



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

CULTIVO INTENSIVO DA TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) SUBMETIDA A DIFERENTES NÍVEIS PROTÉICOS COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS

Santiago Vega Cisneros

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Eudes de Souza Correia

Recife-PE
Outubro/2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

V422c Vega Cisneros, Santiago.
Cultivo intensivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758)
submetida a diferentes níveis protéicos com tecnologia de bioflocos / Santiago
Vega Cisneros / Recife. – 2017.
51 f. : il.

Orientador: Eudes de Souza Correia.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa
de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Recife, BR-PE, 2017.
Inclui referências e anexos.

1. Tilapicultura 2. Proteína bruta 3. Bioflocos I. Correia, Eudes de Souza, orient.
II. Título

CDD 636.089

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

CULTIVO INTENSIVO DA TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) SUBMETIDA A DIFERENTES NÍVEIS PROTÉICOS COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS

Santiago Vega Cisneros

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 17/08/2017 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia (Orientador)

Departamento de Pesca e Aquicultura/Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Luís Otávio Brito da Silva (Membro Interno)

Departamento de Pesca e Aquicultura/ Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa (Membro Externo)

Departamento de Oceanografia/Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho aos meus pais,

Dalia Cisneros Osorio e Santiago Vega Reyna.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao Senhor Deus, pela oportunidade de vivenciar momentos felizes na minha vida, bem como me amparar nos momentos difíceis.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), especialmente a todos os professores e funcionários do Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) e da Estação de Aquicultura Continental Prof. Johei Koike, pelo apoio durante esses dois anos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa objeto da minha da pesquisa.

Ao Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia (CONACYT), pela concessão da minha bolsa de estudo.

Agradecimentos especiais aos meus pais Dalia Cisneros Osorio e Santiago Vega Reyna, pelo apoio e incentivos durante estes anos. Agradeço também, aos meus irmãos Yesenia, Marisol e Daniel por todo o apoio.

Ao professor Dr. Eudes de Souza Correia, pela oportunidade, orientação, dedicação e amizade. Muito grato pelos conhecimentos técnicos e acadêmicos adquiridos.

A Wialla Karmen Teixeira de Farias pelo amor, paciência, companheirismo e apoio dado em todo momento.

A todos os companheiros do Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola (LAPAq), Maria Gabriela Padilha Ferreira, Fabiana Penalva de Melo, Jaqueline Vanessa Silva Moura, Marcele Trajano de Araújo, Felipe Antônio dos Santos, Ítalo Felipe Mascena Braga, Marcelo Siqueira Franklin, Pedro Vinicius de Oliveira Ribeiro e Eduardo Cesar Rodrigues de Lima pelo apoio a pesquisa e ao aprendizado construído.

RESUMO

Um dos principais problemas da aquicultura são as constantes renovações de água para reduzir os compostos tóxicos, assim melhorando sua qualidade. Entretanto o uso irracional dos recursos hídricos não é economicamente e ambientalmente sustentável. Neste contexto, o sistema de bioflocos tem-se revelado como uma alternativa promissora, qual tem como suas principais características, mínima renovação de água, reciclagem dos compostos nitrogenados e produção de alimento suplementar rico em proteína. Porém, alguns detalhes ainda precisam ser esclarecidos para se tornar uma tecnologia rentável. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada em sistema de bioflocos e utilizando ração com diferentes níveis de proteína bruta. Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos em sistema BFT (*BFT 28*, *BFT 32* e *BFT 36*) e um tratamento controle em água clara (*CTL36*), com quatro repetições cada. Para isso foram utilizadas três rações comerciais contendo 28, 32 e 36% de proteína bruta. Os peixes (peso médio de $65,4 \pm 4,12$ g) foram estocados em 16 tanques circulares de fibra de vidro (800L), numa densidade de 30 peixes/m³ cultivados durante 119 dias. Foram avaliadas as variáveis de qualidade da água e desempenho zootécnico. A temperatura e o oxigênio, apresentaram diferença significativa entre os tratamentos CTL36 e os tratamentos com bioflocos ($P < 0,05$). O nitrogênio da amônia total (NAT) do CTL36 apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) para os demais tratamentos com bioflocos. O nitrito não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos, apresentando valores médios variando entre 0,76 e 1,19 mg/L de N-NO₂. Com relação ao desempenho zootécnico, o ganho de peso variou de 328,84 a 546,96 g, sendo o tratamento CTL36 maior que os demais tratamentos com bioflocos ($P < 0,05$). Os valores do fator de conversão alimentar (FCA) variaram entre 1,43 e 2,02, tendo melhores resultados nos tratamentos CTL36 e BFT36 ($P < 0,05$). Em relação a sobrevivência os tratamentos com bioflocos apresentaram melhores resultados em comparação ao tratamento CTL36, sendo a menor sobrevivência de 76 % registrada nesse tratamento ($P < 0,05$). O rendimento do filé, apresentou valores médios de 28,78, 25,77, 24,57 e 28,08%, com os tratamentos BFT36 e CTL36 maiores que os demais tratamentos. Desta forma, conclui-se que a proteína bruta de 36% é adequada para o cultivo da tilápia *O. niloticus* na fase de engorda, tanto para o sistema de bioflocos, bem como para o de troca de água, possibilitando a obtenção de produtividades superiores a 12 Kg/m³.

Palavras-chave: tilapicultura, proteína bruta, bioflocos.

ABSTRACT

One of the main problems that aquaculture presents for improving water quality is through constant water renewal. The irrational use of water resources in aquaculture is not economically and environmentally sustainable. In this context, the biofloc system has proved to be a promising alternative, which has as its main characteristics, minimum water renewal, recycling of nitrogen compounds and production of protein-rich supplementary food. However, some details still need to be clarified to become an attractive technology. The objective of this study was to evaluate the growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a biofloc system and using rations with different levels of crude protein. A completely randomized design with three treatments in BFT system (*BFT* 28, *BFT* 32 and *BFT* 36) and a control treatment in clear water (*CTL* 36), with four replicates each. For this, were used three commercial diets containing 28, 32 and 36% crude protein. Fish (average weight of 65.4 g) were stocked in 16 circular fiberglass tanks (800 L) at a density of 30 fish/m³ and grown by 119 days. They evaluated the water quality variables and zootechnical performance. The temperature and dissolved oxygen showed a significant difference among the *CTL* treatments and the treatments with bioflocs ($P < 0.05$). The total ammonia nitrogen (TAN) of the *CTL* presented a statistically significant difference ($P < 0.05$) for the other treatments with biofloc. Nitrite did not present a significant difference ($P > 0.05$) among the treatments, with mean values ranging between 0.76 and 1.19 mg/L of N-NO₂/L. Regarding the zootechnical performance, the weight gain ranged from 328.84 to 546.96 g, and *CTL* treatment was higher than the other treatments with bioflocs ($P < 0.05$). The values of the feed conversion ratio (FCR) varied between 1.43 and 2.02, with better results in *CTL* and *BFT* 36 treatments ($P < 0.05$). In relation to survival, the treatments with bioflocs presented better results in comparison to the *CTL* treatment, being the less survival of 76% registered in this treatment ($P < 0.05$). The fillet yield presented mean values of 28.78, 25.77, 24.57 and 28.08%, with *BFT* 36 and *CTL* treatments being higher than the other treatments. Thus, it is concluded that the crude protein of 36% is suitable for the cultivation of *O. niloticus* tilapia in the growout stage, both for the biofloc system, as well as for the water exchange, allowing the production of superior yields to 12 kg/m³.

Key words: tilapia culture, crude protein, biofloc.

Lista de figuras**Página**

Figura 1. Concentrações médias dos compostos nitrogenados (A- nitrogênio da amônia total, B – nitrogênio do nitrito, C – nitrato) e ortofosfato (D) durante 119 dias de cultivo da tilápia *O. niloticus* em bioflocos com diferentes níveis proteicos.....

23

Lista de tabelas

Página

Tabela 1. Valores médios $\pm$ desvio padrão (mínimo - máximo) das variáveis físico-químicas de qualidade da água do cultivo da tilápia <i>Oreochromis niloticus</i> , em sistema de bioflocos com diferentes níveis de proteína bruta da ração.....	21
Tabela 2. Relação consumo de água versus biomassa produzida durante 119 dias de cultivo da Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> em bioflocos com diferentes níveis de proteína bruta na ração.....	24
Tabela 3. Valores médios $\pm$ desvio padrão (mínimo - máximo) das variáveis de crescimento da tilápia do Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> cultivadas em sistemas de bioflocos com diferentes níveis de proteína bruta na ração.....	24
Tabela 4. Valores de rendimento do file, da tilápia do Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e cultivadas em sistemas de bioflocos.....	25

Sumário**Página**

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	14
3. ARTIGO CIENTÍFICO.....	15
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
5. REFERÊNCIAS.....	37
NORMAS DA REVISTA.....	40

1. INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) se apresenta, na atualidade, como um dos peixes mais importantes para o desenvolvimento da aquicultura mundial (FITZSIMMONS, 2005). Isto se deve principalmente a algumas características tais como rusticidade, taxa de crescimento elevada em diferentes sistemas de cultivo, boa conversão alimentar, alta aceitação no mercado consumidor, hábito alimentar onívoro e capacidade de reprodução em cativeiro (EL-SAYED, 2006).

Os sistemas de produção adotados no cultivo das tilápias são classificados em extensivo, semi-intensivo, intensivo e super-intensivo. Contudo, a busca por uma maior produtividade deve considerar boas práticas de manejo, a fim de não tornar a atividade aquícola uma possível fonte de impacto ambiental. Assim, é de extrema importância a implantação de sistemas de produção sustentáveis, capazes de minimizar os danos ao meio ambiente, destacando-se os sistemas de cultivos fechados (COLT et al., 2006) e sem trocas de água.

Na piscicultura intensiva destacam-se como principais entraves, a emissão de efluentes no ambiente natural e o alto consumo de ração comercial, composta principalmente por produtos da pesca (GOMES, 2004; VINATEA, 2010). Devido à necessidade de utilizar a farinha de peixe como fonte de proteína, sendo a farinha de peixe o principal produto ou matéria prima para a fabricação de rações comerciais, que é utilizada como fonte de proteína (EL-SAYED, 1998), e sendo um dos componentes mais caros da dieta, estando assim diretamente ligada aos custos de produção (AVNIMELECH, 1999, 2006;). A problemática do baixo aproveitamento da ração, nos cultivos intensivos é um fator economicamente limitante da produção, já que neste tipo de cultivo o custo com a alimentação representa o maior gasto de produção, podendo chegar a 70% do custo total (AVNIMELECH, 2006; MEGAHED, 2010; EMERENCIANO et al., 2013).

Apenas cerca de 20 a 30% da proteína dos alimentos são absorvidos pelos peixes, sendo o restante eliminado na forma de amônia (AVNIMELECH, 1999; EBELING et al., 2006; DE SCHRYVER et al., 2008; CRAB et al., 2012; HARGREAVES, 2013; WANG et al., 2015), diminuindo a qualidade da água e contaminando o meio de cultivo. Neste contexto, são necessárias novas alternativas de produção que sejam mais eficientes e sustentáveis, que resultem na diminuição dos custos de produção e da pressão sobre as populações selvagens (HARGREAVES, 2006; AVNIMELECH, 2009; KUHN et al., 2010; RAY et al., 2010; CRAB et al., 2012; WIDANARNI et al., 2012; EMERENCIANO et al., 2013; NG e ROMANO, 2013).

A escassez de água é uma realidade e pode vir a se tornar um problema sério. Estima-se que em 2050, 70% da população mundial enfrentará problemas por falta de água potável.

Sabe-se que a produção aquícola pode contribuir com os impactos ambientais, uma vez que esta produz toneladas de dejetos (AVNIMELECH, 2009).

