



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**MAGNA DOS SANTOS SILVA**

**ALIMENTO NATURAL, QUALIDADE DE ÁGUA E PERFORMANCE**  
**ZOOTÉCNICA DA TILÁPIA ALIMENTADA COM DIFERENTES DIETAS**  
**PROTEICAS EM SISTEMA DE BIOFLOCO**

**SERRA TALHADA**

**2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**ALIMENTO NATURAL, QUALIDADE DE ÁGUA E PERFORMANCE**  
**ZOOTÉCNICA DA TILÁPIA ALIMENTADA COM DIFERENTES DIETAS**  
**PROTEICAS EM SISTEMA DE BIOFLOCO**

Magna dos Santos Silva

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, para obtenção do título de Engenheira de Pesca.

**SERRA TALHADA**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S586a Silva, Magna dos Santos  
ALIMENTO NATURAL, QUALIDADE DE ÁGUA E PERFORMANCE ZOOTÉCNICA DA TILÁPIA  
ALIMENTADA COM DIFERENTES DIETAS PROTEICAS EM SISTEMA DE BIOFLOCO / Magna dos Santos  
Silva. - 2022.  
49 f. : il.
- Orientador: Ugo Lima Silva.  
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em  
Engenharia de Pesca, Serra Talhada, 2022.
1. Zooplâncton . 2. Fitoplâncton. 3. Biofoco. 4. Tilápia . I. Silva, Ugo Lima, orient. II. Título

CDD 639

---

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

Parecer da banca examinadora da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação Bacharelado em Engenharia de Pesca de Magna dos Santos Silva.

Título: Alimento natural, qualidade de água e performance zootécnica de tilápia alimentada com diferentes dietas proteicas em sistema de bioflocos.

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

A banca examinadora composta pelos membros abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a aluna, Magna dos Santos Silva, do curso de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como APROVADA.

Serra Talhada, 23 de Setembro de 2022

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Ugo Lima Silva

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

---

Profa. Dr. Jessika Lima de Abreu

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

---

Doutorando Carlos Yure Barbosa de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a Deus, por ter me dado força e coragem para seguir em frente ao longo do curso, a minha família que me apoiou e incentivo e acreditou em mim, e ao meu namorado que me ajudaram desde o início apesar das dificuldades.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a Deus por ter me dado força e coragem ao longo da graduação principalmente nos dias mais difíceis.

A minha família e ao meu namorado por todo o apoio, em especial a minha mãe e o meu pai que me incentiva todos os dias a continuar e nunca desistir.

Aos meus amigos Mayane Deyse e Maria Gabriela pelo companheirismo que sempre estiveram comigo nos momentos difíceis me incentivando e apoiando.

Ao meu orientador Ugo Lima Silva pela paciência e contribuição na minha formação acadêmica, e por todo ensinamento repassado.

Ao Laboratório de Experimentação com Organismos Aquáticos (LEOA) e a toda equipe que faz parte do laboratório, pela força e o incentivo de todos os envolvidos, pelas oportunidades e ensinamentos.

A todos os professores que contribuíram ao longo dessa jornada, em especial aos professores Elton França, ao Engenheiro de pesca Marcus Vinícius e Yure Oliveira, pela transmissão do conhecimento para realização deste trabalho.

A UFRPE-UAST que fez parte do meu processo de formação acadêmica.

À AAT internacional por ter me fornecido alevinos para que ocorresse o experimento.

À DSN Produtos Nutricionais Brasil por fornecer o premix para ração que foi utilizada para a alimentação das larvas.

À pró-reitoria de pesquisa e pós-graduação pelo apoio financeiro do projeto no qual foi realizado.

Ao conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico- CNPq, pela bolsa de iniciação científica ao longo do projeto.

Agradeço também a todos que compõem a banca examinadora, pela disponibilidade e contribuição.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Formulação e balanceamento das dietas experimentais utilizadas na alimentação da Tilápia-do-Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> .....	21
<b>Tabela 2.</b> Valores da abundância relativa da comunidade zooplanctônica no cultivo da Tilápia-do-Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> em tecnologia de biofloco com dietas contendo diferentes níveis proteicos.....	28
<b>Tabela 3.</b> Valores da abundância relativa da comunidade fitoplanctônica no cultivo da Tilápia-do-Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> em tecnologia de biofloco com dietas contendo diferentes níveis proteicos.....	32
<b>Tabela 4.</b> Média ( $\pm$ DP) das variáveis físico-químicas da qualidade de água no cultivo de pós-larvas de Tilápia-do-Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> alimentadas com diferentes dietas proteicas.....	35
<b>Tabela 5:</b> Valores médios ( $\pm$ DP) dos nutrientes dissolvidos na água durante o cultivo de pós-larvas de Tilápia-do-Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> alimentadas com dietas contendo diferentes níveis proteicos.....	36
<b>Tabela 6.</b> Média ( $\pm$ DP) do desempenho larval da Tilápia-do-Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> cultivada com tecnologia de biofloco oferecendo dietas contendo diferentes níveis proteicos.....	38

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Tanques circulares de fibra de vidro com volume útil de 200 L, instalação experimental com iluminação natural e coberto com tela utilizados durante o período experimental.....21
- Figura 2:** Procedimento para determinação da fração orgânica e inorgânica dos flocos microbianos. (A) pesagem em balança analítica; (B) amostras no dessecador antes do processo de queima; (C) após o processo de queima.....23
- Figura 3:** Equipamentos utilizados para monitoramento da qualidade de água. (A) fotômetro; (B) sonda multiparâmetro de qualidade de água.....24
- Figura 4:** (A). Balança digital peso em (g) e (B) paquímetro digital utilizados nas biometrias experimentais.....25
- Figura 5:** Gêneros dominantes da comunidade zooplanctônica no cultivo de pós-larvas de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* submetidas a diferentes dietas proteicas. (A) *Centropyxis* sp. (B) *Trinema* spp.; (C) *Lecane* spp.....26
- Figura 6:** Variação da comunidade zooplanctônica no cultivo de pós-larvas de Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*, em função das diferentes dietas proteicas.....27
- Figura 7:** Gêneros dominante da comunidade fitoplanctônica nas diferentes dietas contendo diferentes níveis proteicos do grupo Cyanophyceae. (A) *Planktolyngbya* sp. e; (B) *Chroococciopsis* sp.....30
- Figura 8:** Variação da comunidade fitoplanctônica no cultivo de pós-larvas de Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*, em função das diferentes dietas proteicas. (I) abundância relativa inicial, (F) abundância relativa final.....31

**Figura 9:** Valores médios dos percentuais da fração orgânica e inorgânica dos bioflocos presentes nos diferentes tratamentos contendo diferentes dietas proteicas.....33

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar os efeitos de diferentes níveis proteicos de alimentação artificial da Tilápia-do-Nilo cultivada em sistemas de bioflocos sob a qualidade de água, o desempenho zootécnico e a composição do plâncton. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado constituído por cinco tratamentos e quatro repetições cada, composto por dietas contendo percentuais proteicos distintos, sendo eles: 30%, 34%, 38%, 42% e 46% de proteína digestível (PD). As coletas de zooplâncton foram realizadas semanalmente durante os 28 dias de experimento, e o fitoplâncton foi coletado ao início e ao final do período experimental com amostragens de 2 (dois) litros de água (em cada tanque utilizando-se um recipiente de boca larga no sentido fundo-superfície coluna d'água). Estas amostras foram filtradas com rede de plâncton (malha de 20 µm), e concentradas em recipientes de 250 mL, previamente identificados e fixadas com formol a 4% neutralizado com bórax a 1%. A comunidade zooplanctônica nos tanques foi distribuída em 5 grupos e 12 gêneros. O filo Protozoa foi o que mais apresentou diversificação, independente do tratamento, e também foi o que apresentou a maior abundância, destacando-se os 2 gêneros dominantes *Centropyxis* sp. e *Trinema* spp, seguido pelo filo de Rotifera sendo o segundo presente em grandes concentrações, com destaque para o táxon *Lecanne* spp. A comunidade fitoplanctônica foi composta por táxons distribuídos em 8 classes e 14 gêneros, sendo dominada pela classe Cyanophyceae, estando presente em todas as amostras independente da dieta, ambos o alimento natural só apresentou diferença significativa estatisticamente no grupo de rotífera nas dietas de 30% PD e 38% PD. No monitoramento da qualidade de água a temperatura foi a única variável que apresentou sua média a baixo do recomendado, durante o período experimental esteve variando de (23,2 °C a 26,2 °C) porém não teve influência sobre o desempenho zootécnico das tilápias. Os valores da matéria orgânica (biofoco) e inorgânica (cinzas), não diferiram significativamente entre os tratamentos. Portanto as diferentes dietas proteicas testadas não influenciaram no alimento natural, qualidade de água e desempenho zootécnico das pós-larva, podendo ser cultivada em dietas de 30% a 46% de proteína digestível.

**Palavras-chaves:** Zooplâncton, fitoplâncton, biofoco.

## **ABSTRACT**

The objective of the present work was to determine the effects of different protein levels of artificial feed for Nile tilapia cultivated in biofloc systems on the water quality, zootechnical performance and plankton composition. An entirely randomized design was adopted, consisting of five treatments and four replicates each, composed of diets containing different protein percentages, as follows: 30%, 34%, 38%, 42% and 46% of digestible protein (DP). Zooplankton was collected weekly during the 28 days of the experiment, and phytoplankton was collected at the beginning and at the end of the experimental period with samples of 2 (two) liters of water (in each tank using a wide-mouth container in the bottom-surface direction of the water column). These samples were filtered with a plankton net (20  $\mu\text{m}$  mesh), and concentrated in 250 mL containers, previously identified and fixed with 4% formaldehyde neutralized with 1% borax. The zooplankton community in the tanks was distributed into 5 groups and 12 genera. The phylum Protozoa was the one that presented the most diversification, regardless of the treatment, and it was also the one that presented the highest abundance, highlighting the two dominant genera *Centropyxis* sp. and *Trinema* spp, followed by the phylum Rotifera being the second one present in large concentrations, highlighting the taxon *Lecanne* spp. The phytoplankton community was composed of taxa distributed in 8 classes and 14 genera, being dominated by the Cyanophyceae class, being present in all samples regardless of the diet, both natural food only showed statistically significant difference in the rotifers group in the diets of 30% PD and 38% PD. In the monitoring of the water quality the temperature was the only variable that presented its average under the recommended one, during the experimental period it varied from (23.2 °C to 26.2 °C) however it did not influence the zootechnical performance of the tilapia. The values of organic matter (biofloc) and inorganic matter (ash) did not differ significantly among treatments. Therefore, the different protein diets tested did not influence the natural food, water quality and zootechnical performance of post-larvae, and can be grown on diets with 30% to 46% of digestible protein.

**Key-words:** Zooplankton, phytoplankton, biofloc.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1 Aquicultura .....	14
2.2 Sistema de cultivo para tilápia do Nilo.....	16
2.3 Alimento natural.....	18
3. OBJETIVOS .....	19
3.1 Objetivo geral .....	20
3.2 Objetivos específicos .....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 Instalações e delineamento experimental .....	20
4.2 Condições e dietas experimentais.....	21
4.3 Avaliação do alimento natural .....	22
4.4 Avaliação da composição centesimal.....	23
4.5 Monitoramento da qualidade de água.....	24
4.6 Avaliação do desempenho zootécnico.....	25
4.7 Análise estatística .....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
5.1 Comunidade zooplanctônica .....	25
5.2 Comunidade fitoplanctônica.....	29
5.3 Composição centesimal .....	33
5.4 Monitoramento da qualidade de água.....	34
5.5 Desempenho zootécnico .....	36
6. CONCLUSÃO.....	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

## 1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de bioflocos (Biofloc Technology– BFT) vem sendo desenvolvida como um sistema de cultivo sustentável, através da utilização da relação entre carbono (C) e nitrogênio (N) na água. Esse sistema de cultivo, possui uma biota heterotrófica que assimila o N inorgânico amoniacal para transformá-lo em proteína microbiana (AVNIMELECH, 2007; HARGREAVES, 2006). Os flocos microbianos são constituídos principalmente por bactérias, microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, protozoários e invertebrados (KRUMMENAUER et al., 2012). Estudos comprovaram que o sistema de bioflocos serve como uma fonte complementar importante que pode reduzir a quantidade de ração ofertada, ajudando a melhorar e manter a qualidade de água, além de possibilitar a prevenção e disseminação de doenças (BALLESTER et al., 2010). Segundo Avnimelech (2009) às comunidades bacterianas presentes neste sistema são responsáveis por assimilar os compostos nitrogenados dissolvidos na água de cultivo, oriundos principalmente da excreção e restos de alimentos em decomposição, o que possibilita que a água seja reutilizada em diversos ciclos.

