



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

**LARVICULTURA DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*
(Linnaeus, 1758) SUBMETIDO A DIETAS COM DIFERENTES
NÍVEIS PROTÉICOS COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCO**

Maria Aparecida Alves Gaia

SERRA TALHADA, PE

2019



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

**LARVICULTURA DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*
(Linnaeus, 1758) SUBMETIDO A DIETAS COM DIFERENTES
NÍVEIS PROTÉICOS COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCO**

Maria Aparecida Alves Gaia
Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira de Pesca.

SERRA TALHADA, PE

2019

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)

- G137 Gaia, Maria Aparecida Alves
LARVICULTURA DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) SUBMETIDO A DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS PROTÉICOS COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCO / Maria Aparecida Alves Gaia. - 2019.
42 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, 2019.
1. piscicultura. 2. flocos microbianos. 3. nutrição. 4. desempenho zootécnico. 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 Maria Aparecida Alves Gaia.

Título: Larvicultura de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) submetido a dietas com diferentes níveis protéicos com tecnologia de biofloco.

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

A banca examinadora composta pelos membros abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a aluna, Maria Aparecida Alves Gaia, do curso de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como APROVADA.

Serra Talhada, 06 de Dezembro de 2019

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ugo Lima Silva

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

Prof. Dr. Dario Rocha Falcon

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE.

Engenheiro de Pesca Mestrando Weverson Ailton da Silva

Pós Graduação em Aquicultura, UFSC.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente à Deus por ter me dado força para continuar essa jornada, também ao meu irmão e à minha mãe que sempre me incentivaram a continuar apesar de todas as dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

À Deus, por sempre ter me dado força e motivação nas horas mais difíceis principalmente quando pensei em desistir.

Aos meus familiares, em especial ao meu irmão Tiago e à minha mãe Luiza pelo apoio e pela paciência.

Aos meus amigos Diego Carvalho, José Leandro, Aurélio Joaquim, Wilson Carvalho, Hyercules Alexandre, Jorge Luiz, Williany Amâncio e Thais Vieira Silva pessoas fundamentais em todo esse processo de formação, pois estiveram comigo nos momentos fáceis e principalmente nos difíceis, que sempre me ajudou, apoiou e incentivou.

Ao meu orientador Ugo Lima Silva pela paciência, apoio e pela contribuição na minha formação acadêmica, pois de fato aprendi bastante com ele.

À todos os meus professores que contribuíram de forma efetiva na minha formação acadêmica em especial os professores Elton França, Mauricio Nogueira, Luciana Sandra, Diogo Nunes, José Carlos, Hermes Diniz, Michele Adelino, Mário Henrique, Jarbas Dantas, Alan César e Virgínia Medeiros.

Ao Laboratório de experimentação de organismos aquáticos, que fez parte da minha história e aos meus colegas que fizeram parte do laboratório que me ajudou nos projetos e fez contribuição para minha vida acadêmica.

Aufrpe 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.

“Cada sonho que você deixa para trás é um pedaço do seu futuro que deixa de existir”.

Stive-Jobs

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo Avaliar o uso de dietas com diferente níveis protéicos durante a larvicultura de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* cultivada com tecnologia de bioflocos. O experimento com a larvicultura foi realizada no Laboratório de Experimentação de Organismos Aquáticos da unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), durante o período de 28 dias. Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos com dietas contendo diferentes concentração de proteína digestível 30PD; 34PD; 38 PD; 42PD e 46PD, com quatro repetições. Foram utilizados 20 tanques experimentais circulares de fibra de vidro com volume útil de 1000 L de água, sendo utilizados no experimento 200 L de água para o cultivo da larva de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) em tecnologia de bioflocos. As larvas foram alimentadas 6 vezes ao dia. Para realização da manutenção da relação C:N, 15:1 foi fertilizado diariamente com melado. Durante todo o cultivo foram monitoradas as variáveis físicas e químicas de qualidade da água. O desempenho zootécnico das larvas foi avaliado através das variáveis peso final (g), sobrevivência (%), fator de conversão alimentar aparente (FCA), TCE (%. dia⁻¹), e ganho de peso diário (mg dia⁻¹). Diante do estudo os resultados as variáveis de desempenho zootécnico não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), porém foi visto que em sistema de bioflocos nível de proteína abaixo do exigido pela larva de 38% de proteína digestível, apresentou dados favoráveis para o cultivo de larva de tilápia do nilo. Os resultados mediante das análises de qualidade de água demonstrou que os tratamentos com os diferentes níveis de proteínas não apresentaram diferença significativa na qualidade da água ($p > 0,05$). Diante do estudo foi possível perceber que é possível cultivar larvas de tilápia do nilo (*oreochromes niloticus*) utilizando ração com 30% de proteína digestível em sistema de cultivo empregando a tecnologia de bioflocos.

Palavras-chave: piscicultura; flocos microbianos; nutrição; desempenho zootécnico.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the use of diets with different protein levels during Nile tilapia larviculture cultivated with biofloc technology. The experiment with larviculture was carried out at the Laboratory of Experimentation of Aquatic Organisms of the Serra Talhada Academic Unit (UFRPE / UAST), during 28 days. A completely randomized design with five treatments with diets containing different concentrations of 30PD digestible protein was adopted; 34PD; 38 PD; 42PD and 46PD, with four repetitions. Twenty circular fiberglass experimental tanks with a useful volume of 1000 L of water were used, and 200 L of water were used in the experiment for the cultivation of Nile tilapia larva (*O. niloticus*) in biofloc technology. The larvae were fed 6 times a day. To maintain the C: N ratio, 15: 1 was fertilized daily with molasses. Physical and chemical variables of water quality were monitored throughout the cultivation. The zootechnical performance of the larvae was evaluated through the variables final weight (g), survival (%), apparent feed conversion factor (FCA), TBI (%. day⁻¹), and daily weight gain (mg day⁻¹). Based on the study results, the zootechnical performance variables did not present significant differences ($p > 0.05$), however, it was observed that in a biofloc system a protein level below that required by the larvae of 38% of digestible protein presented favorable data for the cultivation of Nile tilapia larva. The results by the water quality analysis showed that the treatments with the different protein levels did not present significant difference in the water quality ($p > 0,05$). Given the study it was possible to realize that it is possible to cultivate Nile tilapia larvae (*Oreochromis niloticus*) using 30% digestible protein diets in a culture system using biofloc technology.

Keywords: pisciculture; microbial flakes; nutrition; zootechnical performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tanques experimentais circulares de fibra de vidro com volume de 1000 L com aeração utilizada para estocagem das larvas de <i>Oreochromis niloticus</i>	20
Figura 2. Estrutura externa experimental de iluminação natural e coberto com tela.....	21
Figura 3. Larvas <i>O. niloticus</i> transportadas em sacos plásticos e mantidas em tanques circulares de polietileno com volume de 500 L.....	23
Figura 4 A. Balança de precisão, análise de peso (g), <i>O. niloticus</i> , submetida a diferentes quantidades de proteínas. B. Paquímetro digital, análise de comprimento (mm), <i>O. niloticus</i> , submetida a diferentes quantidades de proteínas.....	24
Figura 5 A. Equipamento multiparâmetro usado no monitoramento da qualidade da água. B. Visor do multiparâmetro.....	25
Figura 6 A. Aparelho fotômetro usado na análise da qualidade da água. B. Cone de inhoff utilizado para realizar a análise de sólidos sedimentáveis. C. Filtros de fibra de vidro utilizado para realizar a análise de sólidos suspensos totais.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulação e balanceamentos das dietas experimentais.....	22
Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão das variáveis físico químicas de qualidade da água durante a larvicultura de tilápia alimentadas com dietas contendo diferentes níveis protéicos.....	27
Tabela 3. Valores médios (\pm DP) das variáveis físico-químicas da água durante a larvicultura de tilápia alimentadas com dietas contendo diferentes níveis protéicos.....	29
Tabela 4. Médias (\pm DP) do desempenho de larvas de <i>O. niloticus</i> cultivada com tecnologia de bioflocos ofertando dietas contendo diferentes níveis proteicos	31

SUMÁRIO

DEDICÁTORIA

AGRADECIMENTOS

EPÍGRAFO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1. TILAPICULTURA.....	13
2.2. BIOFLOCO.....	14
2.3. NUTRIÇÃO.....	16
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. OBJETIVO GERAL.....	19
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1. INSTALAÇÕES E DELINEAMENTO EXPERIMENTAIS.....	20
4.2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	21
4.3. DIETAS EXPERIMENTAIS E MANEJO ALIMENTAR.....	22
4.4. MATERIAL BIOLÓGICO.....	23
4.5. AVALIAÇÕES DO DESEMPENHO PRODUTIVO.....	23
4.6. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	25
4.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5.1. QUALIDADE DA ÁGUA.....	26
5.2. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO.....	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
7. REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura, ou cultivo de organismos aquáticos, na qual está inserida a piscicultura, é o segmento da produção animal que mais cresce no cenário mundial atual, tendo superado as taxas de crescimento da bovinocultura, da avicultura e da suinocultura na última década (KUBITZA, 2003).

