

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PRODUÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO EM MONOCULTIVO E EM
POLICULTIVO COM CAMARÃO-DA-MALÁSIA EM SISTEMA BIOFLOCOS**

Acadêmico: Phillipe Thiago Leite Barbosa

Aquidauana – MS
Março/2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PRODUÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO EM MONOCULTIVO E EM POLICULTIVO
COM CAMARÃO-DA-MALÁSIA EM SISTEMA BIOFLOCOS

Acadêmico: Phillipe Thiago Leite Barbosa
Orientadora: Dra. Liliam de Arruda Hayd
Co-orientador: Dr. Hamilton Hisano

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado – Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Aquidauana – MS
Março/2017

DEDICATÓRIA

A Deus pela vida e por tudo que me faz,
Aos meus avós Feliciano e Maria Ambrósia;
Às minhas mães Felícia, Filinda e Flaviane;
Aos meus irmãos Eurico, Georgianne e Lityenne;
Dedico-lhes, de coração, este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, por me dar a oportunidade de descer aqui e fazer a diferença;

A toda minha família pelo apoio e incentivo durante todas as etapas de minha vida acadêmica, em especial aos meus avós, Feliciano e Maria Ambrósia, que foram extraordinários em toda a minha vida;

À minha orientadora, Dr^a Liliam de Arruda Hayd, pela transmissão de princípios e conhecimentos essenciais à minha formação acadêmica. Pela paciência em todo o período do mestrado. Meu mais sincero agradecimento.

Ao co-orientador, Dr^o Hamilton Hisano por ter me recebido, pela paciência, dedicação, em toda a etapa de planejamento, condução e redação do trabalho;

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e aos professores pelos valiosos ensinamentos;

À instituição de ensino Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul- UEMS e ao programa de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior CAPES, por me conceder esta oportunidade de realização do curso e pela bolsa de estudo;

Aos colegas do Laboratório de Carcinologia e Carcinicultura: Alysson, Eduardo, Fabiane, João, Jucele, Karla, Mayqueli, Mayara, Romel, Thaynara e Wagner;

Aos colegas do Laboratório de Ecossistemas Aquáticos – Embrapa Meio Ambiente: Michelly, Israel, Giovanni, Victor, Hanea, Gino, Ana Lucia e Marisa pelo auxílio no experimento e nas análises de água;

Aos colegas do Laboratório de bioquímica da UFMT – Eslaine e Prof. Suellen pelo apoio e auxílio nas análises bromatológicas;

Aos amigos que adquiri nesta etapa da minha vida, em especial a Mariana que a todo momento nunca parou de me incentivar, com palavras de coragem e força;

Finalmente, agradeço a todos que contribuíram para a realização deste sonho e participaram de todos os momentos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 ESPÉCIES ESTUDADAS.....	4
2.1.1 Tilápia-do-nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	4
2.1.2 Camarão (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>)	5
2.2 POLICULTIVO.....	7
2.3 BIOFLOCOS.....	8
3. OBJETIVOS	11
3.1 Objetivo Geral.....	11
3.2 Objetivos específicos	11
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
CAPITULO 2 – COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO E PERFIL HEMATOLÓGICO DA TILÁPIA-DO-NILO EM SISTEMA BIOFLOCOS E COM FILTRO BIOLÓGICO.....	19
Introdução.....	22
Material e Métodos	23
Resultados	27
Discussão	31
Conclusão.....	36
Referências Bibliográficas	37
CAPITULO 3- POLICULTIVO DE TILÁPIA-DO-NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>) e CAMARÃO DA MALÁSIA (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) EM SISTEMA BIOFLOCOS.	41
1. Introdução.....	44
2. Material e Métodos.....	46
3. Resultados	50
4. Discussão	53
5. Conclusão	55
Referências Bibliográficas	56
CAPITULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	62

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1.	Composição percentual, química e energética da dieta experimental.	23
Tabela 2.	Desempenho produtivo de tilápia-do-nilo em sistema BFT e sem BFT, durante 60 dias.	28
Tabela 3.	Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p das variáveis físico-químicas da tilápia-do-nilo no sistema com bioflocos e no sistema sem bioflocos.	28
Tabela 4.	Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p da composição bromatológica, volume e concentração do bioflocos.	30
Tabela 5.	Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p dos parâmetros fisiológicos e do índice Hepatosomático (IHS) da tilápia-do-nilo no sistema com e sem bioflocos.	31
Tabela 6.	Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p da contagem total e diferencial de leucócitos da tilápia-do-nilo no sistema com e sem bioflocos.	31

CAPÍTULO 3

Tabela 1.	Composição percentual, química e energética da dieta experimental.	46
Tabela 2.	Valores médios do desempenho da tilápia-do-nilo.	50
Tabela 3.	Desdobramento da interação cultivo x filtro para as variáveis ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica.	50
Tabela 4.	Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação do desempenho do camarão da malásia (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) no sistema com bioflocos e sistema convencional, com policultivo.	51
Tabela 5.	Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p das variáveis físico-químicas do monocultivo e policultivo em sistema de cultivo com bioflocos e sistema de cultivo convencional.	51
Tabela 6.	Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p da composição bromatológica, volume e concentração do bioflocos no monocultivo e policultivo.	53

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

- Figura 1.** Nitrogênio inorgânico dissolvido no tratamento com e sem bioflocos no período experimental. (A) Nitrogênio amoniacal total (NAT), (B) nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) e (C) nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$). 29

Capítulo 3

- Figura 2.** Nitrogênio inorgânico dissolvido no tratamento com e sem bioflocos no cultivo da tilápia-do-nilo em policultivo com o camarão da malásia no período experimental. (A) Nitrogênio amoniacal total (NAT), (B) nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) e (C) nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$). 52

RESUMO GERAL

O sistema bioflocos é uma tecnologia que visa produzir com troca mínima ou zero de água, atendendo o anseio de produção sustentável. Algumas espécies tem a capacidade de aproveitar o alimento natural, como é o caso da tilápia-do-nilo e do camarão da malásia. O policultivo é o cultivo de duas espécies no mesmo ambiente, buscando maior produção. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho da tilápia-do-nilo em monocultivo e em policultivo com o camarão da malásia no sistema bioflocos e no sistema sem bioflocos. O delineamento experimental para o monocultivo foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (sistema com bioflocos e sistema sem bioflocos) e quatro repetições. Já o ensaio com policultivo foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (sistema bioflocos, sistema convencional, com policultivo e sem policultivo) em esquema fatorial 2x2, com quatro repetições. Diariamente foi registrado os valores de temperatura (°C), pH, e oxigênio dissolvido e, semanalmente, os compostos nitrogenados, volume do flocos e sólidos sedimentáveis totais. As variáveis de desempenho avaliadas neste experimento para a tilápia foram: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica e a sobrevivência. E para o camarão ganho de peso e sobrevivência. Os peixes no sistema bioflocos em policultivo GP (36,44 g), CAA (1,27), e TEP (2,58) foram significativamente superior ($p < 0,05$) do que no sistema bioflocos com monocultivo e sistema convencional com monocultivo e com policultivo. Portanto o sistema bioflocos com policultivo colabora para melhores respostas de ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*; *Macrobrachium rosenbergii*; produção intensiva; proteína, tecnologia; sustentabilidade;

ABSTRACT

The biofloc system is a technology that aims at a minimum or zero exchange of water, meeting the longing for sustainable production. Some species have the ability to take advantage of natural food, such as Nile tilapia and Malaysian shrimp. Polyculture is the cultivation of two species not even ambient, seeking greater production. The objective of the study was evaluated by the performance of the monoculture and the Nile tilapia with the prawn of Malaysia in the system biofloc and in the system without biofloc. The experimental design for the monoculture for the completely randomized with two treatments (system with biofloc and system without biofloc) and four replications. Already rehearsal were completely randomized with four treatments (biofloc system, conventional system, with polyculture and without polyculture) in a 2x2 factorial scheme, with four replications. The values of temperature (°C), pH, and dissolved oxygen were recorded daily and, on a weekly basis, nitrogen compounds, flakes volume and total settleable solids. As performance variables evaluated in this experiment for tilapia were: weight gain, feed intake, feed conversion, specific growth rate, protein efficiency rate and survival. And for shrimp gain weight and survival. ($p < 0.05$) no monoculture system with monoculture and conventional system ($p < 0.05$) monoculture and with polyculture. Therefore, the system bioflocos with collaborative collapse for better responses of weight gain, feed conversion and protein efficiency ratio.

Keywords: *Oreochromis niloticus*; *Macrobrachium rosenbergii*; production; protein; technology; sustainability;

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

1. INTRODUÇÃO

Com mais de 7,3 bilhões de pessoas no mundo em 2014, a procura por alimento predispõe a aumentar, e em consequência, o crescimento da aquicultura para suprir o mercado (FAO 2016). A aquicultura cresce priorizando sistemas com alta produtividade e densidade de estocagem, com menor renovação da água, e que utilize técnicas que permitam manter a sua qualidade (CYRINO *et al.*, 2010; BARBOSA *et al.*, 2015), de modo a minimizar o volume de efluente nos corpos hídricos e consequentemente, reduzir o impacto ambiental (GIORDANO, 1999).

O sistema bioflocos (BFT) atende estas premissas, e surgiu como tecnologia alternativa para produção em alta densidade, mantendo a qualidade da água e diminuindo sua renovação (CRAB *et al.*, 2012). Neste sistema, o princípio determinante para obtenção de bons índices de produtividade e qualidade da água é manter uma adequada relação carbono: nitrogênio do sistema, que proporciona o desenvolvimento de bactérias heterotróficas (AVNIMELECH, 2007). O processo heterotrófico ocorre por meio da inclusão de compostos de carbono que estimulam as bactérias heterotróficas a incorporarem o nitrogênio amoniacal na biomassa microbiana (AVNIMELECH, 1999; BROWDY *et al.*, 2012). Em conjunto e de forma mais lenta, acontece o processo autotrófico, que desempenha um papel importante para a manutenção da qualidade da água no sistema, tendo em vista que essas bactérias oxidam a amônia, nitrito e nitrato (nitrificação) (KRUMMENAUER, 2013).

Algumas espécies filtradoras podem aproveitar a bioflocos do meio aquático, como é o caso do camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) e da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (CRAB *et al.*, 2012). Dessa forma, esta proteína microbiana pode ser utilizada como fonte complementar de proteína, reduzindo o custo de produção. O bioflocos é composto por bactérias específicas, algas e protozoários e pode alcançar o nível de 50% de proteína bruta, reduzindo em até 30% as despesas com rações (AZIM & LITTLE, 2008; AVNIMELECH, 2009; ROCHA *et al.*, 2012).

As tilápias são o segundo grupo de peixes mais cultivados no mundo, sendo o primeiro o grupo das carpas (ADEOYE *et al.*, 2016), possui uma

61 produção mundial de 3,6 milhões de toneladas de tilápia do Nilo (FAO-FishStat,
62 2016). No Brasil, a tilápia tornou-se a espécie mais cultivada na última década
63 (RODRIGUES *et al.*, 2015). A produção de tilápia aumentou 9,7% em 2015,
64 representando 45,4% do total da produção nacional de peixes de água doce,
65 com 219 mil toneladas (IBGE 2015).

66 A outra espécie que possui ótima característica de adaptação, é a de
67 camarão da malásia *Macrobrachium rosenbergii* (DAVID *et al.*, 2015; JUNG *et*
68 *al.*, 2016), que obteve uma produção mundial de 216,856 toneladas em 2015
69 (FAO-FishStat, 2016). No Brasil, é a espécie de camarão da malásia mais
70 cultivada, com 5,428 toneladas em 2014 (FAO-FishStat, 2016), além de
71 representar a maioria dos estudos na carcinicultura de água doce devido à sua
72 importância econômica (VALENTI, 1998; SILVA *et al.*, 2007).

73 A disseminação da tilápia-do-nilo e do camarão da malásia no mundo,
74 principalmente no Brasil ocorreu devido a sua capacidade de adaptar a ampla
75 variedade de sistemas de cultivo, rusticidade, grande aceitabilidade do mercado
76 consumidor (VALENTI 1998; MEURER *et al.*, 2003, SOUZA *et al.*, 2009;
77 BALLESTER *et al.*, 2012),

78 Com os resultados deste estudo inédito, espera-se ofertar suporte
79 científico, colaborando assim, para a utilização do sistema bioflocos com
80 policultivo da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) com o camarão da malásia
81 (*Macrobrachium rosenbergii*). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o
82 sistema bioflocos no monocultivo e policultivo da tilápia-do-nilo (*Oreochromis*
83 *niloticus*) e do camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*).

84 O trabalho desenvolvido está dividido em quatro capítulos sendo: capítulo
85 1 apresentação das considerações gerais, onde abordamos tópicos como
86 bioflocos, biofiltros, policultivo, tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), camarão
87 da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*); Capítulo 2, manuscrito 1 descrevendo
88 o bioflocos na produção da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em 60 dias;
89 Capítulo 3, sistema bioflocos na produção da tilápia-do-nilo (*Oreochromis*
90 *niloticus*) e camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) mostrando os
91 resultados dos experimentos; e Capítulo 4, obtêm-se as considerações finais
92 deste estudo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ESPÉCIES ESTUDADAS

2.1.1 Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)

As tilápias são o segundo grupo de peixes mais cultivados no mundo, sendo o primeiro o grupo das carpas (ADEOYE *et al.*, 2016). Tem produção mundial próximo de 4,5 milhões de toneladas (FAO, 2014). No Brasil, a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), na última década foi a espécie mais cultivada (MARENGONI, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2015), representando metade da produção de pescado continental nacional, que está em plena expansão (BRASIL, 2014).

O crescimento da cadeia produtiva da tilápia ocorreu devido à capacidade de adaptação e a grande variedade de sistemas de cultivo (MEURER *et al.*, 2003). Estes peixes possuem boa rusticidade e precocidade reprodutiva (PULLIN; LOWE-MCCOMELL, 1982), grande aceitabilidade no mercado consumidor e no mercado de lazer, (pesque-pague) (EL-SAYED, 2006; SOUZA *et al.*, 2009). A tilápia-do-nilo tem importância econômica para diversos países, principalmente para aqueles localizados nas regiões tropicais e subtropicais (FURUYA, 2010).