Novas formas promissoras de produção ambientalmente aceitáveis estão sendo implementadas no País e no mundo por serem mais eficientes produtivamente (ATENCIO *et al.*, 2013). A tecnologia dos bioflocos, a qual se baseia no aproveitamento dos resíduos alimentares, matéria orgânica e compostos inorgânicos tóxicos (os quais leva à deterioração da qualidade da água e pouco aproveitamento dos alimentos naturais) por microrganismos presentes em ambientes aquáticos, dando condições de dominância à comunidades bacterianas quimio/fotoautotróficas e heterotróficas, favorecendo a reciclagem dos nutrientes resolvendo assim os problemas de saturação de nutrientes a partir da sua reciclagem (AVNIMELECH, 2009). Esta comunidade microbiana contribui para o cultivo, auxiliando na manutenção da qualidade da água através da assimilação direta do nitrogênio inorgânico, gerando proteína microbiana, que pode ser utilizada como parte da dieta dos organismos cultivados, desta forma contribuindo significativamente para melhoria da conversão alimentar, e redução dos custos de produção (EMERENCIANO *et al.*, 2013).

Um fator básico no sistema de bioflocos é a espécie a ser cultivada. Os sistemas de bioflocos funcionam melhor com espécies que sejam capazes de obter algum benefício nutricional do consumo direto dos bioflocos. Este sistema também é mais adequado para espécies que apresentem tolerância a alta concentração de sólidos na água, e a baixa qualidade da água (HARGREAVES, 2013). As tilápias apresentam tais características e se adaptam perfeitamente ao sistema de bioflocos (AVNIMELECH 1999) esta espécie consome a proteína sintetizada pela microbiota do bioflocos em condições de cultivo, o que possibilita a redução do teor de proteína das dietas. Segundo LUO *et al.*, (2014) o cultivo de tilápias com tecnologia de bioflocos é mais rentável que cultivá-las em sistema de recirculação convencional.

A tecnologia de bioflocos oferece uma alternativa mais econômica na aquicultura devido a redução das despesas de uso da água (em torno de 30%), e, adicionalmente, ao ganho potencial em relação às despesas com alimentação (podem contribuir com cerca de 50% das necessidades de proteína da tilápia) (DE SCHRYVER *et al.*, 2008; AVNIMELECH, 2007; AVNIMELECH, 2009). Dentre os benefícios associados aos cultivos com bioflocos estão a melhoria da qualidade da água de cultivo, redução de estresse, aumento da resistência à doenças, ganhos significativos em termos de sobrevivência, melhoria da taxa de crescimento, conversão alimentar e ganho de peso dos organismos cultivados (AVNIMELECH, 2005; WASIELESKY *et al.*, 2006; AZIM e LITTLE, 2008; CRAB *et al.*, 2010).

O presente trabalho avaliou o uso de diferentes níveis de proteína bruta utilizada no cultivo da tilápia com tecnologia de bioflocos comparada com água clara na fase de engorda, assim como também os efeitos da proteína na qualidade da água, visando obter um sistema de cultivo que contribua com a sustentabilidade ambiental e econômica rentável.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar o desempenho produtivo da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em função da utilização de dietas com diferentes níveis de proteína bruta, cultivadas em sistema de bioflocos.

Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho da tilápia *O. niloticus* em função de diferentes níveis proteicos da ração durante a fase de engorda
- Determinar o percentual de proteína mais adequado à produção de tilápia *O. niloticus* cultivada com tecnologia de bioflocos durante a fase de engorda;
- Avaliar o crescimento da tilápia *O. niloticus* em diferentes sistemas de cultivo: bioflocos e água clara.
- Avaliar a influência dos níveis de proteína na dieta e dos sistemas de cultivo sobre as variáveis de qualidade da água.
- Avaliar o rendimento do filé da tilápia *O. niloticus* em função dos níveis de proteína na dieta.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

Parte dos resultados obtidos durante o trabalho experimental desta dissertação está apresentado no artigo intitulado “**CULTIVO DE LA TILAPIA DEL NILO EN BIOFLOCOS ALIMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES PROTEICOS**”; (manuscrito), que se encontra anexado.

Artigo científico a ser submetido à revista: Boletim do Instituto da Pesca - <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php> - ISSN 1678-2305 (*online*), 0046-9939 (impresso)

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as normas estabelecidas pela referida revista (em anexo).

CULTIVO DE LA TILAPIA DEL NILO EN BIOFLOCOS ALIMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES PROTEICOS

Santiago Vega CISNEROS¹; Ítalo Felipe Mascena BRAGA¹; Marcele Trajano de ARAÚJO¹;
Felipe Antônio dos SANTOS¹; Eudes de Souza CORREIA¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura,
Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola (LAPAq), 52171-900, Recife, PE, Brasil. E-mail.
tiago_2198@hotmail.com

RESUMEN

Fue evaluado el desempeño de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada con diferentes niveles de proteína bruta (PB) en la ración, envolviendo tres diferentes tratamientos con bioflocos (BFT) y un control (CTL) con cuatro repeticiones: BFT28, BFT32, BFT36 y CTL36. Peces de $65,4 \pm 4,12$ g fueron sembrados (30 peces m^{-3}) en tanques circulares de fibra de vidrio (800 L) cultivados por 119 días. Las variables de la calidad del agua fueron mencionadas periódicamente presentando diferencia significativa entre los tratamientos. El peso final de los peces vario de 329 a 547 g, con sobrevivencia entre 76 y 100%. El factor de conversión alimenticia fue significativamente menor en los tratamientos BFT36 (1,53) y CTL36 (1,43). La productividad varió de 9,86 a 12,51 Kg m^{-3} no presentando diferencia significativa. El rendimiento del filete de la tilapia vario en funcion del peso final de los peces, donde se obtuvo 28,78% para el BFT36, y 28,08% para el CTL36 sin embargo debido a la baja sobrevivencia (76%) del control, que resulto en menor densidad de peces y consecuentemente en mayor crecimiento. Se concluye que la proteína bruta de 36% es adecuada para el cultivo de la tilapia en la fase de engorda, tanto para el sistema de bioflocos y para agua clara.

Palabras-claves: PROTEINA BRUTA; BIOFLOCOS; PRODUTIVIDAD; ENGORDA

CULTURE OF NILE TILAPIA IN BIOFLOC FED WITH DIFFERENT PROTEIN LEVELS

ABSTRACT

The performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed different levels of crude protein (CP) in the diet was evaluated, involving three different treatments with bioflocs (BFT) and one control (CTL) with four replicates: BFT28, BFT32, BFT36 and CTL36. Fish of 65.4 ± 4.12 g were stocked (30 fish/ m^3) in 16 circular fiberglass tanks (800 L), cultivated for 119 days. The water

quality variables were measured periodically and showed a significant difference among the treatments. The final fish weight ranged from 329 to 547 g, with survival between 76 and 100%. The feed conversion ratio was significantly lower in treatments BFT36 (1.53) and CTL36 (1.43). The productivity ranged from 9.86 to 12.51 kg m⁻³, with no significant difference. The yield of the fillet of the tilapia varied according to the final weight of the fish, where 28.78% was obtained for the BFT36 and 28.08% for the CTL36, however due to the low survival (76%) of the control, which resulted lower density of fish and consequently higher growth. It is concluded that the crude protein of 36% is suitable for the cultivation of tilapia in the growout phase, both for the biofloc system and for clear water.

Key words: CRUDE PROTEIN; BIOFLOC; PRODUCTIVITY; GROWOUT.

INTRODUCCIÓN

La problemática del bajo aprovechamiento de raciones en los cultivos intensivos, es un factor que limita económicamente la estrategia productiva, ya que en la piscicultura intensiva las raciones pueden ser responsables por casi 50 a 70% de los costos de producción (NG y ROMANO, 2013). En relación a los costos para el cultivo de tilapias, la ración corresponde cerca del 52% (DE ANDRADE *et al.*, 2005). De acuerdo con EL-SAYED (1998), el precio de la ración está vinculada al uso de ingredientes proteicos, un ejemplo es el uso de la harina de pescado, que es considerado el ingrediente más caro en la formulación de dietas en la acuicultura.

Una de las alternativas a estos problemas, de modo que se potencialice la producción pescado, optimizando la relación costo/beneficio, es la utilización del sistema de bioflocos (AVNIMELECH, 2012). Según AVNIMELECH (2007), en los sistemas de bioflocos la gestión de la calidad del agua se basa en el desarrollo y control de una comunidad microbiana heterotrófica. Esa comunidad es capaz de consumir los compuestos nitrogenados inorgánicos tóxicos, como el amonio (SAMOCHA *et al.*, 2007). Rediciendo así el mínimo recambio de agua, pudiendo llegar a cero. Estas comunidades son colonias compuestas por bacterias, protozoarios, zooplancton, fitoplancton y otros micro-organismos, que también sirven como alimento suplementar para los organismos cultivados. Las tilapias pueden adaptarse a los sistemas de bioflocos, ya que son peces robustos, de rápido crecimiento, soportan sistemas con densidades altas y poseen el hábito alimentar que le permite la absorción de los flocos en suspensión (AVNIMELECH, 2011).

Los niveles de proteína utilizados en la acuicultura están entre 20 y 45% (CRAIG y HELFRICH, 2002). La exigencia proteica para la tilapia del Nilo fue determinada por diversos autores, entre ellos está, PEZZATO *et al.*, (1986) y SILVA *et al.*, (1989) que encontraron exigencias entre 28 y 34% de proteína bruta para los alevines. Mientras que FUYURA *et al.*, (2000) y EL-SAIDY e GABER (2005) encontraron valores de 25 y 32% de proteína bruta para alevines y juveniles de tilapia, respectivamente. En la fase de adulto AL HAFEDH (1999) determinaron exigencia de 30% de proteína bruta. BOTARO *et al.*, (2007) determinaron exigencia de 24.3% de proteína digestible y 26.6% de proteína bruta en raciones suplementadas con aminoácidos sintéticos (L-lisina, DL-metionina y L-treonina), para tilapias de 35 y 270gr. Sin embargo todavía no fue estudiado el desempeño y la exigencia de proteína bruta para tilapias en la fase de engorda cultivadas en sistemas de bioflocos. En este contexto se presenta el trabajo para evaluar de los niveles de proteína bruta sobre el desempeño zootécnico y la calidad del agua en el cultivo de la tilapia del Nilo (*O. niloticus*) en sistemas de bioflocos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Local y condiciones experimentales

El cultivo experimental de la tilapia del Nilo (*O. niloticus*) utilizando la tecnología de bioflocos fue realizado en la Estação de Aquicultura Continental Professor Johei Koike de la Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil. El experimento tubo duración de 119 días y fue realizado en 16 tanques circulares de fibra de vidrio con capacidad de 1000L, y volumen útil de 800L, localizados en un área cubierta con tela de 70% de protección contra la luz solar. Las unidades experimentales fueron cubiertas con tapas para evitar el escape de los peces. El experimento dispuso de un sistema de aireación continuo, mantenido por un compresor radial (2,0 CV), posibilitando una aireación individual, con tres salidas de aire, ambos con piedras difusoras, en cada unidad experimental.

Diseño experimental

El delineamiento experimental fue enteramente casualizado, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, envolviendo tres diferentes porcentuales de proteína bruta en la ración comercial (28, 32 y 36%) en sistemas de bioflocos (BFT28, BFT32 y BFT36) y un tratamiento control (agua clara) alimentado con ración de 36% de proteína bruta (CTL36).

Montaje del sistema

Los tanques fueron abastecidos con 650L de agua dulce (81%), previamente sometida a un proceso de cloración a 100 ppm de cloro activo, utilizando hipoclorito de sodio, y descloración a través de aireación constante por 24 h y más 150 L (19%) de agua dulce con bioflocos, previamente de un ciclo anterior. En los tanques con tratamientos con bioflocos no fueron realizadas renovaciones de agua, realizando apenas la reposición de agua para compensar las pérdidas por evaporación, mientras que en los tanques control (agua clara) la renovación de agua fue de (75%) realizada tres veces por semana, a fin de mantener los compuestos nitrogenados en niveles aceptables.