A tilápia, depois da carpa é uma dos maiores grupos de peixes que vem crescendo rapidamente na ultimas décadas (FAO, 2018). Isso devido a sua fácil adaptação as condições do meio tanto na sua biologia reprodutiva quanto na sua fácil domesticação, além de apresentar suavidade na sua carne o que faz com que ela seja bem aceita no mercado pelo consumidor, fazendo assim com que essa espécie de peixe seja ideal para cultivo (FITZSIMMONS, 2000).

Recentemente, os dados tem se demonstrado positivo em relação a produção brasileira de tilápia que chegou a 283,24 mil toneladas de tilápia em 2017, um volume de 9,5% a mais em relação ao ano anterior (IBGE, 2017). A tilápia é cultivada em diversos países de diferentes intensidades culturais (Wang e Lu, 2016). No sudeste da Ásia, a tilapia é mais cultivada em sistema semi-intensivo, sendo portanto seu preço muito baixo (KABIR et al., 2019). Sendo desta maneira, a tilápia apresenta maior viabilidade econômica em outros países (KABIR et al., 2019).

Segundo El-Sayed (2006), as tilápias apresentam característica adaptativas para cultivo tanto em água doce como também em água salgada ou salobra, pois apresentam grande tolerância à salinidade. Além disso, a sua produção em água salgada ou salobra pode chegar reduzir o *off-flavor*, assemelhando-se o seu sabor a carne dos peixes de água salgada.

O cultivo de tilápia em água salobra geralmente acontece em fazendas desativadas de camarão marinho, como por exemplo, na região do estado de Santa Catarina onde está severamente infectada pela mancha branca, dessa forma o cultivo da tilápia acabou se tornando em uma ótima forma de renda (KUBITZA, 2005). Para a implantação de um sistema de cultivo, um dos fatores de maior importância é a determinação da densidade de estocagem, pois através da mesma que é possível obter o máximo aproveitamento do espaço além da otimização com os custos de produção (HENGSAWAT et al., 1997). Uma das maiores preocupações são com os recursos hídricos, pois os

mesmos não recursos renováveis e nas últimas décadas está sendo usado de forma desacelerada, uma das maiores preocupações da aquicultura é os sistemas de cultivos convencionais, pois o mesmo utiliza muita água além disso os dejetos da piscicultura é jogado de forma inadequada no meio ambiente o que vem degradando o meio de forma irreversível. Sendo assim, um dos sistemas de cultivo que vem se destacando é o sistema de cultivo em bioflocos que consiste em um sistema superintensivo de produção, que diferente dos sistemas convencionais, utiliza pouca ou nenhuma renovação da água, através da assimilação dos compostos nitrogenados pela biomassa microbiana (CRAB, 2012). Segundo Avnimelech (2005), esse sistema pode alcançar maiores taxas de produtividade, já que o mesmo permite trabalhar de forma superintensiva, com altas densidades de estocagem, utilizando aeração constante usando a relação carbono-nitrogênio (C:N). Além disso, uma das maiores gastos com a produção de tilápia é com a ração comercial que constitui cerca de 70% dos custos de produção (YUAN et al., 2017; AHMED, 2007). Sendo assim o bioflocos serve como fonte suplementar de alimento, ou seja as bactérias que assimilam o nitrogênio inorgânico, são fontes de proteínas alternativa em virtude da produtividade primária que existe no meio (ASADUZZAMAN et al., 2008). O uso deste recurso pode reduzir consideravelmente os custos de produção em relação a alimentação, diminuindo assim a quantidade de proteína contida na ração (KABIR et al., 2019).

Apesar de existir poucas informações sobre os níveis de proteína bruta recomendada para o uso em bioflocos, ainda ocorre grandes variações nas concentrações de proteínas no cultivo de tilápia com tecnologia de bioflocos (SILVA et al., 2018).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. TILAPICULTURA

A tilápia tem origem africana, e seu cultivo foi iniciado fora da África nos anos 30, se ampliando aceleradamente pelo sudeste asiático, sul do pacífico, Europa e sul dos Estados Unidos (HILDSORF, 1995). No Brasil, a tilápia foi introduzida primeiro pelo estado de São Paulo na década de 50, vindas do Congo Belga, por meio de um programa chamado de “peixamento” da empresa “Light” atual Eletropaulo (AZEVEDO, 1955).

Duas décadas depois foram trazidas mais tilápia do Nilo da Costa do Marfim, pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), que realizava o “programa brasileiro de produção de juvenil”, e com isso o DNOCS importou 60 espécimes de *Oreochromis niloticus* (MAINARDES-PINTO, 1989; CASTAGNOLLI, 1992), passando essa a ser uma das espécies de peixe que mais se adaptou ao clima, devido a sua grande prolificidade e precocidade sexual. A mesma foi introduzida no Brasil tendo como objetivo povoar os reservatórios públicos, porém sua introdução ocorreu de maneira desorganizada, ocasionando vários problemas, como anomalias e perda de variabilidade genética, isso devido ao fácil acasalamento entre os indivíduos (OLIVEIRA et al., 2011). No Brasil sua forte expansão se deu na década de 90 (WAGNER et al., 2004).

Introduzida no Brasil em 1971, a tilápia foi uma espécie de peixe que se mostrou bem favorável para o cultivo, pois reúne características cobiçáveis em peixes que podem ser designados para a exploração comercial, ou seja, por apresentar uma boa adaptação a condições ambientais, melhores índices de conversão alimentar, ganho de peso, uma grande rusticidade e uma boa aceitação de sua carne no mercado (RIBEIRO, 1998). Além disso, é uma excelente escolha de cultivo por apresentar melhores taxa de desempenho em diversas condições de temperatura, qualidade de água e manejo, passou a ser conhecida como frango d’água, por causa do seu alto potencial produtivo, particularmente em sistemas intensivos, do mesmo modo que a avicultura (FITZSIMMONS, 2000).

Segundo a FAO (1997), a produção mundial da tilápia foi de aproximadamente 659.000 t no ano de 1995. Hoje no mundo existem várias fazendas especializadas na produção dessa espécie em cativeiro, passando a ser considerado um dos cultivos de maior importância do século XXI, incluindo no Brasil (FITZSIMMONS, 2000).

Em 1984 a produção de tilápia a nível mundial foi de 200.000 toneladas, tendo uma aumento considerável em 1999 para 1.100.000 toneladas. Nas Américas houve um grande aumento na produção de fazendas de tilápia, isso se deu pelo fato da tilápia conseguir se adaptar bem as diversas formas de cultivo. Incluindo os níveis de subsistência, viveiros extensivos no leste do Caribe, cultivo associado a outros animais e peixes na Guatemala e Panamá, sistema semi-intensivo em Honduras, viveiros e sistema intensivo na Colômbia, Costa Rica e Jamaica, em vários países sistema intensivo em tanques redes, e nos Estados Unidos sistema de raceway (WATANABE et al., 2002).

