



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**ANA PAULA EVANGELISTA BARROS**

**DESEMPENHO ZOOTECNICO DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO**  
**(*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADOS COM RAÇÃO COMERCIAL**  
**ENRIQUECIDA COM A CIANOFÍCEA *Spirulina platensis*.**

**FORTALEZA**

**2014**

**ANA PAULA EVANGELISTA BARROS**

DESEMPENHO ZOOTECNICO DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADOS COM RAÇÃO COMERCIAL ENRIQUECIDA COM A CIANOFÍCEA *Spirulina platensis*.

Monografia submetida ao Departamento de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Wladimir  
Ronald Lobo Farias

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B273d Barros, Ana Paula Evangelista.

Desempenho zootecnico de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com ração comercial enriquecida com a cianofícea *Spirulina platensis* / Ana Paula Evangelista Barros. – 2014.  
42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2014.

Orientação: Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias.

1. Alevinagem. 2. Microalga. 3. Alimento. I. Título.

CDD 639.2

---

ANA PAULA EVANGELISTA BARROS

DESEMPENHO ZOOTECNICO DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO  
(*Oreochromis niloticus*) ALIMENTADOS COM RAÇÃO COMERCIAL ENRIQUECIDA  
COM A CIANOFÍCEA *Spirulina platensis*.

Monografia submetida ao  
Departamento de Engenharia de Pesca, da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial para obtenção do título de Engenheiro  
de Pesca.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Elenise Gonçalves de Oliveira (Membro)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Glácio Sousa Araújo (Membro)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

A Deus.

Aos meus pais, Paulo e Alda,

Ao meu esposo, Braga Neto.

## AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, a energia suprema que a tudo pertence, que me deu forças para enfrentar os obstáculos na caminhada até aqui e sempre.

Aos meus pais, Paulo Barros e Alda Barros, pelo apoio que dedicaram a mim, nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos, Pauliana Barros, Paulo Junior Barros, Jonas Barros, que são tão importantes na minha vida.

Ao meu esposo, Braga Neto, a quem tanto amo e que tanto me ajudou com seu carinho e dedicação.

A meu filho, Paulo Bryan, a motivação que me faz seguir mesmo com tantas dificuldades.

Ao Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias, pela orientação, e pelo profissional dedicado que é.

Aos professores participantes da banca examinadora Elenise Gonçalves de Oliveira e Glácio Sousa Araújo.

Aos professores da Graduação pelo ensinamento que foram tão valiosos para minha formação.

Ao Laboratório de Tecnologia do Pescado, aonde pelo apoio nas realizações das análises das rações. Em especial a Ana Irene Martins e Claudia Cinthia oliveira

Aos amigos em especial a Michele Sales que foi um anjo ajudador, Tathiane Biserra, Nayagra Vidal, Luiz Henrique Ribeiro, Alan Pinheiro, Hudson Maia, e ao funcionário José Cleiton Paz, por terem me ajudado na caminhada.

## RESUMO

A facilidade de reprodução, utilização de tanques-rede, melhoramento genético, aceitação de alimento artificial desde a fase larval, resistência ao manejo e a baixos níveis de oxigênio, além de possuir um filé de qualidade com uma boa aceitação por parte do consumidor, faz da tilápia é um dos peixes mais cultivados no mundo. A *Spirulina platensis* é uma cianobactéria fotossintética que contém grande quantidade de ferro, vitaminas, ácidos graxos (ômega 3 e 6), minerais, todos os aminoácidos essenciais, pigmentos (carotenoides, clorofila a e ficocianina), não contém celulose, o que a torna de fácil digestibilidade e assimilação pelo organismo, podendo alcançar cerca de 65% de proteína por peso seco. Dessa forma, a *Spirulina* tem um grande potencial para ser incorporada à ração e proporcionar um rápido crescimento aos peixes, devido seu elevado valor nutricional. O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho zootécnico de alevinos revertidos de tilápia, alimentados com ração comercial enriquecida com a farinha de *Spirulina platensis*. O experimento teve uma duração de 56 dias, foram utilizados 120 peixes, estocados em aquários de quarenta e cinco litros, numa densidade de 0,3 tilápia L<sup>3</sup>, com peso e comprimento médio inicial de (0,29 ± 0,07 g) e (2,59 ± 0,22 cm) respectivamente, foram empregados dois tratamentos, com quatro repetições, no primeiro os alevinos foram alimentados com ração comercial contendo 28% de PB enriquecida com 30% de farinha de *S. platensis* e no segundo foram alimentados apenas ração comercial com 32% de PB sem *Spirulina*. No final do experimento o maior crescimento em peso e comprimento médio foi observado nos alevinos de tilápia alimentados com *Spirulina*, vindo esses a apresentarem peso médio de 7,30 ± 0.5g e comprimento médio de 7,6 ± 0,24 cm. Também foi observado um melhor desempenho na taxa de crescimento específico, ganho de biomassa e ganho médio de peso por dia. Portanto, a utilização da *Spirulina* mostra uma contribuição para um melhor desenvolvimento da tilápia.