Para la manutención del sistemas heterotrófico se hizo el uso de adición diaria de melaza líquida, como fuente de carbono orgánico, respetando la relación de carbono y nitrógeno (6:1) de acuerdo con SAMOCHA *et al.*, (2007).

Animales y manejo alimentar

Los alevines de (0.5-1.0g) de *O. niloticus* fueron adquiridos en una piscicultura comercial, los cuales fueron aclimatados y mantenidos en viveros (10 x 30 x 1.0 m) hasta que alcanzaron el peso medio de 65.4 ± 4.12 g, cuando fueron contados y sembrados en los tanques de cultivo con una densidad de 30 peces m^{-3} . Esas tilapias fueron alimentadas con ración comercial extrusada, tres veces al día 08:00, 11:00 y 16:00 horas, hasta saciedad aparente (*ad libitum*).

Evaluación del desempeño zootécnico

Biometrías fueron realizadas semanalmente con muestras equivalentes a 27% de la población de cada parcela experimental y registrando el peso de cada pez atreves de una báscula digital (± 0.1 g).

Para evaluar el rendimiento final del cultivo, fueron analizados: Ganancia de Peso ($GP = P_f - P_i$), Ganancia de Peso Diario ($GPD = GP / \text{tiempo (d)}$), Tasa de Crecimiento Específico ($100 * (\ln P_f - \ln P_i) / \text{tempo}$), Supervivencia (%), Ganancia de Biomasa ($GB = B_f - B_i$), Factor de Conversión Alimenticia ($FCA = \text{Cantidad de ración} / GB$) y Productividad ($B_f / \text{Volumen}$).

Monitoriamente de la calidad del agua

El monitoriamente de la calidad del agua fue realizado durante todo el cultivo con base en las variables físico-químicas del agua: temperatura ($^{\circ}C$), oxígeno disuelto (mg/L) y pH, las cuales fueron medidas diariamente (08:00 y 17:00 h), utilizando un multiparámetro YSI 556 MPS (Yellow Springs - YSI Incorporation, Ohio, USA).

Muestras de agua de cada tanque fueron colectadas semanalmente para la determinación de los niveles de nitrógeno del amonio total (NAT), nitrógeno del nitrito (N-NO_2), nitrato (NO_3), ortofosfato (PO_4^{3-}) y alcalinidad total. Previamente a los análisis, las muestras fueron filtradas utilizando filtro analítico de $0.45 \mu\text{m}$. los compuestos nitrogenados fueron mensurados utilizando las versiones de los métodos Hach #8038 (método Nessler), #8507 (método de diazotización) e #8539 (reducción de cadmio) para NAT, N-NO_2 e NO_3 , respectivamente. La concentración de ortofosfato fue mensurada usando el método PhosVer®3 #8048 (ácido ascórbico). Las muestras fueron leídas a través del espectrofotómetro digital Hach DR 2800 (Hach Company, Colorado, USA) y la alcalinidad total fue determinada por titulación volumétrica (APHA, 1995).

Con el objetivo de cuantificar el incremento de los flocos microbianos a lo largo del cultivo, muestras de un litro de agua de cada unidad experimental fueron colectadas una vez por semana. Esas muestras fueron transferidas a los conos de Imhoff y después de 30 minutos de descanso (sin agitación del cono), fue realizada la lectura del volumen correspondiente a los sólidos que quedaron en el fondo del cono, obteniendo el volumen de los sólidos sedimentables (mL L^{-1}). Cuando fue necesario fueron instalados tanques de sedimentación con el objetivo de controlar los sólidos sedimentables entre $30\text{-}50 \text{ mL L}^{-1}$ (AVNIMELECH, 2012). Quincenalmente fueron mensuradas los Sólidos Suspensos Totales (APHA, 1995). Y el consumos de agua fue registrado a lo largo del cultivo, esos resultados fueron expresados en metros cúbicos (m^3) y fue hecho una relación entre el consumo de agua y la biomasa producida ($\text{m}^3 \text{Kg}^{-1}$).

RENDIMIENTO DEL FILETE

Al final del experimento, todos los peces fueron insensibilizados y abatidos por choque térmico con agua y hielo (4°C). Luego en seguida fueron fileteados 20 peces de cada tratamiento a fin de ser calculados el rendimiento de los filetes. Para la obtención de los datos de rendimiento corporal, fueron realizadas las siguientes etapas: 1) Pesaje del pez entero; 2) Cortes para la obtención del filete con piel y pesaje, 3) Retirada de la piel y pesaje; 4) Fueron calculados los rendimientos de las partes obtenidas de los peces, con relación al peso inicial, $((\text{Peso de las partes} / \text{Peso inicial del pez}) * 100)$ y posteriormente etiquetados, embalados y almacenados bajo refrigeración a 7°C .

ANÁLISIS ESTADÍSTICAS

Inicialmente fueron realizadas la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk considerando el nivel de significancia de 5%. Constatándose la normalidad de las muestras y la homogeneidad de las varianzas fue aplicado el análisis de Variancia (ANOVA) en las variables de cultivo. Cuando presento diferencia estadística, se utilizó la comparación de medias de Tukey como prueba a posteriori (al nivel de significancia de 5%). Los análisis estadísticos están de acuerdo con ZAR (1996) y MENDES (1999). Los cálculos fueron desarrollados con la ayuda del software y SysEAPRO v. 1.0.

RESULTADOS

Los resultados de las variables físico-químicas del agua están presentados en la Tabla 1, y representan los efectos de los diferentes niveles proteicos sobre las variables de la calidad del agua a lo largo del cultivo de la tilapia (*O. niloticus*) en sistemas de bioflocos y en agua clara. La temperatura a lo largo del cultivo se mantuvo entre 25 y 27°C, siendo significativamente mayor en el tratamiento control ($P<0.05$). El pH presenta valores medios de 7.79; 7.84; 7.78 y 8.33, respectivamente, para BFT36, BFT32, BFT28 y CTL36, presentando diferencia significativa entre los tratamientos ($P<0.05$). La concentración de oxígeno disuelto vario de 3.93 a 9.42 mg L⁻¹, presentando mayores niveles de concentración de oxígeno disuelto en el tratamiento control ($P<0.05$), mientras, las medias fueron de 6.27; 6.37; 6.34 y 6.69 mg L⁻¹ para los respectivos tratamientos BFT36, BFT32, BFT28 y CTL36.

La alcalinidad varió de 20 a 255 mg L⁻¹ de CaCO₃, presentando valores medios de 96.71; 111.49; 125.21 y 58.97 mg L⁻¹ de CaCO₃ para BFT36, BFT32, BFT28 y CTL36, respectivamente, presentando diferencia significativa entre los tratamientos ($P<0.05$), siendo que el tratamiento CTL36 presentó valores de alcalinidad más bajo que los demás tratamientos con bioflocos.

Tabla 1. Valores medios $\pm$ desviación estándar de las variables físico-químicas de la calidad da agua durante el cultivo de la tilapia *Oreochromis niloticus* alimentadas con diferentes niveles de proteína bruta y cultivadas en sistemas de bioflocos.

Variables	Tratamientos			
	BFT36	BFT32	BFT28	CTL36
Temperatura (°C)	25.98 $\pm$ 1.15 ^a	26.02 $\pm$ 1.15 ^a	25.99 $\pm$ 1.17 ^a	26.24 $\pm$ 1.71 ^b
Oxigeno disuelto (mg L ⁻¹)	6.27 $\pm$ 0.92 ^a	6.37 $\pm$ 1.20 ^a	6.34 $\pm$ 0.92 ^a	6.69 $\pm$ 1.62 ^b
pH	7.79 $\pm$ 0.38 ^a	7.84 $\pm$ 0.37 ^b	7.88 $\pm$ 0.35 ^b	8.33 $\pm$ 0.50 ^c

Alcalinidad (mg L ⁻¹)	96.71± 47.76 ^a	111.49 ± 51.08 ^{ab}	125.21± 43.65 ^b	58.97± 48.56 ^c
NAT (mg L ⁻¹)	3.68±1.87 ^a	3.90±2.49 ^a	4.06±2.22 ^a	1.60±2.41 ^b
N-NO ₂ (mg L ⁻¹)	1.03±1.62 ^a	0.76±0.85 ^a	0.83±1.36 ^a	1.19±1.32 ^a
NO ₃ (mg L ⁻¹)	69.77±58.91 ^a	57.86±54.37 ^a	58.02±50.56 ^a	12.46± 12.23 ^b
Ortofosfato (mg L ⁻¹)	52.84±80.20 ^a	60.77±70.56 ^a	43.89±37.78 ^a	55.23±66.55 ^a
SS (mL L ⁻¹)	30.99±8.70 ^a	31.22±9.98 ^a	31.75±10.31 ^a	-
SST (mg L ⁻¹)	575.97±245.43 ^a	607.17±273.07 ^a	641.02±295.99 ^a	-

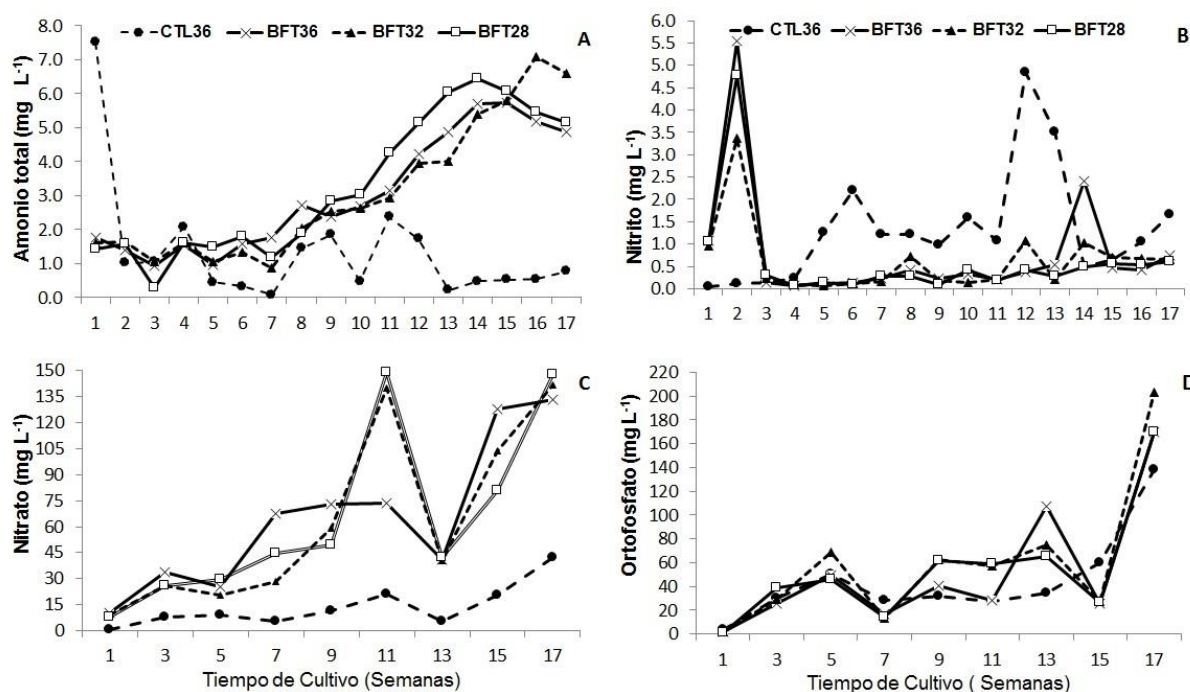
177 Letras diferentes en la misma línea significan diferencia estadística entre los tratamientos ($P<0,05$).
 178 Tratamientos: BFT 36 (ración 36% PB); BFT 32 (ración 32% PB); BFT 28 (ración 28% PB); CTL 36 (Control
 179 - ración 36% PB); NAT=Nitrógeno del amonio total; N-NO₂= Nitrógeno del nitrito; NO₃ = Nitrato; SS =
 180 Sólidos sedimentables; SST = Sólidos suspensos totales.