A espécie *Oreochromis niloticus* está entre as mais produzidas no Brasil atualmente representando cerca de 90% das tilápias cultivadas (MPA, 2008).

A tilápia apresenta hábito alimentar onívoro, além de ter uma boa aceitação de dietas artificiais, tendo até a capacidade de digerir amido como fonte de energia (TACHIBANA, 2007). Seu cultivo pode acontecer tanto em água doce como salobra, ou estuarina (EL-ZAEEM et al., 2013, DE OCA et al., 2015).

2.2. BIOFLOCO

Na aquicultura uma das principais ferramentas para o melhoramento da qualidade da água é a partir das constantes trocas de água. Atualmente a produção animal necessita de um uso racional dos recursos hídricos, isso é devido à escassez de água em termos globais (SILVA et al., 2018). Sendo assim existe a carência de desenvolver uma tecnologia eficaz e sustentável (AHMAD et al., 2017).

Visando isso, a tecnologia de biofloco vem sendo desenvolvida como um sistema de cultivo sustentável. Esse sistema de cultivo, possui uma biota heterotrófica que assimila o nitrogênio inorgânico amoniacal para transformá-lo

em proteína microbiana (AVNIMELECH, 2007; HARGREAVES, 2006). Estudos comprovaram que a tecnologia de bioflocos serve como uma fonte alimentar importante, além disso ajuda a melhorar e manter a qualidade de água e a prevenção e disseminação de doenças (BALLESTER et al., 2010).

A tecnologia de biofoco foi iniciada possuindo como principal objetivo minimizar a renovação da água, porém nas três últimas décadas foi adaptada por vários pesquisadores para melhorar a estimulação do crescimento de bactérias e a formação de partículas em suspensão, isso foi feito com o ajuste da relação carbono:nitrogênio (C:N), que a partir de uma fonte de carbono que serve como suplementação para as bactérias, elas tem a capacidade de assimilar o nitrogênio inorgânico, fazendo com que obtenham melhores índices de qualidade da água e uma grande produção de proteína microbiana (MANSOUR-ESTEBAN, 2017).

Deste modo, o biofoco é uma opção bem promissora para melhorar e manter a qualidade da água (SILVA et al., 2018). Essa tecnologia é assentada na retenção de fezes e restos de ração e outros resíduos, criando agregados ricos em proteínas, que necessitam de agitação constante para manter os sólidos em suspensão e um bom nível de oxigênio (AVNIMELECH, 1999, 2006; AZIM e LITTLE, 2008; HARGREAVES, 2013; LUO et al., 2014). As proteínas do biofoco podem ser absorvidas por peixes como tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (AVNIMELECH et al., 1989; AZIM e LITTLE, 2008; CRAB et al., 2012; EBELING et al., 2006; LUO et al., 2014), isso ocorre devido a capacidade que essa espécie tem de filtrar (SANDERSON et al., 1996), sendo possível reduzir a quantidade de proteínas nas rações dos animais (SILVA et al., 2018).

Foi relatado que a alimentação de peixes com as proteínas microbianas do bioflocos, pode melhorar no desempenho e crescimentos dos organismos aquáticos (AVNIMELECH et al., 1989; AZIM e LITTLE, 2008; LUO et al., 2014). Porém, ainda há uma grande insuficiência de informações sobre os índices de proteína bruta recomendada no sistema de biofoco (SILVA et al., 2018). O biofoco possui efeitos imunológicos, isso está associado às bactérias que o compõe, além disso tem um aprimoramento de defesa contra doenças não específicas (XU e PAN, 2014).

2.3. NUTRIÇÃO

Os peixes diferentes dos animais homeotérmicos apresenta pouca exigência em relação à energia no alimento, uma vez que quando em jejum obtém fonte de energia em suas reservas corporais, assim muitas vezes a energia é mais eficiente em pássaros e mamíferos (NRC,1993). O hábito alimentar da espécie é que vai determinar o alto índice de proteína na ração, balanceando de forma adequada o seu catabolismo de proteínas, carboidratos e lipídios como fonte de energia (TACON e COWEY, 1985), fazendo com que supra suas exigências nutricionais de forma mais econômica, utilizando os carboidratos e lipídios como fonte de energia alternativa (GONÇALVES et al., 2009).

Vale ressaltar de início que o correto balanceamento dos nutrientes faz com que a espécie consiga obter um melhor aproveitamento dos aminoácidos como uma fonte de crescimento e fortalecimento de fibras musculares, assim como da manutenção metabólica (GONÇALVES et al., 2009). Um dos fatores primordiais que influencia diretamente na nutrição de peixe é a qualidade da proteína e o teor em relação à quantidade de energia não proteica sendo esta a relação energia proteína (BRANDT, 1991).

Vale pontuar ainda que uma boa quantidade de proteínas nas rações de peixe é alcançada pelo balanço entre a energia digestível e o teor de proteína bruta (CHO, 1992). Um elevado excesso de energia não proteica pode ocasionar em uma inibição a ingestão voluntária (PAGE e ANDREWS, 1973).

O consumo insuficiente de aminoácidos essenciais pode prejudicar a utilização de outros nutrientes, uma vez que a quantidade de energia disponível na ração está de forma errônea e com déficit de proteína (COLIN et al., 1993). Porém se por um lado a falta de proteína e o excesso de energia podem ocasionar danos, o déficit de energia e excesso de proteínas pode diminuir a taxa de crescimento (NRC, 1993). É de grande importância o adequado balanceamento de uma ração com relação à energia/proteína, para se obter um dos melhores índices de produção de peixes além de um bom rendimento de carcaça e filé, e assim obter também um baixo custo de produção através do preço das rações, além de diminuir uma grande descarga de nutriente no meio aquático (DE SILVA et al., 1989).

Os hábitos alimentares dos peixes resultam em exigências nutricionais diferenciadas, e assim o desenvolvimento de rações comerciais específica para cada espécie é pouco viável economicamente (PASTORE et al., 2012). A elaboração e formulação de uma ração ou dieta para animais aquáticos pressupõe o conhecimento dos hábitos alimentar de cada espécie. Uma das grandes dificuldades que oferece a nutrição de espécies aquáticas é o escasso conhecimento das exigências nutricionais das espécies cultivadas, bem como informações sobre digestibilidade de alimentos, energia digestível e ou metabolizável (GOMES, 2004; PASTORE et al., 2012).

O valor energético das rações para tilápia é usualmente expresso como energia digestível. Como a perda energética via brânquias e urina é pequena, torna-se mais prático determinar o valor de energia digestível em relação ao valor de energia metabolizável de um alimento ou ração (EL-SAYED, 2006). Para que todos os processos fisiológicos estejam funcionando perfeitamente é necessário um suprimento constante de energia, para que os peixes adquiram do alimento ingerido ou de reservas corporais na forma de gordura, proteína e glicogênio (KAUSHIK e MÉDALE, 1994). A energia que sustenta as funções metabólicas nos peixes é basicamente oriunda das fontes de lipídeos e seus constituintes, os ácidos graxos, juntamente com as proteínas que representam os nutrientes essenciais para esses animais (TOCHER, 2003).

Na natureza, a tilápia em geral alimenta-se nos diferentes níveis tróficos, quando confinadas, comportam-se como espécies oportunistas, onívoras, aceitando alimento artificial, ração, desde a fase larval. Em adição, a tilápia pode utilizar os carboidratos como fonte de energia, o que possibilita o uso de fontes de proteína de origem vegetal na formulação e processamento das dietas para tilapicultura sem prejuízo do desempenho produtivo (FURUYA et al., 2012).

A tilápia do Nilo utiliza eficientemente os lipídios e os ácidos graxos. Os benefícios da utilização de lipídios em rações para tilápia estão relacionados ao valor energético deste nutriente. Como as exigências pelos ácidos graxos, linoleico e linolênico são relativamente altas, a preferência pelos óleos vegetais e óleo de peixe são alternativas prioritárias, pois são fontes destes ácidos (GOMES, 2004; SARGENT et al., 2002). As fontes dietéticas de ácidos graxos

refletem a composição corporal, o padrão de lipoproteínas plasmáticas e a função imunológica da tilápia do Nilo (SARGENT et al., 2002).