A tilápia-do-nilo chegou no Brasil na década de 70, oriunda do continente africano (SILVA; COSTA, 2013). Pertencente à família dos Cichlidae, que possuem cerca de 70 espécies de peixes de água doce (OLIVEIRA *et al.*, 2007), são caracterizadas por terem o corpo revestido por escamas e dentes primitivos (PULLIN; LOWE-MCCOMELL, 1982). A tilápia-do-nilo apresenta dimorfismo sexual, composta por machos e fêmeas, que são diferenciadas pelo número de orifícios urogenitais (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Na natureza, as tilápias-do-nilo, na fase larval, se alimentam basicamente de zooplâncton - copépodes (EL-SAYED, 2006). Os juvenis e adultos alimentam-se de zooplâncton, macrófitas e algas verdes (MORAES *et al.*, 2009). As tilápias-do-nilo cultivadas em cativeiro não possuem disponibilidade de alimento que atenda a exigência, apesar de aproveitar bem o alimento natural, é necessário o

uso de rações que atendam às suas exigências para obtenção de um ótimo desempenho de produção (FURUYA, 2010). Na fase de juvenil, a tilápia-do-nilo com peso entre 10-20 g, tem exigência entre 30-35% de proteína bruta e no mínimo 5% de lipídeo (FAO, 2017).

Os principais sistemas de produção das tilápias-do-nilo são tanques-rede e viveiros escavados (FURLANETO *et al.*, 2006). Os viveiros escavados possuem baixa concentração de biomassa por volume, em contrapartida, o tanques-rede proporcionam elevada biomassa (MARENGONI, 2006). Além de menor variação de parâmetros físico-químicos, fácil manejo e observação (FURUYA, 2010).

2.1.2 Camarão (*Macrobrachium rosenbergii*)

A carcinicultura de água doce é considerada uma atividade economicamente viável e ecologicamente equilibrada (SEBRAE, 2005). A espécie de camarão da malásia *Macrobrachium rosenbergii* obteve uma produção mundial de 234,206 toneladas em 2015 (DAVID *et al.*, 2015; JUNG *et al.*, 2016). O *M. rosenbergii* representa a maioria dos estudos na carcinicultura de água doce devido à sua importância econômica (VALENTI, 1998; SILVA *et al.*, 2007).

O *Macrobrachium rosenbergii*, também conhecido como Gigante da Malásia, nome no qual ganhou devido a sua origem, chegou no Brasil na década de 70 (VALENTI, 1998). O crescimento da cadeia produtiva do *M. rosenbergii* ocorreu devido a capacidade de adaptação ao clima brasileiro, rápido crescimento e elevada resistência a doenças (VALENTI 1998; HOSSAIN; ISLAM, 2006; BALLESTER *et al.*, 2012).

É uma espécie de camarão de água doce da família dos *Palaemonideos*, com 240 espécies (NEW *et al.*, 2010; HAYD; ANGER, 2013; KUMARESAN *et al.*, 2013). O corpo consiste em duas partes: cefalotórax ou cabeça e abdômen ou cauda (PINHEIRO; HEBLING, 1998; NEW; VALENTI, 2000), com o comprimento de 330 milímetros e 450 gramas de peso corporal (ANNAMALAI ASAIKKUTTI *et al.*, 2016).

Após passar pela fase juvenil o *M. rosenbergii* torna-se adulto, com a maturação das gônadas (ANGER, 2001). A espécie exibe dimorfismo sexual no 2º par de pleópodos, os machos apresentam dois apêndices enquanto nas fêmeas, apenas um (JUNG *et al.*, 2016). Os machos de *M. rosenbergii* são divididos morfológicamente em 3 grupos: quela azul (BC), quela laranja (OC) e quela transparente (SM), não havendo grupos distintos para as fêmeas (BALLESTER *et al.*, 2012). A fêmea de *M. rosenbergii* desova de 80.000 a 100.000 ovos (NEW *et al.*, 2010). A época reprodutiva da espécie está diretamente ligada ao fotoperíodo e a variação da temperatura (PINHEIRO; HEBLING, 1998).

A temperatura ideal para o desenvolvimento da espécie está na faixa de 28° a 30°C (SIPAÚBA-TAVARES, 1995; PINHEIRO; HEBLING, 1998), os ambientes de água doce, com acesso à água salobra, são ideais pois, as larvas se desenvolvem em ambientes com baixas salinidades (BALLESTER *et al.*, 2012). O oxigênio dissolvido para o cultivo da espécie é acima de 4,0 mg/L, e a faixa ideal de pH é entre 7,2 e 8,8 (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

O camarão da malásia é um crustáceo onívoro, que consome inúmeras plantas aquáticas e animais vivos e/ou decomposição (FAO, 2016). A falta de alimento natural ou artificial pode induzir ao canibalismo (BALLESTER *et al.*, 2012). No Brasil não existe uma ração comercial específica para a espécie (NEW *et al.*, 2010).

A espécie é dividida em 3 fases: larvicultura, berçário e crescimento final (BALLESTER *et al.*, 2012). A larvicultura geralmente acontece no laboratório com o objetivo de produzir juvenis ou pós larvas, caracterizada por sistema de cultivo aberto ou fechado (CORREIA; CASTRO, 1998; DAVID *et al.*, 2015). No sistema aberto ocorrem trocas diárias de água salobra, para que a qualidade da água se mantenha em níveis adequados para a espécie (CORREIA; CASTRO, 1998). No sistema de cultivo fechado ocorre recirculação de água salobra, que exige biofiltros para manter os parâmetros físico-químicos da água em níveis adequados para o cultivo (CARVALHO FILHO; MATHIAS, 1998). O sistema de cultivo fechado permite que ocorra o cultivo em regiões distantes do litoral (VALENTI *et al.*, 1998; NEW *et al.*, 2010).

Os berçários têm como objetivo cultivar pós larvas em altas densidades, o que permite que os animais permaneçam em condições ambientais controladas (ZIMMERMANN; SAMPAIO, 1998). Isto pode proporcionar um elevado índice de sobrevivência na fase seguinte (crescimento final), além de possibilitar a criação em locais de clima frio (FARIAS; VALENTI, 1995; NEW *et al.*, 2010).

A última fase de produção é a fase de crescimento final, período em que o juvenil ou pós larva cresce até atingir o tamanho para sua comercialização, que pode ser monocultivo (VALENTI, 1998), ou policultivo, que tenham diferentes hábitos alimentares e distribuição espacial, como a tilápia-do-nilo (VALENTI, 2002).

2.2 POLICULTIVO

O Policultivo é definido pelo cultivo de mais de uma espécie no mesmo ambiente (VALENTI, 2002). Tem como objetivo aumentar a produção e otimizar o aproveitamento do alimento fornecido (BALLESTER *et al.*, 2012). No geral, a aquicultura, mantém várias espécies no mesmo local, porém não são caracterizadas como policultivo, exceto nos sistemas de produção intensivos (ZIMMERMANN; RODRIGUES, 1998). A policultura se encaixa em conceitos de produção sustentável, pois visa a diminuição de impactos ambientais, otimizando a alimentação e gerando maior renda e aproveitamento de resíduos oriundos da atividade (SOUZA *et al.*, 2009; BESSA JUNIOR *et al.*, 2012)

Na década de 60, já haviam recomendações para a utilização de camarões e peixes de água doce (CANDIDO *et al.*, 2005). O conhecimento do hábito alimentar das espécies a serem utilizadas em conjunto com o camarão é necessário para que não ocorra a predação ou competição do alimento, o que sugere o uso das diversas espécies de carpas e tilápias (ZIMMERMANN; RODRIGUES, 1998).

A tilápia-do-nilo apresenta características que favorecem a sua criação com *M. rosenbergii* (EL-SAYED, 2006), pois possuem uma faixa de temperatura semelhante, atingem o tamanho comercial com aproximadamente 5 meses de

cultivo e são resistentes a doenças (VALENTI, 2002), além de proporcionar ao produtor uma receita adicional excelente, pois o valor do crustáceo no mercado é alto (SOUZA *et al.*, 2009).

O manejo alimentar no policultivo de peixes e camarões é feito com relação à biomassa do peixe (BALLESTER *et al.*, 2012), pois o camarão aproveita os restos de alimentos e fezes dos peixes que são depositadas no fundo dos viveiros (SOUZA *et al.*, 2009; ALMEIDA *et al.*, 2015).

O policultivo no Brasil ainda não é tão praticado, apesar da grande disponibilidade de informações a respeito (ZIMMERMANN; RODRIGUES, 1998). O policultivo tilápia/camarão da malásia pode ser feito quando as duas espécies ficam livres no viveiro, e quando se coloca as tilápias em tanques-rede e os camarões ficam livres (PINTO *et al.*, 2012).

2.3 BIOFLOCOS

O sistema bioflocos, como é conhecido nos dias atuais é uma tecnologia utilizada desde a década de 80 (SERFLING, 2006). As pesquisas teóricas e práticas evoluíram significativamente simultaneamente, nos Estados Unidos e em Israel (CHAMBERLAIN; HOPKINS, 1994; AVNIMELECH *et al.*, 1994). Os maiores avanços foram para as espécies de camarão marinho e tilápia (DE SCHRYVER *et al.*, 2008).

Surgiu com o objetivo de sanar problemas ambientais e restrição de recursos hídricos (AZIM; LITTLE, 2008). A baixa ou nenhuma renovação de água ocasiona o aumento da matéria orgânica e compostos nitrogenados (CRAB *et al.*, 2012). Nos sistemas de produção a amônia (NH₃) é oriunda das fezes e dos restos da ração que são depositados no fundo dos tanques, este fator é um dos principais entraves para manter estável a qualidade da água (AVNIMELECH, 1999).

A biotecnologia de flocos (Biofloc Technology – BFT) foi desenvolvida como alternativa para resolver problemas com a qualidade da água, por meio de estimulação de desenvolvimento de bactérias heterotróficas que convertem o

nitrogênio amoniacal em biomassa (AVNIMELECH, 1999; AVNIMELECH, 2007; WEI *et al.*, 2016). Desta forma consegue reduzir a quantidade de efluentes lançados no meio ambiente, o que proporciona menor impacto ambiental (BROWDY *et al.*, 2012).

As bactérias que compõem o sistema bioflocos crescem e promovem a formação da proteína microbiana, quando ocorre revolvimento da coluna da água e é adicionado uma fonte de carbono ao meio, aumentando a relação carbono/nitrogênio (15 C:1 N) (AVNIMELECH, 2007; AZIM; LITTLE, 2008; CRAB *et al.*, 2012). O tipo de fonte de carbono a ser adicionado ao sistema influencia na qualidade do flocos, desta maneira, várias fontes de carbono são podem ser utilizadas (farelo de arroz, dextrose, glicose, celulose, melaço, entre outros.) (AVNIMELECH, 1999). O melaço é o mais utilizado, por ter baixo custo e conter em sua composição vitaminas e minerais fundamentais para as bactérias heterotróficas (SQUIO; ARAGÃO, 2004).

A composição e aproveitamento dos flocos formados, estão relacionados com a espécie e o habito alimentar do peixe ou camarão cultivado (ROCHA *et al.*, 2012). A tilápia-do-nilo De acordo com as recomendações de Jauncey (2000), os flocos contem de 25-30% de proteína bruta, 6-8% de lipídios, 8-12% de fibra bruta e 12% de cinzas. Além de existir quantidades consideráveis de macro (cálcio, fósforo, potássio e magnésio) e e micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco) (MOSS *et al.*, 2006).

A proteína microbiana é utilizada como alimento por peixes e camarões que aproveitam o alimento natural, de tal forma, a representar 50% das exigências nutricionais de alguns animais, além de promover diminuição dos níveis de proteína nas rações, que é o componente mais oneroso (AVNIMELECH, 2007; CRAB *et al.*, 2007; BALLESTER 2010; ROCHA *et al.*, 2012). De acordo com Tacon *et al.* (2002), as comunidades bacterianas que compõem o bioflocos podem proporcionar melhores respostas para ganho de peso, conversão alimentar, resistência a doenças e a sobrevivência.

A estabilização das bactérias no sistema pode demorar até 6 semanas, dividida em 2 fases: a primeira com as bactérias heterotróficas como dominantes no sistema e a segunda por bactérias autotróficas que estabilizam entre 2 e 3

semanas após o início da inclusão da fonte de carbono (AVNIMELECH, 2012). É comum as concentrações de nitrogênio amoniacal e pH se elevarem neste período, além do consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos (AVNIMELECH, 2011; CRAB *et al.*, 2012; KRUMMENAUER *et al.*, 2013).

Em contrapartida ao crescimento rápido das bactérias heterotróficas, o crescimento das bactérias autotróficas (nitrificantes) ocorre de forma lenta, que mantém a qualidade da água (KRUMMENAUER *et al.*, 2013). O sistema bioflocos demonstra que existe mais de uma forma de remover o nitrogênio amoniacal, de forma simultânea (EBELING *et al.*, 2006). O produto resultante da respiração (O₂) e da atividade das bactérias heterotróficas é o dióxido de carbono (CO₂), que é aproveitado pela bactérias autotrófica como fonte de carbono para que ocorra o desenvolvimento e crescimento da biomassa microbiana que porventura pode ser consumida pelas bactérias heterotróficas (MORIARTY, 1997; MCGRAW, 2002).

As bactérias em geral, são consumidas por organismos ciliados e flagelados, que serviram como alimento para os camarões e peixes (SILVA, 2009). De acordo com Ballester *et al.*, (2007), este organismos são ricos em ácidos graxos e aminoácidos fundamentais para o crescimento de camarões e peixes.

Portanto, o sistema bioflocos mantém a qualidade da água em um estado adequado para o cultivo de peixes e camarões. Além de apresentar vantagens extras, como a proteína microbiana que é utilizada pelos peixes e camarões como alimento suplementar (AVNIMELECH, 1999; AVNIMELECH, 2007; CRAB *et al.*, 2012).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o sistema bioflocos no monocultivo da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e no policultivo com o camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*).

3.2 Objetivos específicos

a) Avaliar o desempenho zootécnico da tilápia-do-nilo no sistema bioflocos em comparação com sistema sem bioflocos, por meio do desempenho (ganho de peso, consumo da ração, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, taxa de crescimento específico, taxa de retenção proteica e sobrevivência);

b) Analisar os parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada em sistema com e sem bioflocos, por meio da hematologia (hematócrito, hemoglobina, número de eritrócitos, contagem diferencial de leucócitos, contagem total de trombócitos e leucócitos);

c) Avaliar as variáveis físicas e químicas da água com sistema bioflocos e no sistema sem bioflocos, mediante as variáveis (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal total, nitrito e nitrato);

d) Averiguar os sólidos sedimentáveis totais (SST), o volume de sólidos suspensos (Imhoff) e o zooplâncton no sistema bioflocos;

e) Comparar o sistema bioflocos e sistema sem bioflocos no monocultivo e policultivo de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) com camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOYE, A. A.; YOMLA, R.; JARAMILLO-TORRES, A.; RODILES, A.; MERRIFIELD, D. L.; DAVIES, S. J. Combined effects of exogenous enzymes and probiotic on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), growth, intestinal morphology and microbiome. **Aquaculture**, vol. 463, p. 61-70 (2016).
- ALMEIDA, E. O.; SANTOS, R. B.; COELHO FILHO, P. A.; CAVALCANTE JUNIOR, A.; SOUZA, A. P. L.; SOARES, E. C.; Policultivo do Curimatã pacum com o camarão canela. **Boletim do Instituto de Pesca**, vol. 41(2), p. 271-278 (2015).
- ANGER, K. The biology of decapod crustacean larvae. **Crustacean Issues**, vol. 14 (2001).
- ANNAMALAI ASAIKUKUTTI, A.; BHAVAN, P.S.; VIMALA, K.; KARTHIK, M.; CHERUPARAMBATH, P.; RAJKUMAN G. Comparative Studies of the Proximate Composition of three body parts of wild, cultured and frozen prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De man, 1879). **International Journal of Pure and Applied Zoology**, vol. 4, p. 85-91 (2016).
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture** vol. 176, p. 227-235 (1999).
- AVNIMELECH, Y. Bio-filters: The need for new comprehensive approach. **Aquacultural Engineering**, vol. 34, p. 172-178 (1999).
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, vol. 264, p. 140-147 (2007).
- AVNIMELECH, Y. Biofloc Technology - A Practical Guide Book. **The World Aquaculture Society**, p. 182, (2009).
- AZIM, M. E.; LITTLE, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) **Aquaculture**, vol. 283, p. 29-35 (2008).