181 Las medias semanales de las concentraciones de los compuestos nitrogenados disueltos (NAT,
 182 N-NO₂ y NO₃) y del ortofosfato durante los 119 días de cultivo están presentados en la figura
 183 1. El nitrógeno del amonio total (NAT) presentó valores medios de 3.68; 3.90; 4.06 e 1.60 mg L⁻¹,
 184 respectivamente en los tratamientos BFT36, BFT32, BFT28 y CTL36. Las menores
 185 concentraciones de NAT fueron obtenidas en el tratamiento control CTL36, que se distinguió
 186 significativamente de los demás tratamientos ($P<0,05$). El nitrógeno del amonio total presentó
 187 baja variación hasta la décima semana, entre tanto en los tratamientos con bioflocos es posible
 188 observar un aumento de este compuesto (Figura 1A).

189 Durante el cultivo, la variable, nitrito presentó valores medios de 1.03; 0.76; 0.83 y 1.19 mg L⁻¹
 190 de N-NO₂, respectivamente, para los tratamientos BFT36, BFT32, BFT28 y CTL36, no habiendo
 191 diferencia significativa entre los tratamientos ($P>0,05$). Las medias de nitrato (NO₃) tuvieron
 192 la misma tendencia para todos los tratamientos con bioflocos a lo largo del cultivo, con el
 193 acumulo de este compuesto (Figura 1C) a partir de la primera semana, siendo
 194 significativamente mayores ($P<0,05$) que el tratamiento control.

195 Las concentraciones del ortofosfato no presentaron diferencia significativa entre los
 196 tratamientos, con valores variando de 0.32 a 248 mg L⁻¹ (Figura 1D) y presentando medias de
 197 52.84, 60.77, 43.89 e 55.23 mg L⁻¹ de PO₄³⁻, en los tratamientos BFT36, BFT32, BFT28 e CTL36
 198 respectivamente.

Figura 1. Concentraciones medias de los compuestos nitrogenados del amonio total (A), N-nitrito (B), nitrato (C) y ortofosfato (D) durante el cultivo de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* alimentadas con diferentes niveles proteicos, por 119 días. Tratamientos: CTL36 (Control - ración de 36% PB); BFT36 (ración de 36% PB); BFT32 (ración de 32% PB); BFT28 (ración de 28% PB).



El volumen de los sólidos sedimentables no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos ($P>0.05$), con medias de 30.99; 31.22 y 31.75 mL L⁻¹, para los tratamientos BFT36, BFT32 y BFT28 respectivamente. Así, el volumen de estos sólidos se mantuvo en una concentración media de 31 mL L⁻¹, haciendo uso de tanques de sedimentación para mantener los sólidos en este nivel. Los sólidos suspensos totales presentaron valores medios de 575.97, 607.17 y 641.02 mL L⁻¹, para los tratamientos BFT36, BFT32 y BFT28, respectivamente. No presentaron diferencia significativa para los tratamientos con bioflocos ($P>0.05$).

El consumo de agua en el tratamiento control fue de 112.4 m³, el equivalente a 28.1 m³ por tanque. La relación de consumo de agua por producción de peces fue de 11.22 m³ Kg⁻¹, mientras que en los tratamientos con bioflocos consumieron 15.3 m³ de agua, equivalente a 1.27 m³ por tanque, resultando en una relación de consumo de agua por producción de peces de 0.59 m³ Kg⁻¹ (Tabla 2). Esa relación (m³ Kg⁻¹) en el tratamiento control corresponde a 19 veces al que fue encontrado en los tanques con bioflocos.

Tabla 2 - Relación consumo de agua versus biomasa producida durante los 119 días de cultivo de la tilapia *Oreochromis niloticus* alimentadas con diferentes niveles de proteína bruta en sistemas de bioflocos.

Características	Tratamientos			
	BFT36	BFT32	BFT28	CTL36
Biomasa producida (Kg)	9.69	8.12	7.89	10.01
Consumo de agua (m ³)	5.1	5.1	5.1	112.4
Relación (m ³ Kg ⁻¹)	0.526	0.628	0.646	11.228

Los resultados del desempeño zootécnico de las tilapias después de 119 días de cultivo están presentados en la Tabla 3. El peso final, la ganancia de peso, la ganancia de peso diario y la tasa de crecimiento específico presentaron diferencias significativas entre los tratamientos con bioflocos y el tratamiento CTL36 ($P<0.05$).

Los peces alimentados con ración de contenido de proteína bruta de 36% presentaron peso medio final de 546.96 y 421.02 g, para los tratamientos CTL36 y BFT36, respectivamente. Estos resultados fueron significativamente superiores cuando comparados con aquellos cultivados con menores niveles de proteína bruta (BFT32 y BFT28). La ganancia de peso diario vario de 2.21 a 4.04 gr día⁻¹ ($P<0.05$). El factor de conversión alimenticia (FCA) fue de 1.43 y 1.51 en los tratamientos alimentados con ración de 36% de proteína bruta, CTL36 y BFT36, respectivamente, siendo estos significativamente menores ($P<0.05$) que los tratamientos con ración de 28 y 32% de proteína bruta (BFT28 y BFT32, respectivamente).

Tabla 3. Valores medios $\pm$ desviación estándar de las variables de crecimiento de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* alimentadas con diferentes niveles de proteína bruta y cultivadas en sistemas de bioflocos.

Variables	Tratamientos			
	BFT36	BFT32	BFT28	CTL36
Peso final (g)	421.02 $\pm$ 54.97 ^a	342.36 $\pm$ 18.63 ^b	328.84 $\pm$ 14.95 ^b	546.96 $\pm$ 44.74 ^c
Ganancia de peso (g)	355.58 $\pm$ 54.97 ^a	276.91 $\pm$ 18.63 ^b	263.39 $\pm$ 14.95 ^b	481.51 $\pm$ 44.74 ^c
GPD (g día ⁻¹)	2.98 $\pm$ 0.38 ^a	2.32 $\pm$ 0.16 ^b	2.21 $\pm$ 0.13 ^b	4.04 $\pm$ 0.38 ^c
TCE (% día ⁻¹)	1.56 $\pm$ 0.11 ^a	1.39 $\pm$ 0.04 ^b	1.35 $\pm$ 0.04 ^b	1.78 $\pm$ 0.07 ^c
Sobrevivencia (%)	95.83 $\pm$ 5.89 ^a	98.96 $\pm$ 2.08 ^a	100 $\pm$ 0.00 ^a	76.04 $\pm$ 7.12 ^b
FCA	1.51 $\pm$ 0.19 ^a	1.88 $\pm$ 0.10 ^b	2.02 $\pm$ 0.09 ^b	1.43 $\pm$ 0.14 ^a
Biomasa final (Kg)	9.69 $\pm$ 1.51 ^a	8.12 $\pm$ 0.30 ^a	7.89 $\pm$ 0.36 ^a	10.01 $\pm$ 1.52 ^a
Productividad (Kg m ⁻³)	12.12 $\pm$ 1.89 ^a	10.16 $\pm$ 0.38 ^a	9.86 $\pm$ 0.45 ^a	12.51 $\pm$ 1.90 ^a

Letras diferentes en la misma línea significan diferencia estadística entre los tratamientos.

Tratamientos: CTL 36 (Control – ración de 36% PB); BFT36 (ración de 36% PB); BFT32 (ración de 32% PB); BFT28 (ración de 28% PB).

La tasa de crecimiento específico (TCE) vario de 1.35 a 1.78% día⁻¹, presentando diferencia significativa entre los tratamientos ($P<0.05$), y siendo inferiores en los tratamientos con menores niveles de proteína bruta (BFT28 y BFT32), cuando comparados a los tratamientos con mayor concentración de proteína bruta (CTL36 y BFT36) ($P<0.05$). La sobrevivencia fue significativamente menor en el tratamiento CTL36 ($P<0.05$). Al final del cultivo la sobrevivencia media fue de 92.7%, registrando el mayor índice en el tratamiento BFT28 (100%). La biomasa final entre los tratamientos varió de 7.89 a 10.01 Kg, resultando en una productividad que vario de 9.86 a 12.51 Kg m⁻³. Ambas variables no fueron significativamente influenciadas por el nivel de proteína bruta utilizados en la alimentación ($P>0.05$). Para el rendimiento de los filetes, los diferentes tratamientos presentaron valores medios de 28.78, 25.77, 24.57 y 28.08% para BFT36, BFT32, BFT28 y CTL36, respectivamente (Tabla 4), fueron observadas diferencia significativa entre los tratamientos ($P<0.05$).

Tabla 4. Valores de rendimiento del filete, de la Tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* alimentadas con diferentes niveles de proteína bruta y cultivadas en sistemas de bioflocos.

Tratamientos		Pez entero	Peso de la piel	Peso de los filetes
	Peso (g)	438	20.1	126
BFT36	Rendimiento (%)	100	4.58	28.78 ^a
	Peso (g)	390	25.6	100,6
BFT32	Rendimiento (%)	100	6.56	25.77 ^b
	Peso (g)	380	21.5	93,4
BFT28	Rendimiento (%)	100	5.65	24.57 ^b
	Peso (g)	485	22.4	136,2
CTL36	Rendimiento (%)	100	4.61	28.08 ^a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ($P<0.05$).

DISCUSIÓN

El desempeño zootécnico de las tilapias cultivadas está directamente relacionado con la calidad del agua presente en el sistema de cultivo. Una vez que cambian las variables físico-químicas pueden afectar el consumo de alimento por parte de los peces, lo que interfiere en las tasas de crecimiento, y consecuentemente, en la biomasa final (FRANCIS-FLOYD, 1996;

AVNIMELECH, 2009). Las variables de calidad del agua (temperatura, oxígeno y pH) en este experimento permanecieron dentro del rango adecuado para el crecimiento de las tilapias en sistemas de bioflocos, de acuerdo con los estudios de WIDANARNI *et al.*, (2012), que obtuvieron variación térmica de 26.0 a 29.3°C, con forme EMERENCIANO *et al.*, (2017) el pH ideal para el cultivo de las tilapias en BFT debe ser mantenido entre 6.8 y 8.0.

La dinámica de la demanda de oxígeno en cultivos es compleja, y depende de varios factores físicos, químicos y biológicos. Las concentraciones de oxígeno disuelto mayores que 4 mg L⁻¹, durante el periodo experimental estuvieron encima de lo recomendado por AVNIMELECH (2011), para el cultivo de tilapias en sistema de bioflocos y por TRAN-DUY *et al.*, (2012) que sugieren concentraciones mínimas de oxígeno disuelto de 5.5 mg L⁻¹ para tilapias con peso superior a 200 g en sistemas intensivos de recirculación.

Los resultados de la alcalinidad quedaron por debajo de lo recomendado por EBELING *et al.*, (2006), los cuales recomiendan alcalinidad de 150 mg L⁻¹ de CaCO₃ para sistemas de cultivo con bioflocos. Esos autores afirman que el consumo de alcalinidad por bacterias heterotróficas, como fuente de carbono (3.57 g g⁻¹ Nitrógeno Amoniacal), todavía de forma moderada, es un aspecto importante en sistemas con recambio de agua limitada, siendo necesaria la adición de carbonatos para mantener la alcalinidad en niveles aceptables. De acuerdo con AZIM y LITTLE (2008), al evaluar la calidad del agua en sistema con y sin bioflocos, obtuvieron una variación de 8 a 250 y de 18 a 27 mg L⁻¹ de CaCO₃, respectivamente, en los tratamientos con y sin bioflocos. Tales resultados indican que el sistema de bioflocos tiene baja capacidad de taponamiento y requiere constante adición de correctivos.

