Peixes de lagos do médio Rio Solimões*. Manaus: Instituto Piatam.

Souza, R.A.L. 2000. *Apostila de manejo e qualidade da água na piscicultura*. Eletronorte, Brasília, Distrito Federal. 25 pp. Baldisserotto, B. 2013. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. 3ªed. Editorada Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. 350pp.

Strickland, J. D. H.; Parsons, T. R. 1972. Determination of reactive silicate. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*:65-70.

Tavares-Dias, M. 2009. *Criação comercial do Tambaqui Colossoma macropomum (Cuvier, 1818)*. Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Embrapa Amapá, Macapá, Amapá. 723 pp.

Verdouw, H.; Van Echteld, C.J.A.; Dekkers, E.M.J. 1978. Ammonia determination based on indophenol formation with sodium salicylate. *Water Research*, 12: 399-402.

Wang, J. T., Liu, Y.J., Tian, L.X., Mai, K.S., Du, Z.Y., Wang, Y., Yang, H.J. 2005. Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 249, n. 1-4, p. 439-447.

Wasielesky-Jr., W., Froes, C., Foes, G., Krummenauer, D., Lara, G., Poersch, L. 2013. Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: the effect of stocking densities and compensatory growth. *Journal of Shellfish Research*, 32(3): 799-806.

Widanarni, Ekasari, J., Maryam, S. 2012. Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis sp*, cultured at different stocking densities. *HAYATI Journal of Biosciences*, 19(2): 73-80.

Apoio Financeiro:



Realização:



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