Os peixes em comparação com outros animais exigem uma maior quantidade de proteína dietética. Rações completas para peixes contêm entre 28 a 50% de proteína bruta (PB), em função da fase de desenvolvimento, do ambiente e da espécie, enquanto rações de frangos e suínos, por exemplo, contêm de 18 a 23% ou de 14 a 16% PB, respectivamente (CYRINO et al., 2002).

A proteína é o principal componente visceral e estrutural do organismo animal, sendo necessário seu contínuo suprimento alimentar para atender às exigências de manutenção e produção. A unidade das proteínas são os aminoácidos, sendo importante o equilíbrio desses em uma ração para assegurar o máximo crescimento dos animais (FURUYA, 2010).

A proteína ideal é definida pelo balanceamento exato de aminoácidos digestíveis de forma a atender as exigências de todos os aminoácidos para manutenção e produção, por meio da proposta de que cada aminoácido essencial seja expresso em relação a um aminoácido de referência, a lisina (FURUYA et al., 2012). As tilápias exigem dez aminoácidos essenciais na sua dieta: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina. A lisina e a metionina geralmente são aminoácidos dietéticos mais limitantes. A lisina é o aminoácido essencial presente em maior proporção, tanto no corpo quanto no filé da tilápia do Nilo (GOMES, 2004; TEIXEIRA et al., 2008). Farinhas de peixe, carne, carne e osso, sangue, penas hidrolisadas, vísceras e farelos de soja, algodão, amendoim e outros, são excelentes fontes de proteínas para peixes (GOMES, 2004).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o uso de dietas com diferentes níveis protéicos durante a larvicultura de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* cultivada com tecnologia de bioflocos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho zootécnico da tilápia *O. niloticus* cultivada com tecnologia de bioflocos;
- Determinar a concentração de proteína que otimiza o crescimento das larvas de tilápia cultivadas em tecnologia de bioflocos;
- Caracterizar as variáveis físicas e químicas de qualidade da água da tilápia *O. niloticus* cultivada em sistemas de bioflocos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. INSTALAÇÕES E DELINEAMENTO EXPERIMENTAIS

Para que todo o sistema como um todo fosse trabalhado da melhor forma, os sistemas experimentais de cultivo da tilápia do Nilo *O. niloticus* foram implantados no Laboratório de Experimentação com Organismos Aquáticos da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no município de Serra Talhada, PE.

Foram utilizado tanques circulares de fibra de vidro com capacidade de 1000 L e volume útil de 200 L (Figura 1).



Figura 1. Tanques experimentais circulares de fibra de vidro com volume de 1000L com aeração utilizada para estocagem das larvas de *Oreochromis niloticus*.

O abastecimento da água é uma das primeiras preocupações devido a qualidade da mesma, e de modo conseqüente o resultado do experimento é comparado com os parâmetros físico-químicos da água bombeada inicialmente. Dessa forma, é dito que os tanques foram abastecidos com água de biofoco utilizados em cultivos anteriores filtrada em 200 µm e aerados individualmente através de sistemas de aeração. Os tanques eram localizados numa área externa com iluminação natural e recobertos com telas para evitar o escape dos animais, diminuindo o contato com dejetos vindo da área externa do local (Figura 2)



Figura 2. Estrutura externa experimental de iluminação natural e coberto com tela.

Para alimentação foi adotado um delineamento experimental com cinco níveis de proteína digestível na dieta (30PD; 34PD; 38 PD; 42PD e 46PD), com quatro repetições.

4.2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

O uso de melaço na relação carbono:nitrogênio (C:N) 15:1, para a realização na manutenção da qualidade da água foram calculadas com base nas relações de carbono:nitrogênio (C:N) requeridas, na quantidade de nitrogênio da ração convertida em amônia (ΔN) e no conteúdo de carbono no melaço (%C), de acordo com Equação 1 e 2: $\Delta_{Melaço} = [\Delta N \times (C:N)] \times \%C^{-1}$ (1). $\Delta N = Q_{Ração} \times \%N_{Ração} \times \%N_{Excreção}$ (2).

Onde, $Q_{Ração}$ é a quantidade de ração ofertada diariamente, $\%N_{Ração}$ é a quantidade de nitrogênio inserido no sistema ($\%Proteína\ Bruta \times 6,25^{-1}$) e $\%N_{Excreção}$ é o fluxo de amônia na água, diretamente da excreção ou indiretamente pela degradação microbiana de resíduos de nitrogênio orgânico.

A quantidade de melaço adicionada em cada unidade experimental para atender as requeridas relações C:N nos tratamentos foram calculadas usando as Equações (1) e (2): $\Delta_{Melaço} = [(Q_{Ração} \times \%N_{Ração} \times \%N_{Excreção}) \times (C:N)] \times \%C^{-1}$.

O melaço utilizado continha cerca de 30% de carbono em relação à matéria seca, de acordo com análise realizada no Departamento de Química Instrumental da UFPE. As equações descritas foram adaptadas de estudos realizados por Avnimelech (1999), Hari et al. (2004) e Samocha et al. (2007).

Durante o estudo foi empregado carbonato de cálcio quando se fizesse necessário, mantendo a alcalinidade total em torno de 100-150 mg L⁻¹ de CaCO₃. Não necessitando efetuar trocas de água, fazendo-se somente a reposição das perdas por evaporação, com água proveniente da própria Unidade Acadêmica.

4.3. DIETAS EXPERIMENTAIS E MANEJO ALIMENTAR

As dietas experimentais utilizadas foram formuladas e balanceadas de acordo com valores de proteína digestíveis (Tabela 1).

Tabela 1. Formulação e balanceamentos das dietas experimentais.

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 ⁻¹)	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* 1,5x10⁹ UFC.

Com objetivo de atender as exigências nutricionais do animal. Todas as dietas utilizadas foram fornecidas com hormônio masculinizante 17 α metil-testosterona, e os peixes alimentados seis vezes ao dia, como 07:30, 09:30, 11:30, 13:30, 15:30 e 17:30 horas, numa proporção que possibilitasse uma máxima ingestão sem perdas.

4.4. MATERIAL BIOLÓGICO

As larvas de *O. niloticus*, foram provenientes da ATT internacional, localizada na cidade de Paulo Afonso, BA. O transportes dos animais foi feito em sacos plásticos, posteriormente mantidos em tanques de 500 L para quarentena antes de iniciar a experimentação (Figura 3). Os animais com peso médio de 1,0 mg foram capturados e transferidos para os tanques experimentais, como um total de 3000 larvas por tanque.



Figura 3. Larvas *O. niloticus* transportadas em sacos plásticos e mantidas em tanques circulares de polietileno com volume de 500 L.

4.5. AVALIAÇÕES DO DESEMPENHO PRODUTIVO

A densidade de estocagem para larvas *O. niloticus* foi numa média de 15 larvas L⁻¹, exceto para o ensaio de densidade de estocagem. Para que fosse feito um acompanhamento dos resultados as biometrias foram realizadas semanalmente com amostras equivalentes a 10% da população de cada parcela experimental, onde o experimento teve duração de 28 dias. Para

validar tais resultados, 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) (Figura 4A) e paquímetro digital (Figura 4B), para avaliação do desempenho zootécnico. Após 28 dias, para avaliar o rendimento do cultivo das larvas de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, foram adotados os modelos matemáticos para as seguintes variáveis:

a) Sobrevivência (S), expressa em porcentagem através da fórmula: $S = 100 \cdot (\text{População inicial} / \text{População final})$.

b) Ganho de peso diário (GPD), expresso em gramas, através da diferença entre a biomassa final (Bf) e a inicial (Bi): $GB = (Bf - Bi) / QD(\text{quantidade de dias})$.

c) Fator de conversão alimentar (FCA), resultado da razão entre a quantidade de alimento fornecido (em peso seco) e a biomassa líquida (em peso vivo), dada pela fórmula: $FCA = \text{Quantidade de ração fornecida} / \text{Ganho de biomassa}$.

d) taxa de crescimento específico diário (TCE %dia) resulta da diferença de peso final (Pf) e o inicial (Pi): $TCE (\%dia) = (Pf - Pi) / QD (\text{quantidade de dias})$.