O processo de nutrição adequado durante a fase larval de peixes é de fundamental importância para a obtenção de bons índices de desempenho zootécnico, exercendo grande influência e pré-requisito básico para o sucesso produtivo (HAVASHI et al., 2001). A alimentação nesta fase larval tem se tornado um dos principais problemas, por isso para a maioria das espécies essa alimentação está relacionada ao fornecimento de organismos planctônicos (CESTAROLLI et al., 1997; GALVÃO et al., 1997; SOARES et al., 1997; RADUNZ-NETO, 1999; SOARES et al., 2000).

O fitoplâncton é a base da teia alimentar dos sistemas aquáticos, sendo de grande importância no funcionamento ecossistêmico dos ambientes aquáticos (BARBOSA, 2002). Os efeitos dessa estratégia envolvem diversos mecanismos, como a estimulação da resposta imune, possíveis efeitos antivirais, melhora da função digestiva e da nutrição pois essas comunidades servem como alimento natural para os peixes, fornecimento de nutrientes essenciais e melhora na qualidade de água (SCHULZE et al., 2006; VERSCHUERE et al., 2000).

A comunidade planctônica pode ser classificada de acordo com seu tamanho como: picoplâncton (0,2-2  $\mu\text{m}$ ); nanoplâncton (2-20  $\mu\text{m}$ ); micropoplâncton (20-200  $\mu\text{m}$ ) e

macroplâncton ( $>200 \mu\text{m}$ ) (SIERBURTH, 1978). Esses grupos são caracterizados por serem muito diversificados, e são encontrados em ambientes marinhos, água doce e salobra (CORRÊA, 2011). Segundo Luís (2011), o plâncton possui um importante papel na produção primária do meio aquático, englobando um conjunto de organismos diversificado a nível taxonômico, morfológico e fisiológico, que apresenta diferentes requisitos e respostas às variáveis físico-químicas. Por sua vez, a comunidade zooplanctônica atua como bioindicador ambiental, quando compreende de forma adequada às características do sistema aquático. Atuando no ecossistema através da transferência de matéria e energia nas cadeias alimentares aquáticas, desde os produtores primários, até consumidores de níveis tróficos superiores, como as larvas de insetos jovens e peixes adultos (ESTEVES, 1998).

É de extrema e fundamental importância monitorar e conhecer a comunidade planctônica para melhorar a nutrição das espécies da Aquicultura, por proporcionar uma redução no uso de ração, melhora no desempenho zootécnico e saúde dos animais, influenciando no desenvolvimento de peixes durante sua fase larval.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Aquicultura**

A aquicultura é uma atividade que visa trabalhar com o cultivo controlado dos organismos aquáticos (FAO, 2016), sendo eles peixes, crustáceos, moluscos, plantas aquáticas e algas, tornando-se o setor que mais cresce nos últimos anos. Por ser o cultivo de organismos que apresenta em condições naturais, o seu ciclo de vida total ou parcial no meio aquático (VICENTE & FONSECA-ALVES, 2013), surgindo como uma atividade da agropecuária, que inclui alguns segmentos como a piscicultura, carcinicultura, malacocultura e a algocultura, (CARMO et al, 2008). De todas as cadeias envolvidas, a que mais se destaca é a piscicultura, por esta responsável pela produção de mais da metade do pescado destinado à alimentação humana (FAO, 2020a). Esse ramo faz parte do meio rural e está se destacando em todo o mundo, principalmente na Ásia e na América do Sul (OBA-YOSHIOKA et al., 2015).

Os benefícios socioeconômicos que a aquicultura pode proporcionar é o alimento, o emprego e recursos alimentares e financeiros por meio de métodos, sistemas de cultivo e espécies que serão cultivadas (ZILLI, 2016). Por ser uma atividade que depende do ambiente de criação e do ecossistema em que está inserido, a preservação do ambiente é de fundamental importância para a manutenção e para o crescimento dessa atividade (VALENTI, 2002).

Por apresentar uma taxa de crescimento de 8,8%, comparado com a pesca, 1,2% e com a pecuária, 2,8% (FAO, 2008). As taxas anuais relacionadas à produção de organismos aquáticos ficam em torno de 10% ao ano e o Brasil chegou a atingir cerca de 507,1 mil toneladas, superando o volume da pesca extrativa. A expectativa é que a produção brasileira dobre de volume até o ano de 2030 (FAO, 2018). A aquicultura gera mais renda por hectare do que a agricultura, por possuir uma cadeia produtiva mais complexa, e um maior impacto social em sua industrialização, onde a repercussão de cadeias de pequenas propriedades aquícolas se tornam mais relevantes quando comparadas as grandes empresas deste setor (FILIPSKI; BELTON, 2018)

Entre os países com maior potencial para a aquicultura, o Brasil se destaca, por sua disponibilidade hídrica, clima favorável e ocorrência natural de espécies aquáticas que tem compatibilidade com o interesse zootécnico e o mercado (BRASIL, 2013). A produção mundial do pescado vem crescendo rapidamente nos últimos anos no país, e o Brasil se tornou o quarto maior produtor de tilápias desde 2017 (PEIXE BR, 2020). De acordo com Lazzari et al. (2015) a aquicultura é uma importante fonte de produção de proteína animal no Brasil por possuir um alto valor biológico e contribuir para a segurança alimentar.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO (2014) a produção aquícola do Brasil ainda apresenta números pequenos se comparada aos grandes produtores mundiais, como a China, a Índia, o Vietnã e a Indonésia. O pescado apresenta uma fonte de proteínas com um alto valor biológico, ácidos graxos insaturados e vitaminas, e um baixo teor de colesterol, que vem tornando uma opção de consumo cada vez mais saudável que as outras carnes (GONÇALVES, 2011). A piscicultura continental, carcinicultura marinha e malacocultura, no país, tem se tornado os principais ramos que envolve a aquicultura, e recentemente e com quantidades ainda pouco expressivas, a carcinicultura de água doce, a ranicultura, a algacultura e a quelonicultura estão crescendo ainda que de modo singelo (IBGE, 2020). Algumas

políticas públicas que são voltadas para a aquicultura podem transformar essa atividade em uma importante fonte de renda por ser sustentável, e por implicar no conhecimento da realidade local para que sejam inseridas nas ações adequadas aos interesses dos produtores (DOS SANTOS et al., 2014).

## **2.2 Sistemas de cultivo para a Tilápia-do-Nilo**

A Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* tem desempenhado um papel importante na aquicultura global nos últimos anos. O seu cultivo tem crescido de forma constante, (FAO, 2020). Sua criação se expandiu significativamente nas últimas três décadas, por ser uma espécie rústica, que resulta em facilidades do manejo na criação, produção e mercado. Essas características tornaram a tilápia a segunda espécie de água doce cultivada no mundo (MENAGA et al., 2019). Os sistemas de produção utilizados na sua criação são classificados como: extensivo, semi-intensivo, intensivo e super-intensivo.

Sistemas extensivos são praticados em reservatórios de pequenas ou grandes dimensões, naturais ou artificiais. Neste sistema, a densidade é baixa, a alimentação é restrita ao alimento natural, não se utiliza fertilizantes e não há controle sobre a reprodução. A produtividade é baixa e varia de 100 a 1.000 kg/ha/ano. O sistema de cultivo semi-intensivo é caracterizado pela maximização da produção de fontes de alimento natural endógenas a partir da fertilização com adubos orgânicos ou químicos. Pode-se utilizar também alimentos artificiais, a produtividade pode alcançar valores entre 1.000 e 3.500 kg/ha/ano. Os viveiros são construídos para o cultivo de peixes e é feito um controle para impedir espécies invasoras (NASCIMENTO e OLIVEIRA, 2010).

No sistema intensivo, a densidade de estocagem é alta, por isso faz-se necessário o fornecimento de uma ração balanceada. Com adubação podem-se alcançar produtividades de até 3.500 kg/ha/ano. Já no sistema de cultivo super intensivo usam-se tanques de pequeno porte, geralmente de alvenaria, com grande fluxo de água para renovação total da água em um curto período de tempo para garantir aos organismos aquáticos um fornecimento de oxigênio dissolvido suficiente, e eliminar os dejetos metabólicos, não existe alimento natural e os peixes são alimentados somente com rações que atendam as exigências nutricionais da espécie cultivada (NASCIMENTO e OLIVEIRA, 2010)

A busca por uma maior produtividade deve-se considerar boas práticas de manejo, a fim de reduzir os impactos ambientais resultantes da atividade aquícola são de interesse comercial, como forma de melhorar a imagem deste setor produtivo. Assim, a implantação de sistemas de produção sustentáveis é importante, tendo em que vista que eles são capazes de minimizar os danos ao meio ambiente (COLTO et al., 2006). De acordo com Lazard (1984), no final dos anos 70, a Tilápia-do-Nilo demonstrou alto potencial para a aquicultura em diversos sistemas de criação. O fato de aceitar as dietas artificiais desde o estágio larval contribuiu para o sucesso dessa espécie na aquicultura (ZIMMERMANN e FITZSIM-MONS, 2004).

Além disso, uma outra característica da Tilápia-do-Nilo é a fácil adaptação ao convívio com outras espécies, abrindo possibilidades da utilização de policultivos, como por exemplo, com o camarão-gigante-da-Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*), otimizando e ampliando o sistema de produção (BARROSO et al., 2015; MATA et al., 2016). Além do policultivo de Tilápia-do-Nilo com camarão de água doce (Hisano et al., 2019), há ainda a possibilidade de integrar essa criação com plantas (Pinheiro et al., 2017), e alguns estudos tem mostrado resultados positivos nesse aspecto. Em sistemas fechados com alta densidade de estocagem, a fim de aumentar a produtividade, alguns dos requerimentos pelo animal, como exemplo o oxigênio dissolvido, podem acabar se tornando limitados, embora esse problema possa ser evitado utilizando um sistema de aeração para fornecer melhores resultados na água dos viveiros (COLDEBELLA et al., 2021).

A tilápia apresenta características adaptativas para cultivo tanto em água doce como também em água salgada, por possuir uma grande tolerância à salinidade (FIGUEIREDO,; et al 2022). Uma das principais ferramentas para o melhoramento da qualidade da água é a partir da sua renovação constante. Ultimamente a produção animal necessita de um uso racional dos recursos hídricos, devido à escassez da água (SILVA et al., 2018). A tilápia é natural do continente africano, Israel e Jordânia, encontradas nas bacias dos rios Nilo, Níger, Tchade e lagos do Centro-Oeste africano (VERANI, 1980). Devido às suas características favoráveis para aquicultura houve a introdução da espécie em mais de 100 países localizados em regiões tropicais e subtropicais, com a função de melhorar a produtividade pesqueira e auxiliar no desenvolvimento da aquicultura (COWARD; BROMAGE, 2000; LÉVEQUE, 2002). Segundo Oliveira et al. (2007) a produção

comercial da Tilápia-do-Nilo apresenta um aumento em todo o mundo, sendo as produções em cativeiros a que mais cresce mundialmente, e na atualidade vem se tornando a segunda mais cultivada no mundo e a primeira no Brasil.

A Tilápia-do-Nilo sempre foi reconhecida por ser resistente a doenças e devido a sua capacidade de tolerar o manuseio e as adversas qualidades da água (KUBITZA, 2005; MARTINEZ, 2006). Os sistemas de produção na piscicultura que são realizados em canais secundários atendam às exigências das atividades aquícolas por ter melhores ganhos de produtividade, melhor qualidade ambiental, apresenta construção de fácil execução e baixo custo, redução no impacto ambiental, diminuição ao estresse nas etapas de manejo, facilidade no manuseio e monitoramento das condições gerais dos organismos (LIMA, et al 2008). Além disso, é uma espécie onívora que filtra partículas de alimentos e se alimenta facilmente de uma rica fonte de alimento natural e microorganismos dependentes do biofloco (RODRIGUES et al., 2015; DURIGON et al., 2020). Alguns dos fatores que também contribuem para a importância da tilápias na aquicultura é o seu rápido crescimento a taxas elevadas e as características organolépticas presentes na carne, com nos filés sem a presença de espinhas intramusculares (RIGUETTHI et al., 2011).