Las tilapias son más resistentes a la toxicidad por amonio cuando comparadas con otras especies, y esa capacidad aumenta con el tamaño del pez (BENLI y KÖKSAL, 2005). Los resultados de las concentraciones de amonio tóxico estuvieron debajo de lo letal de N-NH₃, encontrada por El-SHERIF *et al.*, (2008) que encontraron como concentración letal 7.1 mg L⁻¹ al exponer alevines de tilapias del Nilo por 48 horas. Los peces excretan amonio por diferencia de concentración entre el medio interno y externo a través de las branquias. Cuando la concentración en el agua es mayor, el amonio en la forma no ionizable (NH₃) se difunde por las branquias debido a la falta de carga, causando daños en el organismo y exposición a enfermedades. El amonio tóxico es más problemático en pH alcalino cuando ocurre mayor conversión del amonio (NH₄⁺) en amoniaco (NH₃) (FRANCIS-FLOYD, 1996; LIM y WEBSTER, 2006; AVNIMELECH, 2009).

El nitrito es un compuesto intermediario del proceso de nitrificación y desnitrificación, siendo fácilmente acumulado en sistemas acuícolas intensivos (WANG *et al.*, 2004). Los valores medios obtenidos estuvieron debajo de lo encontrado por LIMA *et al.*, (2015), que al probar diferentes densidades de siembra en sistema de bioflocos, obtuvieron media de 1.66 mg L⁻¹ de N-NO₂, para la densidad de 30 peces m⁻³. Mientras que en el presente estudio, el nitrito permaneció en niveles medios de 0.87 mg L⁻¹, presentando mayores concentraciones en la segunda semana de cultivo: 5.54; 3.37 y 4.76 mg L⁻¹ de N-NO₂, respectivamente, para los tratamientos BFT 36, BFT 32 y BFT 28, respectivamente. Como puede ser visto en la Figura 1B, el pico en el gráfico de la concentración media de nitrito que corresponde a la segunda semana, en común para todos los tratamientos, muestra el resultado de la acción de bacterias *Nitrossomonas* que convirtieron el amonio acumulado en la agua de cultivo en nitrito, siendo el valor máximo encontrado de 6.01 mg/L de N-NO₂ (20.04 mg L⁻¹ de NO₂), menor que la concentración letal estimada por YANBO *et al.*, (2006), que observaron concentraciones arriba de 28.1 mg L⁻¹ de NO₂ pueden causar hasta 50% de mortalidad para alevinos de tilapias después de 96 horas de exposición.

El mayor problema asociado a los sistemas cerrados de producción de peces es el riesgo potencial de ocurrencia de una rápida eutrofización da agua en consecuencia del aumento de nutrientes y materia orgánica a lo largo del cultivo (HARGREAVES, 2006). Sin embargo, el exceso de sólidos puede causar otros impactos negativos al cultivo, como el aumento de la demanda biológica de oxígeno y la oclusión de branquias de los animales cultivados son los que más se destacan. Una deficiencia en la capacidad de absorción de oxígeno para mantener los procesos metabólicos ocasionados por la oclusión, todavía parcial, de las branquias de los peces, irá comprometer tanto la ganancia de peso como la sobrevivencia (FURTADO *et al.*, 2011).

Los resultados de los sólidos sedimentables (SS) y sólidos suspensos totales (SST) quedaron dentro de lo recomendado por AVNIMELECH (2007) para el cultivo de tilapias en sistema de bioflocos deben ser mantenidos entre 20 a 30 mL L⁻¹ de sólidos sedimentables, y entre 460 y 643 mg L⁻¹ de sólidos suspensos totales. Estudios hechos por AZIM y LITTLE (2008) obtuvieron valores medios de SST de 560 y 597 mg L⁻¹, la comunidad microbiana desellada y las reservas de alimento están asociadas al SST.

La tecnología de bioflocos favorece el mínimo recambio de agua, pero manteniendo la calidad de esta dentro de la unidad de cultivo, produciendo bioflocos ricos en proteínas, que a su vez sirve de alimento para los organismos acuáticos (CRAB, 2010a; CRAB *et al.*, 2007, 2009). En

comparación con tecnologías de tratamiento de agua convencional usado en la acuicultura, la tecnología bioflocos proporciona una alternativa económica, reduciendo los costos de tratamiento de agua en 30% más la ganancia potencial de la reducción de costos de alimentación, pues la eficiencia da proteína es dos veces mayor con la tecnología de bioflocos en comparación con sistemas convencionales, y por eso es una alternativa de bajo costo para el desarrollo de la acuicultura (AVNIMELECH, 2009; DE SCHRYVER *et al.*, 2008). En este estudio el tratamiento control consumió un total de agua de 11.22 m³ Kg⁻¹ de pez producido, mientras que los tratamientos con bioflocos consumieron 0.59 m³ Kg⁻¹. Esa relación (m³ Kg⁻¹) al tratamiento control corresponde a 19 veces a lo encontrado en los tanques con bioflocos. Estos resultados fueron similares a los encontrados por LUO *et al.*, (2014), que obtuvieron consumo de agua de 1.67 m³ Kg⁻¹ para los sistemas de bioflocos y 1.0 m³ Kg⁻¹ para los sistemas de recirculación en cultivo experimental con tilapias.

Los cultivos en sistemas de bioflocos han sido mostrado como una opción para el control de la mortalidad en la acuicultura comparado con los sistemas tradicionales (PÉREZ-FUENTES *et al.*, 2016), y puede estar relacionado al aumento de la inmunidad de los peces cultivados (LUO *et al.*, 2014; EKASARI *et al.*, 2015). Los resultados de la sobrevivencia fueron semejantes a los obtenidos por AZIM y LITTLE (2008), que reportaron sobrevivencia de 100% al evaluar el crecimiento de la tilapia del Nilo cultivada con tecnología de bioflocos en tanques experimentales y alimentados con diferentes niveles de proteína bruta en la ración.

La presencia de agregados microbianos, formados por la presencia de una fuente proteica y la adición de una fuente de carbono orgánico, puede contribuir en la nutrición de las tilapias (AZIM y LITTLE, 2008). AVNIMELECH *et al.*, (1994) probaron dos dietas (30% de PB y 20% de PB con adición de una fuente de carbono) para tilapias de 112g y 205g y encontraron mejor desempeño para la ganancia de peso con el tratamiento de 20% de PB, probablemente debido al crecimiento microbiano que sirvió de alimento para los peces. El menor contenido de PB en la raciones promovió una economía de 45% y 56% en el costo de alimentación para peces de 112g y 205g, respectivamente. Estos dos trabajos mostraron que es posible reducir el nivel de proteína en las dietas desde que suplemente el sistema con alguna fuente de carbono orgánico para promover el aumento de la biomasa microbiana, sin embargo, en nuestro experimento, los tratamientos con bioflocos no siguieron esa orden, las proteínas bruta de 28 y 32% tuvieron menor crecimiento, cuando comparados con la proteína de 36%, esto se debe al hecho de la alta concentración de amonio total, siendo un factor limitante para la transformación de la energía alimentar en ATP; con eso inhibe el crecimiento de los peces y provoca la desaminación

de los aminoácidos, lo que, por su vez, imposibilita la formación de proteínas, esencial en el crecimiento de los animales cultivados (AVNIMELECH, 2009; EBELING y TIMMONS, 2006; HARGREAVES, 1998; PARKER y DAVIS, 1981).

Los valores de factor de conversión alimenticia (FCA) obtenidos en este estudio fueron mejores a los encontrados por AZIM y LITTLE (2008) utilizando sistemas con y sin bioflocos en el cultivo de tilapias (3.51 y 4.97), respectivamente. Para los resultados de la productividad fueron similares a los estudios de LIMA *et al.*, (2015), donde estudiando los efectos de la densidad de siembra de 30 peces/m³ en el cultivo de tilapias en sistemas de bioflocos, utilizando la melaza líquida como fuente de carbono, encontraron productividad de la orden de 12.65 Kg m⁻³. RAKOCY *et al.*, (2004), cultivando tilapias en tanques circulares de 200 m³ con bioflocos, en una densidad de 20 y 25 peces m⁻³, obtuvieron una productividad de 14.40 y 13.70 Kg m⁻³, respectivamente, que fue semejante a lo encontrado en el presente estudio, y corroborando con el estudio de AVNIMELECH (2005), donde el mismo afirma que productividades de 10 a 40 Kg de peces m⁻³ pueden ser obtenidas en tanques con la tecnología de bioflocos.

Los resultados del rendimiento de filete fueron semejantes a los encontrados por PÉREZ-FUENTES *et al.*, (2016), donde obtuvieron media de 26.77 %, estudiando los efectos de la relación de carbohidrato 20:1 en el cultivo de la tilapia *Oreochromis niloticus* en bioflocos. El rendimiento de filete de la tilapia del Nilo, varía de 25.4% hasta valores próximos a 42.0%, en función del peso corporal (CLEMENT y LOVELL, 1994; MACEDO-VIEGAS *et al.*, 1997; SOUZA y MACEDO-VIEGAS, 2001; SOUZA *et al.*, 1999, 2002).

En el cultivo de la tilapia en sistemas de bioflocos es importante resaltar que la simple adición de una fuente de proteína no es condición suficiente para la formación de los macroagregados microbianos como ocurrió en los tratamientos con nivel de proteína bruta de 28 y 32%. La adición de proteína bruta debe ser ajustada con la ayuda de una buena relación de carbono:nitrógeno, correlacionado con un eficiente sistema de aireación, para mantener la mezcla de agua con una buena oxigenación. También existen otros factores, tales como, la densidad de siembra, frecuencia del suministro de la ración y de melaza, la concentración de amonio total en el agua, entre otros. Estos factores pueden ser determinantes para la formación de los macroagregados microbianos, y consecuentemente, el aumento del desempeño productivo de las tilapias.

CONCLUSIÓN

El cultivo de la tilapia del Nilo *O. niloticus*, en el sistema de bioflocos y sistemas con renovación de agua, demostraron desempeño semejante donde se constatan factor de conversión alimenticia de la orden de 1.5 y productividad superior a 12 Kg m⁻³. Los cultivos con bioflocos demostraron ser una actividad sustentable, una vez que fue posible producir 1 Kg de pez con apenas 0.59 m³, mientras el tratamiento con renovación de agua utilizó 11.22 m³ de agua, lo que representa aproximadamente 19 veces menos el volumen del agua cuanto comparado al sistema tradicional. Por lo tanto se sugiere la utilización de proteína de 36% PB para la fase de engorda de la tilapia en sistemas de bioflocos y sistemas de agua clara, sin comprometer el crecimiento de los peces.

REFERENCIAS

American Public Health Association (APHA). 1995 **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington: 19. Ed. 1082p.

AL-HAFEDH, Y.S. 1999 Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, 30: 385-393.

AVNIMELECH, Y. 2005 Tilapia harvest microbial flocs in active suspension research pond. **Global Aquaculture Advocate**, 57-58.

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: World Aquaculture Society. 182p.

AVNIMELECH, Y. 2011 Tilapia production using biofloc technology - saving water, waste recycling improves economics. **Global Aquaculture Advocate**, 66-68.

AVNIMELECH, Y. 2012 **Biofloc Technology: A Practical Guide Book**, 2 ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge. 272p.

AVNIMELECH, Y.; KOCHVA, M.; DIAB, S. 1994. Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *Bamidgeh*, 46: 119-131.