- 369 BALLESTER, E. L. C.; HELDT, A.; FROZZA, A.; NEGRINI, C.; PIOVESAN, V.
370 Curso de Extensão Carcinicultura de Água Doce Cartilha Básica. **Universidade**
371 **Federal do Paraná** (2012).
- 372 BARBOSA, P. T. L.; PEREIRA, G. R.; PORTO, E. P. J.; PIRES, T. B. Sistema de
373 Produção de Pintado Amazônico: Caracterização das variáveis físicas e
374 químicas da água e do sedimento. **Enciclopédia Biosfera**, vol.11, p.1736
375 (2015).
- 376 BESSA JUNIOR, A. P. J.; AZEVEDO, C. M. S. B.; Thé Pontes, F. S.; Henry-Silva,
377 G.G. Polyculture of Nile tilapia and shrimp at different stocking densities. **Revista**
378 **Brasileira de Zootecnia**, vol.41, p.1561-1569 (2012).
- 379 BROWDY, C. L.; RAY, A. J.; LEFFLER, J. W.; AVNIMELECH, Y. Biofloc-based
380 Aquaculture Systems. **Aquaculture Production Systems**, First Edition, (2012).
- 381 CANDIDO, A. S.; de MELO JÚNIOR, A. P.; COSTA, O. R.; COSTA, H. J. M. S.;
382 IGARASHI, M. A. Efeito de diferentes densidades na conversão alimentar da
383 tilápia *Oreochromis niloticus* com o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em
384 sistema de policultivo. **Revista Ciência Agronômica**, vol.36, p. 279-284 (2005).
- 385 CARVALHO FILHO, J.; MATHIAS, M. A. CAMPOS. Biologia de *Macrobrachium*
386 *rosenbergii* (De man, 1879). In VALENTI, W.C. (Ed.), Carcinicultura de Água
387 doce: **Tecnologia para Produção de Camarões**, p. 95-113 (1998).
- 388 CHAMBERLAIN, G.W.; HOPKINS, S.J. Reducing water use and feed cost in
389 intensive ponds. **World Aquaculture**, vol. 25, p. 29-32 (1994).
- 390 CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. Biofloc technology
391 in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, vol. 356-
392 357, p. 351-356 (2012).
- 393 CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; YUJI, S. R.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K.
394 A. Piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em
395 piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 39, p. 68-87 (2010).
- 396 CORREIA, E. S.; CASTRO, P. F Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (De
397 man, 1879). In VALENTI, W.C. (Ed.), Carcinicultura de Água doce: **Tecnologia**
398 **para Produção de Camarões**, p. 77-94 (1998).

- 399 DAVID, F. S.; COHEN, F. P. A.; VALENTI, W. C. Intensification of the Giant river
400 prawn *Macrobrachium rosenbergii* hatchery production. **Aquaculture Research**,
401 p. 1-6 (2015).
- 402 EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. Engineering analysis of the
403 stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of
404 ammonia–nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, vol. 257, p. 346–358
405 (2006).
- 406 EL-SAYED, ABDEL-FATTAH M. Tilapia culture / Abdel-Fattah M (2006).
- 407 FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. **FAO: Food and**
408 **Agriculture Organization of the United Nations** (2014).
- 409 FAO. Nilo tilapia nutritional requeriments. **Food and Agriculture Organization**
410 **of the United Nations** (2017).
- 411 FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. Cultured Aquatic Species
412 Information Programme – *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1979). **FAO:**
413 **Food and Agriculture Organization of the United Nations** (2017).
- 414 FAO. FishStatJ, a tool for fishery statistics analysis. Rome: **FAO: Food and**
415 **agriculture Organization of the United Nations** (2016).
- 416 FARIA, H. S.; VALENTI, W. C. AVALIAÇÃO DO CULTIVO DE *Macrobrachium*
417 *rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Palaemonidae) em Berçários Operados
418 no Inverno. **Biotemas**, vol. 8(2), p. 50–62 (1995).
- 419 FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. Custo e
420 rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no
421 médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações**
422 **Econômicas**, vol.36, (2006).
- 423 FURUYA, W. M. Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias (2010).
- 424 GIORDANO, G.; Tratamento e Controle de Efluentes Industriais. **Tecnologia em**
425 **Meio Ambiente** (1999).
- 426 HOSSAIN, A.; ISLAM, M. S. Optimization of stocking density of freshwater prawn
427 *Macrobrachium rosenbergii* (De man) in carp polyculture in Bangladesh.
428 **Aquaculture Research**, vol. 37, p. 994-1000 (2006).

- 429 IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária
430 Municipal (2015).
- 431 JAUNCEY, K., Tilapias: Biology and Exploitation. **Nutritional requirements.**
432 p.327–375 (2000).
- 433 JUNG, H.; YOON, B.; KIM, W.; KIM, D.; HURWOOD, D. A.; LYONS, R. E;
434 SALIN, K. R.; KIM, H.; BAEK, I.; CHAND V.; MATHER, P. B. Optimizing
435 hybrid de novo transcriptome assembly and extending genomic resources for
436 giant freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*): the identification of
437 genes and markers associated with reproduction. **International Journal of**
438 **Molecular Sciences.** Vol. 17, p. 690 (2016)..
- 439 KRUMMENAUER, D.; LARA, G.; FÓES, G.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY
440 JUNIOR, W. Sistema de Bioflocos: é possível reutilizar a água por diversos
441 ciclos? **Panorama da Aquicultura**, (2013).
- 442 KUMARESAN, V.; PALANISAMY, R.; PASUPULETI, M.; AROCKIARIARAJ, J.
443 Impacts of environmental and biological stressors on immune system of
444 *Macrobrachium rosenbergii*. **Reviews in Aquaculture**, p. 1-25, (2013).
- 445 MARENGONI, N.G. Produção de Tilápia do Nilo *Oreochromis Niloticus*
446 (Linhagem Chitralada), Cultivada em Tanques-Rede, Sob diferentes densidades
447 de Estocagem. **Arquivo de Zootecnia**, vol. 55, p. 127-138 (2006).
- 448 MCGRAW, W. J. Utilization of heterotrophic and autotrophic bacteria in
449 aquaculture. **Global Aquaculture Advocate**, p. 82-83, (2002).
- 450 MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Influência do Processamento da
451 Ração no Desempenho e Sobrevivência da Tilápia do Nilo Durante a Reversão
452 Sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.32, p.262-267 (2003).
- 453 MORAES, A. M.; SEIFFERT, W. Q.; TAVARES, F.; FRACALOSSO, D. M.
454 Desempenho zootécnico de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-
455 de, com diferentes rações comerciais. **Revista Ciência Agronômica**, vol. 40, p.
456 388-395, (2009).
- 457 MORIARTY, D. J. W. The role of microorganisms in aquaculture ponds.
458 **Aquaculture**, vol. 151, p. 333-349 (1997).

- 459 MOSS, S. M.; FORSTER, I. P.; TACON, A. G. J. Sparing effect of pond water on
460 vitamins in shrimp diets. **Aquaculture**, vol. 258, p. 388 - 395 (2006).
- 461 NEW M. B.; VALENTI W. C. Freshwater Prawns Culture: The Farming of
462 *Macrobrachium rosenbergii* (MB New and WC Valenti, Eds.), **1st edn.** (2000).
- 463 NEW, M. B. History and global status of freshwater prawn farming. In: New et al,
464 2010: Freshwater Prawns: **Biology and Farming**. 1 ed. p. 1-9, (2010).
- 465 OLIVEIRA, E. G; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, A. M.; LIMA, C. B. Produção de
466 tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria. 2007.
- 467 PINHEIRO, M. A. A, e HEBLING, N. J. 1998. Biologia de *Macrobrachium*
468 *rosenbergii* (De man, 1879). In VALENTI, W.C. (Ed.), **Carcinicultura de Água**
469 **doce: Tecnologia para Produção de Camarões**, p. 21-46 (1998).
- 470 PINTO, C. S. R. M.; MARCANTONIO, A. S.; BOOCK, M. V.; MARQUES, H. L.
471 A.; PAIVA, P.; BARROS, H. P.; MALLASEN, M.; MERCANTE, C. T. J.; CARMO,
472 C. F.; Produção de tilápias em tanques-rede em policultivo com camarões da
473 malásia livres em viveiro escavados. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 9, (2012).
- 474 PULLIN, R. S. V.; LOWE-MCCONNELL, E. R. H. A biologia e cultura de
475 tilápias. **Conferência Internacional sobre a biologia e Cultura de tilápias**
476 (1982).
- 477 ROCHA, A. F.; ABREU, P. C.; WASIELESKY JUNIOR, W.; TESSER, M. B.
478 Avaliação da formação de Bioflocos na criação de juvenis de tainha *MUGIL*
479 *CF.HOSPES* sem renovação de água. **Atlântica**, vol. 34(1) p. 63-74, (2012).
- 480 RODRIGUES, R. L.; BORGES, I. B.; GOMES, V. A. P.; RIBEIRO, G. M.;
481 FREITAS, R. R. Caracterização e análise da gestão produtiva e comercialização
482 em um cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede no norte do
483 Espírito Santo, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, vol. 3(1) p.
484 109-127, (2015).
- 485 SEBRAE/ ES. Serviço de apoio às micro e pequenas empresas do Espírito
486 Santo. Tecnologia do Camarão da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*).
487 **Manual de Carcinicultura de água doce**, (2005).

- 488 SERFLING, S. A. Microbial flocs: Natural treatment method supports freshwater,
489 marine species in recirculating systems. **Global Aquaculture Advocate**, June,
490 p. 34–36, (2006).
- 491 SILVA, M. C. N.; FRÉDOU, F. L.; ROSA FILHO, J. S. Estudo do crescimento do
492 camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) Da ilha de Combú, Belém,
493 Estado do Pará. **Amazônia: Companhia e Desenvolvimento**, v.2, (2007).
- 494 SILVA, B. K. R.; COSTA, D. C. P. B. Formação de bioflocos (Protótipo com
495 criação de tilápias). UFP (2013)
- 496 SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Limnologia aplicada à aquicultura, **Funep**, p. 70,
497 (1995).
- 498 SOUZA, B. E.; STRINGUETTA, L.L.; BORDIGNON, A. C.; BOHNENBERGER,
499 L.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Policultivo de camarão de água doce
500 *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) com tilápia do Nilo (*Oreochromis*
501 *niloticus*) alimentadas com rações peletizadas e fareladas. **Ciências Agrárias**,
502 vol.30, p. 225-232, (2009).
- 503 SQUIO, C. R. & ARAGÃO, G. M. F. Estratégias de cultivo para produção dos
504 plásticos biodegradáveis poli (3-hidroxibutirato) e poli (3-hidroxibutirato-co-3-
505 hidroxivalerato) por bactérias. *Química Nova*, v. 27, n. 4, p. 615 - 622, 2004.
- 506 VALENTI, W.C. Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (De man, 1879). In
507 VALENTI, W.C. (Ed.), **Carcinicultura de Água doce: Tecnologia para**
508 **Produção de Camarões**, p. 165-177 (1998).
- 509 VALENTI, W. C. Situação atual, perspectivas e novas tecnologias para produção
510 de camarões de água doce. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA**,
511 p. 99-106. 2002.
- 512 WEI, Y.; LIAO, S.; WANG, A. The effect of diffrent carbono sources on the
513 nutritional composition, microbial community and structure of bioflocos.
514 **Aquaculture**, vol.465, p.88-93 (2016).
- 515 ZIMMERMANN, S.; SAMPAIO, C. M. S. Biologia de *Macrobrachium rosenbergii*
516 (De man, 1879). In VALENTI, W.C. (Ed.), **Carcinicultura de Água doce:**
517 **Tecnologia para Produção de Camarões**, p. 144-163 (1998).

518 ZIMMERMANN, S.; RODRIGUES, J. B. R. Biologia de *Macrobrachium*
519 *rosenbergii* (De man, 1879). In VALENTI, W.C. (Ed.), **Carcinicultura de Água**
520 **doce: Tecnologia para Produção de Camarões**, p. 268-278 (1998).

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579

CAPITULO 2 – COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO E PERFIL
HEMATOLÓGICO DA TILÁPIA-DO-NILO EM SISTEMA BIOFLOCOS E COM
FILTRO BIOLÓGICO. Esse capítulo seguiu as normas da revista Aquaculture
Internacional (Qualis B1).

**Comparação do desempenho produtivo e perfil hematológico
da tilápia-do-nilo em sistema bioflocos e com filtro biológico**

Resumo: Um dos principais entraves na aquicultura intensiva é redução da qualidade, devido ao acúmulo de compostos nitrogenados. A tecnologia de bioflocos (BFT) surgiu como alternativa para resolver estes problemas, permitindo produzir sem renovação de água, oferecendo suplementação proteica. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e perfil hematológico da tilápia no sistema bioflocos e com filtro biológico. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (sistema com bioflocos e sistema sem bioflocos) e quatro repetições. No final do ensaio de crescimento foi avaliado as variáveis de desempenho: ganho de peso (GP), consumo da ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de retenção proteica (TRP), índice hepatossomático (IHS) e a sobrevivência (SOB). Diariamente foi registrado o valor de temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido, e semanalmente, os compostos nitrogenados. Para análise hematológica foi analisado: eritrócitos, hemoglobina, volume corpuscular médio, concentração média de hemoglobina corpuscular e contagem total e diferencial de leucócitos. Os peixes no sistema bioflocos obtiveram melhores respostas para GP, CAA, e TEP do que no sistema sem bioflocos. Portanto o sistema bioflocos contribui para melhores respostas de ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica, possibilitando afirmar que a tilápia utilizou o bioflocos como alimento suplementar de alto valor biológico.