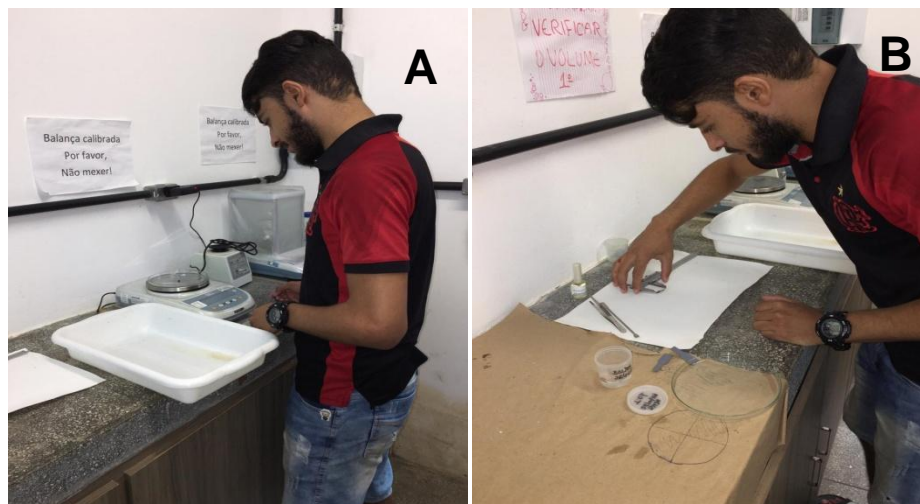


Figura 4 A. Balança de precisão, análise de peso (g), *O. niloticus*, submetida a diferentes quantidades de proteínas. B. Paquímetro digital, análise de comprimento (mm), *O. niloticus*, submetida a diferentes quantidades de proteínas.

4.6. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Com o fato de ser preciso manter o meio nas condições adequadas para espécie, o monitoramento da qualidade da água foi realizado durante todo o cultivo com base nas variáveis físico-químicas da água: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica (mS/cm) e o pH, as quais foram mensurados diariamente pela manhã (07:00 h) e à tarde (17:00 h), através de multiparâmetro (Figura 5A e B).



Figura 5 A. Equipamento multiparâmetro usado no monitoramento da qualidade da água. **B.** visor do multiparâmetro.

A coleta das amostras de água de cada tanque era feita semanalmente para análises de amônia total (NH_4+NH_3), nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), fosfato inorgânico (PO_4), alcalinidade (CaCO_3), sólidos suspensos (g/L) (Figura 6C), turbidez (UNT) e sólidos sedimentáveis (mL/L) (Figura 6B), as análises era feita a partir do aparelho fotômetro (Figura 6A).



Figura 6 A. aparelho fotômetro usado na análise da qualidade da água. **B.** Cone de Inhoff utilizado para realizar a análise de sólidos sedimentáveis. **C.** Filtros de fibra de vidro utilizados para realizar a análise de sólidos suspensos totais.

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 onde foi aplicado o teste da Análise de Variância (ANOVA 1 Critério) nas variáveis de cultivo. No caso de diferença estatística a Análise de Variância era complementada pelo teste de comparação de médias de Tukey, ao nível de significância de 5%. As análises estão de acordo com Zar (1996) e foram processadas no software SyEAPRO v.2.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados das variáveis físico químicas de qualidade da água monitorados diariamente durante o cultivo de larvas de tilápia alimentadas com dietas contendo diferentes níveis protéicos estão sumarizadas (Tabela 2).

O uso de dietas contendo diferentes níveis protéicos não influenciou as variáveis físico químicas monitoradas diariamente ($p>0,05$) (Tabela 2).

É possível perceber que há uma grande variação nas temperaturas durante os 28 dias de experimento, a temperatura registrou valores mínimos de 23,2 e máximo de 24,9 e de acordo com Kubitzka (2000), grandes variações de temperatura podem provocar estresse nos animais diminuindo assim a produtividade. Segundo Furuya et al. (2013), a tilápia desenvolve bem na temperatura da água entre 25 a 31°C, a baixa da temperatura registrada no estudo ocorreu pelo fato que houve período chuvosos e frios durante o mês de Abril, ocasionando assim o declive da temperatura. Por ser um ambiente sombreado, não houve contato direto com a radiação solar o que impediu o aumento da temperatura local. Porém apesar das faixas de temperaturas não terem ficado ideal para um melhor desenvolvimento da espécie, isso não ocasionou um alto índice de mortalidade. No presente trabalho foi possível observar também que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$).

Emerenciano et al. (2017), relataram que a concentração mínima de oxigênio dissolvido para tilapicultura em sistema de biofoco deve ser 4 mg L^{-1} , sendo assim durante o período experimental houve os valores mínimos de $2,0\text{ mg L}^{-1}$ e máximos de $9,5\text{ mg L}^{-1}$, havendo assim uma taxa de variações durante o cultivo experimental, podendo ter sido um dos principais fatores para os quais ocorreram uma pequena taxa de mortalidade, porém o oxigênio estabilizou-se não ocasionando preocupação durante o cultivo e demonstrando assim ao final do experimento um valores médios de acima de 4 mg L^{-1} .

Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão das variáveis físico químicas de qualidade da água durante a larvicultura de tilápia alimentadas com dietas contendo diferentes níveis protéicos.

Variáveis		Níveis de proteína digestível nas dietas				
		30PD	34PD	38PD	42PD	46PD
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	M	$23,9 \pm 0,5$	$23,9 \pm 0,5$	$23,9 \pm 0,5$	$25,1 \pm 0,5$	$23,9 \pm 0,5$
		(23,2 – 24,9)	(23,2 – 24,8)	(23,2 – 24,3)	(23,2 – 24,8)	(23,2 – 24,8)
	T	$25,1 \pm 0,5$	$25,1 \pm 0,5$	$25,1 \pm 0,5$	$25,1 \pm 0,5$	$25,2 \pm 0,5$
		(24,3 – 25,9)	(24,3 – 25,8)	(24,3 – 25,8)	(24,3 – 25,8)	(24,3 – 25,8)
Saturação do oxigênio (%)	M	$70,1 \pm 27,0$	$71,8 \pm 26,3$	$69,5 \pm 26,3$	$70,4 \pm 26,2$	$69,5 \pm 26,3$
		(25,9 – 114,6)	(26,7 – 113,3)	(25,8 – 112,4)	(26,0 – 113,5)	(26,0 – 113,7)
	T	$58,2 \pm 27,1$	$62,4 \pm 23,5$	$58,3 \pm 25,4$	$59,5 \pm 24,4$	$57,6 \pm 24,6$
		(25,9 – 104,7)	(24,4 – 102,8)	(21,7 \pm 104,2)	(24,3 – 102)	(22,9 – 102,3)
Oxigênio dissolvido (mg L^{-1})	M	$6,3 \pm 2,0$	$6,3 \pm 2,0$	$6,2 \pm 1,9$	$6,2 \pm 1,9$	$6,2 \pm 1,9$
		(2,3 – 9,5)	(2,3 – 9,4)	(2,4 – 9,3)	(2,5 – 9,3)	(2,5 – 9,4)
	T	$5,1 \pm 1,9$	$5,0 \pm 1,9$	$5,1 \pm 1,9$	$5,1 \pm 1,8$	$5,1 \pm 1,8$
		(2,2 – 8,7)	(2,0 – 8,4)	(2,1 – 8,6)	(2,4 – 8,4)	(2,3 – 8,4)
Condutividade (mS. cm^{-1})	M	$1,3 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,2$	$1,9 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$
		(1,2 – 1,9)	(1,5 – 2,2)	(1,6 – 2,4)	(1,7 – 2,5)	(1,5 – 2,3)
	T	$1,7 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$
		(1,5 – 2,1)	(1,5 – 1,9)	(1,7 – 2,1)	(1,7 – 2,3)	(1,7 – 2,1)
Sólidos dissolvidos totais (g L^{-1})	M	$0,9 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,1$
		(0,8 – 1,2)	(0,9 – 1,4)	(1,0 – 1,6)	(1,1 – 1,7)	(1,0 – 1,6)
	T	$1,1 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,0$	$1,2 \pm 0,0$	$1,3 \pm 0,0$	$1,1 \pm 0,0$
		(1,0 – 1,3)	(0,9 – 1,2)	(1,1 – 1,4)	(1,2 – 1,4)	(1,1 – 1,3)
Salinidade (g L^{-1})	M	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$
		(0,7 – 1,3)	(0,7 – 1,1)	(0,8 – 1,2)	(0,9 – 1,3)	(0,8 – 1,2)
	T	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$
		(0,7 – 1,0)	(0,7 – 0,9)	(0,8 – 1,0)	(0,9 – 1,1)	(0,8 – 1,0)
pH	M	$7,6 \pm 0,1$	$7,6 \pm 0,1$	$7,6 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$	$7,6 \pm 0,1$