- 415 AZIM, M.E.; LITTLE, D.C. 2008 The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality,
416 biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).
417 **Aquaculture**, 283: 29-35.
- 418 BENLI, A. Ç. K.; KÖKSAL, G. 2005 The Acute Toxicity of Ammonia on Tilapia (*Oreochromis*
419 *niloticus* L.) Larvae and Fingerlings. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, 29:
420 339-344.
- 421 BOTARO, D.; FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; SANTOS, L.D. 2007 Redução da proteína, com
422 base no conceito de proteína ideal, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), criada em
423 tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36: 517-525.
- 424 BURFORD, M.A.; THOMPSON, P.J.; MCINTOSH, R.P.; BAUMAN, R.H.; PEARSON, D.C.,
425 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in
426 Belize. *Aquaculture*, 219: 393-411.
- 427 CLEMENT, S.; LOVELL, R.T. 1994 Comparison of processing yield and nutrient composition
428 of culture of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel cat fish (*Ictalurus punctatus*).
429 **Aquaculture**, 119: 299-310.
- 430 CRAB, R.; AVNIMELECH, Y.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. 2007 Nitrogen
431 removal techniques in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**, 270: 1-14.
- 432 CRAB, R.; KOCHVA, M.; VERSTRAETE, W.; AVNIMELEC, Y. 2009 Bio-flocs technology
433 application in over-wintering of tilapia. **Aquacultural Engineering**, 40: 105-112.
- 434 CRAB R. 2010 **Bioflocs technology**: an integrated system for the removal of nutrients and
435 simultaneous production of feed in aquaculture. Tese. Ghent University, Ghent, Bélgica, 178p.
- 436 CRAB, R.; CHIELENS, B.; WILLE, M.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. 2010 The effect of
437 different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium*
438 *rosenbergii* postlarvae. **Aquaculture Research**, 41: 559-567.
- 439 CRAIG, S.; HELFRICH, L.A. 2002 Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding. **Virginia**
440 **Cooperative Extension**, 420 – 256: 4.

- 441 DE ANDRADE, R. L. B.; WAGNER, R. L.; MAHL, I.; MARTINS, R. S. 2005 Custos de produção
442 de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do
443 Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, 35: 198-203.
- 444 DE SCHRYVER, P.; CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOON, N.; VERSTRAETE, W. 2008 The basics
445 of bioflocs technology: The added value for aquaculture. **Aquaculture**, 277: 125-137.
- 446 EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B.; BISOGNI, J. J. 2006 Engineering analysis of the
447 stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-
448 nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, 257: 346-358.
- 449 EKASARI, J.; RIVANDI, D. R.; FIRDAUSI, A. P.; SURAWIDJAJA, E. H.; ZAIRIN JR., M.;
450 BOSSIER, P.; DE SCHRYVER, P. 2015 Biofloc technology positively affects Nile tilapia
451 (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. **Aquaculture**, 441: 72-77.
- 452 EL-SAYDI, D.M.S.D.; GABER, M.M.A. 2005 Effect of dietary protein levels and feeding rates
453 on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia (*Oreochromis*
454 *niloticus*), cultured in concrete tanks. **Aquaculture Research**, 36: 163-171.
- 455 EL-SAYED, A-F. M. 1998 Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile
456 tilápia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. **Aquaculture Research**, 29: 275-280.
- 457 EL-SHERIF, M.S.; FEKY, E.; AMAL, M. 2008 Effect of ammonia on Nile tilapia (*Oreochromis*
458 *niloticus*) performance and some hematologic and histological measures. In: **Proceedings**
459 **of the 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture**, Cairo, Egypt, 513-530p.
- 460 EMERENCIANO, M.G.C.; MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L.F.; PORCHAS, M.M.; BAEZA, A.M.
461 2017 Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Managament in Aquaculture.
462 INTECH open Science open minds, 5: 91-109.
- 463 FRANCIS-FLOYD, R. 1996 Use of Formalin to Control Fish Parasites. In: **Institute of Food and**
464 **Agricultural Sciences (IFAS) cooperative extension manual**. IFAS publication, Florida. No.
465 VM-1977.

- 466 FURTADO, P.; POERSCH, L.H.; WASIELESKY, W. 2011 Effect of calcium hydroxide,
467 carbonate and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical performance of shrimp
468 *Litopenaeus vannamei* reared in bio-flocs technology (BFT) systems. **Aquaculture**, 321: 130-135.
- 469 FURUYA, W.M.; HAYASHI, C. FURUYA, V.R.B. 2000 Exigência de proteína para alevino
470 revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade Brasileira de**
471 **Zootecnia**, 29: 1912-1917.
- 472 HARGREAVES, J. A. 1998 Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. Review.
473 *Aquaculture*, 166: 181-212.
- 474 HARGREAVES, J. A. 2006 Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture.
475 **Aquacultural Engineering**, 34: 344-363.
- 476 HARGREAVES, J. A. 2013 Biofloc Production Systems for Aquaculture. **Southern Regional**
477 **Aquaculture Center**, 4503: 1-12
- 478 HARI, B.; KURUP, B.M.; VARGUESE, J.T.; SCHRAMA, J.W. & VERDEGEM, M.C.J. 2004
479 Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems.
480 **Aquaculture**, Amsterdam, 241: 79-194.
- 481 LIM, C.; WEBSTER, C. D. 2006 **Tilapia: biology, culture, and nutrition**. New York, Food
482 Products Press. 704p.
- 483 LIMA, E.C.R.; SOUZA, R.L.; WAMBACH, X.F.; SILVA, U.L.; CORREIA, E.S. 2015 Cultivo da
484 tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos com diferentes densidades de
485 estocagem. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, 16: 948-957.
- 486 LUO, G., WANG, C., LIU, W., SUN, D., LI, L., TAN, H. 2014 Growth, digestive activity,
487 welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis*
488 *niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system.
489 **Aquaculture**, 422-423: 1-7.
- 490 MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R.; KRONKA, S.N. 1997 Estudo da carcaça de tilápia
491 do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. **Revista Unimar**, 19: 863- 870.
- 492 MENDES, P.P. 1999 **Estatística aplicada à aquicultura**. Bagaço, Recife, 265p.

- 493 NG, W.; ROMANO, N. A 2013 review of the nutrition and feeding management of farmed
494 tilapia throughout the culture cycle. **Reviews in Aquaculture**, 5: 220-254.
- 495 PARKER, N.; DAVIS, K. 1981 Requirements of warmwater fish. In: **BIOENGINEERING**
496 **SYMPOSIUM FOR FISH CULTURE**, Bethesda. Proceedings... Bethesda: Fish Culture Section
497 of the American Fisheries Society, 21-28.
- 498 PÉREZ-FUENTES, J. A.; HERNÁNDEZ-VERGARA, M. P.; PÉREZ-ROSTRO, C. I.; FOGEL, I.
499 2016 C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*
500 raised in a biofloc system under high density cultivation. **Aquaculture**, 452: 247-251.
- 501 PEZZATO, L.E.; PACKER, I.V.; PEZZATO, A.C. 1986 Efeito de níveis de proteína sobre o
502 crescimento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), submetida a reversão sexual. In: **Anais**
503 **do Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, Cuiabá, 5: 70-71.
- 504 RAKOCY, J.E.; BAILEY, D.S.; THOMAN, E.S.; SHULTZ, R.C. 2004 Intensive tank culture of
505 tilapia with a suspended, bacterial-based treatment process: new dimensions in farmed tilapia.
506 In: **International Symposium on Tilapia in Aquaculture**, 6: 584-596.
- 507 SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; ALI, AM; BURGER, J.M.; ALMEIDA, R.V.;
508 AYUB, Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D.L. 2007 Use of molasses as carbon
509 source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*.
510 **Aquaculture Engineering**, 36: 184-191.
- 511 SILVA, S.S.; GUNASEKARA, R.M.; ATAPATU, D. 1989 The dietary protein requirements of
512 young tilapia and an evaluation of the least cost of dietary protein levels. **Aquaculture**, 80:
513 271-284.
- 514 SOUZA, M.L.R.; MACEDO-VIEGAS, E.M.; KRONKA, S.N. 1999 Influência do método de
515 filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça da tilápia do Nilo (*Oreochromis*
516 *niloticus*). **Rev. Bras. Zootec.**, 28: 1-6.
- 517 SOUZA, M.L.R.; MACEDO-VIEGAS, E.M. 2001 Comparação de quatro métodos de filetagem
518 utilizado para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento do processamento.
519 **Infopesca Internacional**, :26-31.

- 520 SOUZA, M.L.R.; MACEDO-VIEGAS, E.M.; FARIA, R.H.S. 2002 Análise quantitativa do
521 processo de defumação e avaliação sensorial de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)
522 e pacu (*Piaractus mesotamicus*). In: AQUICULTURA BRASIL, Goiânia. Anais... Goiânia: Abraq.
523 228p.
- 524 TACON, A.G.J.; CODY, J.; CONQUEST, L.; DIVAKARAN, S.; FORSTER, I.P. & DECAMP,
525 2002 O. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white
526 shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. **Aquaculture Nutrition**, 8: 121-137.
- 527 TRAN-DUY, A.; VAN DAM, A.A.; SCHRAMA, J.W. 2012 Feed intake, growth and metabolism
528 of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in relation to dissolved oxygen concentration.
529 **Aquaculture Research**, 43: 730-744.
- 530 WANG, W.N., WANG, A.-L., ZHANG, Y.-J., LI, Z.-H., WANG, J.-X., SUN, R.-Y. 2004 Effects
531 of nitrite on lethal and immune response of *Macrobrachium nipponense*. **Aquaculture**, 232: 679-
532 686.
- 533 WASIELESKY JR., W.; ATWOOD, H.; STOKES, A. & BROWDY, C.L. 2006 Effect of natural
534 production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system
535 for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 258: 396-403.
- 536 WIDANARNI; EKASARI, J.; MARYAM, S. 2012 Evaluation of Biofloc Technology Application
537 on Water Quality and Production Performance of Red Tilapia *Oreochromis* sp. Cultured at
538 Different Stocking Densities. **Journal of Biosciences**, 19: 73-80.
- 539 YANBO W.; WENJU Z.; WEIFEN L.; ZIRONG X. 2006 Acute toxicity of nitrite on tilapia
540 (*Oreochromis niloticus*) at different external chloride concentrations. **Fish Physiology and**
541 **Biochemistry**, 32: 49-54.
- 542 ZAR, J.H. 1996 **Biostatistical analysis**. 3. Ed. New Jer-sey. Prentice Hall, 622p.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se a realização de outros trabalhos com o uso de diferentes níveis de proteína na ração, utilizando tanques de cultivo com maiores dimensões, visando otimizar produtividade em maior escala.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATENCIO, G.V.; PERTUZ, B.V.; BRU, C.S.; AYAZO, G.J. **Curso teórico - práctico tecnología de cultivo biofloc: fundamentos y manejo**. Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba, Montería, Colômbia. 2013.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, p. 227-235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. Tilapia harvest microbial flocs in active suspension research pond. **Global Aquaculture Advocate**, p.57-58, 2005.
- AVNIMELECH, Y. Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. **Aquaculture Engineering**, v. 34, p. 172-178, 2006.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, p.140-147, 2007.
- AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology: a practical guide book**. Baton Rouge, Louisiana: World Aquaculture Society, 2009, 182p.
- 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**, v.283, p.29-35, 2008.
- COLT, J.; LAMOUREUX, J.; PATTERSON, R.; ROGERS, G. Reporting standards for biofilter performance studies. **Aquacultural Engineering**, v.34, n.3, p.377-388, 2006.
- CRAB, R.; CHIELENS, B.; WILLE, M.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. **Aquaculture Research**, v. 41, p. 559-567, 2010.
- CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, v. 356-357, p. 351-356, 2012.
- DE SCHRYVER, P.; CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOON, N.; VERSTRAETE, W. The basics of bioflocs technology: The added value for aquaculture. **Aquaculture**, v.277, p.125-137, 2008.

- EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B.; BISOGNI, J. J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 257, p. 346-358, 2006.
- EL-SAYED, A-F. M. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. **Aquaculture Research**, v. 29, p. 275-280, 1998.
- EL-SAYED, A. M. **Tilapia culture**. CABI Publishing, Oxfordshire, U.K., 2006, 277 p.
- EMERENCIANO, M.; GAXIOLA, G.; CUZON, G. Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry. In: MATOVIC, M. D. (Ed.), **Biomass Now: Cultivation and Utilization**. Manhattan: InTech, p. 301-328, 2013.
- FITZSIMMONS, K. Tilapia culture. In: Kelly, A.& Silverstein, J Eds. **Aquaculture in the 21 Century**. American Fisheries Society, Maryland, p. 563-590, 2005.
- GOMES, S. Z. Nutrição e alimentação de peixes e crustáceos. In: POLI, C.R. et. al. **Aqüicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2004.
- HARGREAVES, J. A. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. **Aquacultural Engineering**, v. 34, p. 344-363, 2006.
- HARGREAVES, J. A. Biofloc Production Systems for Aquaculture. **Southern Regional Aquaculture Center**, v. 4503, p. 1-12, 2013.
- KUHN, D. D.; LAWRENCE, A. L.; BOARDMAN, G. D.; PATNAIK, S.; MARSH, L.; FLICK JR., G. J. Evaluation of two types of bioflocs derived from biological treatment of fish effluent as feed ingredients for Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 30, p. 28-33, 2010.
- LUO, G., WANG, C., LIU, W., SUN, D., LI, L., TAN, H. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. **Aquaculture**, v. 422–423, p. 1–7, 2014.
- MEGAHED, M. E. The Effect of Microbial Biofloc on Water Quality, Survival and Growth of the Green Tiger Shrimp (*Penaeus semisulcatus*) Fed with Different crude Protein Levels. **Journal of the Arabian Aquaculture Society**, v. 5, p. 1-24, 2010.

- NG, W.; ROMANO, N. A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. **Reviews in Aquaculture**, v. 5, p. 220-254, 2013.
- RAY, A. J.; SEABORN, G.; LEFFLER, J. W.; WILDE, S. B.; LAWSON, A.; BROWDY, C. L. Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. **Aquaculture**, v. 310, p. 130-138, 2010b.
- VINATEA, L. A. **Qualidade da água em aquicultura**: princípios e práticas. 3 ed. Editora da Universidade de Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, 2010. 237p.
- WANG, G.; YU, E.; XIE, J.; YU, D.; LI, Z.; LUO, W.; QIU, L.; ZHENG, Z. Effect of C/N ratio on water quality in zero-water exchange tanks and the biofloc supplementation in feed on the growth performance of crucian carp, *Carassius auratus*. **Aquaculture**, v. 443, p. 98-104, 2015.
- WASIELESKY JR., W.; ATWOOD, H.; STOKES, A. & BROWDY, C.L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.258, p.396-403, 2006.
- WIDANARNI; EKASARI, J.; MARYAM, S. Evaluation of Biofloc Technology Application on Water Quality and Production Performance of Red Tilapia *Oreochromis* sp. Cultured at Different Stocking Densities. **Journal of Biosciences**, v. 19, p. 73-80, 2012.

NORMAS DA REVISTA

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

(Atualizado em agosto de 2016)

As normas do Boletim do Instituto de Pesca podem sofrer alterações. Portanto, não deixe de consultá-las antes de fazer a submissão de um novo artigo ou nota.

O **BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA (BIP)**, ISSN 0046-9939 (impresso) e ISSN 1678-2305 (*online*), site: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>, está classificado atualmente no WEBQUALIS como **B1** nas áreas de Ciências Ambientais e Engenharias I; e como **B2** em: Zootecnia e Recursos Pesqueiros; Medicina Veterinária; Ciências Agrárias II. Seu índice de impacto no JCR é 0,525. Os arquivos eletrônicos contendo o original e demais documentos necessários devem ser encaminhados ao *Comitê Editorial do Instituto de Pesca*, pelo e-mail: ceipboletim@gmail.com.

O BIP é destinado à publicação de documentos originais (artigos científicos e notas científicas), que contribuam para a ampliação do conhecimento nas áreas de pesca (tecnologia de pesca, biologia pesqueira, sociologia e economia pesqueiras), aquicultura, limnologia, ecologia aquática, tecnologia, sanidade aquícola e patologia de organismos aquáticos.

É publicado um volume por ano, com o pertinente número de fascículos.

O processo de avaliação utilizado pelo *Comitê Editorial do Instituto de Pesca* é o sistema por pares “blind review”, ou seja, sigilo sobre a identidade, tanto dos autores quanto dos revisores, que será mantido durante todo o processo.

O periódico também aceita e incentiva submissões de artigos redigidos em inglês ou espanhol. Em caso de autores não nativos de países que falem estas línguas, o artigo deverá ser revisado por um especialista que o próprio *Comitê Editorial do Instituto de Pesca* poderá indicar.

Todo trabalho submetido ao Boletim será avaliado preliminarmente pelo Comitê Editorial e, se superar essa primeira triagem, será enviado para dois revisores especialistas na área abordada. A publicação se dará somente com a aprovação do documento corrigido pelos revisores, cabendo ao *Comitê Editorial do Instituto de Pesca* a decisão final do aceite.

A seleção dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico.

O Comitê Editorial tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquelas de origem dos autores.

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. O Boletim do Instituto de Pesca reserva-se o direito de realizar pequenas adaptações nos originais visando manter a uniformidade da publicação.

Tipos de documentos publicáveis no BIP

Artigo Científico

Trabalho resultante de pesquisa científica, **apresentando dados originais** obtidos de forma planejada, com base em métodos cientificamente aceitos, rigorosamente controlados e com planejamento estatístico adequado, que possam ser replicados e generalizados. A discussão deve ser criteriosa, com base científica sólida; não deve se limitar a comparações dos resultados com a literatura, mas apresentar inferências, hipóteses e argumentação sobre o que foi estudado.

Nota Científica

Comunicação curta de fato inédito, resultante de pesquisa científica, cuja divulgação imediata se justifica, mas com informações insuficientes para constituir um artigo científico. Incluem-se nesta categoria a descrição de uma técnica, o registro da descoberta de uma nova espécie, observações e levantamentos de resultados de experimentos que não podem ser repetidos, e outras situações únicas. Deve ter o mesmo rigor de um Artigo Científico e conter os elementos necessários para avaliação dos argumentos apresentados.

PROCEDIMENTOS EDITORIAIS Custo de publicação

O custo é de R\$ 40,00 (quarenta reais) por **página final editorada** para publicação. No ato da submissão é requerido um depósito de R\$ 100,00 (cem reais) **não reembolsáveis**, mas deduzido do custo final dos artigos aprovados.

Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome da FUNDAG, no Banco do Brasil: agência 3360-X – conta corrente 4200-5, **código de identificação do depósito: 1161**. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado para o e-mail do Comitê Editorial (ceipboletim@gmail.com), junto com o original submetido. Para a continuidade do processo de

avaliação e emissão de recibo de pagamento da FUNDAG, enviar os seguintes dados: Nome, CPF, telefone e endereço completo (incluir o bairro).

Submissão de trabalho

O trabalho deverá ser enviado **via e-mail**, devidamente identificado, **em arquivo do WORD**.

Em trabalhos que envolvam a manipulação de vertebrados deve ser encaminhado um atestado de que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição de origem da pesquisa.

Após a aprovação do trabalho, deverá ser encaminhado ao Comitê Editorial o documento **Cessão de Direitos Autorais e Autorização para Publicação em Meio Eletrônico**, contendo apenas a assinatura do autor responsável pela submissão do trabalho, e cujo modelo está em: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>.

Avaliação do trabalho

2. O trabalho submetido será em primeira instância avaliado pelo *Comitê Editorial*.
3. Após aprovação preliminar pelo *Comitê Editorial*, e segundo a ordem cronológica de recebimento, o trabalho será enviado no mínimo a dois revisores de reconhecida competência no assunto abordado. Em seguida, se necessário, retornará ao(s) autor(es) para modificações/correções. O retorno do texto poderá ocorrer mais de uma vez, se assim o (s) revisor (es) solicitar (em).
4. O trabalho será aceito para publicação se tiver dois pareceres favoráveis, ou rejeitado quando pelo menos dois pareceres forem desfavoráveis. No caso de pareceres contraditórios entre os revisores, o trabalho será enviado a um terceiro revisor.
5. O trabalho aceito retornará ao(s) autor(es) para ultimar eventuais alterações propostas e realizar rigorosa revisão, antes que o documento seja submetido ao processo de editoração e formatação ao estilo do Boletim. O prazo para devolução será fixado pelo CEIP.

ATENÇÃO: se o trabalho for rejeitado na avaliação prévia do Comitê Editorial por inadequação as normas do BIP, por não se enquadrar no escopo temático da revista, por impropriedades linguísticas, morfológicas ou sintáticas, por falta de qualidade técnica ou na avaliação final dos revisores “ad hoc”, o depósito não sera devolvido, nem poderá ser reutilizado para outras submissões dos autores.

Disposições finais

Casos omissos serão avaliados pelo *Comitê Editorial do Instituto de Pesca*.

FORMATAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Instruções Gerais

O trabalho deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, de acordo com a seguinte formatação: fonte Book Antiqua, tamanho 11; espaçamento entre linhas: 1,5; tamanho da página: A4; margens esquerda e direita: 2,5 cm; margens superior e inferior: 3,0 cm; número máximo de páginas, incluindo Figura(s) e/ou Tabela(s) e Referências: Artigo Científico: até 25 páginas; Nota Científica: até 15 páginas. As **linhas devem ser numeradas sequencialmente, da primeira à última página**. As páginas também devem ser numeradas. As notas de rodapé devem estar no texto.

Estrutura de Artigo Científico

A estrutura para o Artigo Científico é a seguinte: Título, Autor(es), Endereços institucionais (completos) e eletrônicos, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos (opcional) e Referências.

O Título, o Resumo e as Palavras-chave devem ser traduzidos para o inglês, no caso de artigos redigidos em português ou espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês ou espanhol.

Os termos: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser alinhados à esquerda e grafados em letras maiúsculas e em negrito.

TÍTULO

Deve ser claro e conciso (não deve se estender por mais do que duas linhas ou dez palavras), redigido em português e inglês ou, se for o caso, em espanhol, inglês e português. Deve ser grafado em letras maiúsculas e centralizado na página. No caso de trabalho desenvolvido com auxílio financeiro, informar na primeira página qual o agente financiador, indicado com asterisco, também apostado ao final do título. Recomenda-se que não seja inserida a referência do descritor da espécie.

NOME DO(S) AUTOR(ES)

Deve(m) ser apresentado(s) completo(s) e na ordem direta (prenome e sobrenome), com apenas o sobrenome pelo qual o(s) autor(es) deve(m) ser identificado(s) em caixa alta. A filiação do(s) autor(es), bem como **um** endereço completo para correspondência e um e-mail deverão ser colocados na primeira página, logo após o nome dos autores, sendo identificado(s) por números arábicos, separados por vírgula quando necessário.

Obs: Não serão aceitos trabalhos com mais de seis autores

RESUMO e Palavras-chave

O Resumo deve conter concisamente os objetivos, a metodologia, os resultados obtidos e as conclusões, utilizando no máximo 200 (duzentas) palavras. Deve ser redigido de forma que o leitor se interesse pela leitura do trabalho na íntegra.

Palavras-chave: no mínimo três (3) e no máximo seis (6), redigidas em letras minúsculas e separadas por ponto e vírgula. Não devem repetir palavras que constem do Título e devem identificar o assunto tratado, permitindo que o artigo seja encontrado no sistema eletrônico de busca.

ABSTRACT e Keywords

Devem ser estritamente fiéis ao Resumo e Palavras-chave.

INTRODUÇÃO

Deve ocupar, preferencialmente, no máximo duas páginas, apresentando o problema científico a ser solucionado e sua importância (justificativa para a realização do trabalho), bem como a evolução/situação atual do assunto pesquisado. O último parágrafo deve expressar o objetivo, sendo coerente com o que consta no Resumo.