### **2.3 Alimento natural**

A criação de organismos aquáticos na aquicultura, em condições controladas (Nuñez, 2005), é considerada uma atividade econômica e de fundamental importância na sua maneira de produzir alimentos (SAMPAIO e BRAGA, 2005; AGOSTINHO et al., 2007). Os gastos com rações em cultivo de peixes representam cerca de 50 a 80% do custo de produção (PEREIRA FILHO, 1995) e as dietas balanceadas e de boa qualidade são um pré-requisito fundamental para atender as exigências nutricionais da espécie cultivada e assim permitir que atinja níveis de produção satisfatórios e garantir um bom sistema imunológico (BARROS et al., 2009). Segundo Castagnolli e Cyrino (1986) o hábito alimentar dos peixes geralmente é definido na sua fase adulta, mas o plâncton é alimento indispensável para as fases larvais e de juvenis. Watanabe et al. (1983) e Uys e Hecht (1985), afirmam que o zooplâncton é a principal fonte de alimento na fase larval, sendo que os rotíferos alcançam cerca de 90% na dieta das larvas nas espécies de peixes.

O alimento natural é recomendado devido às técnicas de alimentação artificial estarem bem desenvolvidas, e por isso algumas espécies de peixes mostraram um melhor desenvolvimento na presença de alimento vivo em comparação com somente a oferta de ração (CRISPIM et al., 1999). Por ser a melhor opção para a alimentação na fase inicial das larvas e alevinos de peixes devido ao seu conteúdo nutricional, a alimentação natural possui alguns metabólitos que são essenciais para o seu crescimento e sobrevivência, principalmente nos primeiros dias de vida (EKASARI et al., 2015).

Segundo Sipaúba-Tavares e Rocha (2001) o alimento natural presente em águas doce é composto por um conjunto de organismos pertencentes a diversos grupos taxonômicos, como Cladocera, Copepoda, Rotifera e Protozoa, onde é composto por organismos heterótrofos responsáveis pela transferência de energia produzida pelas microalgas, também conhecidas como o fitoplâncton, que também pode servir de alimento para diversos organismos, desde os peixes até grandes mamíferos. O alimento natural no cultivo é estimulado através da fertilização (orgânica ou inorgânica) dos tanques que tem como intenção aumentar a produtividade de fitoplâncton e conseqüentemente aumentar a disponibilidade de alimento natural para os peixes (FARIA et al., 2000; KNUD-HANSEN et al., 2003).

Na água do sistema de bioflocos está presente o alimento natural que é importante para a ciclagem de nutrientes, por ser composto de diversos microrganismos bactérias, protozoários, microalgas, zooplâncton, invertebrados bentônicos, planta, material e detritos (MARTÍNEZ-CORDOVA et al., 2003; SILVA et al., 2008). De acordo com Margalef (1983) o fitoplâncton é o primeiro elo entre os fatores abiótico e biótico nos ambientes aquáticos, tornado a principal entrada de matéria e energia na cadeia trófica e por ser um componente ecológico de fundamental importância na caracterização e na definição da dinâmica dos ambientes aquáticos. O plâncton apresenta um papel essencial na quebra de matéria inorgânica e orgânica (NIU et al., 2011). As algas têm a capacidade de absorver grandes quantidades de nutrientes dissolvidos sendo eles na sua forma orgânicos ou inorgânicos, tendo como preferência o nitrogênio amoniacal (PORRELLO et al., 2003; LOURENÇO, 2006).

Dessa forma, o conhecimento da comunidade planctônica é importante para a melhor compreensão do papel desses micro-organismos na produtividade primária dentro dos diferentes sistemas produtivos utilizados na aquicultura.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Determinar os efeitos de diferentes níveis proteicos de alimentação artificial da Tilápia-do-Nilo cultivada em sistemas de bioflocos sob a qualidade de água, o desempenho zootécnico e a composição do plâncton.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Quantificar e qualificar a comunidade zooplanctônica e fitoplanctônica presente na água do cultivo de pós-larva de tilápia com das diferentes dietas proteicas.

Avaliar a qualidade da água no cultivo de pós-larva de tilápia alimentadas com diferentes dietas proteicas.

Avaliar o desempenho zootécnico das pós-larva alimentadas com as diferentes dietas proteicas.

### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 Instalações e delineamento experimentais**

O sistema experimental do cultivo da tilápia do Nilo *O. niloticus* foi implementado no Laboratório de Experimentação com Organismos Aquáticos (LEOA), na Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com duração de 28 dias. Com licença da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-B10) nº70/2017, processo Nº 23082.006461/2017-85.

O local era coberto e rodeado por tela para evitar o escape dos animais, sob com iluminação natural. Foram utilizados 20 tanques circulares de fibra de vidro com capacidade de 1.000 L e volume útil de 200 L, todos os tanques possuíam aeração individual durante 24 horas por dia, a água do biofoco foi proveniente de cultivos anteriores. A reposição das perdas de água por evaporação foi utilizada água de poço artesiano, filtrada (Figura 1).



**Figura 1:** Tanques circulares de fibra de vidro com volume útil de 200 L, instalação experimental com iluminação natural e coberto com tela utilizados durante o período experimental.

#### 4.2 Condições e dietas experimentais

Foram avaliadas cinco dietas alimentares com diferentes níveis de proteína digestível (30%PD, 34%PD, 38%PD, 42%PD, e 46%PD), com quatro repetições independentes para cada tratamento, totalizando 20 unidades experimentais. As dietas experimentais utilizadas foram formuladas e balanceadas de acordo com valores de proteína digestíveis (Tabela 1). A alimentação era fornecida seis vezes ao dia, (07:30, 09:30, 11:30, 13:30, 15:30 e 17:30 horas), numa proporção que possibilitar-se máxima ingestão sem perdas. As pós-larva de Tilápia-do-Nilo estavam estocadas em uma densidade de 15 larvas L<sup>-1</sup>, totalizando 3.000 pós-larva em cada tanque.

**Tabela 1.** Formulação e balanceamento das dietas experimentais utilizadas na alimentação da Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*.

Alimentos (%)	Dietas experimentais				
	30% PD	34% PD	38% PD	42% PD	46% PD
Farelo de soja	7,91	11,28	20,64	26,52	17,50
Farinha de peixe	26,53	26,26	26,57	29,41	30,13
Farinha de vísceras	18,59	25,00	25,09	26,11	43,00
Milho em grão	34,22	26,36	17,58	9,04	3,74
Farelo de trigo	2,38	2,00	1,91	1,90	0,50
Óleo de soja	8,91	7,94	7,23	6,27	4,50
L-Triptofano	0,17	0,13	0,10	0,30	0,01

DL-Metionina	0,12	-	-	-	-
L-Treonina	0,55	0,41	0,26	0,1	-
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Premix vit. e mineral	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
NaCl	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100	100	100	100	100
Valor nutricional					
Matéria seca (%)	98,43	98,01	98,01	97,94	96,86
Energia bruta (kg kcal <sup>-1</sup> )	3479,00	3684,69	3674,43	3532,59	3459,10
Proteína bruta (%)	35,34	39,74	44,04	48,52	53,21
Proteína digestível (%)	30,60	34,6	38,60	42,6	46,60
Fibra bruta (%)	1,52	1,60	2,11	2,40	1,56
Extrato etéreo (%)	16,23	16,05	16,52	14,43	15,17

\*Aditivos: Sódio (Mín) 185mg; Vitamina A (Mín) 20.000UI; Vitamina D3 (Mín) 5.600UI; Vitamina E (Mín) 400UI; Vitamina K3 (Mín) 37mg; Vitamina C (Mín) 2.000mg; Tiamina (B1) (Mín) 40mg; Riboflavina (B2) (Mín) 40mg; Ácido fólico (Mín) 12,5 mg; Biotina (Mín) 0,13 mg; Niacina (Mín) 212mg; Pantotenato de cálcio (Mín) 100mg; Cobre (Mín) 19,5mg; Ferro (Mín) 146mg; Manganês (Mín) 58mg; Selênio (Mín) 0,95mg; Zinco (Mín) 129mg; Manano-oligossacarídeo (Mín) 60mg; *Pediococcus acidilactici* 1,5x10<sup>9</sup> UFC.

### 4.3 Avaliação do alimento natural

Foram analisadas amostras de plâncton coletadas semanalmente do cultivo de pós-larvas de tilápia-do-Nilo com amostragens equivalentes a dois litros de água (de cada tanque). Para a análise do zooplâncton foram avaliadas as amostras coletadas semanalmente, enquanto para o fitoplâncton, apenas as amostras do início e do final do período experimental. Para a análise do fitoplâncton, foi utilizando um recipiente de boca larga no sentido fundo-superfície (coluna d'água). Estas amostras foram filtradas com rede de plâncton (malha de 20 µm), e concentradas em recipientes de 250 mL, previamente identificados e fixadas com formol a 4% neutralizado com bórax a 1%. Para o estudo qualitativo e quantitativo do plâncton, foi utilizado o método de contagem direta, segundo Newell e Newell (1963), realizado por subamostras. O fitoplâncton foi avaliado em

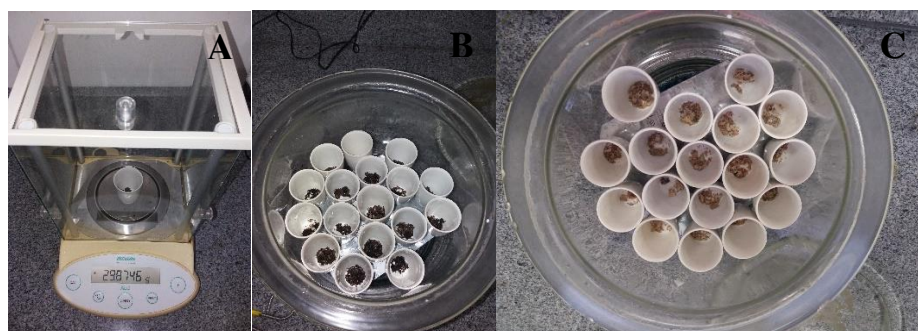
lâminas recobertas com lamínulas (número de células mL<sup>-1</sup>), retirando uma amostra correspondente a 0,2 mL. Ambas as análises foram realizadas em microscópio óptico, mostrado na Figura 2. Para a determinação da abundância de cada grupo de organismos presentes, utilizou-se a metodologia descrita em (APHA, 1995).

$$\text{N}^\circ. \text{Indivíduos/mL} = (\text{D.C}') / (\text{C}''.\text{C}''')$$

D = número de organismos contados na alíquota analisada, C' = volume de concentração da amostra (250 mL), C'' = volume da alíquota analisada, C''' = volume filtrado através do coletor (2000 mL).

#### 4.4 Avaliação da composição centesimal

Durante as fases experimentais o biofloco produzido nos tanques de cultivo, assim como as dietas utilizadas durante as fases de cultivo foram analisadas químico-bromatologicamente o percentual de matéria orgânica no sedimento (% M.O. sed), para determinação da fração orgânica e inorgânica, onde foram utilizadas 3 repetições de cada tratamento totalizando 15 amostras, para cada amostra foi pesada uma quantidade correspondente a 0,5g, em seguida realizado o processo de secagem e queima das amostras em mufla a 500°C, depois as amostras foram retiradas colocadas em um dessecador e pesadas em uma balança analítica para a determinação da fração orgânica e inorgânica, (Figura 2).



**Figura 2:** Procedimento para determinação da fração orgânica e inorgânica dos flocos microbianos. (A) pesagem em balança analítica, (B) amostras no dessecador antes do processo de queima, (C) amostras após processo de queima.

#### 4.5 Monitoramento da qualidade de água

O monitoramento da qualidade da água foi realizado durante todo o cultivo com base nas variáveis físico-químicas da água, valores de temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), salinidade (g/L), condutividade elétrica (mS/cm) e o pH, as quais foram mensurados diariamente pela manhã (07:00h) e à tarde (17:00h), através da sonda multiparâmetro. Já a coleta das amostras de água de cada tanque era feita semanalmente para análises de amônia total ( $\text{NH}_4 + \text{NH}_3$ ), nitrito ( $\text{N-NO}_2$ ), nitrato ( $\text{N-NO}_3$ ), fosfato inorgânico ( $\text{P-PO}_4$ ), alcalinidade ( $\text{CaCO}_3$ ), sólidos suspensos (g/L), e sólidos sedimentáveis (ml/L), as análises era feita a partir do aparelho espectrofotômetro, (Figura 3).