Palavras-chave: Oreochromis niloticus; produção; proteína microbiana; sistema intensivo; sustentabilidade;

**Comparison of productive performance and hematological profile
Of Nile tilapia in biofloc systems and with biological filter**

Abstract: One of the main obstacles in intensive aquaculture is the reduction of quality due to the accumulation of nitrogenous compounds. Biofloc technology (BFT) has emerged as an alternative to solve these problems, allowing to produce without water renewal, offering protein supplementation. The objective of this work was to evaluate the productive performance and hematological profile of tilapia in the biofloc system and with biological filter. The experimental design was completely randomized with two treatments (system with biofloc and system without biofloc) and four replications. At the end of the growth test the performance variables were evaluated: weight gain, feed intake, apparent feed conversion, specific growth rate, protein efficiency rate, protein retention rate, hepatosomatic index and survival. The values of temperature (°C), pH and dissolved oxygen were recorded daily, and the nitrogen compounds were weekly. Hematological analysis was performed: erythrocytes, hemoglobin, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin concentration and total and differential leukocyte count. Fish in the biofloc system obtained better responses for weight gain, apparent feed conversion, and protein efficiency rate than in the non-biofloc system. Therefore, the biofloc system contributes to better weight gain, apparent feed conversion and protein efficiency rates, making it possible to state that tilapia used the biofloc as a supplementary feed of high biological value.

Keywords: Intensive system; *Oreochromis niloticus*; microbial protein; production; sustainability;

Introdução

O sistema bioflocos (BFT) é uma tecnologia de produção intensiva, que permite aumentar a produção e produtividade de peixes e camarões, com renovação mínima de água (Avnimelech 2007). Nesse sistema, o manejo da comunidade microbiana é o fator determinante para manutenção da qualidade da água, especialmente o de bactérias heterotróficas, que por meio da inclusão de fonte complementar de carbono estimula o seu crescimento e melhora o processo de remoção de nitrogênio inorgânico da água e sua transformação em biomassa bacteriana (Avnimelech 1999; Hargreaves 2006), sendo mais eficientes que as bactérias autotróficas nitrificantes, que também estão presente no bioflocos (Krummenauer et al. 2013).

No sistema BFT, ocorre à interação entre matéria orgânica e inúmeras variedades de microrganismos como fitoplâncton, bactérias, rotíferos, copépodos, protozoários (Avnimelech 2007; Crab et al. 2007; Emereciano 2013), cuja característica nutricional é destacada pelo teor proteico entre 28 a 40% PB (Azim e Little 2008; Tacon 2000) e equilíbrio de aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas (Crab et al. 2012).

A tilápia é uma espécie que possui aproveitamento do alimento natural, especialmente nas fases iniciais. De acordo com Avnimelech (2011) e Crab et al. (2012), esta espécie pode assimilar a proteína do BFT em até 25% de sua exigência nutricional. Por outro lado, Avnimelech (2007), ressalta que a tilápia consegue assimilar quase 50% do alimento convencional (ração), utilizando o nitrogênio isotópico como marcador. Dessa forma, a contribuição do alimento natural em alguns casos é bastante expressiva no sistema BFT. Além disso, o BFT pode ser considerado um alimento com alto valor biológico, e que pode proporcionar redução dos níveis de proteína nas rações (De Schryver et al. 2008; Luo et al. 2014), diminuindo o custo operacional de produção nesse sistema.

A tilápia é a segunda espécie mais produzida no mundo, sendo as carpas as principais espécies, porém, perspectivas futuras indicam que em algumas décadas se tornará a principal espécie da aquicultura mundial (Fao 2011), pois é amplamente produzida nas regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, a tilápia foi à espécie mais produzida na aquicultura brasileira em 2015 (Ibge 2016). Destacam-se algumas características que as tornaram amplamente difundida no Brasil e no mundo como rusticidade, hábito alimentar onívoro, rápido crescimento e excelente qualidade de carne (Moraes et al. 2009; PULLIN e LOWE-MCCOMELL 1982).

Considerando a limitação de trabalhos comparativos utilizando peixes de mesma desova e idade, recebendo o mesmo manejo e em condições controladas, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho e o perfil hematológico de tilápias produzidas em sistema BFT e sem BFT (filtro biológico).

Material e Métodos

Dieta experimental

As rações foram formuladas para terem 28% proteína digestível (PD) e 3.100 kcal energia digestível (ED kg⁻¹), segundo recomendações do NRC - National Resource Council (1993, 2011) com base em alimentos de origem vegetal (tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual, química e energética da dieta experimental.

Ingredientes	Quantidade (%)
Farelo de Soja	59,40
Fubá de Milho	23,05
Farelo de Trigo	10,00
L-Lisina	0,03
DL-Metionina	0,37
Treonina	0,27
Óleo de Soja	2,36
Fosfato Bicálcico	3,90
Sal Comum	0,10
Premix vit/min ¹	0,50
BHT ²	0,02
Total	100,00

Composição química calculada e determinada	
Energia Digestível (kcal/kg) ³	3099,91
Proteína Digestível (%) ³	28,00
Proteína Bruta (%) ⁴	31,59
Fibra Bruta (%) ⁴	3,50
Extrato Etéreo (%) ⁴	3,30
Nutrientes Digestíveis Totais ⁴	80,90
Ca Total (%) ³	1,18
P Disponível (%) ³	0,70
Met (%) ³	0,60
Lys (%) ³	1,54
Trp (%) ³	0,34
Tre (%) ³	1,18
ED:PD ³	110,70
Ca total/P disponível ³	1,68
Umidade (%) ⁴	7,70
Cinzas (%) ⁴	7,50

¹Suplemento mineral e vitamínico: (Composição/kg de ração) Selênio: 75,00 mg; ferro: 15; cobre: 2.000,00 mg; cloreto de colina 125,00 g; manganês: 3750,00 mg; zinco: 20,00 g; ferro: 15,00; iodo: 125,00 mg; niacina: 7.800,00 mg; ácido fólico: 750,00 mg; ácido pantotênico: 3.750,00 mg; biotina: 125,00 mg; vitamina C 53,00 g; Iodo: 125,00 g; vitamina A: 2.000.000,00 UI I; vitamina D3, 500.000,00 UI; vitamina E, 15.000,00 UI; vitamina K3, 1.000,00 mg; vitamina B1, 2.500,00 mg; vitamina B2, 2.500,00 mg; vitamina B6, 2.000,00 mg; vitamina B12, 5.000,00 mg; ² Butil-hidroxi-tolueno; ³ valor calculado; ⁴ valor determinado, segundo AOAC (2000).

Os ingredientes foram triturados em moinho laboratorial (Marconi MA340) para obtenção de partícula (0,5 mm), pesados, misturados em misturador vertical em Y (Marconi MA201), umedecidos com aproximadamente 20% de água (45°C) e processados em grânulos de 2,5 mm de diâmetro em um moedor de carne (G Paniz MCR22). As dietas foram secas em estufa de ventilação forçada (55°C durante 24h) (Marconi MA035) e armazenados sob refrigeração (5°C) até o seu uso.

Antes do ensaio experimental, a matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e cinza das dietas experimentais foram analisados em duplicata (Aoac 2000) para controle e certificação.

Sistema experimental e ensaio de desempenho

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecossistemas Aquáticos, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. Foram utilizados 64 alevinos de tilápia do Nilo com peso médio inicial ($7,29 \pm 0,67$ g), distribuídos em oito aquários experimentais com volume

700 útil de 150 L, numa densidade de 8 peixes/aquário. O delineamento experimental
701 utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (sistema bioflocos - BFT e
702 sistema com filtro biológico – sem BFT) e quatro repetições.

703 Os aquários eram dotados de recirculação de água independente, com aeração
704 suplementar via soprador de ar radial (1,0 cv/sistema). Para o sistema sem BFT foram
705 utilizados biofiltros com volume de 10L, seguindo recomendações de Ballester et al.
706 (2012). O aquecimento dos sistemas foi controlado por termostatos acoplados a
707 resistência blindadas (500 W/aquário) para manter constante a temperatura da água
708 (26,0°C).

709 Para formação de colônias de bactérias nos biofiltros foram inoculados 1 L de água
710 de aquário de manutenção previamente estabilizado, durante 10 dias que antecederam ao
711 período experimental. Para a formação inicial do BFT nas unidades experimentais, foram
712 inoculados 1 L de água de um tanque de bioflocos previamente formado e estabilizado,
713 durante 10 dias antecedentes ao início do experimento. No período do experimento todos
714 os tratamentos com bioflocos receberam adição de melaço em pó como fonte de carbono
715 na proporção 12:1 (C:N) diariamente (De Schryver et al. 2008; Ebeling et al. 2006;
716 Samocha et al. 2007; Avnimelech 2009).

717 Os animais foram alimentados com as dietas experimentais 3 vezes ao dia, às 8, 12
718 e 16h, durante 60 dias. A ração foi fornecida inicialmente na proporção de 5% do peso
719 vivo, após 30 dias, foi ajustado para 3% do peso vivo.

720 No final do ensaio de desempenho, os peixes foram mantidos em jejum por 24 h.
721 Posteriormente foram anestesiados (70 mg/L de benzocaína) e pesados individualmente.
722 As variáveis de desempenho avaliadas neste experimento foram: ganho de peso (GP (g)
723 = peso final (g) – peso inicial (g)), consumo da ração (CR (g) = consumido total (g) /
724 período experimental), conversão alimentar aparente (CAA = alimento fornecido (g) /

ganho de peso (g)), taxa de crescimento específico (TCE (%) = $100 \times [(\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)}) / \text{período experimental}]$), taxa de eficiência proteica (TEP (%) = $100 \times \text{ganho de peso (g)} / \text{proteína bruta consumida (g)}$).

Para obtenção da taxa de retenção proteica (%) foi usada a seguinte fórmula: taxa de retenção proteica (%): $\text{TRP} = 100 \times [\text{peso corporal final (g)} \times \text{proteína corporal final (\%)}] - [\text{peso corporal inicial (g)} \times \text{proteína corporal inicial (\%)}] / \text{consumo em proteína (matéria seca)}$, índice hepatossomático ($(\text{peso do fígado (g)} / \text{peso corporal final (g)}) \times 100$)), e a sobrevivência (%).

Uma amostra inicial de 20 peixes da população original foi eutanizada por overdose anestésica (300 mg / L de benzocaína) para a análise da composição do filé inicial e final para cálculo da taxa de retenção de proteína.

Monitoramento físico-químico da água e análise do zooplâncton

Diariamente, foi mensurado a temperatura da água (°C), Oxigênio Dissolvido (mg/L) e pH com a sonda Horiba (modelo U-53). A cada semana foi determinado o nitrogênio amoniacal total (NAT) pelo teste 8155 Hach, nitrito-N (NO₂-N) pelo teste 8153 Hach e nitrato N (NO₃-N) teste 8158 Hach, ambos com o espectrofotômetro DR-2000. Os aquários com filtro biológico foram sifonados, quando necessário, após a última alimentação.

Nos tratamentos com bioflocos foi analisado semanalmente o volume de sólidos sedimentáveis, em que amostras de 1L de água, de cada unidade experimental, com meio de cultivo bioflocos foram coletadas e transferidas para cones de Imhoff e após 1 hora decantando, registrou-se o volume do floco (mL L⁻¹) (Avnimelech 2007). Além disso, foi analisada semanalmente a concentração de sólidos suspensos totais (mg L⁻¹), por meio da metodologia de gravimetria de volatilização (Strickland e Parsons 1972).

Parâmetros hematológicos

Após o ensaio de desempenho, 12 peixes/tratamento (3 peixes/aquário) foram capturados para coleta de sangue. As amostras de sangue foram colhidas por punção caudal utilizando seringa com anticoagulante EDTA (3%). O sangue foi colocado em tubos de polipropileno (1,5 mL), mantido 5 e 7°C até processamento, e a percentagem de hematócrito foi determinada posteriormente pelo método de microhematócrito (Goldenfarb et al. 1971). A hemoglobina foi determinada utilizando-se o método da cianometahemoglobina (Gold Analisa Diagnóstica) (Collier [1944](#)), e a contagem de eritrócitos foi realizada após a diluição do sangue (1:200) em solução de citrato de formalina utilizando um hemocitometro Neubauer. As extensões sanguíneas foram determinadas em duplicata de cada peixe, coradas pancromicamente para a contagem diferencial de leucócitos, contagem total de trombócitos e leucócitos.

Análise estatística

Os resultados obtidos para as diferentes variáveis e análises foram submetidos ao teste de normalidade, seguido por análise de variância (ANOVA). Quando significativo foi aplicado o teste t a 5 % de significância. Os dados foram analisados no programa estatístico R versão 3.2.5.

Resultados

Tilápias-do-nilo produzidas em sistema BFT apresentaram melhores respostas ($p < 0,05$) para ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP) e taxa de retenção proteica (TRP), quando comparado ao tratamento sem BFT (tabela 2). Por outro lado não houve diferença significativa para taxa

de crescimento específico (TCE) entre os dois tratamentos. Durante o período experimental, a taxa de sobrevivência foi de 100% em ambos os tratamentos.

Tabela 2. Desempenho produtivo de tilápia-do-nilo em sistema BFT e sem BFT, durante 60 dias.

Variáveis	BFT	Sem BFT	P
GP (g)	67,37±7,41 ^a	56,27±1,82 ^b	0,0269
CAA	1,02±0,15 ^b	1,31±0,10 ^a	0,0192
TEP	2,79±0,45 ^a	2,37±0,27 ^b	0,0178
TCE	1,91±0,01	1,92±0,02	0,4637
TRP	20,36±2,86 ^a	13,57±4,91 ^b	0,1072

Valores expressos como média e desvio padrão. Ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE) e taxa de retenção proteica (TRP). Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste t ($P < 0,05$).

Não houve diferença ($p < 0,05$) para a temperatura e oxigênio dissolvido, quando comparado os sistemas BFT e sem BFT. Por outro lado, o pH diferiu ($p < 0,05$) entre os distintos tratamentos (tabela 3).

Tabela 3. Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p das variáveis físico-químicas da tilápia-do-nilo no sistema com bioflocos e no sistema sem bioflocos.