MATERIAL E MÉTODOS

Deve descrever sucintamente toda a metodologia utilizada, organizada de preferência na ordem de aplicação e de forma que o experimento possa ser reproduzido. Este item pode variar de acordo com a natureza temática do documento, mas em geral deve conter a descrição do procedimento amostral local, frequência, período, instrumento e métodos, outras variáveis relevantes ou o delineamento do experimento, a descrição dos tratamentos e das variáveis, o número de repetições e as características da unidade experimental. Deve informar sobre procedimentos estatísticos e transformações de dados. Deve-se evitar detalhes

supérfluos, extensas descrições de técnicas de uso corrente e a utilização de abreviaturas não usuais.

RESULTADOS

Os Resultados devem ser apresentados em separado da Discussão. E isto pode ser feito textualmente ou sob a forma de Tabelas e/ou Figuras. Dados apresentados em Tabelas ou Figuras não devem ser repetidos sistematicamente no texto.

Tabelas:

Devem ser numeradas com algarismos **arábicos** e encabeçadas pelo Título (autoexplicativo). Recomenda-se que os dados apresentados em tabelas não sejam repetidos em gráficos, a não ser quando absolutamente necessário. As tabelas e legendas devem estar contidas em **uma lauda** e até **16 cm de largura** e devem ser em formato “retrato”. Abreviaturas também devem ser evitadas, a não ser para unidades de medida. Se necessárias, porém, devem ter seu significado indicado em legenda sob a tabela.

Figuras (gráficos, desenhos, mapas ou fotos):

Devem ter, **no máximo**, 16 cm de largura e ocupando uma página incluindo a legenda, ser numeradas com algarismos arábicos, com título autoexplicativo logo abaixo. Palavras em gráficos e mapas devem estar em fonte legível. **Não** inserir gráficos, mapas ou fotos em tabelas ou quadros. Os gráficos não devem ter linhas de grade nem margens.

As tabelas e figuras devem ser inseridas no item mais apropriado no transcorrer do texto. Os originais de desenhos, mapas e fotos devem ser enviados em arquivos distintos, preferencialmente em formato digital “tif” ou “jpeg”, e permitir redução para 16 cm ou 7,5 cm de largura **sem perda de definição**.

DISCUSSÃO

A Discussão deve ser elaborada e não apenas uma comparação dos dados obtidos com os disponíveis em literatura. Deve focar e demonstrar as principais ideias e contribuições trazidas pelo trabalho, bem como comentar se há necessidade de novas pesquisas ou sobre eventuais limitações encontradas. Evitar repetir números já constantes dos resultados. A Discussão deve conter hipóteses e/ou comentários objetivos sobre os resultados, discutidos à luz de observações constantes da literatura especializada.

CONCLUSÃO

A Conclusão deve ser clara, concisa e responder ao objetivo do estudo. Deve, idealmente, ser capaz de propor uma solução (ou caminho de solução) para a demanda/problema, com base nos resultados obtidos.

AGRADECIMENTOS (opcional)

Devem ser sucintos, dirigidos a Instituição ou pessoa que tenha efetivamente colaborado para a realização do trabalho. De preferência, não deve ultrapassar cinco linhas.

Estrutura de Nota Científica

A Nota Científica deve seguir ordenação similar à de um Artigo Científico, contendo Título, Autor, Endereços institucional e eletrônico, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultado(s) e, eventualmente, Discussão, Agradecimento(s) (opcional) e Referências. Resultados e Discussão, neste caso, podem ser apresentados como item único.

A formatação segue o mesmo padrão, mas com no máximo 15 páginas (incluindo tabelas e figuras).

Obs: Não serão aceitos trabalhos com mais de seis autores

REFERÊNCIAS (normas para TODOS os tipos de publicação)

Devem ser apresentadas em ordem alfabética do sobrenome dos autores, sem numeração. Devem conter os nomes de todos os autores, ano de publicação, o título do artigo (por extenso) e do periódico (também por extenso), número do volume e/ou edição e número e/ou intervalo de páginas.

A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido citados no texto são de responsabilidade do autor.

Dissertações e teses devem ser evitadas como referências. Porém, aceita-se quando absolutamente necessárias, mas devem estar disponíveis *on-line*.

Trabalhos de conclusão de graduação e resumos apresentados em congressos não são referências válidas.

Observação: inadequações nas referências também acarretarão a recusa do trabalho e a não devolução da taxa de submissão.

Como fazer citações no texto

Usar o sistema autor/data, ou seja, o sobrenome do autor em letras **maiúsculas** e o ano em que a obra foi publicada. Exemplos:

* para um autor: “MIGHELL (1975) observou...”; “Segundo AZEVEDO (1965), a piracema...”; “Estas afirmações foram confirmadas em trabalhos posteriores (WAKAMATSU, 1973)”.

* para dois autores: “RICHTER e EFANOV (1976) pesquisando...” Se o artigo que está sendo submetido estiver redigido em português, utilizar “e” ligando os sobrenomes dos autores. Se estiver redigido em inglês utilizar “and” (RICHTER and EFANOV, 1976), se em espanhol, utilizar “y” (RICHTER y EFANOV, 1976).

* para três ou mais autores: o sobrenome do primeiro autor deve ser seguido da expressão “*et al.*” (*grafada em itálico*). Exemplo: “SOARES *et al.* (1978) constataram...” ou “Tal fato foi constatado na África (SOARES *et al.*, 1978).”

* para o mesmo autor, em documentos de anos diferentes, respeitar a ordem cronológica, separando os anos por vírgula. Exemplo: “De acordo com SILVA (1980, 1985).”

* para citação de vários autores sequencialmente, respeitar a ordem cronológica do ano de publicação e separá-los por ponto e vírgula. Exemplo: “...nos viveiros comerciais (SILVA, 1980; FERREIRA, 1999; GIMAS e BARBIERI, 2002).”

* quando for **ABSOLUTAMENTE** necessário se referir a um autor, ainda que não em razão de uma consulta direta ao trabalho por ele publicado, o nome desse autor deve ser citado em letras minúsculas apenas no texto, indicando-se logo a seguir, entre vírgulas e precedido da palavra latina *apud*, o nome do autor e ano do trabalho efetivamente consultado no qual aparece a referência ao autor não diretamente lido.

Ex.: “Segundo Gulland, *apud* SANTOS (1978), os coeficientes...”.

Como fazer citações na listagem de REFERÊNCIAS

1. DE DOCUMENTOS IMPRESSOS

Artigos científicos são listados como segue:

* para dois autores, relacionar o documento referido no texto pelo sobrenome dos autores em letras maiúsculas, cada qual seguido das iniciais dos prenomes (separadas por ponto e sem espaço), conectados por “e”, “and” ou “y”, se o texto submetido for redigido em português, inglês ou espanhol, respectivamente. Exemplo:

IRSHADULLAH, M. e MUSTAFA, Y. 2012 Pathology induced by *Pomporhynchus kashmiriensis* (Acanthocephala) in the alimentary canal of naturally infected Chirruh snow trout, *Schizothorax esocinus* (Heckel). *Helminthology*, 49: 11-15.

* Para mais de dois autores, os nomes devem ser ordenados como citado acima, mas separados por ponto e vírgula. Exemplo: SQUADRONE, S.; PREARO, M.; BRIZIO, P.; GAVINELLI, S.; PELLEGRINO, M.; SCANZIO, T.; GUARISE, S.; BENEDETTO, A.; ABETE, M.C. 2013 Heavy metals distribution in muscle, liver, kidney and gill of European catfish (*Silurus glanis*) from Italian rivers. *Chemosphere*, 90: 358-365.

As referências devem ser ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do autor principal. Havendo mais de uma obra com o mesmo sobrenome, considera-se a ordem cronológica e, persistindo a coincidência, a ordem alfabética do terceiro elemento da referência.

Recordando, após o nome dos autores, inserir o ano da publicação, o título do artigo, o título do periódico (em *itálico*; e que, repetindo, **NÃO DEVE SER ABREVIADO**), o volume (também em *itálico*), o fascículo e o número/intervalo de páginas.

A citação de dissertação e tese, tipos de documentos que se pode utilizar apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário e se estiver disponível *on line*, deve ser feita como segue:

BERNADOCHI, L.C. 2012 *Captação de sementes em coletores artificiais e cultivo da ostra perliífera **Pinctada imbricata** (Mollusca: Pteriidae)*, São Paulo, Brasil. São Paulo. 75f. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes.pg.php>> Acesso em: 22 ago. 2014.

Para livro, também utilizado apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário, a citação deve ser:

GOMES, F.P. 1978 *Curso de estatística experimental*. 8ª ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 430p.

ENGLE, R.F. e GRANGER, C.W.J. 1991 *Long-run economic relationship: readings in cointegration*. New York: Oxford University Press. 301p.

NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H.; D'ABRAMO, L.R.; KUTTY, M.N.

Freshwater prawns: biology and farming. Wiley-Blackwell, Oxford. 544 p.

Capítulo de livro ou publicação em obra coletiva, cita-se:

MORAES-VALENTI, P. e VALENTI, W.C. 2010 Culture of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H.;

D'ABRAMO, L.R.; KUTTY, M.N. *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford. p. 485-501.

Leis, Decretos, Instruções Normativas e Portarias são incluídas na listagem como segue:

BRASIL, 1988 CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. *Diário Oficial da União*, Brasília, 05 de outubro de 1988, nº. 191-A, Seção 1, p. 1.

BRASIL, 2000 LEI nº. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o Art. 225, § 1º., incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 19 de julho de 2000, nº. 138, Seção 1: p. 45.

BRASIL, 1990 DECRETO nº. 98.897, de 30 de janeiro de 1990. Dispõe sobre as reservas extrativistas e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 31 de janeiro de 1990, nº. 22, Seção 1, p. 2.

BRASIL, 2007 INSTRUÇÃO NORMATIVA nº. 02, de 18 de setembro de 2007. Disciplina as diretrizes, normas e procedimentos para formação e funcionamento do Conselho Deliberativo de Reserva Extrativista e de Reserva de Desenvolvimento Sustentável. *Diário Oficial da União*, 20 de setembro de 2007, nº. 182, Seção 1, p. 102.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2010b PORTARIA nº. 77, de 27 de agosto de 2010. Cria o Conselho Deliberativo da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo/RJ. *Diário Oficial da União*, Brasília, 01 de setembro de 2010, nº. 168, Seção 1: p. 69.

2. DE MEIOS ELETRÔNICOS (periódicos publicados exclusivamente *on line*; documentos consultados *online* e em CD-ROM)

Exemplos:

LAM, M.E. e PAULY. D. 2010 Who is right to fish? Evolving a social contract for ethical fisheries. *Ecology and Society*, 15(3): 16. [online] URL: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art16/>>

CASTRO, P.M.G. (sem data, *on line*) A pesca de recursos demersais e suas transformações temporais. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/textos.php>> Acesso em: 3 set. 2014.

TOLEDO PIZA, A.R.; LOBÃO, V.L.; FAHL, W.O. 2003 Crescimento de *Achatina fulica* (gigante africano) (Mollusca: Gastropoda) em função da densidade de estocagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 55. Recife, 14-18 jul./2003. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 1 CD-ROM.

INSTRUÇÕES COMPLEMENTARES

1. Fórmula, expressão e equação matemática

As fórmulas, expressão e equação matemática devem ser inseridas no texto (não utilizar figura). Exemplo: $TE = (N/Fm) \times 100$.

2. Unidade de medida

Deve ser apresentada segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI). Exemplo: 10 m²; 100 peixes m⁻¹; 20 t ha⁻¹.

3. Número de casas decimais

Deve ser padronizado para todo o texto. Por exemplo, grafado o comprimento dos exemplares amostrados com uma casa decimal, em todo o texto os valores referentes a esse parâmetro devem ser grafados com uma casa decimal.

4. Anexo e apêndice

Devem ser suprimidos anexos e apêndices.