**Figura 3:** Equipamentos utilizados para monitoramento da qualidade de água, (A) sonda multiparâmetro, (B) espectrofotômetro, (C) análise dos nutrientes.

#### 4.6 Avaliação do desempenho zootécnico

As biometrias foram realizadas semanalmente com amostras equivalentes a 10% da população de cada parcela experimental. Todos os peixes foram pesados e medidos no início e ao final do período experimental, com uso de balança de precisão ( $\pm 0,001$  g) e paquímetros digitais (Figura 4). Para avaliação do desempenho zootécnico, sendo aferido as seguintes variáveis: Sobrevivência (S), expressa em percentagem através da fórmula:  $S = 100 \cdot (\text{População inicial} / \text{População final})$ . Ganho de peso diário (GPD), expresso em gramas, através da diferença entre a biomassa final (Bf) e a inicial (Bi):  $\text{GB} = (\text{Bf} - \text{Bi}) / \text{QD}$  (quantidade de dias). Fator de conversão alimentar (FCA), = Quantidade de ração fornecida/ Ganho de biomassa. Taxa de crescimento específico diário (TCE % dia) =  $(\text{Pf} - \text{Pi}) / \text{QD}$  (quantidade de dias).



**Figura 4:** (A) Balança digital peso em (g), (B) Paquímetro digital, análise de comprimento em (mm) das pós-larva *O. niloticus*.

#### 4.7 Análise estatística

Inicialmente foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e o teste de homocedasticidade de Bartlett, ao nível de significância de 5%. Constatando-se a normalidade da amostra e a homogeneidade das variâncias foi aplicado o teste da Análise de Variância nas variáveis de cultivo. No caso de diferença estatística, a Análise de Variância (ANOVA) foi complementada pelo teste de comparação de médias de Tukey, também com nível de significância de 5%. Para dados não-normais, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Previamente às análises os dados relativos a densidades e percentagens serão transformados para  $\log(x)$  e  $\arcsin(x/0,5)$  respectivamente. Essas análises foram de acordo com Zar (1996) e utilizando os softwares Graphpad instat e SisEAPRO.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

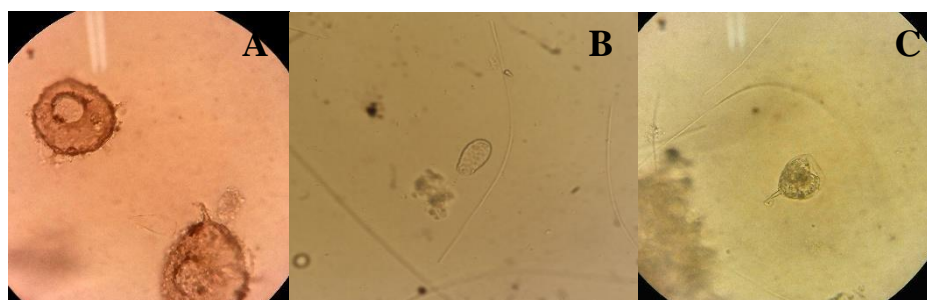
#### 5.1 Comunidade zooplanctônica

A comunidade zooplanctônica foi distribuída entre 5 grupos, Protozoa, Rotifera, Cladocera, Nematoda, Trematoda e 12 gêneros, o grupo de rotífera apresentou diferença significativa nas dietas proteicas de 30% PD e 38% PD ( $p < 0,05$ ), porém em relação aos outros grupos e as outras diferentes dietas testadas não teve diferença significativa ( $p > 0,05$ ). O grupo protozoa foi o que apresentou uma maior quantidade de organismos em todos os tratamentos, sendo o grupo dominante. Essa dominância está relacionada com a sua capacidade de adaptação para níveis elevados de nutrientes e sólidos, microorganismos

que se desenvolvem em tecnologia de bioflocos desempenham um papel essencial no fornecimento de nutrientes para as espécies cultivadas (BALLESTER et al., 2010; DENG et al., 2018).

Percebe-se que foram encontrados 5 táxons do grupo protozoa (*Centropyxis* sp, *Trinema* spp, *Euplotes* sp, *Vorticella* spp e *Paramecium* spp) sendo os gêneros *Centropyxis* e *Trinema* (Figura 5), foram as mais abundantes em todos os tratamentos independente da dieta proteica.

O grupo de rotíferos foi o segundo mais diversificado e encontrado em grande abundância principalmente nas amostras das últimas semanas, distribuído em 7 gêneros (*Lecane* spp, *Testudinella* sp, *Euchlanis* sp, *Brachionus* spp, *Encentrum* sp, *Colurella* sp e *Trichocerca* sp). Os táxons gênero *Lecane* spp foram responsáveis pela dominância durante o período experimental (Figura 6), sendo a presença desse gênero comumente relacionada com a eutrofização da água (LOUREIRO et al., 2012). Os rotíferos se alimentam da matéria orgânica presente nos tanques de cultivo (CASÉ et al., 2008), e as altas densidades desse grupo em um ambiente de cultivo é de grande importância no início da larvicultura, isso se dá devido ao seu tamanho e a quantidade de valor proteico presente nesses organismos (MOREIRA et al., 2001). Segundo Ogino (1963), sendo ele natural ou cultivado, possui um bom valor nutricional.

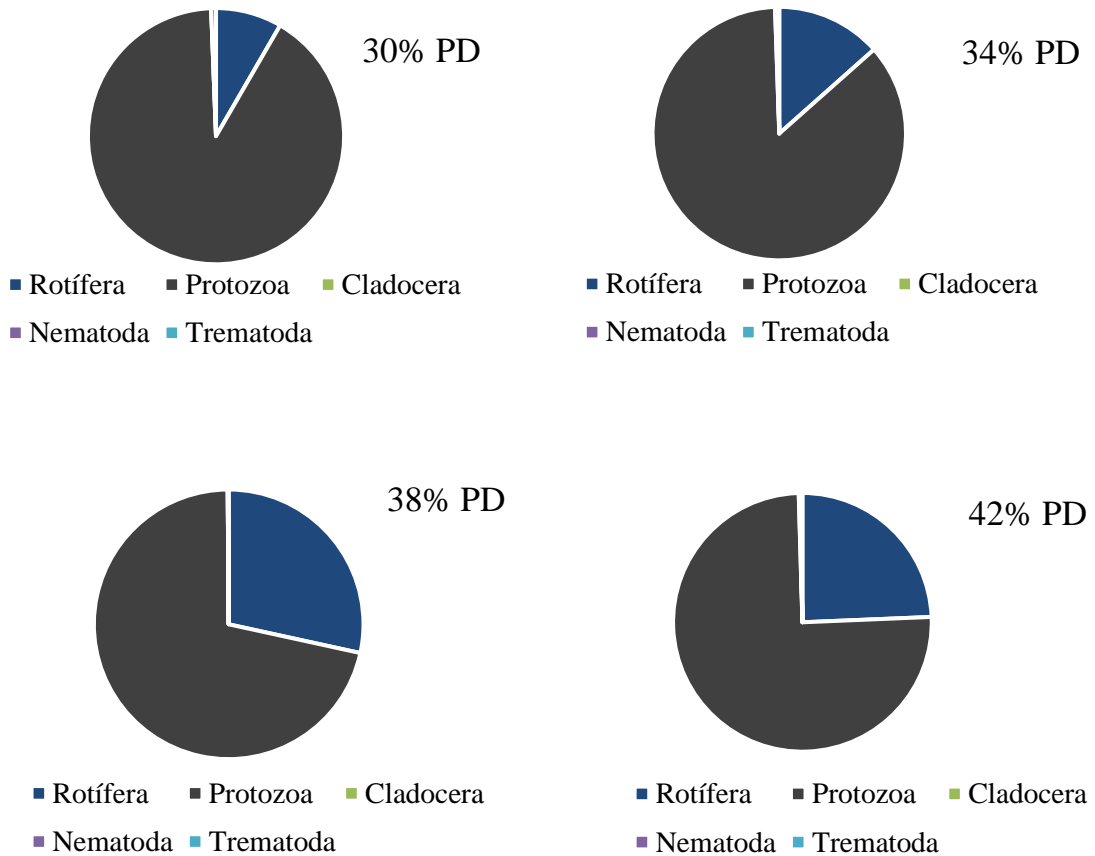


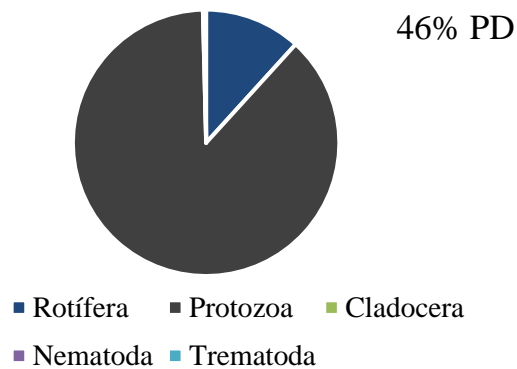
**Figura 5:** Gêneros dominantes da comunidade zooplancônica no cultivo de pós-larvas de tilápia submetidas a diferentes dietas proteicas. (A) *Centropyxis* sp, (B) *Trinema* spp, (C) *Lecane* spp.

Segundo Emerenciano et al., (2017), as comunidades de microrganismos que compõem o sistema de tecnologia de bioflocos desempenham um papel de fundamental importância na nutrição dos organismos aquáticos, devido as proteínas e lipídios de origem naturais ser a fonte disponível durante todo o dia e representando uma redução nos custos com ração valores de 40 a 50% (HARGREVES, 2013). As comunidades zooplancônicas

presentes em cultivos de peixes são utilizados como bioindicadores das condições tróficas de águas, pois em ambientes que possuem maiores concentrações de nutrientes, também há maiores abundâncias de uma ou poucas espécies e, na maioria são de pequeno tamanho, como os Rotífera e Protozoa, sendo os mais abundantes (MATSUMURA-TUNDISI et al., 1990).

Segundo Moreira et al., (2001), a temperatura é diretamente proporcional para o ciclo de vida dos rotíferos, pois quanto maior a temperatura, maior será o ciclo desses organismos.





**Figura 6:** Variação da comunidade zooplancônica no cultivo de pós-larva de tilápia do Nilo *O. niloticus*, em função das diferentes dietas proteicas.

Todos os tratamentos apresentaram um crescimento acelerado dos grupos de Protozoa, conforme mostrado na Figura 6.

**Tabela 2.** Valores da abundância relativa da comunidade zooplancônica no cultivo da Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* em tecnologia de bioflocos com dietas contendo diferentes níveis proteicos.