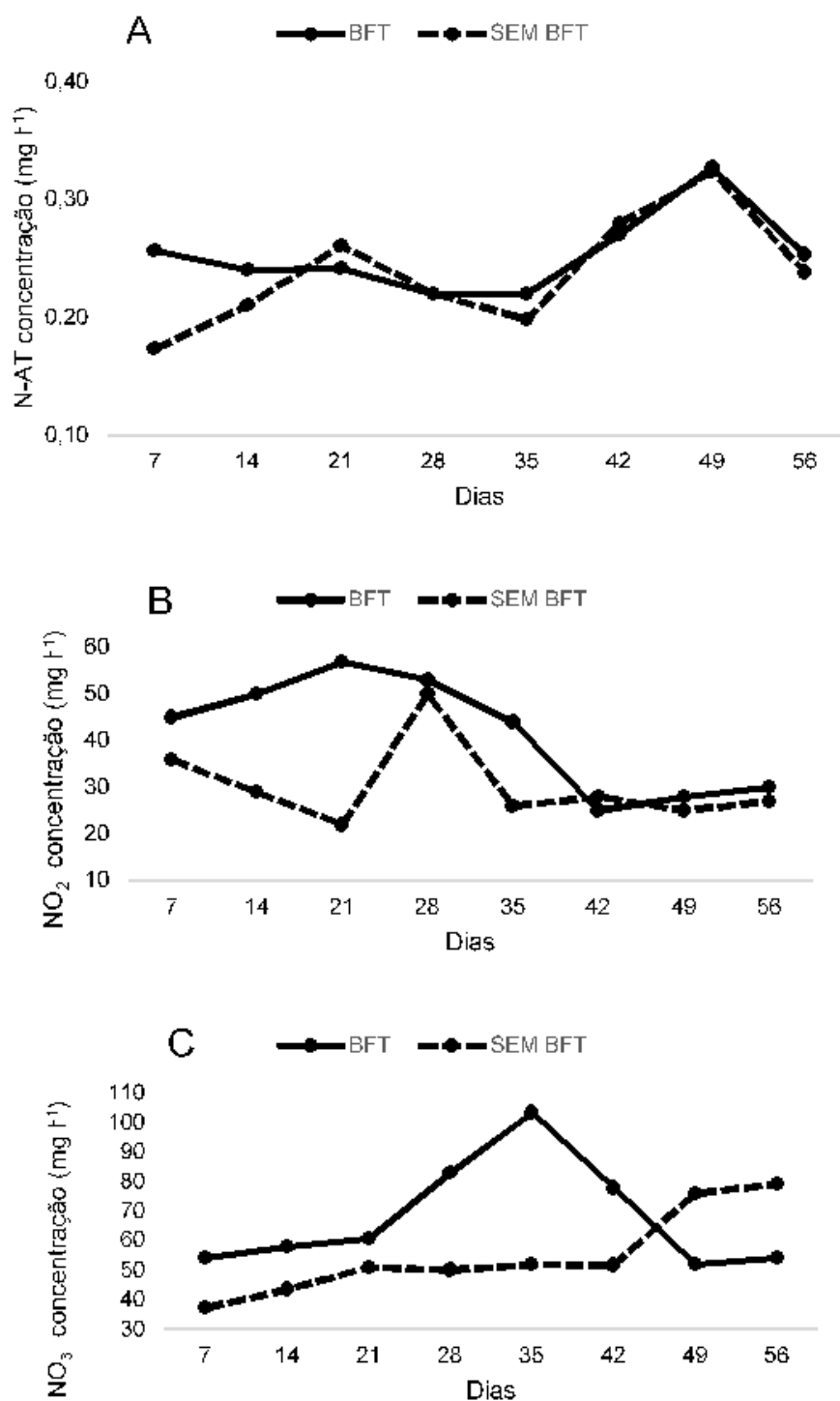
Variáveis	BFT	Sem BFT	CV (%)	P
Temperatura (°C)	26,64±0,27	26,80±0,44	1,35	0,5410
pH	7,23 ±0,08 ^b	7,36±0,06 ^a	0,99	0,0474
OD (mg.L ⁻¹)	5,12±0,18	5,35±0,13	2,98	0,0770

Oxigênio dissolvido (OD). Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

Apesar de não apresentar diferença significativa, foi observada variação nos níveis de NAT, NO₂-N e NO₃-N no sistema BFT e sem BFT durante todo o período experimental. (Figura 1). Os níveis de NAT oscilaram durante o período experimental e no final do ensaio experimental obtiveram maiores concentrações em ambos os tratamentos (Figura 1A). Houve variação para NO₂-N entre os tratamentos e diferentes amostragens com valores médios no sistema BFT superior ao sem BFT (Figura 1B), com maior concentração obtida na quarta semana (28 dias). Essa mesma tendência foi

799 observada para $\text{NO}_3\text{-N}$ (Figura 1C), com a maior concentração analisada na quinta
 800 semana (35 dias).

801



802

803 Figura 1. Nitrogênio inorgânico dissolvido no tratamentocom e sem bioflocos no período experimental. (A)
 804 Nitrogênio amoniacal total (NAT), (B) nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) e (C) nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$).

Houve diferença ($p<0,05$) para proteína bruta e cinzas do bioflocos em função do tempo (tabela 4). O maior teor protéico foi determinado aos 45 dias, sendo que este período diferiu estatisticamente dos demais. Para composição de cinzas, observou-se menor conteúdo aos 30 dias. Por outro lado, não houve diferença ($p<0,05$) para extrato étereo e fibra bruta.

O volume de sólido sedimentáveis totais (volume floco) e os sólidos suspensos totais estão apresentados na tabela 4. Os sólidos sedimentáveis totais e os sólidos suspensos totais foram menores no início do ensaio experimental, aumentou no decorrer do tempo ($p<0,05$).

Tabela 4. Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p da composição bromatológica, volume e concentração do bioflocos.

Composição bromatológica						
	15	30	45	60	CV(%)	P
PB	24,22 ^b ±0,12	23,21 ^c ±0,08	25,04 ^a ±0,13	22,91 ^c ±0,17	0,54	<0,0001
EE	3,16±0,34	3,16±0,16	3,23±0,13	3,21±0,17	6,32	0,9770
FB	5,31±0,40	5,49±0,21	5,6±0,59	6,42±0,16	11,92	0,1500
MM	14,01 ^a ±0,03	12,03 ^b ±0,39	13,68 ^a ±0,14	13,89 ^a ±0,17	1,68	0,0017
Volume e concentração						
Imhoff	11,75±2,22 ^d	30,00±3,83 ^c	46,00±10,03 ^b	63,50±7,68 ^a	17,70	0,0089
SST	732,13±160,21 ^d	953,13±121,11 ^c	1171,75±103,46 ^b	1389,75±43,28 ^a	10,83	0,0107

Proteína bruta (PB), Extrato étereo (EE), Fibra bruta (FB), Matéria Mineral (CIN). Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$). CV = Coeficiente de variação. P = p valor

Para as variáveis hematócrito (Htc), hemoglobina (Hgb), eritrócitos (Eri), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e índice hepatossomático (IHS) (tabela 5) não houve diferença ($p<0,05$) entre o sistema bioflocos e sistema sem bioflocos.

Tabela 5. Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p dos parâmetros fisiológicos e do índice Hepatosomático (IHS) da tilápia-do-nylo no sistema com e sem bioflocos.

Variáveis	BFT	Sem BFT	CV (%)	Valor P
Htc (%)	35,00±6,33	35,00±5,06	17,09	0,9730
Hgb (g/dL)	11,49±1,86	11,70±0,77	15,35	0,7780
Eri ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	2,73±0,43	2,88±0,46	16,35	0,4740
VCM (μm^3)	134,23±18,23	138,65±25,65	16,33	0,4720
CHCM (%)	12,14±5,53	11,24±4,94	14,89	0,6640
IHS (%)	1,66±0,25	1,38±0,22	22,04	0,0529

Hematócrito (Htc), hemoglobina (Hgb), eritrócito (Eri), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e índice hepatossomático (IHS). Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de T ($P < 0,05$).

Para a contagem total e diferencial de leucócitos, não houve diferença entre os tratamentos avaliados (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p da contagem total e diferencial de leucócitos da tilápia-do-nylo no sistema com e sem bioflocos.

Contagem total de leucócitos				
Variáveis	BFT	Sem BFT	CV (%)	Valor P
Leucócitos totais	54871,92±1430,90	54795,67±2456,61	3,10	0,9133
Trombócitos totais	41202,08±1930,95	41458,71±4612,42	8,94	0,8663
Contagem diferencial de leucócitos				
Linfócitos (%)	56,58±2,4	56,16±3,9	5,69	0,6631
Neutrófilos (%)	28,33±2,7	27,83±2,9	9,97	0,6658
Monócitos (%)	6,50±1,5	6,66±1,2	20,90	0,7694
CGE (%)	8,58±2,4	8,33±2,1	26,63	0,7881

Células granulocíticas especiais (CGE). Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de T ($P < 0,05$).

Discussão

Para o desempenho produtivo, as tilápias produzidas no sistema BFT apresentaram melhores respostas ($p < 0,05$) para ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP) e taxa de retenção de proteína (TRP) em comparação com o sistema sem BFT. Houve incremento de 19,72% e melhora de 22,13, 17,72 e 49,74%% para GP, CAA, TEP e TRP respectivamente para os animais produzidos em sistema BFT. Estes resultados corroboram com os obtidos por Notoong et al. (2011)

e Ekasari et al. (2015) para GP e os de Luo et al. (2014), para CAA com tilápia-do-nilo em experimentos comparando diferentes sistemas.

Segundo Avnimelech (2007) e Azim e Little (2008) o bioflocos pode contribuir para melhores resposta de ganho de peso para tilápias, quando comparado com sistemas convencionais, pela sua capacidade de capturar as particular de flocos e os microrganismos em suspensão, o que pode representar até 50% do alimento. Essa habilidade do aproveitamento do alimento natural foi quantificada por Avnimelech e Kochba (2009) que observaram que cerca de 25% da proteína ingerida foi oriunda do bioflocos. Por outro lado, Burford et al. (2004) observaram que de 18 a 29% de nitrogênio consumido por camarões (*Litopenaeus vannamei*) é originário do bioflocos.

No presente estudo, é possível afirmar que as tilápias aproveitaram o bioflocos com alimentação complementar, uma vez que a conversão alimentar dos peixes no sistema BFT foi inferior (1,02), quando comparado ao sistema sem BFT (1,32). É importante salientar que em ambos os sistemas foram adotados o mesmo manejo alimentar (quantidade e frequência de alimentação) e a mesma ração experimental (28% PD e 3100 kcal/kg), reforçando as observações dos autores acima citados sobre o aproveitamento de forma quantificada do bioflocos pelos peixes e camarões.

De acordo com De Schryver et al. (2008), no sistema BFT é esperado uma menor conversão alimentar, quando comparado ao sistema convencional, pois ocorre a reciclagem de nutrientes, principalmente de nitrogênio que é convertido em flocos microbiano, que pode servir como fonte alternativa de alimento. De acordo com Kuhn et al. (2010), o bioflocos pode substituir parcialmente ou totalmente a farinha de peixe em dietas para camarão (*Litopenaeus vannamei*).

A qualidade nutricional do bioflocos é um reflexo da inúmera variedade de microrganismos como o fitoplâncton, bactérias, rotíferos, copépodes e protozoários

(Avnimelech 2007; Crab et al. 2007; Emereciano 2013), que proporcionam alto teor proteico e equilíbrio em aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas (Crab et al. 2012).

A TEP no sistema BFT (2,79) foi superior que no sistema sem BFT (2,37), evidenciado que a alimentação complementar, especialmente a fração proteica do bioflocos foi aproveitada de maneira mais eficiente, demonstrando a qualidade nutricional do bioflocos. Valores inferiores encontrados por Luo et al., 2014 analisando diferentes sistemas, observou no bioflocos uma taxa de eficiência proteica de 1,90 no sistema sem bioflocos e 2,13 no sistema bioflocos. Esse mesmo comportamento foi observado para a TRP.

Os parâmetros de qualidade de água estiveram dentro da faixa de normalidade para a tilápia-do-nilo, conforme recomendações de Popma e Lovshin (1995). A média do pH do sistema bioflocos, quando comparado com o sistema com filtro biológico foi inferior ($p < 0,05$). De acordo com Azim et al. (2012), o sistema bioflocos pode acumular maior concentração de CO_2 , que é proveniente da respiração dos peixes e também dos microrganismos que compõem o bioflocos. Dessa forma, estas observações podem explicar os resultados da ligeira diminuição do pH da água desse sistema no presente estudo.

Os compostos nitrogenados em ambos os sistemas oscilaram durante o período experimental, porém não difeririam estatisticamente entre si. O TAN apresentou maior concentração aos 49 dias. Esse comportamento era esperado, uma vez que o nitrogênio amoniacal aumenta sua concentração no sistema devido à decomposição da matéria orgânica, restos alimentares, excreção e material fecal (Luo et al. 2014). Por outro lado, o nitrito no sistema bioflocos apresentou maior concentração aos 21 dias e o sistema com filtro biológico aos 28 dias. Para nitrato, o sistema bioflocos apresentou a maior

concentração aos 35 dias, enquanto que para o sistema com filtro biológico foi aos 49 dias. Quando ocorre o acúmulo de nitrogênio amoniacal e inicia a inclusão de uma fonte de carbono ao meio, é característico que em seguida haja acumulação do nitrito (NO₂) (Wasielesky et al. 2013). Devido ao processo de nitrificação, que também ocorre nos biofiltros de sistemas de recirculação (Timmons e Ebeling 2007; Sesuk et al. 2009).

A composição bromatológica do bioflocos apresentou variação significativa para proteína bruta e cinzas em relação ao tempo de cultivo. Os valores variaram entre (22,91-25,04%) para PB, (3,16-3,21) para EE, (5,31-6,42) para FB e (12,03-14,01) para MM (Tabela 3). Os resultados do presente estudo corroboram com os obtidos por Azim e Little (2008) para EE (3%), e MM (12%), porém para FB (8%) e PB (38%), os valores foram superiores. Por outro lado, os resultados da composição bromatológica do bioflocos no presente estudo foi inferior ao recomendado por Tacon (2000), que foi de proteína (35-40%), (5-9%) de extrato etéreo e (7-10%) fibra bruta. De acordo com Avnimelech (2007), a composição do bioflocos está relacionada a diversos fatores como, a fonte de carbono adicionada ao meio de cultivo, das comunidades microbianas, animais, ração e outros quesitos ligados à formação, e justificam a oscilação na composição bromatológica dos diversos experimentos e também deste, em relação aos diferentes períodos amostrados.

Os sólidos sedimentais totais variaram entre (11,75-63,5 unidade) e concentração de sólidos suspensos totais (732,13-1389,75) em função do tempo, e registraram maiores valores ao final do período experimental, indicando crescimento com padrão linear, que está relacionado a maior presença de restos alimentares, excreção provenientes das tilápias, bactérias e zooplâncton. O crescimento linear do volume dos flocos foram observados por Widanarni et al. (2012), quando avaliou a aplicação do bioflocos e qualidade da água na produção de tilápia vermelha cultivada em diferentes densidades.

Os valores encontrados no presente estudo foram similares ao sugeridos por De Schryver et al. (2008), que foi de 40-60 ml/L.

Valores superiores aos encontrados, aos obtidos no presente estudo foram verificados por Luo et al. (2014), que registraram concentrações de sólidos sedimentáveis totais superiores a 500 mg L⁻¹ no sistema e advertiram que sólidos em grande quantidade podem ocasionar o entupimento das brânquias dos camarões e dos peixes interferindo no crescimento e na saúde do animal.