**Palavras-chaves:** Alevinagem 1; Microalga 2; Alimento 3.

## ABSTRACT

The ease of reproduction, use of cages, breeding, acceptance of artificial food from the larval stage, management resistance and low oxygen levels, and have a quality steak with a good acceptance by the consumer, is Tilapia is one of the most farmed fish in the world. *Spirulina platensis* is a photosynthetic cyanobacterium that contains lots of iron, vitamins, fatty acids (omega 3 and 6), minerals, all essential amino acids, pigments (carotenoids, chlorophyll phycocyanin), does not contain cellulose, which makes the easy digestibility and assimilation by the body, reaching about 65% protein by dry weight. Thus, spirulina has a great potential to be incorporated into the feed and provide a rapid growth of the fish, due to their high nutritional value. The objective of the study was to evaluate the growth performance of tilapia fingerlings reversed, fed commercial feed enriched with flour *Spirulina platensis*. The experiment lasted 56 days, we used 120 fish, aquariums stocked in forty-five liters at a density of 1.0 tilapia L3, with weight and average length of  $(0.29 \pm 0.07 \text{ g})$  and  $(2.59 \pm 0.22 \text{ cm})$  respectively, were two employees treatments with four replications, in the first fry were fed commercial diets with 28% CP enriched with 30% of flour *S. platensis* and second were fed commercial diet with 32% CP without *Spirulina*. At the end of the experiment highest growth in average weight and length was observed in tilapia fed with *Spirulina*, Coming to submit these average weight of  $7.30 \pm 0.5 \text{ g}$  average length of  $7.6 \pm 0.24 \text{ cm}$ . Also improved performance was observed in the specific growth rate, biomass gain and average weight gain per day. Therefore, the use of *Spirulina* shows a contribution to a better development of tilapia.

Keywords: nursery 1; Microalgae 2; Food 3.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Desenho esquemático do experimento em andamento.....	19
Figura 2 - Média dos valores de peso (mg) dos alevinos de tilápia–biometria 1.....	32
Figura 3 - Média dos valores de peso (mg) dos alevinos de tilápia–biometria 2.....	32
Figura 4 -Média dos valores de peso (mg) dos alevinos de tilápia – biometria 3.....	33
Figura 5 -Média dos valores de peso (mg) dos alevinos de tilápia – biometria 4.....	33
Figura 6 - Média dos valores de comprimento (cm) dos alevinos de tilápia nas biometrias...	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição bromatológica da ração comercial no tratamento controle.....	20
Tabela 2 – Composição bromatológica das rações utilizadas no experimento.....	26
Tabela 3 – Valores Médios e Desvios dos Parâmetros abióticos da água de Tratamento.....	27
Tabela 4– Valores Médios e Desvios dos Parâmetros abióticos da água de Tratamento.....	29
Tabela 5 – Teor de amônia na análise de água.....	29
Tabela 6 – Parâmetros de qualidade da água baseados no (CONAMA)357/2005.....	31
Tabela 7 – Média dos Valores de Peso (g) dos alevinos de tilápia nas biometrias.....	31
Tabela 8 – Média dos Valores de Parâmetro dos alevinos de tilápia nas biometrias.....	35

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
CEBIAQUA	Centro de Biotecnologia Aplicada à Aquicultura
CCA	Centro de Ciências agrárias

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2	<b>OBJETIVO</b> .....	17
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
3.1	<b>Aquisição, e aclimação dos alevinos de tilápia</b> .....	18
3.2	<i>Spirulinaplatensis</i> .....	18
3.3	<b>Delineamento experimental</b> .....	19
3.4	<b>Preparo das rações</b> .....	20
3.5	<b>Determinação da composição química das rações</b> .....	20
3.5.1	<b>Umidade</b> .....	21
3.5.2	<b>Gorduras ou lipídios totais</b> .....	21
3.5.3	<b>Proteínas</b> .....	22
3.5.4	<b>Cinzas</b> .....	22
3.6	<b>Parâmetros Abióticos</b> .....	23
3.6.1	<i>Amônia total</i> .....	23
3.6.2	<b>Nitritos</b> .....	23
3.6.3	<i>Nitratos</i> .....	24
3.6.4	<i>Fosfatos</i> .....	24
3.7	<b>Parâmetros zootécnicos</b> .....	24
3.7.1	<i>Biometria</i> .....	24
3.7.2	<i>Taxa de sobrevivência (S%)</i> .....	25
3.7.3	<i>Taxa de crescimento (G)</i> .....	25
3.7.3	<i>Ganho de biomassa (GB)</i> .....	25
3,8	<b>Análises estatísticas</b> .....	25
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
4.1	<b>Enriquecimento da Ração Comercial com a Biomassa de <i>Spirulina</i></b> .....	26
4.2	<b>QUALIDADE DA ÁGUA</b> .....	27
4.2.1	<i>Temperatura</i> .....	27
4.2.2	<i>Oxigênio dissolvido</i> .....	28
4.2.3	<i>Potencial Hidrogeniônico (pH)</i> .....	28