Táxons	Tratamentos				
	30% PD	34% PD	38% PD	42% PD	46% PD
<b>Rotifera</b>	<b>8,07</b>	<b>13,98</b>	<b>26,72</b>	<b>19,06</b>	<b>9,65</b>
<i>Lecane</i> spp	4,03	6,89	16,06	8,50	4,91
<i>Testudinella</i> sp	3,42	6,78	9,75	9,36	4,51
<i>Euchlanis</i> sp	0,23	0,14	0,30	0,18	0,15
<i>Brachionus</i> spp	0,00	0,00	0,35	0,00	0,08
<i>Encentrum</i> sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Colurella</i> sp	0,39	0,17	0,26	1,02	0,00
<i>Trichocerca</i> sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Protozoa</b>	<b>88,89</b>	<b>84,02</b>	<b>72,65</b>	<b>80,41</b>	<b>89,99</b>
<i>Centropyxis</i> sp	62,11	62,88	48,99	49,21	60,04
<i>Trinema</i> spp	22,6	10,26	14,52	23,64	19,12

<i>Euplotes</i> sp	2,02	5,36	6,58	5,22	7,76
<i>Vorticella</i> spp	0,77	1,65	0,40	0,42	1,15
<i>Paramecium</i> spp	1,39	3,87	2,16	1,92	1,92
<b>Cladocera</b>	<b>0,00</b>	<b>0,34</b>	<b>0,00</b>	<b>0,06</b>	<b>0,22</b>
<i>Cladocera</i>	0,00	0,34	0,00	0,06	0,22
<b>Nematoda</b>	<b>0,698</b>	<b>0,00</b>	<b>0,44</b>	<b>0,06</b>	<b>0,00</b>
<i>Nematódeo</i>	0,698	0,00	0,04	0,06	0,00
<b>Trematoda</b>	<b>2,25</b>	<b>1,65</b>	<b>0,44</b>	<b>0,30</b>	<b>0,09</b>
Trematoda	2,25	1,65	0,04	0,30	0,09
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

## 5.2 Comunidade fitoplanctônica

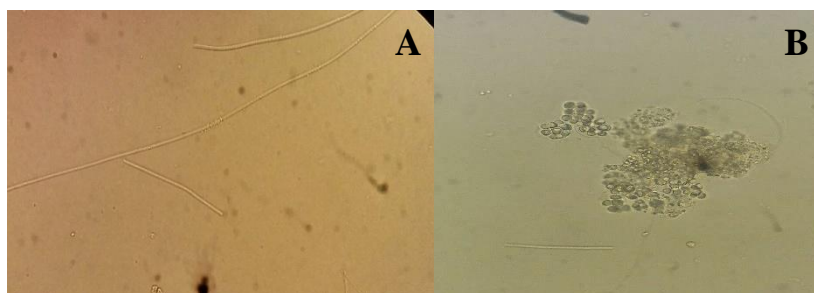
A comunidade fitoplanctônica no cultivo de pós-larva de tilápia do Nilo *O. Niloticus* foi encontrada táxons distribuídos em 8 classes e 14 gêneros, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyta, Trebouxiophyceae, Euglenophyceae, Synurophyceae, Dinophyceae e Zygnematophyceae. Não apresentou diferença significativamente entre as duas amostragens ( $p > 0,05$ ).

A classe Cyanophyceae foi encontrada em grande quantidade em todos os tratamentos independente da densidade proteica, como mostra a abundância relativa, destacando-se dois gêneros mais abundante (*Planktolyngbya* spp e *Chroococciopsis* sp) (Figura 7) estando presente em grande quantidade em todas as amostras das diferentes dietas proteicas. Pois esse grupo quando se encontra em crescimento excessivo pode causar sérios prejuízos no ambiente de cultivo, afetando todo o sistema de qualidade da água através, além do potencial produção de toxinas por alguns gêneros que pode afetar os animais cultivados (YUSOFF et al., 2010).

Segundo Esteves (1998), muitas espécies quando se encontram em condições favoráveis crescem em altas densidades, fenômeno denominado de floração de algas, ocorrendo em dias quentes e calmos principalmente em lagos eutróficos ou eutrofizados artificialmente. A baixa presença das Cyanophyceae é uma condição positiva para o cultivo visto que, os gêneros (*Shizothrix calcicola*, *Microcystis*, *Oscillatoria* e *Anabaena*) podem

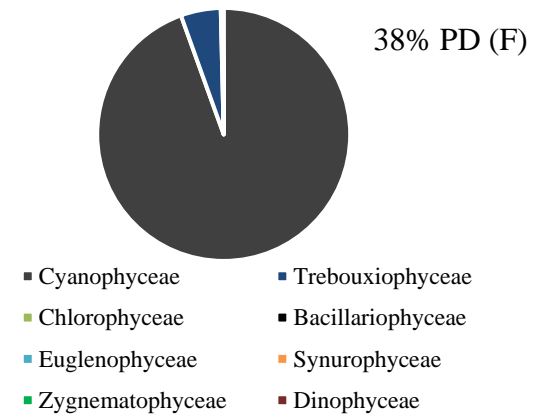
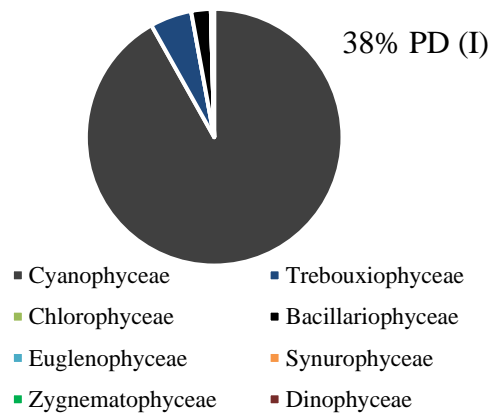
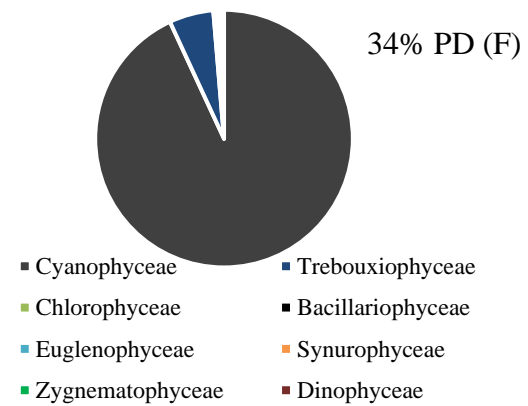
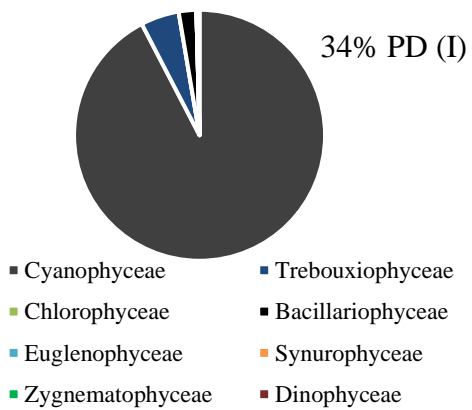
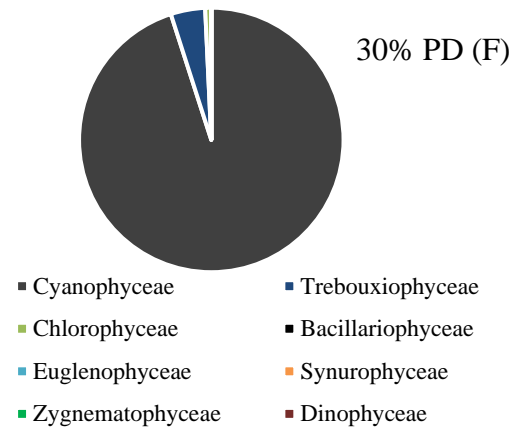
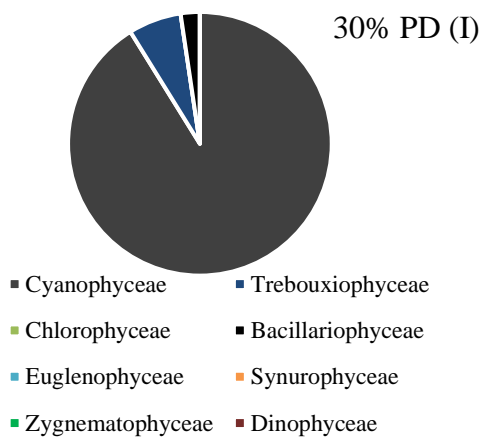
afetar negativamente a qualidade da água através da produção de compostos tóxicos para alguns animais aquáticos (YUSOFF et al. 2010). Os gêneros *Microcystis*, *Oscillatoria* e *Anabaena* estavam presentes no ambiente de cultivo, porém apresentavam-se em baixas concentrações durante o período experimental.

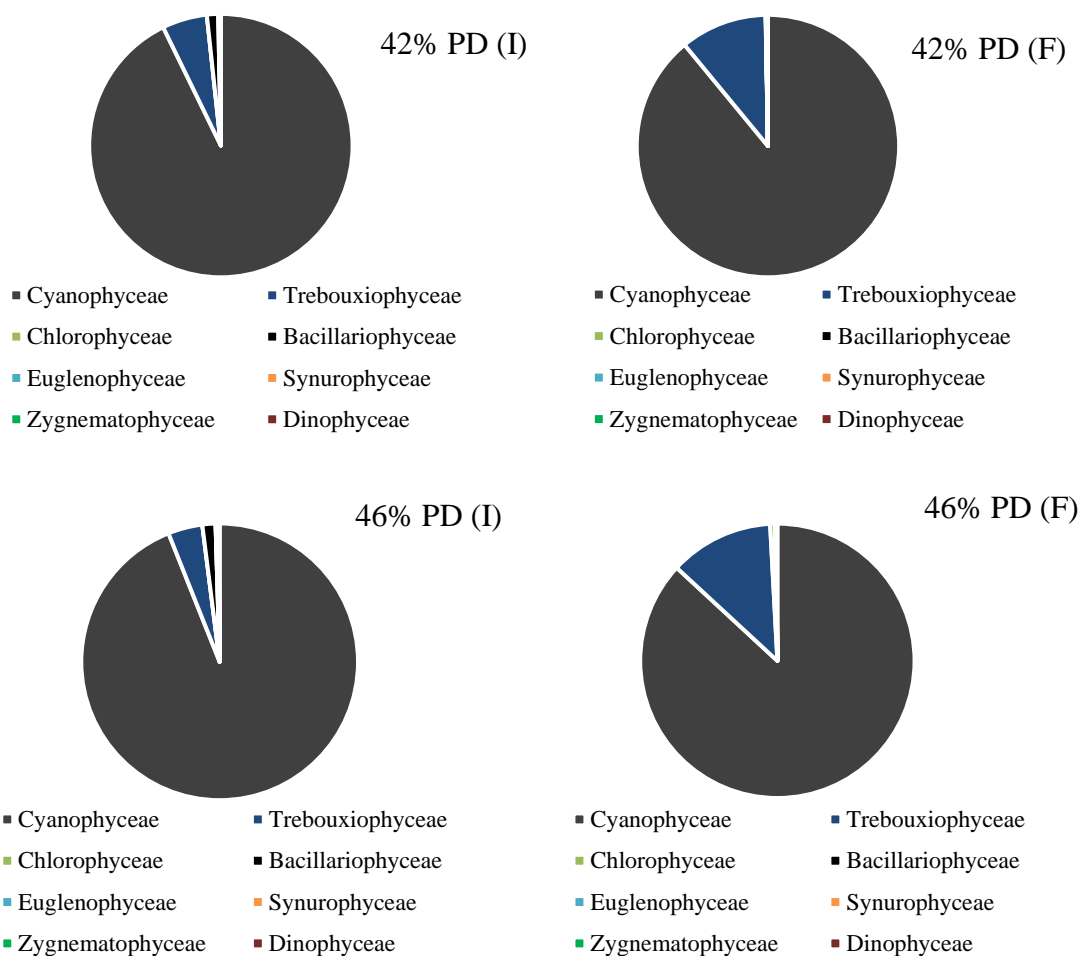
As microalgas desse grupo também apresentam algumas vantagens em relação às outras microalgas como à dominância em ambientes aquáticos, capacidade de armazenar fósforo, assimilar luz sobre luz de baixa intensidade e absorver nitrogênio atmosférico, apresentando também uma maior competitividade por nutrientes, uma maior taxa de crescimento e capacidade de acumular gases, o que permite que elas se movimentam e se organizem sobre a coluna da água, melhorando sua posição na coluna d'água para receber maior quantidade de energia luminosa (CALIJURI et al. 2006). Monroy et al. (2013) afirmaram que as algas planctônicas que dominam no início dos sistemas de bioflocos vão diminuindo e desaparecendo de acordo com o desenvolvimento dos flocos microbianos até que as diatomáceas se tornem o principal grupo presente e que está relacionado com a matéria orgânica presente no bioflocos. Onde não foi possível observar isso durante o período experimental, mostrando que a comunidade fitoplanctônica foi dominada pelo grupo de Cyanophyceae.



**Figura 7:** Gêneros dominante nas diferentes dietas contendo diferentes níveis proteicos do grupo Cyanophyceae. (A) *Planktolyngbya sp* e (B) *Chroococidiopsis sp*.

Mostra-se na Figura 8, que todos os tratamentos apresentaram dominância do grupo Cyanophyceae na abundância relativa inicial e final em função das diferentes dietas proteicas.





**Figura 8:** Variação da comunidade fitoplanctônica no cultivo de pós-larva de tilápia do Nilo *O. niloticus*, em função das diferentes dietas proteicas. (I) abundância relativa inicial, (F) abundância relativa final.