		(7,2 – 7,9)	(7,3 – 7,9)	(7,2 – 7,9)	(7,2 – 7,8)	(7,2 – 7,9)
	T	7,6 ± 0,1	7,6 ± 0,1	7,6 ± 0,1	7,6 ± 0,1	7,6 ± 0,1
		(7,2 – 7,9)	(7,2 – 7,9)	(7,2 -- 7,9)	(7,1 -- 7,9)	(7,2—7,8)
	M	103,9 ± 9,3	103,3 ± 9,4	104,2 ± 8,8	105,5 ± 8,6	104,6 ± 9,3
Potencial redox (mV)		(83,1 – 121,3)	(82,8 – 120,9)	(83,7 – 86,8)	(84,5 – 121,5)	(83,2 – 121,5)
	T	102,0 ± 9,4	102,0 ± 9,2	103,3 ± 8,7	104,9 ± 7,9	103,6 ± 8,3
		(85,3 – 126,2)	(86,6 – 125,2)	(120,2 – 122,2)	(86,0 – 118,0)	(86,8 – 121,5)

O pH registrou valores mínimos de 7,1 e máximo de 7,9. Martim et al . (2019), sugeriram que para um bom crescimento e maior eficiência no cultivo de tilápia em bioflocos recomendam valores de pH entre 6,5 e 7,5. No presente trabalho a media registrada foi de 7,6 entre os tratamentos, não apresentando assim diferença significativa entre eles ($p > 0,05$)

É perceptível ver que os níveis de condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$), sólidos dissolvidos totais (SDT) e salinidade (g L^{-1}) sofreram queda dos valores. Logo, as oscilações se mantiveram em baixa durante todo o restante do cultivo. De acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 357/2000, a faixa de condutividade elétrica deve ser mantida entre 23-71 ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Os valores de condutividade elétrica presentes na tabela 2 estão acima dos limites aceitáveis, constantemente acima de $80 \mu\text{S cm}^{-1}$ pode ser indicativo de elevada matéria orgânica em decomposição (TAVARES, 2006). Silva (2007), ressalta que a salinidade da água está ligada diretamente com as concentrações de sais solúveis presentes na mesma, ou seja, quanto maior for a concentração de eletrólitos na água, maior será a capacidade dessa água conduzir uma corrente elétrica. Nota-se que os dados presentes na tabela 2, apresentam baixos valores de salinidade e, conseqüentemente menor condutividade. A medida dos sólidos suspensos totais (SST) determina a quantidade de material particulado presente em uma amostra de água, tanto o material suspenso orgânico quanto o inorgânico fazem parte desse conceito. Nos cultivos com bioflocos, a concentração de SST tende a ser alta devido à natureza desse sistema (SCHVEITZER, 2008).

Os valores mostram que ao final do cultivo os níveis de sólidos dissolvidos estiveram em constante interação com os valores de condutividade e salinidade, isso só foi possível devido ao uso racional de melaço ao longo do sistema, o que limitou a produção de sólidos.

Os resultados dos nutrientes dissolvidos de qualidade da água monitorados semanalmente durante o cultivo de larvas de tilápia alimentadas com dietas contendo diferentes níveis protéicos estão sumarizadas na tabela 3. Constatou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos experimentais ($p>0,05$).

Tabela 3. Valores médios (\pm DP) das variáveis físico-químicas da água durante a larvicultura de tilápia alimentadas com dietas contendo diferentes níveis protéicos.

Variáveis	Dietas experimentais				
	30PD	34PD	38PD	42PD	46PD
NAT (mg L^{-1})	0,09 \pm 0,43 (0,00 – 1,01)	0,05 \pm 0,42 (0,00 – 1,01)	0,08 \pm 0,42 (0,00 – 1,01)	0,11 \pm 0,39 (0,02 – 1,01)	0,11 \pm 0,40 (0,01 – 1,01)
N-NO ₂ (mg L^{-1})	0,05 \pm 0,16 (0,01 – 1,95)	0,02 \pm 0,13 (0,00 – 0,57)	0,05 \pm 0,21 (0,00 – 0,51)	0,05 \pm 0,18 (0,00 – 0,64)	0,05 \pm 0,20 (0,01 – 0,80)
N-NO ₃ (mg L^{-1})	42,60 \pm 23,15 (0,17 – 80,00)	38,25 \pm 24,23 (0,17 – 186,00)	33,15 \pm 21,90 (0,12 – 142,00)	41,55 \pm 29,40 (0,18 – 154,00)	44,75 \pm 70,01 (0,17 – 181,00)
P-PO ₄ (mg L^{-1})	22,45 \pm 5,65 (11,30 – 33,90)	21,90 \pm 3,61 (16,20 – 30,60)	21,90 \pm 4,22 (14,90 – 28,00)	22,70 \pm 5,29 (16,90 – 36,20)	25,45 \pm 4,50 (15,60 – 62,8)
Alcalinidade (mg L^{-1})	160,00 \pm 48,28 (40,00 – 245,00)	187,50 \pm 39,80 (60,00 – 250,00)	172,50 \pm 43,90 (45,00 – 210,00)	160,00 \pm 38,85 (100,00 – 270,00)	160,00 \pm 57,90 (55,00 – 245,00)
SST (g L^{-1})	0,44 \pm 0,15 (0,11 – 0,92)	0,63 \pm 0,20 (0,12 – 2,14)	0,56 \pm 0,16 (0,23 – 1,26)	0,46 \pm 0,11 (0,20 – 1,04)	0,54 \pm 0,19 (0,11 – 1,09)
SS (mL L^{-1})	24,90 \pm 15,55 (8,00 – 89,00)	16,25 \pm 7,00 (6,00 – 46,00)	17,25 \pm 4,67 (8,00 – 51,00)	20,25 \pm 4,87 (4,00 – 60,00)	21,25 \pm 3,14 (5,00 – 36,00)

¹Em cada variável, médias na mesma linha com letras minúsculas são diferentes significativamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$); Ausência de letras nas médias não diferem significativamente; NAT – Nitrogênio amoniacal total; N-NO₂ – Nitrogênio do nitrito; N-NO₃ – Nitrogênio do nitrato; P-PO₄ – Fósforo do fosfato inorgânico; SS – Sólidos sedimentáveis; SST – Sólidos suspensos totais.

Na tabela 3 mostra que os valores registrados de N-NO₃ mínimo foi de 0,12 e o máximo de 186 mg L^{-1} não prejudicando assim o desenvolvimento da larva de tilápia ficando sempre dentro dos padrões aceitos pela a espécie. Segundo Monsees et al. (2017), valores abaixo de 500 mg L^{-1} garantem o crescimento ideal e saúde para a tilápia do Nilo.