Estresse e desequilíbrio nutricional podem desencadear alterações nos parâmetros sanguíneos das tilápias. Nesse sentido, a hematologia é uma ferramenta importante para observações sobre a saúde dos peixes (Tavares-Dias 2015). Neste ensaio experimental, o sistema BFT não acarretou diferença sanguínea no Htc, Hgb, Eri, VCM, CHCM (tabela 6). E nem para a contagem total de leucócitos (Leu e Tro) e para contagem diferencial de leucócitos (Lin, Neu, Mon e CGE). Indicando que o sistema BFT não teve nenhum efeito negativo sobre a saúde dos peixes. Azim e Little (2008) e Long et al. (2015), descreveram valores inferiores aos encontrados neste trabalho, entretanto os parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo não diferiram entre o sistema BFT e o sistema sem BFT.

A utilização do sistema bioflocos, além de possibilitar a manutenção da qualidade, diminui a utilização de recursos hídricos, possibilita maior biossegurança e menor impacto ambiental (Azim e Little 2008), gera economia e maior produtividade em relação ao sistema convencional (De Schryver et al. 2008). Possibilita a diminuição da proteína na ração, já que o flocos microbiano pode alcançar o nível de 50% de proteína bruta, que pode reduzir em até 30% as despesas com rações (AVNIMELECH 2009). No BFT, a disponibilidade de alimento natural, com alto valor biológico é maior que no sistema convencional, que reflete em melhores resposta de desempenho.

Conclusão

A produção de tilápia-do-nilo em sistema bioflocos proporciona melhores respostas para ganho de peso, conversão alimentar e taxa de eficiência proteica, sem alteração negativa no perfil hematológico dos peixes.

Referências Bibliográficas

- A.O.A.C (2000) Official methods of analysis. 17. ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Avnimelech Y (1999) Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176:227-235.
- 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. Baton Rouge, Louisiana, United States. The World Aquaculture Society p 181.
- Avnimelech, Y., Kochba, M (2009) Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using ^{15}N tracing. *Aquaculture* 287, p. 163–168.
- Avnimelech Y (2011) Tilapia Production Using Biofloc Technology: Saving Water, Waste Recycling Improves Economics. *Global Aquaculture Advocate*.
- Avnimelech Y (2012) Biofloc Technology - A Practical Guide Book. The Word Aquaculture Society p 271.
- Azim ME, Little DC (2008) The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 283:29-35.
- Barros MM, Falcon DR, De Oliveira OR, Pezzato LE, Fernandes AC, Guimarães IG, Sartori MMP (2014) Non-specific immune parameters and physiological response of Nile tilapia fed β -glucan and vitamin C for different periods and submitted to stress and bacterial challenge. *Fish & Shellfish immunology* 39:188-195.

- 998 Collier HB (1944) The standardizations of blood haemoglobin determinations. Canadian
999 Medical Association Journal 50:550–552.
- 1000 Crab R, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W (2012) Biofloc technology in aquaculture:
1001 Beneficial effects and future challenges. Aquaculture p 351–356.
- 1002 De Schryver P, Crab R, Defoirdt T (2008) The basics of bio-flocs technology: the added
1003 value for aquaculture. Aquaculture 277:125–137.
- 1004 Ebeling JM, Timmons MB, Bisogni JJ (2006) Engineering analysis of the stoichiometry
1005 of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen
1006 in aquaculture systems. Aquaculture 257:346–358.
- 1007 Ekasari JRDR, Firdausi AP, Surawidjaja EH, Zairin Jr M, Bossier P, De Schryver P
1008 (2015) Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)
1009 larvae performance. Aquaculture 441:72–77.
- 1010 Goldenfarb PB, Bowyer FPH, Brosious E (1971) Reproducibility in the hematology
1011 laboratory: the microhematocrit determinations. American Journal of Clinical
1012 Pathol 56:35–39.
- 1013 Golterman HL, Clymo RS, Ohnstad MAM (1978) Methods for physical and chemical
1014 analysis of freshwaters. Blackwell Science p 214.
- 1015 Krummenauer D, Poersch LH, Foes GK, Romano LA, Lara GR, Encarnação P,
1016 Wasielesky Jr W (2014) The effect of Probiotics in a *Litopenaeus vannamei*
1017 Biofloc Culture System Infected with *Vibrio parahaemolyticus*. Journal Applied
1018 Aquaculture 370–379.
- 1019 Kuhn DD, Lawrence AL, Boardman GD, Patnaik S, Marsh L, Flick Jr GJ (2010)
1020 Evaluation of two types of bioflocs derived from biological treatment of fish

- 1021 effluent as feed ingredients for Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*.
 1022 Aquaculture 28-33.
- 1023 Luo G, Gao Q, Wang C, Liu W, Sun D, Li L, Tan, H (2014) Growth, digestive activity,
 1024 welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia
 1025 (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an
 1026 indoor biofloc system. Aquaculture 422-423.
- 1027 Moraes AM, Seiffert WQ, Tavares F, Fracalossi DM (2009) Desempenho zootécnico de
 1028 tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-de, com diferentes rações
 1029 comerciais. Revista Ciência Agronômica 40:388-395.
- 1030 Popma TJ, Lovshin LL (1995) World Prospects for comercial Production of Tilapia.
 1031 Aquaculture production manual. Alabama: Auburn University, Alabama
 1032 International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, p. 7.
- 1033 Pullin RSV, Lowe-Mcconnell ERH (1982) A biologia e cultura de tilápias. Conferência
 1034 Internacional sobre a biologia e Cultura de tilápias, Bellagio, Itália, setembro 2-5.
- 1035 Samocha TM, Patnaik S, Speed M, Ali AM, Burger JM, Almeida RV, Ayub Z, Harisanto
 1036 M, Horowitz A, Brock DL (2007) Use of molasses as carbon source in limited
 1037 discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture
 1038 Engineering 36:184-191.
- 1039 Sesuk T, Powtongsook S, Nootong K (2009) Inorganic nitrogen control in a novel zero-
 1040 water exchanged aquaculture system integrated with airlift-submerged fibrous
 1041 nitrifying biofilters. Bioresource Technology 100:2088-2094.
- 1042 Sipaúba-Tavares LH (1995) Limnologia aplicada à aquicultura. Funep p 70.

- 1043 Stickland JHD, Parsons TR (1972) A practical handbook of seawater analysis. 2. ed.
1044 Fishery Research Board Canada p 311.
- 1045 Tavares-Dias M, Mariano WS (2015) Aspectos Biológicos, Fisiológicos e Sanitários de
1046 Organismos Aquáticos. Aquicultura no Brasil: novas perspectivas. São Carlos:
1047 Pedro & João Editores, 1:429.
- 1048 Timmons MB, Ebeling JM (2007) Recirculating aquaculture. 1nd edition. NRAC
1049 Publication 948:01-007.
- 1050 Wasielesky W, Krummenauer D, Lara G, Fóes G, Poersch L (2013) Cultivo de camarões
1051 em Sistema de bioflocos: realidades e perspectivas. ABCC.
- 1052
- 1053
- 1054
- 1055
- 1056
- 1057
- 1058
- 1059
- 1060
- 1061
- 1062
- 1063
- 1064
- 1065

1066

1067

1068

1069

1070

1071

1072

1073 CAPITULO 3- POLICULTIVO DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) e
1074 CAMARÃO DA MALÁSIA (*Macrobrachium rosenbergii*) EM SISTEMA
1075 BIOFLOCOS. Este capítulo está de acordo com a revista Aquaculture (Qualis A2).

1076

1077

1078

1079

1080

1081

1082

1083

1084

1085

1086

1087

1088

1089

1090

1091

POLICULTIVO DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) E CAMARÃO DA MALÁSIA (*Macrobrachium rosenbergii*) EM SISTEMA BIOFLOCOS

RESUMO: Os sistemas de produção intensivo buscam maior produtividade, e devem ter como princípio os conceitos de sustentabilidade, que visam diminuir o uso dos recursos naturais. Neste sentido, surge o sistema bioflocos que tem como características a diminuição ou troca zero de água e oferece suplementação alimentar. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho da tilápia-do-nilo em policultivo com o camarão da malásia no sistema bioflocos e no sistema convencional. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (sistema bioflocos, sistema convencional, com policultivo e sem policultivo) em esquema fatorial 2x2, com quatro repetições. Diariamente foi registrado os valores de temperatura (°C), pH, e oxigênio dissolvido e, semanalmente, os compostos nitrogenados. As variáveis de desempenho avaliadas neste experimento para a tilápia foram: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica e a sobrevivência. E para o camarão ganho de peso e sobrevivência. Os peixes no sistema bioflocos em policultivo GP (36,44 g), CAA (1,27), e TEP (2,58) foram significativamente superior ($p < 0,05$) do que no sistema bioflocos com monocultivo e sistema convencional com monocultivo e com policultivo. Portanto o sistema bioflocos com policultivo colabora para melhores respostas de ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica.

Palavras-chave: alimento natural, policultivo, proteína microbiana, sustentabilidade

**POLYCULTURE OF NILO-TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) AND SHRIMP OF
MALASIA (*Macrobrachium rosenbergii*) IN BIOFLOC SYSTEM**

ABSTRACT: Intensive production systems seek higher productivity, and should be based on sustainability concepts aimed at reducing the use of natural resources. In this sense, the biofloc system appears that has as characteristics the reduction or zero exchange of water and offers food supplementation. The objective of this work was to evaluate the performance of nile tilapia in polyculture with the Malaysian shrimp in the biofloc system and in the conventional system. The experimental design was completely randomized with four treatments (biofloc system, conventional system, with polyculture and without monoculture) in a 2x2 factorial scheme, with four replications. Daily values of temperature (° C), pH, and dissolved oxygen were recorded and, weekly, the nitrogen compounds. The performance variables evaluated in this experiment for tilapia were: weight gain, feed intake, apparent feed conversion, specific growth rate, protein efficiency ratio and survival. And for shrimp gaining weight and survival. The fish in the biofloc system in weight gain polyculture system (36.44 g), apparent feed conversion (1.27), and protein efficiency ratio (2.58) were significantly higher ($p < 0.05$) than in the monoculture biofloc system and conventional system with monoculture and polyculture. Therefore the biofloc system with polyculture contributes to better weight gain responses, apparent feed conversion and protein efficiency ratio.

Key words: natural food, polyculture, microbial protein, sustainability

1. Introdução

Com mais de 7,3 bilhões de pessoas no mundo em 2014, a procura por alimento impulsiona o crescimento da aquicultura para suprir a necessidade do mercado (FAO, 2016). Nesta premissa, a aquicultura busca produzir mais, utilizando menos o recurso natural e desenvolvendo sistemas de produção sustentáveis que visão diminuir o impacto ambiente resultante da atividade (Crab et al., 2012).

Neste contexto, surge o sistema de tecnologia bioflocos, que tem como princípio não trocar a água durante o cultivo e promove a reciclagem de nutrientes por meio de uma alta relação carbono/nitrogênio (15C:1N) (Avnimelech et al., 1999; De Schryver et al., 2008; Avnimelech, 2009). Nessas condições, cria um ambiente propício para desenvolvimento de bactérias heterotróficas que são mais eficientes no processo de remoção de nitrogênio amoniacal da água e que possuem a capacidade de transformar o nitrogênio amoniacal em biomassa microbiana quando comparados com as bactérias nitrificantes (Hargreaves, 2006; Avnimelech, 2007; Crab et al., 2012).

A biomassa microbiana serve como alimento, contribuindo com até 50% da exigência proteica de algumas espécies de peixes e camarões (Avnimelech, 2007). De acordo com Ekasari et al. (2015), os flocos tem em sua composição quantidades adequadas de proteínas, lipídios e carboidratos para o crescimento satisfatório de peixes e camarões. A formação dos flocos estão relacionados a fonte de carbono, comunidades de microrganismos, ração e animais (De Schryver et al., 2008). Algumas espécies possuem a habilidade de aproveitar o alimento natural disponível no meio e desta forma o flocos, como é o caso do camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) e da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (Crab et al., 2012).

As tilápias são o segundo grupo de peixes mais cultivados no mundo, sendo o primeiro o grupo das carpas (Adeoye et al., 2016). Com produção mundial próximo de

4,5 milhões de toneladas (FAO, 2014). A produção de tilápia cresceu devido às as boas características de cultivos e grande procura do mercado (Meurer et al., 2003; El-Sayed, 2006). Estes peixes possuem rusticidade e precocidade reprodutiva (Pullin e Lowe-Mccomell, 1982), suporta a alta densidade e tem habilidade de ingerir o alimento por meio de filtragem que permite maior aproveitamento do alimento disponível no meio, o que torna a espécie uma das mais indicadas para a criação em sistemas de bioflocos (Avnimelech, 2011).

A outra espécie com capacidade para aproveitar os flocos como alimento é o camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*). A expansão da cadeia produtiva ocorreu devido a capacidade de adaptação, rápido crescimento e elevada resistência a doenças (Valenti, 1998; Hossain e Islam, 2006).

O policultivo é um sistema de criação de duas ou mais espécies aquáticas dentro de um mesmo corpo d'água (Zimmermann e New, 2000). Surgiu em 1970, com recomendações de Ling, que cultivou tilápias e camarões. Existem vários estudos sobre o policultivo de camarão com tilápias: o camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) com tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (Santos e Valenti, 2002; Danaher et al., 2007) e a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) com o camarão de água doce (*Macrobrachium amazonicum*) (Souza et al., 2009). O policultivo permite ao produtor, maior produção e conseguinte maior renda (Gundermann e Popper, 1977; Wang et al., 1998; Li e Dong, 2000).

O objetivo deste trabalho foi de comparar o sistema bioflocos e sistema sem bioflocos no monocultivo e policultivo de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) com camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*). Por meio do desempenho da tilápia-do-nilo (ganho de peso, consumo da ração, conversão alimentar aparente, taxa de

eficiência proteica, taxa de crescimento específico, taxa de retenção proteica e sobrevivência) e o desempenho do camarão da malásia (ganho do peso e sobrevivência).

2. Material e Métodos

2.1 Dieta experimental

As rações foram formuladas para terem 28% proteína digestível e 3.100 kcal energia digestível kg^{-1} (NRC, 1993; 2001), com base na proteína de origem vegetal, obtida do farelo de soja e trigo mostrado na tabela 1. Os ingredientes dietéticos foram triturados no moinho de laboratório (Marconi MA340) para se obter um tamanho de partícula de 0,5 mm, pesado, misturado num misturador vertical em Y (Marconi MA201), umedecido com aproximadamente 20% de água morna e processado em peletes de 2,5 mm de diâmetro em um moedor de carne (G Paniz MCR22). As dietas foram secas em uma estufa de ar forçado (55 °C durante 24 hs) (Marconi MA035) e armazenados sob refrigeração (5 °C) até o uso.

A matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e matéria mineral das dietas foram analisados em duplicata, de acordo com métodos padrão (AOAC 2000).

Os animais foram alimentados com a ração experimental, fornecida 3 vezes ao dia, às 8hs, 12hs e 16hs. A ração foi fornecida inicialmente na proporção de 5% do peso vivo.

Tabela 1. Composição percentual, química e energética da dieta experimental.

Ingredientes	Quantidade (%)
Farelo de Soja	59,40
Fubá de Milho	23,05
Farelo de Trigo	10,00
L-Lisina	0,03
DL-Metionina	0,37
Treonina	0,27
Óleo de Soja	2,36
Fosfato Bicálcico	3,90
Sal Comum	0,10
Premix vit/min ¹	0,50
BHT ²	0,02
Total	100,00

Composição química calculada e determinada

Energia Digestível (kcal/kg) ³	3099,91
Proteína Digestível (%) ³	28,00
Proteína Bruta (%) ⁴	31,59
Fibra Bruta (%) ⁴	3,50
Extrato Etéreo (%) ⁴	3,30
Nutrientes Digestíveis Totais ⁴	80,90
Ca Total (%) ³	1,18
P Disponível (%) ³	0,70
Met (%) ³	0,60
Lys (%) ³	1,54
Trp (%) ³	0,34
Tre (%) ³	1,18
ED:PD ³	110,70
Ca total/P disponível ³	1,68
Umidade (%) ⁴	7,70
Cinzas (%) ⁴	7,50

¹Suplemento mineral e vitamínico: (Composição/kg de ração) Selênio: 75,00 mg; ferro: 15; cobre: 2.000,00 mg; cloreto de colina 125,00 g; manganês: 3750,00 mg; zinco: 20,00 g; ferro: 15,00; iodo: 125,00 mg; niacina: 7.800,00 mg; ácido fólico: 750,00 mg; ácido pantotênico: 3.750,00 mg; biotina: 125,00 mg; vitamina C 53,00 g; Iodo: 125,00 g; vitamina A: 2.000.000,00 UI I; vitamina D3, 500.000,00 UI; vitamina E, 15.000,00 UI; vitamina K3, 1.000,00 mg; vitamina B1, 2.500,00 mg; vitamina B2, 2.500,00 mg; vitamina B6, 2.000,00 mg; vitamina B12, 5.000,00 mg; ² Butil-hidroxi-tolueno; ³ valor calculado; ⁴ valor determinado, segundo AOAC (2000).

2.2 Desenho experimental

O experimento foi realizado nas dependências do Laboratório de Ecossistemas Aquáticos, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. Foram utilizados 128 alevinos de tilápia do nilo com peso médio inicial ($7,29 \pm 0,67$ g), e 96 camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) com peso médio inicial ($0,50 \pm 0,09$ g), distribuídos em dezesseis aquários experimentais com volume útil de 150 L, numa densidade de 8 peixes/aquário e 8 camarões/aquário.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (sistema com bioflocos, sistema sem bioflocos, com policultivo e sem policultivo) em esquema fatorial 2x2, com quatro repetições.

2.3 Instalações experimentais

Os aquários eram dotados de circulação de água independente, com aeração suplementar via soprador de ar radial (1,0 cv/sistema). Para o sistema sem bioflocos foram

utilizados biofiltros com volume de 10L, seguindo recomendações de Ballester et al. (2012), abrangendo 6% do volume total dos aquários, com interior contendo 2/3 de cerâmica porosa e 1/3 de manta acrílica. O aquecimento dos sistemas foi controlado por termostatos acoplados a resistência blindadas (500 W/aquário) para manter constante a temperatura da água (26,0°C).

Para formação de colônias de bactérias nos biofiltros foram inoculados 1 L de água de aquário de manutenção previamente estabilizado, durante 10 dias que antecederam ao período experimental. Para a formação inicial do bioflocos nas unidades experimentais, foram inoculados 1 L de água de um tanque de bioflocos estabilizado, durante 10 dias prévios ao início do experimento. No período do experimento todos os tratamentos com bioflocos receberam adição de melaço em pó como fonte de carbono na proporção 12:1 (C:N) diariamente (De Schryver et al., 2008).

2.4 Monitoramento físico-químico da água

Diariamente, foi mensurado a temperatura da água (°C), Oxigênio Dissolvido (mg/L) e pH com a sonda Horiba (modelo U-53, Minami-ku, Kyoto, Japan). A cada semana foi determinado o nitrogênio da amônia total (NAT) pelo teste 8155 Hach, nitrito-N (NO²-N) pelo teste 8153 Hach e Nitrato N (NO³-N) teste 8158 Hach, ambos com o espectrofotômetro DR-2000 de acordo com Golterman et al. (1978); Sipaúba-Tavares (1995). Os aquários com filtro foram sifonados, quando necessário, antes da primeira alimentação.

Nos tratamentos com bioflocos foi analisado semanalmente o volume de sólidos sedimentáveis, em que amostras de 1L de água, de cada unidade experimental, com meio de cultivo bioflocos foram coletadas e transferidas para cones de Imhoff e após 1 hora decantando, registrou-se os sólidos sedimentáveis totais (mL L⁻¹) (Avnimelech, 2007).

Além disso, foi analisada semanalmente a concentração de sólidos suspensos totais (mg L⁻¹), por meio da metodologia de gravimetria de volatilização (Strickland e Parsons, 1972).

2.5 Parâmetros de desempenho

No final do ensaio de crescimento, os peixes foram mantidos em jejum durante 24hs antes de serem anestesiados (70 mg / L de benzocaína) e pesados individualmente. As variáveis de desempenho avaliadas neste experimento foram: ganho de peso (GP (g) = peso final (g) – peso inicial (g)), consumo da ração (CR (g) = consumido total (g) / período experimental), conversão alimentar aparente (CAA = alimento fornecido (g) / ganho de peso (g)), taxa de crescimento específico (TCE (%) = $100 \times [(\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)}) / \text{período experimental}]$), taxa de eficiência proteica (TEP (%) = $100 \times \text{ganho de peso (g)} / \text{proteína bruta consumida (g)}$) e a sobrevivência (%).

Os camarões foram mantidos em jejum durante 24hs antes de serem anestesiados (70 mg / L de benzocaína) e pesados individualmente. As variáveis de desempenho avaliadas neste experimento foram: ganho de peso (GP (g) = peso final (g) – peso inicial (g)) e a sobrevivência (%).

2.6 Análise experimental

Os resultados obtidos para as diferentes variáveis e análises, foram submetidos a teste de normalidade, homogeneidade da variância, seguido por análise de variância (ANOVA). Para a análise estatística foi utilizado o programa estatístico R 3.2.1.

3. Resultados

3.1 Desempenho Zootécnico

Houve interação (cultivo x filtro) para as respostas ($p < 0,05$) de ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP). Por outro lado não houve interação para conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE) e sobrevivência (SOB) apresentado na tabela 2.

Tabela 2. Valores médios do desempenho da tilápia-do-nilo.

Parâmetros	GP	CAA	TEP	TCE	SOB (%)
Cultivo					
Monocultivo	23,64	1,74	1,70	1,87	93,75
Policultivo	36,44	1,27	2,20	1,87	100
Filtro					
Com bioflocos	30,04	1,39	2,14	1,87	100
Sem bioflocos	24,14	1,61	1,76	1,87	87,50
Probabilidade de interação					
Cultivo	<0,01	0,013227	<0,01	0,57438	0,2308
Filtro	<0,01	0,206088	<0,01	0,85061	0,2308
Interação	<0,01	0,206088	<0,01	0,85061	0,0769

Ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE) e sobrevivência (SOB).

O desdobramento da interação (cultivo x filtro), exibido na tabela 3, mostrou que ocorreu comportamento diferente do tipo de cultivo dentro de cada filtro.

Tabela 3. Desdobramento da interação cultivo x filtro para as variáveis ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica.

Ganho de Peso		
Cultivo	Filtros	
	BFT	Sem BFT
Monocultivo	23,64 ^{bA}	23,64 ^{Aa}
Policultivo	36,44 ^{aA}	24,64 ^{Ba}
Conversão Alimentar Aparente		
Cultivo	Filtros	
	BFT	Sem BFT
Monocultivo	1,74 ^a	1,39 ^a
Policultivo	1,27 ^b	1,61 ^a
Taxa de Eficiência Proteica		
Cultivo	Filtros	
	BFT	Sem BFT
Monocultivo	1,70 ^{bA}	1,70 ^a
Policultivo	2,58 ^{aA}	1,82 ^a

Médias seguidas por letras minúsculas iguais numa mesma coluna não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste Tukey. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais numa mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

Com relação às variáveis de desempenho dos camarões, apresentaram diferenças entre os sistemas de cultivo para ganho de peso (GP) e sobrevivência (SOB) ($P < 0,05$) são mostrados na tabela 4.

Tabela 4. Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p do desempenho do camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) no sistema com bioflocos e sistema convencional, com policultivo.

Parâmetros	Camarão			
	BFT	Sem BFT	CV (%)	P
Ganho de peso (g)	0,43±0,10 ^a	0,26±0,09 ^b	29,19	0,0574
Sobrevivência (%)	87,00 ^a	79,00 ^b	47,87	0,0053

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3.2 Parâmetros físico-químicos

Não houve diferença ($p < 0,05$) para a temperatura (T °C) e pH, quando comparado os sistemas BFT e sem BFT. Por outro lado, o oxigênio dissolvido (OD) diferiu no presente trabalho (tabela 5).

Tabela 5. Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p das variáveis físico-químicas do monocultivo e policultivo em sistema de cultivo com bioflocos e sistema de cultivo convencional.

Variáveis	BM	BP	SM	SP	CV (%)	P
T (°C)	26,02±0,73	26,27±0,46	26,25±0,66	25,84±0,54	2,33	0,7256
pH	7,29±0,11	7,32±0,03	7,41±0,04	7,29±0,09	1,06	0,1221
OD (mg.L ⁻¹)	5,23±0,26 ^b	5,20±0,03 ^b	5,37±0,15 ^{ab}	5,61±0,19 ^a	3,34	0,0269

Bioflocos com monocultivo (BM), bioflocos com policultivo (BP), sem bioflocos com monocultivo (SM) e sem bioflocos com policultivo (SP). Oxigênio Dissolvido (OD). Coeficiente de variação (CV). Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido (NAT, NO₂-N e NO₃-N) durante todo o ensaio experimental são mostrados na figura 1. No período avaliado foi observado oscilação nos níveis de NO₂-N e NO₃-N nos tratamentos sem BFT durante o período experimental, porém não foi significativa. As concentrações de NO₂-N oscilaram entre os tratamentos e amostragens com menores valores médios nos tanques sem BFT em comparação com os tanques com BFT, que ao decorrer do ensaio experimental diminuiu a concentração de NO₂-N (Fig. 1B).

As concentrações de $\text{NO}_3\text{-N}$ no tratamento com BFT foram ligeiramente maiores do que no tratamento sem BFT, até 21º dia. A partir deste período o BFT monocultivo registrou menores concentrações, entretanto inferiores aos dos tratamentos com BFT monocultivo e BFT policultivo (Fig. 1C). Foi registrado uma ligeira influência tratamento-tempo, indicando que as concentrações dos tratamentos com BFT e sem BFT comportaram de forma distinta ao longo do ensaio experimental. A acumulação de $\text{NO}_3\text{-N}$ nos sistemas iniciou-se 14 dias. Em contrapartida o $\text{NO}_2\text{-N}$ no BFT monocultivo e BFT policultivo obteve efeito inverso com 21 dias de experimento em comportamento decrescente para BFT monocultivo e o BFT policultivo. No sistema sem BFT monocultivo e sem BFT policultivo foi crescente linear, mas com concentrações menores ($\text{NO}_2\text{-N}$) que as dos BFT. Em contrapartida os níveis de NAT, no BFT monocultivo e policultivo oscilaram no decorrer do experimento (fig. 1A).

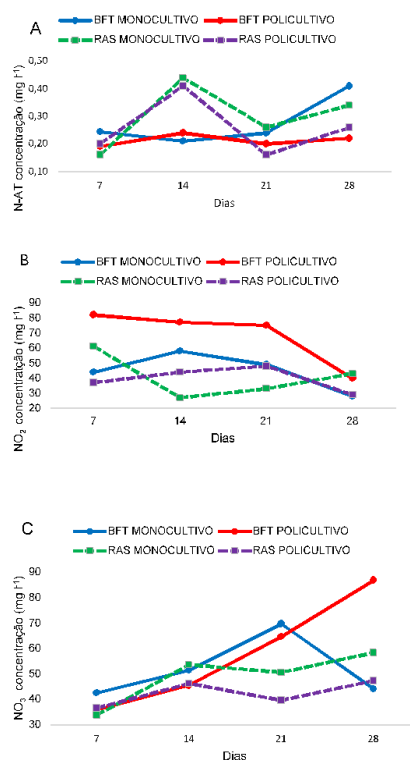


Fig. 1. Nitrogênio inorgânico dissolvido no tratamento com e sem bioflocos no cultivo da tilápia-do-nilo em policultivo com o camarão da malásia no período experimental. (A) Nitrogênio amoniacal total (NAT), (B) nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) e (C) nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$).

3.3 Parâmetros do bioflocos

Houve diferença na composição bromatológica do bioflocos em função do tempo (tabela 6). O maior teor proteico foi registrado com 15 dias no monocultivo. Entretanto não houve diferença significativa para extrato étereo e fibra bruta. Indicando a influência da composição proteica e da materia natural com o tempo.

O volume do floco (cone Inhoff) e da concentração dos sólidos sedimentáveis totais para os diferentes filtros e cultivo em função do tempo não foram significativos ($p < 0,05$) (tabela 6).

Tabela 6. Valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e valor-p da composição bromatológica do bioflocos no monocultivo e policultivo.

Variável	Bioflocos				CV (%)	P
	Monocultivo	policultivo	monocultivo	policultivo		
	15	15	30	30		
PB	24,22 ^a ±0,12	23,21 ^b ±0,36	22,53 ^b ±0,13	23,21 ^b ±0,28	1,03	0,0099
EE	3,16±0,34	4,55±0,62	3,23±0,13	3,67±0,46	11,82	0,2297
FB	5,31±0,40	5,89±0,71	5,6±0,59	5,23±0,33	8,14	0,3898
MM	14,01 ^{ab} ±0,03	11,85 ^b ±1,95	15,80 ^a ±0,14	12,33 ^b ±0,45	4,47	0,0087
Volume e concentração						
Inhoff	9,13±2,72	7,00±3,56	11,75±2,22	8,38±5,59	41,36	0,3744
SST	757,13±148,07	786,75±254,38	1092,88±250,11	990,75±66,74	21,61	0,0907

Proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM). Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV = Coeficiente de variação.