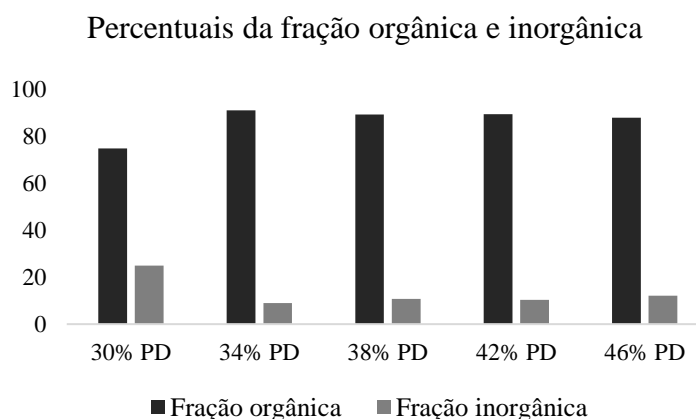
**Tabela 3.** Valores da abundância relativa da comunidade fitoplanctônica no cultivo da Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* em tecnologia de bioflocos com dietas contendo diferentes níveis proteicos.

Táxons	Tratamentos				
	30% PD	34% PD	38% PD	42% PD	46% PD
<b>Cyanophyceae</b>	<b>98,41</b>	<b>92,60</b>	<b>93,85</b>	<b>88,83</b>	<b>87,43</b>
<i>Planktolyngbya</i> spp	16,34	72,29	69,27	62,80	69,25
<i>Oscillatoria</i> sp	0,09	0,00	0,05	0,00	0,12
<i>Chroococciopsis</i> sp	81,52	19,16	22,34	24,08	15,65
<i>Chroococcus</i> sp	0,12	0,38	0,30	0,74	1,22

<i>Microcystis</i> sp	0,30	0,48	1,48	1,17	1,05
<i>Anabaena</i> sp	0,04	0,29	0,41	0,04	0,14
<b>Trebouxiophyceae</b>	<b>1,40</b>	<b>6,22</b>	<b>4,91</b>	<b>10,32</b>	<b>11,55</b>
<i>Crucigenia tetrapedia</i> sp	1,06	3,51	3,22	8,66	9,49
<i>Chlorella</i> sp	0,34	2,71	1,69	1,66	2,06
<b>Chlorophyceae</b>	<b>0,01</b>	<b>0,35</b>	<b>0,19</b>	<b>0,02</b>	<b>0,48</b>
<i>Tetraspora</i> sp	0,00	0,35	0,19	0,02	0,48
<i>Desmodesmus</i> sp	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Bacillariophyceae</b>	<b>0,13</b>	<b>0,51</b>	<b>0,66</b>	<b>0,53</b>	<b>0,31</b>
<i>Navicula</i> sp	0,13	0,48	0,55	0,43	0,31
<i>Fragilaria</i> sp	0,00	0,03	0,11	0,10	0,00
<b>Euglenophyceae</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>
<b>Synurophyceae</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>	<b>0,14</b>	<b>0,00</b>
<i>Mallomonas</i> sp	0,00	0,00	0,11	0,14	0,00
<b>Zygnematophyceae</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>
<i>Closterium</i> sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
<b>Dinophyceae</b>	<b>0,00</b>	<b>0,32</b>	<b>0,27</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

### 5.3 Composição centesimal

Os bioflocos produzidos nos tanques de cultivo, contendo as diferentes dietas proteicas foram analisados químico-bromatologicamente para a determinação da fração orgânica e inorgânica estão apresentados na Figura 9.



**Figura 9:** Valores médios dos percentuais da fração orgânica e inorgânica em função das diferentes dietas proteicas.

Foi realizado a média geral dos cinco níveis proteicos onde apresentou-se o valor equivalente a (86,52 %) de matéria orgânica por unidade de peso do sedimento, já a fração inorgânica representou (13,48%). A menor porcentagem da fração orgânica foi encontrada na dieta de 30% PD mostrada na Figura 9, isso aconteceu devido possivelmente à uma menor presença de resto de ração, fezes e microorganismos. Segundo Avnimelech (2007) a composição centesimal do bioflocos depende da fonte de carbono introduzida no meio de cultivo, da biota microbiana, ração, animais e outros fatores relacionados à sua formação, sendo influenciada pela espécie produzida no sistema, presença de microorganismos específicos, manejo do sistema e tempo de cultivo dos flocos microbianos. Portanto, a qualidade do floco microbiano é influenciada pela fonte de carbono, sendo sua escolha de fundamental importância em sistemas de cultivo sem renovação de água (CRAB et al., 2010).

Realizou-se a análise estatística e os testes de ANOVA e homocedasticidade de Bartlett através do programa Graphpad instat. Os valores da matéria orgânica e inorgânica, contidos nas amostras de bioflocos não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

#### 5.4 Monitoramento da qualidade de água

Os resultados das variáveis físico-químicas da qualidade de água no cultivo de pós-larva de Tilápia-do-Nilo ofertando diferentes níveis proteicos estão sumarizados na

(Tabela 4). As variáveis físico-químicas não apresentaram diferença significativa estatisticamente ( $p > 0,05$ ).

A temperatura apresentou sua média em valores constantes ao longo do período experimental. De acordo com Kubitzka (2000), grandes variações de temperatura podem provocar estresse nos animais diminuindo assim a sua produtividade. Pois segundo Furuya et al., (2003) as tilápias se desenvolvem bem em temperaturas variando de (25°C a 31°C). Já de acordo com Emerenciano et al. (2017) relata que para cultivos de Tilápia-do-Nilo com bom desempenho a temperatura ideal deve estar entre (28°C a 30°C), mostrando que a variável esteve fora dos padrões recomendados para o bom desenvolvimento da espécie, observa-se na (tabela 4) a diminuição na temperatura durante o período experimental ocorreu devido ao período de inverno na região, onde a variável esteve oscilando durante o período entre valores de (23,2°C a 26,2°C), apesar da baixa na temperatura não teve influência sobre o desempenho zootécnico das tilápias.

Na água durante o cultivo de tilápia o pH deve ser mantido entre 6,0 a 8,5. Abaixo de 4,5 ou acima de 10,5 ocorre a mortalidade em tanques com baixa renovação de água podendo ocorrer o desenvolvimento exacerbado da comunidade fitoplanctônica. Devido a fotossíntese o pH da água pode apresentando um aumento significativo ao longo do dia (KUBITZA 2011). Apresentando valores sempre na média aceitável para a espécie variando de (7,5 a 7,6). Já a concentração mínima de oxigênio dissolvido para tilápia em sistema de bioflocos deve ser 4mg L<sup>-1</sup> (EMERENCIANO et al., 2017), durante o período experimental o oxigênio manteve-se em concentrações adequadas para o desenvolvimento da espécie, sempre acima de 5,0 mg/L.

**Tabela 4.** Média ( $\pm$  DP) das variáveis físico-químicas da qualidade de água no cultivo de pós-larva de Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* alimentadas com diferentes dietas proteicas.

Variáveis	Dietas experimentais					
		30%PD	34%PD	38%PD	42%PD	46%PD
Temperatura (°C)	M	(23,9 $\pm$ 0,5)	(23,9 $\pm$ 0,5)	(23,9 $\pm$ 0,5)	(23,1 $\pm$ 0,5)	(23,9 $\pm$ 0,5)
	T	(25,1 $\pm$ 0,5)	(25,1 $\pm$ 0,5)	(25,1 $\pm$ 0,5)	(25,1 $\pm$ 0,5)	(25,2 $\pm$ 0,5)
Oxigênio dissolvido (mg/L)	M	(6,3 $\pm$ 2,0)	(6,3 $\pm$ 2,0)	(6,2 $\pm$ 1,9)	(6,2 $\pm$ 1,9)	(6,2 $\pm$ 1,9)
	T	(5,1 $\pm$ 1,9)	(5,0 $\pm$ 1,9)	(5,1 $\pm$ 1,9)	(5,1 $\pm$ 1,8)	(5,1 $\pm$ 1,8)
Cond. (mS/cm)	M	(1,3 $\pm$ 0,1)	(1,6 $\pm$ 0,1)	(1,8 $\pm$ 0,2)	(1,9 $\pm$ 0,2)	(1,8 $\pm$ 0,1)

Salinidade (g/L)	T	(1,7 ± 0,1)	(1,6 ± 0,1)	(1,8 ± 0,1)	(1,9 ± 0,1)	(1,8 ± 0,1)
	M	(0,8 ± 0,1)	(0,8 ± 0,1)	(0,9 ± 0,1)	(1,0 ± 0,1)	(0,9 ± 0,1)
pH	T	(0,8 ± 0,1)	(0,8 ± 0,1)	(0,9 ± 0,1)	(0,9 ± 0,1)	(0,9 ± 0,1)
	M	(7,6 ± 0,1)	(7,6 ± 0,1)	(7,6 ± 0,1)	(7,5 ± 0,1)	(7,6 ± 0,1)
	T	(7,6 ± 0,1)	(7,6 ± 0,1)	(7,6 ± 0,1)	(7,6 ± 0,1)	(7,6 ± 0,1)

Os resultados dos nutrientes dissolvidos monitorados semanalmente durante o cultivo de pós-larva de tilápia está apresentados na (tabela 5). Os valores de NH<sub>4</sub> (mg/L), N-NO<sub>2</sub> (mg/L), N-NO<sub>3</sub> (mg/L), P-PO<sub>4</sub> (mg/L), Alcalinidade CaCO<sub>3</sub> (mg/L), SST (g/L) e SS (mg/L), não diferiram significativamente entre as diferentes dietas testadas ( $p > 0,05$ ). Apresentando valores na média ideal para o cultivo da Tilápia-do-Nilo.

Segundo Boyd (2007), a amônia é o principal resíduo primário produzido pelos peixes a partir da digestão das proteínas, e tanto a amônia quanto o nitrito podem apresentar toxicidade em animais aquáticos. Os níveis de tolerância dependem da espécie de peixe cultivada, da temperatura e do pH, suportando valores de 0,5 a 1,0mg/L. Emerenciano et al., (2017) indicam que a adição de melão no sistema de cultivo pode ser prolongada até que um aumento da amônia total atinja uma concentração ( $> 1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ).

Estudos realizado por Vieira (2018), mostra que o sistema de biofoco possui total influência em assimilar a amônia produzida no cultivo de alevinos de tilápia, ofertando um meio aquático com proteína microbiana, aumentando a oferta endógena de alimento para a população presente no cultivo, onde o sistema de biofocos aumenta o desempenho zootécnico na fase inicial do cultivo dos animais, melhorando o ganho de peso, frequência de decantações e parâmetros da qualidade de água. Já os valores de nitrito também devem ser mantidos abaixo de 1,0mg/L para o melhor desenvolvimento das espécies ao longo do cultivo (KUBITZA 2011), apresentando valores na média aceitável.

**Tabela 5:** Valores médios ( $\pm$  DP) dos nutrientes dissolvidos na água durante o cultivo de pós-larvas de Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* alimentadas com dietas contendo diferentes níveis proteicos. (NAT- amônia total, N-NO<sub>2</sub> – nitrogênio do nitrito, N-NO<sub>3</sub> - nitrogênio do nitrato, SST – sólidos suspensos totais, SS- sólidos sedimentáveis).

Variáveis	Dietas experimentais				
	30%PD	34%D	38%PD	42%PD	46%PD

NAT (mg/L)	(0,09 ± 0,43)	(0,05 ± 0,42)	(0,08 ± 0,42)	(0,11 ± 0,39)	(0,11 ± 0,40)
N-NO <sub>2</sub> (mg/L)	(0,05 ± 0,16)	(0,02 ± 0,13)	(0,05 ± 0,21)	(0,05 ± 0,18)	(0,05 ± 0,20)
N-NO <sub>3</sub> (mg/L)	(42,60 ± 23,15)	(38,20 ± 24,23)	(33,15 ± 21,90)	(41,55 ± 29,40)	(44,75 ± 70,01)
P-PO <sub>4</sub> (mg/L)	(22,45 ± 5,65)	(21,90 ± 3,61)	(21,90 ± 4,22)	(22,70 ± 5,29)	(25,45 ± 4,50)
Alcalinidade (mg/L)	(160,00 ± 48,28)	(187,50 ± 39,80)	(172,50 ± 43,90)	(160,00 ± 38,85)	(160,00 ± 57,90)
SST (g/L)	(0,44 ± 0,15)	(0,63 ± 0,20)	(0,56 ± 0,16)	(0,46 ± 0,11)	(0,54 ± 0,19)
SS (mg/L)	(24,90 ± 15,55)	(16,25 ± 7,00)	(17,25 ± 4,67)	(20,25 ± 4,87)	(21,25 ± 3,14)

### 5.5 Desempenho zootécnico

Os resultados de desempenho produtivo das pós-larva de tilápia estão apresentados na (tabela 6). O peso final, ganho de peso diário, fator de conversão alimentar, sobrevivência e taxa de crescimento específico não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p>0,05$ ).