A alcalinidade variou entre 40 e 270 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ entre os tratamentos, com valores médios variando de 160 mg L^{-1} a 187,5 mg L^{-1} , porém sem diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$). Ebeling et al. (2006) recomendam uma alcalinidade de 150 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ com tecnologia biofloco,

ficando assim sempre na faixa ideal para o cultivo de tilápia em bioflocos. Os valores apresentados na tabela 3 não diferem significativamente em nenhum dos tratamentos ($p > 0,05$). Os mesmos autores afirmam que o consumo de alcalinidade por bactérias heterotróficas como fonte de carbono ($3,57 \text{ g g}^{-1}$ de nitrogênio amoniacal), embora moderado, é um aspecto importante em sistemas com limitações de troca de água, sendo necessária a adição de carbonatos para manter a alcalinidade em níveis aceitáveis.

Os sólidos sedimentáveis variaram entre os tratamentos com o mínimo de 4 mL L^{-1} e máximo de 89 mL L^{-1} , e os sólidos suspensos totais apresentaram mínimo de $0,11 \text{ g L}^{-1}$ e máximo de $2,14 \text{ g L}^{-1}$ obtendo médias dos tratamentos apresentados na tabela 3, obedecendo sempre a faixa de conforto da tilápia que segundo Avnimelech (2012), onde os níveis máximos para o sólidos suspenso total e sólidos sedimentáveis na produção de peixes deve ser 100 mL L^{-1} e $1,0 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente. As médias de $\text{N-NO}_2 \text{ mg L}^{-1}$ e do NAT mg L^{-1} ficaram sempre abaixo de $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ que segundo Silva et al. (2018) poderia ser prejudicial à tilápia. Foi observado também que a amônia tóxica nunca atingiu valores superiores a $0,012 \text{ mg L}^{-1}$ ficando sempre abaixo do nível prejudicial para tilápia do Nilo (EL-SAYED, 2006).

5.2. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Os resultados de desempenho produtivo de larvas de tilápia estão apresentados na Tabela 4. O peso final, ganho de peso diário, fator de conversão alimentar, sobrevivência e taxa de crescimento específico não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Tabela 4. Médias (\pm DP) do desempenho de larvas de *O. niloticus* cultivada com tecnologia de bioflocos ofertando dietas contendo diferentes níveis proteicos.

Variáveis	Níveis proteicos nas dietas				
	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^{-1})	$8,27 \pm 1,05$	$9,27 \pm 0,66$	$6,49 \pm 1,64$	$7,94 \pm 0,49$	$8,69 \pm 1,02$
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 (%)	$76,08 \pm 6,97$	$74,98 \pm 18,78$	$72,85 \pm 5,82$	$79,00 \pm 7,87$	$80,21 \pm 2,05$
TCE (%/dia)	$0,17 \pm 0,00$	$0,17 \pm 0,00$	$0,16 \pm 0,00$	$0,16 \pm 0,00$	$0,17 \pm 0,00$

GPD – Ganho de Peso diário; FCA – Fator de conversão alimentar; TCE – Taxa de crescimento específico.

A maioria dos estudos realizados sobre sistemas de bioflocos relatam um aumento significativo no desempenho e crescimento dos animais cultivados (Luo et al., 2014). Apesar da exigência proteica de tilápia na fase larval ser de 38% de proteína digestível, No presente estudo foi demonstrado que é possível cultivar larvas de tilápia utilizando 30% de proteína digestível em biofoco sem perda de desempenho. Segundo E.G. Durigon, et al., (2019) que mesmo um nível mais baixo de proteína digestível poderia ser aplicado em condições semelhantes, pois o biofoco representava uma fonte contínua de alimento natural que contribui para a nutrição da tilápia.

No presente estudo realizados com diferentes níveis proteicos descritos na tabela 4, demonstrou, que 30% de proteína digestível em larva de tilápia, é favoráveis para o cultivo em biofoco, pois apresentou índices de desempenhos zootécnicos semelhantes aos demais tratamentos, não demonstrando diferença significativas entre os tratamentos ($p>0,05$). Em estudos realizados Azim e Little (2008) e Silva et al. (2018) demonstrou que a redução dos níveis de proteína bruta para tilápia em sistemas de bioflocos foi positiva utilizando 100 g de juvenis foi reduzida a proteína digestível de 35% para 24% de PB; avaliando duas fases do cultivo de tilápia de 10 a 60 g e 60 a 230 g. Os autores observaram que os peixes podem ser alimentados com dietas com 28% de PB e 22% de PB, respectivamente, sem comprometer o crescimento dos peixes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As larvas de tilápia do Nilo podem ser cultivadas com tecnologia de biofloco utilizando dietas com 30 a 46% de proteína digestível, mantendo adequadas características de qualidade de água e desempenho zootécnico dos peixes.

Diante do estudo, sugere-se que é possível cultivar larva de tilápia com 30% de proteína digestível na dieta em sistema baseado na tecnologia de biofloco sem comprometer o desempenho de crescimento, podendo reduzir os custos de produção.

7. REFERÊNCIAS

AHMAD, I.; RANI, B. A. M.; VERMA, A. K.; MAQSOOD, M. Biofloc technology: An emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition. **Aquaculture Nutrition**, v.25, p.1215–1226, 2017

AHMED, N., 2007. Economics of aquaculture feeding practices: Bangladesh. In: HASAN, M.R. (Ed.), **Economics of Aquaculture Feeding Practices in Selected Asian Countries**.

ASADUZZAMAN, M.; WAHAB, M.A.; VERDEGEM, M.C.J.; HUQUE, S.; SALAM, M.A.; AZIM, M.E. C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* production in ponds. **Aquaculture**, v.280, p.117–123, 2008.

AVNIMELECH, Y. Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. **Aquacultural Engineering**, v.34, p.172–178, 2006.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc technology**: - a practical guidebook. 2nd ed. Baton Rouge: The Word Aquaculture Society, 2012. 271 p.

AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v.176, p.227–235, 1999.

AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, 264, 140–147, 2007.

AVNIMELECH, Y.; MOKADY, S.; SCHROEDER, G. L. Circulated ponds as efficient bioreactors for single cell protein production. **Bamidgeh**, v.41, p.58–66, 1989.

AZEVEDO, P. Aclimação da tilápia no Brasil. **Chácaras e Quintais**, v. 92, p. 190-192, 1955.

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**, 283, 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, 163-172, 2010.

BRANDT, T. M. Temperate basses, *Morone* spp., and black basses, *Micropterus* spp. In: Wilson, R.P. (Ed.). **Handbook of nutrient requirements of finfish**. Boston: CRC Press, 1991. p.163-166.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep, v. 189, p. 181-195, 1992.

CHO, C. Y. Feeding for rainbow trout and other salmonids, with reference to current estimates of energy and protein requirement. **Aquaculture**, v.100, p.107-123, 1992.

COLIN, B.; COWEY, C.B.; YOUNG, D.C. et al. Nutrition requirement of fish. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.52, p.417-426, 1993.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 357/2005, 17 de março de 2005.

CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOISSER, P.; VERSTRAETE, W. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, v.356-357, p.351-356, 2012.

CYRINO, J. E. P.; CONTE, L.; CASTAGNOLLI, M. C. Mini-curso: criação de peixes em tanques-rede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA. 12. São Paulo: ABRAq. 60p. 2002

DE OCA, G. A. R.-M.; ROMÁN-REYES, J. C.; ALANIZ-GONZALEZ, A.; et al. Effect of salinity on three tilapia (*Oreochromis sp.*) strains: hatching rate, length and yolk sac size. **Internacional. Journal. Aquatic. Science**, v. 6, n. 1, p. 96–106, 2015.

DE SILVA, S. S.; GUNASEKERA, R. M.; ATAPATTU, D. The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. **Aquaculture**, v. 80, n. 3, p. 271–284, 1989.

Durigon, 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.

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. (2006). *Tilapia culture*. Oxfordshire, UK: CABI Publishing.

EL-SAYED, A. M. **Tilapia culture**. CABI, Wallingford, CT, USA. 2006.