4.2.4	<i>Amônia</i> .....	29
4.2.5	<i>Nitritos</i> .....	30
4.2.6	<i>Nitratos</i> .....	30
4.2.7	<i>Fosfatos</i> .....	30
4.3	<b>PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS</b> .....	31
4.3.1	<b>Crescimento em Peso e Comprimento</b> .....	31
4.3.2	<i>Taxa De Sobrevivência</i> .....	34
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	38
6	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é o cultivo de organismos que apresentam todo ou alguma fase do seu desenvolvimento no meio aquático (VALENTI, 2002). Esta atividade envolve a produção de vários organismos aquáticos e a piscicultura é o segmento que mais tem crescido no cenário mundial atual, superando as taxas de crescimento da bovinocultura, da avicultura e da suinocultura na última década (KUBTIZA, 2003).

A piscicultura é a técnica de criar e multiplicar os peixes sendo, portanto, uma importante atividade que, se bem conduzida, representa uma excelente fonte de emprego e renda na economia agrícola (SAMPAIO, 2002).

Em 2012 a produção mundial da aquicultura foi de 90,4 milhões de toneladas, sendo 66,6 milhões de peixes e 23,8 milhões de algas, correspondendo a um aumento de 30,5 toneladas em dois anos (6,2%) o que gerou cerca de US\$ 144,4 bilhões de dólares. Se considerar o período de 10 anos, compreendidos entre 1990 e 2000, esta produção teve um crescimento de 9,5% (FAO, 2014).

De acordo com o boletim estatístico da pesca e aquicultura, publicado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura do Brasil, a produção aquícola nacional em 2011 teve um aumento de 31,1% em relação ao ano de 2010. A aquicultura continental representou 86,6% da produção total com 544.490,0 toneladas, estando o estado do Ceará na quinta posição com uma produção de 36.066,3 t (BRASIL, 2011).

O Nordeste é a região que mais tem produzido pescado no Brasil, com 411 mil toneladas/ano e o Estado do Ceará já chegou a apresentar uma produção de 88 mil toneladas, quando concorreu ao título de terceiro maior estado produtor de pescado do País (IBAMA, 2009).

A tilápia um dos peixes mais cultivados no mundo, sendo produzida em mais de 100 países, em diferentes climas e sistemas de produção, bem como em diferentes salinidades, características que torna sua presença crescente no mercado mundial de pescado (SILVA, 2009).

A criação de tilápias, incluindo a tilápia do Nilo é o tipo mais generalizado de aquicultura no mundo. Sendo a produção registrada em mais de 135 países e territórios em todos os continentes. O número verdadeiro dos países produtores é maior porque no Canadá e alguns países europeus, tilápias cultivadas comercialmente ainda estão para ser refletido em separado nas estatísticas nacionais. (FAO. 2014)

A produção mundial de tilápia está distribuída em 72 % na Ásia (especialmente na China e Sudeste Asiático), 19 % na África, e 9 % na América. (FAO, 2012).

Outros fatores também contribuem para o aumento do cultivo da tilápia, como a facilidade de reprodução, produção em tanques-rede, melhoramento genético, aceitação de alimento artificial desde a fase larval, resistência ao manejo, a baixos níveis de oxigênio, além de possuir um filé de qualidade com uma boa aceitação por parte do consumidor (KUBITZA, 2011).

A primeira espécie de tilápia que foi introduzida no Brasil foi a *T. rendalli*, em 1952, de acordo com Gurgel (1998), procedente de Elizabeth Ville, atual República Democrática do Congo (ex-Zaire), quando quarenta (40) alevinos foram desembarcados no Aeroporto do Rio de Janeiro e imediatamente transportados via terrestre para o Estado de São Paulo, sendo que dez exemplares foram destinados para a antiga Divisão de Caça e Pesca do Ministério da Agricultura (atual IBAMA) e trinta para a Empresa de Luz e Força, em Cubatão.

Conforme Silva (2009), a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe de hábito alimentar onívoro, planctófago, que tem um alto nível de fecundidade e apresenta desova parcelada. É de origem africana e foi introduzida no Brasil em 1971, pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas DNOCS.