Os estudos realizados sobre o sistema de bioflocos relatam um aumento significativo no desempenho e crescimento dos animais cultivados (LUO et al., 2014). Apesar da exigência proteica das larvas de tilápia serem de 38% de proteína digestível, no presente estudo foi demonstrado que é possível cultivar larvas de tilápia utilizando 30% de proteína digestível em bioflocos sem perda de desempenho. Durigon et al., (2019) afirma que mesmo um nível mais baixo de proteína digestível poderia ser aplicado em condições semelhantes, pois os flocos microbianos representam uma fonte contínua composta de alimento natural que contribui para a nutrição da tilápia. As características nutricionais da biomassa microbiana do bioflocos se destaca devido seu grande teor proteico com valores entre 28 a 40% (AZIM & LITTLE 2008; TACON 2002), e também ao equilíbrio entre aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas (CRAB et al., 2012).

No estudo realizado com diferentes níveis proteicos mostrado na (Tabela 6), demonstrou, que 30% de proteína digestível em pós-larva de tilápia, é favorável para o cultivo em bioflocos, pois apresentou índices de desempenhos zootécnicos semelhantes aos demais tratamentos, não apresentando diferença significativas entre os tratamentos ( $p>0,05$ ). De maneira similar, outros já reportaram que a tilápia pode ser alimentada com dietas com 28% de PD e 22% de PD, sem comprometer o seu crescimento (AZIM e LITTLE, 2008; SILVA et al., 2018). Segundo Avnimelech (2011) e Crab et al., (2012), a Tilápia-do-Nilo consegue assimilar até 25% do alimento natural, fazendo com que seja

reduzido os custos com alimentação, tornando um dos itens mais caros que definem o custo total de produção.

**Tabela 6.** Média ( $\pm$  DP) do desempenho larval da Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* cultivada com tecnologia de bioflocos oferecendo dietas contendo diferentes níveis proteicos. (GPD-Ganho de peso diário; FCA-Fator de conversão alimentar; TCE-Taxa de crescimento específico).

Variáveis	Dietas experimentais				
	30%PD	34%PD	38%PD	42%PD	46%PD
Peso final (g)	(0,10 $\pm$ 0,02)	(0,12 $\pm$ 0,03)	(0,08 $\pm$ 0,01)	(0,10 $\pm$ 0,01)	(0,10 $\pm$ 0,01)
GPD (mg dia <sup>-1</sup> )	(8,27 $\pm$ 1,05)	(9,27 $\pm$ 0,66)	(6,49 $\pm$ 1,64)	(7,94 $\pm$ 0,49)	(8,69 $\pm$ 1,02)
FCA	(0,67 $\pm$ 0,09)	(0,60 $\pm$ 0,04)	(0,90 $\pm$ 0,29)	(0,69 $\pm$ 0,04)	(0,64 $\pm$ 0,07)
Sobrevivência (%)	(76,08 $\pm$ 6,97)	(74,90 $\pm$ 18,78)	(72,85 $\pm$ 5,82)	(79,00 $\pm$ 7,87)	(80,21 $\pm$ 2,05)
TCE (%/dia)	(0,17 $\pm$ 0,00)	(0,17 $\pm$ 0,00)	(0,16 $\pm$ 0,00)	(0,16 $\pm$ 0,00)	(0,17 $\pm$ 0,00)

## 6. CONCLUSÃO

Portanto as diferentes dietas proteicas testadas não influenciaram no alimento natural, nas variáveis da qualidade de água e nem no desempenho produtivo durante a fase larval da Tilápia-do-Nilo. Podendo ser cultivadas com tecnologia de bioflocos utilizando dietas com 30% a 46% de proteína digestível sem comprometer seu desempenho zootécnico, recomendando-se uma dieta proteica de 38% de proteína digestível em sistema de bioflocos, pois os flocos microbianos representam uma fonte contínua composta de alimento natural que contribui para a nutrição da tilápia.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA/AAWWA/WEF. **Standart methods for the examination of water and wastewater.** 19 ed., Washington: APHA, 1995.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecology and management of fish resources in Brazilian reservoirs.** Maringá: Eduem. p.501, 2007.

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: **The World Aquaculture Society**, p. 182, 2009.

AVNIMELECH Y. Tilapia Production Using Biofloc Technology: saving water, waste recycling improves economics. **Global Aquaculture Advocate**, 2011.

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.

BALLESTER, E.; ABREU, P.; CAVALLI, R.; EMERENCIANO, M.; ABREU, L.; WASIELESKY JUNIOR, W. Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. **Aquaculture Nutrition**, v. 16, n. 2, p. 163-172, 2010.

BARROS, M.M.; RANZNANI-PAIVA, M.J.T.; PEZZATO, L.E.; FALCON, D.R.; GUIMARÃES, I.G. Hematological response and growth performance of Nile tilapia fed diets containing folic acid. **Aquaculture Research**, v. 40, p. 895-903, 2009.

BARBOSA, J. E. L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionamentos limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açude Taperoá II: Trópico semi-árido nordestino**, 201f. Tese Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

BARROSO, R. M.; TENÓRIO, R. A; PEDROZA FILHO, M. X.; WEBBER, D. C.; BELCHIOR, L. S.; TAHIM, E. F.; CARMO, F. J.; MUEHLMANN, L. D. Gerenciamento genético da tilápia nos cultivos comerciais. **Embrapa Pesca e Aquicultura**. Palmas, TO. Série Documentos, v. 23, p. 64, 2015.

BRASIL. **Ministério da Pesca e Aquicultura. Censo aquícola nacional**, ano 2008. Brasília: República Federativa do Brasil, 2013.

BOYD, C. Nitrification important process in aquaculture. **Global Aquaculture Advocate**, v. 10, n. 3, p. 64 – 66, 2007.

CALIJURI, M.C.; ALVES, M.S.A.; SANTOS, A.C.A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: RiMa. p.118, 2006.

CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, E. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Manole. p.152, 1986.

CASÈ, M.; LEÇA, E. E.; LEITÃO, S. N.; SANT`ANNA, E. E.; SCHWAMBORN, R.; JUNIOR, A. T. M. Plankton community as an indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds. **Marine Pollution Bulletin**, p. 1343-1342, 2018.

CESTAROLLI, M.A.; PORTELLA, M.C.; ROJAS, N.E.R. Efeito do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de curimatá *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, p.119-129, 1997.

COLT, J.; LAMOUREUX, J.; PATTERSON, R.; ROGERS, G. Reporting standards for biofilter performance studies. **Aquacultural Engineering**, v.34, n.3, p.377-388, 2006.

COLDEBELLA, A., GENTELINI, A. L., MAHL, I., BRAUN, N. J., OLDEBELLA, P. F., SIGNOR, A. A., & FEIDEN, A. Perfiladores acusticos de corrente por efeito doppler (ADCP) como ferramenta de apoio para o posicionamento de aeradores na piscicultura de viveiros escavados. **Brazilian Journal of Development**, v.6(9), p.64588-64600, 2020.

CORRÊA, R. G. Flora Filtoplantônica e do sedimento em piscicultura comercial de Catfish (*Ictalurus Punctatus*) No município de Palhosa, SC, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade

Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, p. 89, 2011.

COWARD, K. BROMAGE, N.R. - **Reproductive physiology of female tilapia broodstock**. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol. 10, n. 1, p. 1-25, 2000.

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* 41**, p.559 – 567, 2010.

CRAB R, DEFOIRDT T, BOSSIER P, VERSTRAETE W. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. ***Aquaculture***, p. 351–356, 2012.

CRISPIM, M.C.; CAVALHEIRO, J.M.O.; PEREIRA, J.A. A influência do zooplâncton no crescimento de peixes em viveiros de aquacultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11. e CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1999, Olinda, PE. Anais... Olinda: **Associação dos Engenheiros de Pesca de Pernambuco**, .v.1, p.78-87, 1999.

DENG, M.; CHEN. J.; GOU J.; HOU, J.; LI D, HE X. The effect of different carbon sources on water quality, microbial community and structure of biofloc systems. ***Aquaculture***, 482: p. 103-110, 2018.

DOS SANTOS, I.A.F.; SIEBER, S.S.; FALCON, D.R. Piscicultura de base familiar como estratégia para o desenvolvimento rural: experiências no Estado de Pernambuco. ***Revista Extensão Rural***, DEAER-CCR-UFSM, Santa Maria, v.21, n.1, p.9-26, 2014.

DURING, E. G.; LAZZARI, R.; UCZAY, J.; LOPES, D. L. A., JERONIMO, G. T.; SGNAULIN, T.; EMERENCIANO, M. G.C., 2019. Biofloc technology (BFT): Adjusting the levels of digestible protein and digestible energy in diets of Nile tilapia juveniles raised in brackish water. ***Aquaculture and Fisheries***, article in press, 2019.

DURIGON, E.G., LAZZARI, R., UCZAY, J., LOPES, D.L.D.A., JERONIMO. G.T., SGNAULIN, T., EMERENCIANO, M.G.C. Biofloc technology (BFT): adjusting the levels of digestible protein and digestible energy in diets of Nile tilapia juveniles raised in brackish water. **Aquac. Fish.** v.5 (1), p.42–51, 2020.

EMERENCIANO COHELO MG.; A MARTÍNEZ-CÓRDABA LR.; MARTÍNEZ-PORCHAS M.; MIRANDA-BAEZA A. Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Management in **Aquaculture**. Intech, 2017.

EKASARI, J.; RIVANDI, D.R.; FIRDAUSI, A.P.; SURAWIDJAJA, E.H.; ZAIRIN JUNIOR, M.; BOSSIER, P.; DESCHRYVER, P. 2015 Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance **Aquaculture** (Amsterdam, Netherlands), v.441 (1), p.72-77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.019>.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP, p. 575, 1998.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fisheries and Aquaculture Department**. Statistics. 2008.

FAO, The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome, 2014.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Probiotics in animal nutrition–Production, impact and regulation. **FAO Animal Production and Health. Paper No.** v.179. Rome. p.108, 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. The state of world fisheries and aquaculture – **Meeting the sustainable development goals**. Roma: 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture -**Meeting the sustainable development goals**. Rome, 2020a.

FARIA A.C.E.A., C. HAVASHI, C.M. SOARES, G.S. GONÇALVES. Avaliação dos grupos zooplancônicos em tanques experimentais submetidos a adubação com diferentes substratos orgânicos. **Acta Scientiarum**, v.22(3). p.375-381, 2000.

FIGUEIREDO, J. P. V. et al. Salinity in the culture of Nile tilapia in a biofloc system: Influence on growth and hematological parameters. **International Aquatic Research**, v. 14, n. 2, p. 139-146, 2022.

FILIPSKI, M.; BELTON, B. Give a man a fishpond: modeling the impacts of aquaculture in rural economy. **World Development**, Amsterdã, v.110, p.205-223, 2018.

FURUYA, V. R. B., MOURA, L. B. Digestible lysine requirement of Nile tilapia from 86 to 227g fed arginine to lysine balanced diets. Semina: **Ciências Agrárias**, v.34, p.1945-1954, 2013.

GALVÃO, M.S.N.; FENERICH-VERANI, N.; YAMANAKA, N. et al. Histologia do sistema digestivo da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, p.91-100, 1997.

GONÇAKVES A. A. (Org.). **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011.

HARGREAVES, J. A. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. **Aquacultural Engineering**, v. 34, p. 344–363, 2006.