4. Discussão

Houve interação (cultivo x filtro) no ganho de peso da tilápia-do-nilo (tabela 2). Quando comparado o cultivo, o BFT com policultivo (36,44 g) obteve melhores resultados que no BFT monocultivo (23,64 g). Nos dois tipos de cultivo (monocultivo x policultivo) no sem BFT não apresentaram diferença para GP. A resposta do tratamento BFT monocultivo e sem BFT monocultivo foram similares. Entretanto o BFT policultivo (36,44 g) foi influenciado pelo tipo de filtro, diferindo do sem BFT policultivo (24,64 g). O bioflocos pode contribuir para melhores resposta de ganho de peso para tilápias, quando comparado ao sem BFT, pela sua capacidade de capturar as particular de flocos e os microrganismos em suspensão, o que pode representar até 50% do alimento

(AVNIMELECH, 2007; AZIM & LITTLE, 2008). O policultivo proporciona melhores resposta para ganho de peso, que o monocultivo, o que confirma, melhor aproveitamento da ecologia do meio (Tian et al., 2001).

Nas respostas para conversão alimentar aparente, houve diferença ($p<0,05$) entre o BFT monocultivo (1,74) e BFT policultivo (1,27). De acordo com De Schryver et al. (2008), os peixes cultivados no bioflocos possuem conversão alimentar aparente menor que no sem BFT, devido a oferta de alimento natural com alto valor biológico que o BFT proporciona. Estes resultados corroboram com o de Souza et al. (2009), avaliando policultivo da tilápia-do-nilo com camarão (*Macrobrachium amazonicum*). Destacando que em ambos os filtros foram adotados o mesmo manejo alimentar (quantidade e frequência de alimentação) e a mesma ração experimental (28% PD e 3100 kcal/kg).

A taxa de eficiência proteica da tilápia-do-nilo no BFT apresentou diferença ($p<0,05$) para cultivo. No BFT policultivo (2,58) a TEP foi superior ao BFT monocultivo (1,70), visto que a tilápia aproveita o bioflocos como suplemento alimentar. Quando comparado o tipo de cultivo, o BFT monocultivo e o sem BFT monocultivo não apresentaram diferença. Entretanto o BFT policultivo foi altamente significativo quando comparado ao sem BFT policultivo (1,82).

Para o desempenho dos camarões da malásia, o BFT apresentou melhores respostas ($p<0,05$) para ganho de peso e sobrevivência quando comparado com o tratamento sem BFT.

O ganho de peso dos camarões cultivados em BFT (0,43 g), foi melhor que no sem BFT (0,26 g). A provável resposta para a diferença no GP, é o alimento natural formado no BFT com alto valor biológico. E a habilidade de aproveitamento do alimento natural da espécie (Azim e Little 2008; Crab et al., 2012). Burford et al. (2004) afirma que 18 a 29% do nitrogênio ingerido por camarões cultivados no BFT eram proveniente dos flocos microbianos.

A sobrevivência do camarão da malásia no BFT obteve melhores respostas (87,00%), diferindo ($p<0,05$) do sem BFT (79,00%). De acordo com Tacon et al. (2002), as comunidades bacterianas que compõem o bioflocos podem proporcionar melhores respostas para ganho de peso, conversão alimentar, resistência a doenças e sobrevivência.

Portanto, é possível afirmar que o camarão da malásia desenvolveu-se de forma satisfatória no policultivo como espécie secundária no BFT, registrando melhores respostas em ganho de peso e taxa de sobrevivência.

Os parâmetros de qualidade de água estiveram dentro da faixa de normalidade para a tilápia-do-nilo e o camarão da malásia, conforme recomendações de Popma e Lovshin (1995) e New et al., (2010). Entretanto média do oxigênio dissolvido no ensaio experimental para os tratamentos avaliados diferiram ($p < 0,05$). No BFT monocultivo e no BFT policultivo foram ligeiramente inferiores que no sem BFT monocultivo e no sem BFT policultivo.

De acordo com Avnimelech (2011), é típico ocorrer baixas concentrações de oxigênio dissolvido no sistema bioflocos, devido a respiração dos microrganismos, peixes e camarões, entretanto adverte que valores de oxigênio dissolvido inferiores a 4 mg L^{-1} , podem afetar negativamente a atividade metabólica das bactérias heterotróficas. Portanto o oxigênio dissolvido no presente estudo apesar de registrar valores ligeiramente menores no bioflocos não influenciaram no desenvolvimento das bactérias, camarões e peixes.

De acordo com Santos e Valenti (2002), a utilização do policultivo entre a tilápia do nilo e o camarão da malásia vem destacando na produção comercial. Já Pérez e Alston (2000), afirmam que a utilização do policultivo reduzem os custo com a alimentação, proporciona maior produtividade por área, o que resulta em maior lucratividade.

Portanto a utilização do policultivo no sistema bioflocos, além de possibilitar a manutenção dos parâmetros físico-químicos, possibilita menor uso da água e impacto ambiental (Azim e Little, 2008). Quando comparados os filtros (BFT x sem BFT) o BFT gera maior economia na produção, por causa da redução do nível de proteína bruta da ração, ciclagem de nutrientes e disponibilidade de alimento natural (De Schryver et al., 2008).

5. Conclusão

O policultivo entre a tilápia-do-nilo e camarão da malásia no sistema com bioflocos, apresentaram melhores variáveis de desempenho para ambas as espécies quando comparadas com o monocultivo no sistema bioflocos e monocultivo e policultivo no sistema sem bioflocos.

Referências Bibliográficas

- Adeoye, A. A., Yomla, R., Jaramillo-Torres, A., Rodiles, A., Merrifield, D. L., Davies, S. J. 2016. Combined effects of exogenous enzymes and probiotic on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), growth, intestinal morphology and microbiome. *Aquaculture* 463, 61-70.
- AOAC. Official methods of analysis. 2000. 17. ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176, 227–235.
- 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*. Baton Rouge, Louisiana, United States. The World Aquaculture Society. p. 181.
- Avnimelech, Y., Kochba, M. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using ¹⁵N tracing. *Aquaculture* 287, p. 163–168.
- Avnimelech, Y. 2011. *Tilapia Production Using Biofloc Technology: Saving Water, Waste Recycling Improves Economics*. Global Aquaculture Advocate.
- Azim, M. E, Little, D. C. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) *Aquaculture* 283, p. 29 - 35.

- 1447 Ballester, E. L. C., Heldt, A., Frozza, A., Negrini, C., Piovesan, V. 2012. Curso de
1448 Extensão Carcinicultura de Água Doce Cartilha Básica. Universidade Federal do
1449 Paraná.
- 1450 Burford, M.A., Thompson, P.J., Bauman, R.H., Pearson, D. C. 2004. The contribution of
1451 flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensive,
1452 zero-exchange system. *Aquaculture* 232, p. 525-537.
- 1453 Candido, A. S., De Melo Júnior, A. P., Costa, O. R., Costa, H. J. M. S., Igarashi, M. A.
1454 2005. Efeito de diferentes densidades na conversão alimentar da tilápia
1455 *Oreochromis niloticus* com o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em sistema
1456 de policultivo. *Revista Ciência Agronômica* 36, p. 279-284.
- 1457 Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier P., Verstraete, W. 2010. The effect of different
1458 carbon sources on the nutritional nutritional value of bioflocs, a feed for
1459 *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. *Aquaculture research* 41, p. 559 - 567.
- 1460 Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., Verstraete, W. 2012. Biofloc technology in
1461 aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, p. 351 - 356.
- 1462 De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T. 2008. The basics of bio-flocs technology: the
1463 added value for aquaculture. *Aquaculture* 277, p. 125–137.
- 1464 Ebeling, J. M., Timmons, M.B., Bisogni, J. J. 2006. Engineering analysis of the
1465 stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of
1466 ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture* 257, p. 346–358.
- 1467 El-Sayed, A.F.M. 2006 Tilapia culture. CABI Publishing, Oxfordshire, U.K., p. 277.

- 1468 Ekasari J., Rivandi, D. R., Firdausi, A. P., Surawidjaja, E. H., Zairin Junior, M., Bossier,
1469 P., De Schryver, P. 2015. Biofloc technology positively affects Nile tilapia
1470 (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture* 441, p. 72-77.
- 1471 FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO: Food and Agriculture
1472 Organization of the United Nations.
- 1473 FAO. 2016. FishStatJ, a tool for fishery statistics analysis. Rome: FAO: Food and
1474 agriculture Organization of the United Nations.
- 1475 Golterman, H.L., Clymo, R.S., Ohnstad, M.A.M. 1978. Methods for physical
1476 and chemical analysis of freshwaters. Blackwell Science, Handbook number 8,
1477 London, p.214.
- 1478 Gundermann, N., Popper, D. 1977. A Comparative study of three species of penaeid
1479 prawns and their suitability for polyculture with fish in the Fiji Islands, *Aquaculture*
1480 11, p. 63-74.
- 1481 Hargreaves, J. A. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture.
1482 *Aquacultural Engineering* 34, p. 344-363.
- 1483 Hossain, A., Islam, M. S. 2006. Optimization of stocking density of freshwater prawn
1484 *Macrobrachium rosenbergii* (De man) in carp polyculture in Bangladesh.
1485 *Aquaculture Research* 37, p. 994-1000.
- 1486 Kubitza, F. 2003. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões – Jundiaí, SP.
- 1487 Li, D.; Dong, S. 2000. A summary of studies on closed-polyculture of penaeid shrimp
1488 with fishes and molluscs. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, v.18,
1489 n.1, p.61-66.

- 1490 Ling, S. W. 1969. Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* (De
1491 Man). Fao Fisheries Report, v.3, n.57, p.607-619.
- 1492 Luo, G., Gao, Q., Wang, C., Liu, W., Sun, D., Li, L., Tan, H. 2014. Growth, digestive
1493 activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed
1494 tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and
1495 an indoor biofloc system. *Aquaculture* 422-423, p. 1-7.
- 1496 Meurer, F., Hayashi, C., Boscolo, W. R. 2003. Influência do Processamento da Ração no
1497 Desempenho e Sobrevivência da Tilápia do Nilo Durante a Reversão Sexual.
1498 *Revista Brasileira de Zootecnia* 32, p.262-267.
- 1499 New, M. B. 2010 History and global status of freshwater prawn farming. In: New et al,
1500 2010: *Freshwater Prawns: Biology and Farming*. 1 ed. p. 1-9.
- 1501 Pérez, A. G., Alston, D. E. 2000. Comparisons of male and female morphotypes
1502 distribution of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in monoculture
1503 versus polyculture with Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Caribbean Journal of*
1504 *Science*, Mayaguez 36, p. 340-340.
- 1505
- 1506 Popma, T. J., Lovshin, L. L. 1995. World Prospects for comercial Production of Tilapia.
1507 *Aquaculture production manual*. Alabama: Auburn University, Alabama
1508 International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, p. 7.
- 1509 Pullin, R.S.V., Lowe-Mcconnell, E. R.H. 1982. A biologia e cultura de
1510 tilápias. Conferência Internacional sobre a biologia e Cultura de tilápias, Bellagio,
1511 Itália, setembro 2-5.

- 1512 Samocha, T. M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A. M., Burger, J. M., Almeida, R. V., Ayub,
1513 Z., Harisanto, M., Horowitz, A., Brock, D. L. 2007. Use of molasses as carbon
1514 source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus*
1515 *vannamei*. Aquaculture Engineering 36, p.184 - 191.
- 1516 Santos, M. J. M., Valenti, W. C. 2002. Production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*
1517 and freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* stocked at different densities in
1518 polyculture systems in Brazil. Journal of the World Aquaculture Society, Baton
1519 Rouge 33, p. 369-376.
- 1520 Sipaúba-Tavares, L.H. 1995. Limnologia aplicada à aquicultura. Jaboticabal, Funep,
1521 p.70.
- 1522 Souza, B. E., Stringuetta, L.L., Bordignon, A. C., Bohnenberger, L., Boscolo, W. R.,
1523 Feiden, A. 2009. Policultivo de camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum*
1524 (Heller, 1862) com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações
1525 peletizadas e fareladas. Ciências Agrárias 30, p. 225-232.
- 1526 Stickland, J. H. D., Parsons, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2. ed.
1527 Fishery Research Board Canada. p. 311.
- 1528 Tacon, A. G. J., Cody, J. J., Conquest, L. D., Divakaran, S., Forster, I. P., Decamp, O. E.
1529 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific
1530 white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. Aquaculture
1531 Nutrition, v. 8, p. 121 - 137.
- 1532 Tian, X.; Li, D.; Dong, S.; Yan, X.; Qi, Z.; Liu, G.; Lu, J. 2001. An experimental study
1533 on closed-polyculture of penaeid shrimp with tilapia and constricted tagelus.
1534 Aquaculture 202, p. 57 - 71.

- 1535 Valenti, W.C. 1998. Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (De man, 1879). In
1536 VALENTI, W.C. (Ed.), Carcinicultura de Água doce: Tecnologia para Produção de
1537 Camarões, p. 165-177.
- 1538 Valenti, W. C. 2002 Situação atual, perspectivas e novas tecnologias para produção de
1539 camarões de água doce. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, p.
1540 99-106.
- 1541 Wang J.; Li D., Dong S. Wang K., Tian X. 1998. Experimental studies on polyculture in
1542 closed shrimp ponds. I. Intensive polyculture of Chinese shrimp (*Penaeus*
1543 *chinensis*) with tilapia hybrids. Aquaculture 163, p.11-27.
- 1544 Zimmermann, S., New, M.B. 2000. Grow-out systems polyculture and integrated culture.
1545 In: NEW, M.B. and VALENTI, W.C. Sustainability of freshwater prawn culture.
1546 Freshwater Prawn Culture: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*. London,
1547 Blackwell Science, p. 187-202.
- 1548
- 1549
- 1550
- 1551
- 1552
- 1553
- 1554
- 1555
- 1556
- 1557
- 1558

CAPITULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo apresentou dados referentes ao sistema bioflocos na produção de tilápia-do-nilo avaliada por meio do desempenho e hematologia.

A produção da tilápia no sistema bioflocos em comparação com o sistema sem bioflocos, destaca a eficiência do sistema em proporcionar alimento constante para os peixes e promover a manutenção da água. Sendo assim, nossos resultados sugerem que a espécie de peixe tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) pode ser utilizada com sucesso no sistema bioflocos.

Além disso, apresentou dados referentes ao sistema bioflocos e sistema sem bioflocos na produção de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em policultivo com o camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*).

A utilização do sistema bioflocos em comparação com o sistema sem bioflocos, destaca a não renovação de água, manutenção da qualidade da água e da utilização dos flocos como alimento para os peixes e camarões. Sendo assim, nossos resultados sugerem que no sistema bioflocos em policultivo da espécies tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e camarão da malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) podem ser utilizadas com sucesso.