EL-ZAEEM, S. Y.; AHMED, M. M. M.; SALAMA, M. E.; EL-MAREMIE, H. A. Production of salinity tolerant Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* through traditional and modern breeding methods: II. Application of genetically modified breeding by introducing foreign DNA into fish gonads. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 4, p. 684–695, 2013.

EMERENCIANO, M. G. C.; MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. F.; PORCHAS, M. M.; BAEZA, A. M. Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Management in Aquaculture. v. 10, p.5772-6641, 2017.

FAO, 2018. Fishery and Aquaculture Statistics Statistiques des peches et de l' aquaculture Estadísticas de pesca y acuicultura, Fao. <https://doi.org/10.5860/CHOICE.50-5350>.

FAO Inland water resources and aquaculture service, fishery resources division. Review of the state of world aquaculture. **FAO Fisheries circular**, n. 886, rev. 1. Rome: FAO, 1997.

FITZSIMMONS, K. Tilápia: The Most Important Aquaculture Species of the 21st Century. In: Internacional Symposium on Tilapia Aquaculture, 5, 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: Panorama da Aquicultura, 2000. v. 1, p. 3-8.

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.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; CYRINO, J. E. P. **Exigências nutricionais e alimentação da tilápia**. In: FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: Nutrição e Alimentação de Espécies de Interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Cap. 13. 2012. p. 255- 268.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Editor. FURUYA, W. M. Toledo: GFM, p.100, 2010

GODA, A. M. A. S.; WAFI, M. E.; EL-HAROON, E. R.; CHOWDHURY, M. A. K. Growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) and tilapia galilae *Sarotherodon galilaeus* (Linnaeus, 1758)

fingerlings fed plant protein-based diets. **Aquaculture Research**, v.38, p.827-837, 2007.

GOMES, S. Z. **Nutrição e alimentação de peixes e crustáceos**. In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E. R.; BELTRANE, E. *Aquicultura: experiências brasileiras*. Florianópolis, SC: Multitarefa. Cap. 6, 2004. p. 121-143.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; HISANO, H.; SANTA ROSA M.J. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápia-do-nilo, formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2289-2298, 2009.

HARGREAVES, J. A. Biofloc production systems for aquaculture. **Southern Regional Aquaculture Center Publication**, v.4503, p.1–12, 2013.

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

HENGSAWAT, K.; WARD, F.J.; JARURATJAMORN, P. The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) cultured in cages. **Aquaculture**, v.152, p.67-76, 1997.

HILDSORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.22, p.73-87, 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal**, 2017. Rio de Janeiro – RJ. v. 43. 49pp. 2017.

KABIR, K.A., VERDEGEM, M.C.J., VERRETH,J.A.J., PHILLIPS, M.J., SCHRAMA,J.W., Effect of dietary protein to energy ratio, stocking density and feeding level on performance of Nile tilapia in pond aquaculture P.9.2019.

KAUSHIK, S. J.; MÉDALE, F. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. **Aquaculture**, v. 124, p. 81-97, 1994

KUBITZA, F. **Qualidade da água: no cultivo de peixes e camarões**. 1.ed. Jundiaí: Fernando Kubitza. 2003. 229 p.

KUBITZA, F. Tilápia em água salobra e salgada: uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros litorâneos. **Panorama da Aquicultura**, v.15, p.14-18, 2005.

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

LIANG, W.; LUO, G.; TAN, H.; MA, N.; ZHANG, N.; LI, L. Efficiency of biofloc technology in suspended growth reactors treating aquacultural solid under intermittent aeration. **Aquacultural Engineering**, v.59, p.41–47, 2014

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.

MAINARDES PINTO, C. S. R. **Criação de tilápia**. São Paulo: Boletim Técnico do Instituto de Pesca, v. 10, 1989. 13p.

MANSOUR, A. T.; ESTEBAN, M. A. Effects of carbon sources and plant protein levels in a biofloc system on growth performance, and the immune and antioxidant status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish & Shellfish Immunology**, v.64, p.202–209, 2017

MINISTÉRIO da PESCA e AQUICULTURA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília: MPA,. 128p. 2010.

MONSEES, H.; KLATT, L.; KLOAS, W.; WUERTZ, S. Chronic exposure to nitrate significantly reduces growth and affects the health status of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in recirculating aquaculture systems. **Aquaculture Research**, v.48, p.3482–3492, 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of fish**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. 114p.

OLIVEIRA, C. A. L.; RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P. Melhoria de tilápias – 5 anos da linhagem GIFT no Brasil. In: **Congresso Paranaense de Estudantes de Zootecnia**, 32, Maringá, 2011.

PAGE, J. W.; ANDREWS, J. W. Interaction of dietary levels of protein and energy on Channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal Nutrition**, v.103, p.1339-1346, 1973.

PASTORE, S. C. G.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. **Formulação de rações e boas práticas de fabricação**. In: FRACALLOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: Nutrição e Alimentação de Espécies de Interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Cap. 16. 2012. p. 295- 345.

RIBEIRO, L. P.; LIMA, L. C.; TURRA, E. M.; QUEIROZ, B. M.; RIBEIRO, T. G.; MIRANDA, M. O. T. Efeito do peso e do operador sobre o rendimento de filé em tilápia vermelha *Oreochromis spp.* In: AQUICULTURA BRASIL' 98, Recife. **Anais/Proceedings**. Recife: ABRAq. 1998, v. 2. p.773-778. 1998.

SANDERSON, S. L.; STEBAR, M. C.; ACKERMANN, K. L.; JONES, S. H.; BATJAKAS, I. E.; KAUFMAN, L. Mucus entrapment of particles by a suspension- feeding tilapia (Pisces: Cichlidae). **Journal of Experimental Biology**, v.199, p.1743–1756, 1996.

SARGENT, J. R.; TOCHER, D.; BELL, J. G. **The lipids**. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. Fish nutrition. Academic Press, Amsterdam, AM, The Netherlands. 2002. p. 181-257.

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. Crude protein levels in diets for two growth stages of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in a biofloc system. **Aquaculture**, v.49, p.2693-2703, 2018.

SILVA, F. J. A.; ARAÚJO, A. L.; SOUZA, R. O. Águas subterrâneas no Ceará – poços instalados e salinidade. **Revista Tecnologia**, v.28, p.136-159, 2007.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BACCARIN, A. E.; BRAGA, F. M. de S. 2006 Limnological parameters and plankton community responses in Nile tilapia pounds under chicken dung and NPK (4-14-8) fertilizers. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.18, n.3, p.335-346, 2006.

TACHIBANA, L. Triticale na alimentação da tilápia do Nilo. 2007. vi, 54 f. **Teses (doutorado)** - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, 2007.

TACON, A. G. J.; COWEY, C. B. Protein and amino acid requirement. In: TYTLER, P.; CALOW, P. **Fish energetics: new perspectives**. London: Croom Helm, 1985. p.155-193.

TEIXEIRA, E. A.; CREPALDI, D. V.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; EULER, A. C. C. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis sp.*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 239-246, 2008.

TOCHER, D. R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. **Review in Fisheries Science**, v. 11, p. 107-184, 2003.

WAGNER, P. M.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; POVH, J. A. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 187-196, 2004.

WATANABE, W. O.; LOSORDO, T. M.; FITZSIMMONS, K.; HANLEY, F. Tilapia production systems en the Americas: Technological advances, trends, and challenges. **Reviews in Fisheries Science**, v.10, n. 3-4, p. 465-498, 2002.

WANG, M.; LU, M. Tilapia polyculture: a global review. **Aquaculture Research**, v.47, p.2363–2374, 2016.

XU, W.; PAN, L. Evaluation of dietary protein level on selected parameters of immune and antioxidant systems, and growth performance of juvenile *Litopenaeus vannamei* reared in zero-water exchange biofloc-based culture tanks. **Aquaculture Research**, v.426–427, p.181–188, 2014.

YUAN, Y.; YUAN, Y.; DAI, Y. **Economic Profitability of Tilapia Farming in China**. pp.1253–1264, 2017.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 1996 662p.