HARGREAVES JA. Biofloc production systems for aquaculture. **Southern Regional Aquaculture Center**. Missisipi, EU, p.4503, 2013.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R; MEURER, F. et al. Desempenho de larvas de carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*), alimentadas com plâncton, ração micropelletizada, farelada e pastosa. In: HISANO, H., BARBOSA, P.T.L., HAYD, L.A., MATTIOLI, C.C., Evaluation of Nile tilapia in monoculture and polyculture with giant freshwater prawn in biofloc technology system and in recirculation aquaculture system. *Int. Aquac. Res.* v.11, p.335–346, 2019.

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba. Anais... Piracicaba: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.38, p.1419, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v. 45, 2020.

KUBITZ, F.- Antecipando-se às doenças na tilapicultura. **Panorama da Aquicultura** (ISSN: 1519- 1141), Laranjeiras, RJ, Brasil. v.88. p.15-23, 2005.

KUBITZA, F. Tilápia: **Tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: F. Kubitza. p.285, 2000.

KNUD-HANSEN, C.F., K.D. HOPKINS e H. GUTTMAN. A comparative analysis of the fixed-input, computer modeling, and algal bioassay approaches for identifying pond fertilization requirements for semi-intensive aquaculture. **Aquaculture**, v.228(1). p.189–214, 2003.

KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.H.; FÓES, G.; GAONA, C.A.; LARA, G.R. & JUNIOR, W.W. **Sistema de bioflocos aumenta produtividade no cultivo de camarões**. In: Feira Internacional de Pesca e Aquicultura, 2012.

LAZARD, J., ROGNON, X. Genetic diversity of tilapia and aquaculture development in Côte D'Ivoire and Niger. *Isr. J. Aquac.*, v.49(2). p.90-98, 1997.

LAZZARI, R., UCZAY, J., RODRIGUES, R. B., PIANESSO, D., ADORIAN, T. J. & MOMBACH, P. I. Utilização de resíduos de frutas em dietas para piava. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.41.p. 227- 237, 2015.

LÉQUEVE, C. - Out of Africa: The success story of tilapias. **Environmental Biology of Fishes**, vol. 64, n. 4, p. 461-464, 2002.

LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.G.; ARAÚJO-FILHO, J.M.; SANTOS, F.J.S.; PEREIRA, W.E. Qualidade da água em canais de irrigação com cultivo intensivo de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciências Agronômicas**, v.39. p.531-539, 2008.

LOUREIRO, C. K.; WILSON, W. W. J.; ABREU, P. C. **The use of protozoan, rotifers and nematodes as live food for shrimp raised in bft system.** *Atlântica*, Rio Grande, 2012.

LOURENÇO, S. O. **Cultivo de microalgas marinhas: princípios e aplicações.** São Carlos: Rima. v.1, p.588, 2006.

LUÍS, C. S. **Fitoplâncton do estuário do Mondego segundo a diretiva – quadro da água.** Master's Dissertation. University of Aveiro, Faro- Portugal, 2011.

LUO, G.; GAO, Q.; 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.

MARGALEF, R. **Limnologia.** Barcelona: Ediciones Omega. p.1010, 1983.

MARTÍNEZ, M.A.S. - **Manejo Del cultivo de tilapia**. USAID, Coastal Resources Center, University of Rhode Island, University of Hawaii, Hilo, CIDE, Managua, Nicaragua. Disponível em [http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades\\_del\\_cultivo\\_de\\_Tilapia.pdf](http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf), p.22, 2006

MARTINEZ-CORDOVA, L.R.; CAMPANA TORRES, A.; PORCHAS- CORNEJO, M.A. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms. **Aquaculture Nutrition**, v.9(3), p. 155-160, 2003.

MATA, D. A.; SANTOS, A. M. D.; SILVA, H. L. P.; DANTAS, M. B.; APOLINÁRIO, M. O. **Implantação de um sistema de piscicultura em tanques escavados como alternativa de renda para piscicultores no Semiárido Paraibano**. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 11, 2016, Campina Grande - PB. Anais eletrônico. I CONIDIS. Campina Grande - PB: Realize Eventos e Editora, 2016. v. 1. Disponível em: <[http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO\\_EV064\\_MD4\\_SA6\\_ID1893\\_21102\\_016192034.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD4_SA6_ID1893_21102_016192034.pdf)>. Acesso em: 10/ 10/2017.

MATSUMURA, T.; LEITÃO, S. N.; AGUENA, L. S.; MIYAHARA, J. Eutrofização da Represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotifera. **Bras. Biol.** v. 50, p. 923-935, 1990.

MENAGA, M., FELIXBe, S., CGARULATHA, M., GOPALAKANNANA, A., PANIGRAHIC, A. **Effect of in-situ and ex-situ biofloc on immune response of genetically improved farmed tilapia**. **Fish Shellfish Immunol.** v. 92, p. 698–705, 2019.

MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P., & ZIMMERMANN, S. **Fundamentos da Moderna Aquicultura**. Canoas: Ed Ulbra, 2001.

MONROY-DOSTA MDC, DE LARA-ANDRADE R., CASTRO-MEJIA J, CASTRO-MEJIA G, EMERENCIANO M. Composición y abundancia de comunidades microbianas

asociadas al biofloc en un cultivo de tilápia. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**. v.48(3). p. 511-520, 2013.

NASCIMENTO, F.L.; OLIVEIRA, M.D. **Noções básicas sobre piscicultura e cultivo em tanques-rede no Pantanal**. 1ª Ed. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2010. 28p

NIU, Y.; SHEN, H.; CHEN, J.; XIE, P.; YANG, X.; TAO, M.; MA, Z.; QI, M. Phytoplankton Community succession shaping bacterioplankton community composition in Lake Taihu, China. **Water Research**. v.45. p.4169 – 4182, 2011.

OBA-YOSHIOKA, E. T., de ALMEIDA, R. S., GEMAQUE, S. R. F., BBRASILIANSE, A. R. P., SOUZA SILVA, R. & MARINHO, R. d. G. B. Substituição parcial da ração comercial por soja e milho cozidos e sua influência sobre o cultivo de híbridos tambatingas. **Biota amazônica**, v. 5. p.61-67, 2015.

OGINO, C. Studies on the chemical composition of some natural foods of aquatic animals. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, v.29, p. 459-462, 1963.

OLIVEIRA, E.G.; SANTOS, F.J.S.; PEREIRA, A.M.L. e LIMA, C.B.- **Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria**. **Circular Técnica**, vol. 45, n. 12, p. 1-12, 2007.

PEREIRA-FILHO, M. Alternativas para alimentação de peixes em cativeiro. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Ed.). **Criando peixe em cativeiro na Amazônia**. Manaus: MCT: INPA, p.75-82, 1995.

PEIXE BR, Associação brasileira de Piscicultura. **Anuário da Piscicultura**. São Paulo, 2020.

PINHEIRO, I., ARANTES, R., ESPÍRITO -SANTO, C.M., VIEIRA, F.N., LAPA, K.R., GONZAGA, L.V., SEIFFERT, W.Q. Production of the halophyte *Sarcocornia ambigua* and Pacific white shrimp in an aquaponic system with biofloc technology. **Ecol. Eng.** v.100, p.261–267, 2017.

PORELLO, S.; LENZI, M.; TOMASSETTI, P.; PERSIA, E.; FINOIA, M. G.; MERCATALI, I. Reduction of aquaculture wastewater eutrophication by phytotreatment ponds system II. Nitrogen and phosphorus content in macroalgae and sediment. **Aquaculture**, v.219, n.1-4, p.531-544, 2003.

RADÜNZ-NETO, J. Alimentação natural X ração balanceada na larvicultura de peixes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Zootecnia** p.119, 1999.

RIGHETTI, J.S.; FURUYA, W.M.; CORNEJERO, C.I.; GRACIANO, T.S.; VIDAL, L.V.O.; MICHELLATO, M. Redução da proteína em dietas para tilápiasdo-nilo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v.40, n.3, p.469-476, 2011.

RRODRIGUES, R.B., MEURER, F., DA SILVA, D.M., UCZAY, M., BOSCOLO, W.R., Tecnologia de bioflocos no cultivo de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Tecnologica**. v.10, p.75-89, 2015.

SAMPAIO, J.M.C. e BRAGA, L.G.T. Cultivo de tilápia em tanques-rede na barragem do Ribeirão de Saloméa – Floresta Azul- Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.6 (2): p.45- 52, 2005.

SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M. et al. Alimentação do natural do cascudo preto *Rhinelepis aspera* Agassiz, 1829 (Osteichthyes, Loricariidae) em tanques de cultivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, n.24, p.109-117, 1997.

SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; GONÇALVES, G.S. Plâncton, *Artemia* sp, dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e sobrevivência do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.383- 388, 2000.

SILVA, M. A.; ALVARENGA, E.R.; ALVES, G.F.O.; MANDUCA, L.G.; TURRA, E. M.; BRITO, T.S.; SALES, S. C. M.; JUNIOR, A.F.S.; BORGES, W.J.M.; TEIXEIRA, E.A. Níveis de proteína bruta em dietas para duas fases de crescimento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) num sistema de biofloc. **Aquaculture**, v. 49, p. 2693-2703, 2018.

SILVA, U.L.; CAMPOS, S.S.; CORREIA, E.S. Efeitos de fertilizantes orgânicos e inorgânicos na abundância macro e meiobentos e na qualidade da água do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Atlântica*. v.31(1). p.23-33, 2008.

SCHULZE, A.D.; ALABI, A.O.; TATTERSALL-SHELDRAK, A.R. et al. Bacterial diversity in a marine hatchery: balance between pathogenic and potentially probiotic bacterial strains. ***Aquaculture***, v. 256, p. 50-73, 2006.

SIEBURTH, J. M.; SMETACEK, V.; LENZ, J. Pelagic Ecosystem Structure: Heterotrophic Compartments of the Plankton and Their Relationship to Plankton Size Fractions. ***Limnol. Oceanogr.***, v. 23, p. 1256-1263, 1978.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos: RiMa, p.106, 2001.

TACON, A. G. J., CODY, J. J., CONQUEST, L. D., DIVAKARAN, S., FORSTER, I. P., DECAMP, O. E. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. ***Aquaculture Nutrition***. v. 8, p. 121-137, 2008.

UYS, W.; HECHT, T. Evaluation and preparation of an optimal dry feed for the primary nursing of *Clarias garipineus* larvae (Pisces: Claridae). ***Aquaculture***, Amsterdam, n.47, p.175-181, 1985.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: congresso de Zootecnia, 12o, Vila real, Portugal. Vila real: **associação Portuguesa dos engenheiros Zootécnicos**. Anais. p.111-118, 2002.

VERSCHUERE, L.; ROMBAUT, G.; SORGELOOS, P.; VERSTRAETE, W. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. ***Microbiology and Molecular Biology Review***, v. 64, p. 655–671, 2000.

VERANI, J. R. - **Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre tilapia-do-nilo *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1757) e o tucunaré comum, *Cichla ocellaris* (SCHNEIDER, 1801) – aspectos quantitativos.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. p.116,1980.

VIEIRA, R.B. Avaliação da tecnologia de bioflocos no desempenho zootécnico de alevinos de tilápia (*oreochromis niloticus*) cultivados em diferentes densidades. **Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.** v.12, p. 79, 2018.

VICENTE, I.S.T. e FONSECA-ALVES, C.E- Impact of Introduced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on Non-native Aquatic Ecosystems. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 16. n. 3 p. 121-126, 2013.

YUSOFF, F. M.; MATIAS-PERALTA, H. B.; SHARIFF M. Phytoplankton population patterns in marine shrimp culture ponds with different of water supply sources. **Aquat Ecosyst Health**, p. 458–464, 2010.

WATANABE, T. **Fish nutrition and mariculture.** Tokio: JICA, 1998.

WATANABE, T.; KITAJIMA, C.; FUJITA, S. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. **Aquaculture**, Amsterdam, v.34, p.115–143, 1983.

ZIMMERMANN, S. e FITZSIMMONS, K - Tilapicultura intensiva. In: Cyrino, J. E. P., Urbinati E. C., Fracalossi D.M. e Castagnolli C. (Eds.) - **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva.** São Paulo, TecArt, p. 239-266, 2004.

ZILLI, R. L. **Influência da própolis no crescimento e na microbiologia intestinal de alevinos e juvenis de tilápia.** Dissertação (Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável) Universidade Federal do Paraná, Palotina, p.82, 2016.