Segundo Zimmermann (1999), em setembro de 1996, ocorreu o segundo processo oficial de importação da tilápia do Nilo para o Brasil, através de produtores do Estado do Paraná, que viajaram até a Tailândia e trouxeram do *Asian Institute of Technology* (AIT), para a cidade de Londrina cerca de 20.800 tilápias da linhagem tailandesa (*chitralada*), destinados à formação de plantéis reprodutores.

Ainda segundo Zimmermann (1999), essa variedade de tilápia do Nilo tailandesa (*chitralada*), surgiu da seleção e melhoramento de uma grande população de linhagem pura de Tilapias do Nilo trazidas de Alexandria, no Egito, para o Imperador Hiroito do Japão, que no final dos anos 60, doou essa linhagem para a Tailândia, onde ficaram em viveiros no Palácio Real de Chitralada em Bangkok, a partir daí foram produzidos alevinos para a distribuição em todo o país.

Em novembro de 2002, técnicos do DNOCS trouxeram de Londrina para o Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolfo Von Ihering (Pentecoste, CE), 13.000 alevinos dessa variedade de tilápia (SILVA, 2009).

A introdução desses alevinos possibilitou a formação de plantéis de reprodutores 'F2', que foram distribuídos entre os produtores devidamente capacitados, de forma a obter

produtividades maiores, no que se refere à produção de pós-larvas durante a fase de reversão sexual da espécie, bem como a manutenção dos padrões genéticos dos reprodutores distribuídos (SILVA, 2009).

A reversão sexual é essencial para o cultivo racional da tilápia do Nilo para evitar o crescimento populacional exagerado nos viveiros, devido a sua alta prolificidade, bem como problemas de baixo ganho de peso provenientes dos gastos energéticos com a cópula e desova das fêmeas. Nesta espécie, o macho cresce mais que a fêmea daí a necessidade de obtenção de indivíduos machos para a engorda (MEURER et al., 2005).

Para que os organismos cultivados cresçam rapidamente e com boa conversão alimentar, é necessário que sejam alimentados com ração balanceada e que os fatores ambientais sejam mantidos dentro dos níveis desejados (BALDISSEROTTO, 2009).

Com o rápido desenvolvimento da aquicultura, existe uma grande necessidade de produzir ração de qualidade nutricional adequada e, para isso, são utilizados farinha e óleo de peixes oriundos da pesca extrativa. Assim, para diminuir esta dependência é necessária a busca de alternativas para substituir estes ingredientes e manter o valor nutricional do alimento artificial.

A *Spirulina platensis* é uma cianobactéria fotossintética de água salgada, que habita ambientes rasos e turvos, apresentando tolerância à deficiência de luz e resistência a turbulência da água (FRANCESCHINI *et al.*, 2010). Este microrganismo contém grande quantidade de ferro, vitaminas, ácidos graxos (ômega 3 e 6), minerais, todos os aminoácidos essenciais, pigmentos (carotenoides, clorofila a e ficocianina), não contém celulose, o que a torna de fácil digestibilidade e assimilação pelo organismo, podendo alcançar cerca de 65% de proteína por peso seco (HENRIKSON, 2010). Dessa forma, a *Spirulina* tem um grande potencial para ser incorporada à ração e proporcionar um rápido crescimento em peixes, devido seu elevado valor nutricional.

Essas propriedades tornam a *Spirulina* um dos microorganismos mais estudados do ponto de vista farmacológico, toxicológico e químico. Extratos de *Spirulina* apresentam várias atividades biológicas tais como, antialérgica, anticoagulante, anti-inflamatória, anticancerígeno, antiviral, antitumoral, antibacteriana e hipoglicêmica, além de possuir atividade imunestimulante. Segundo estudos em animais de laboratório e células humanas, apesar de ser uma cianobactéria, a *Spirulina* não possui efeitos colaterais adversos como a maioria das cianobactérias conhecidas (AMBROSI *et al.*, 2008; CHAMORRO *et al.*, 2002; PARISI *et al.*, 2009).



Alguns trabalhos que utilizaram a *Spirulina* incorporada à alimentação de tilápias mostraram um melhoramento da intensificação da cor do híbrido vermelho, desenvolvimento mais rápido e mais elevado, bem como uma maior sobrevivência na fase de reversão sexual (GOMES *et al.*, 2012; MOREIRA *et al.*, 2010; MOREIRA *et al.*, 2011).

Assim, no presente trabalho, a farinha de *Spirulina* foi utilizada para enriquecer uma ração comercial e sua eficiência foi avaliada, através do desempenho zootécnico da tilápia do Nilo, *O. niloticus*.

A opção por abordar este tema se deu em face do conhecimento da importância econômica da tilapicultura para a região nordeste, especificamente para o Estado do Ceará, como alimento de excelente qualidade nutricional e acessível a toda a população, mesmo às pessoas de menor poder aquisitivo.

## 2 OBJETIVO

O objetivo geral do estudo foi avaliar o desempenho zootécnico de alevinos revertidos de tilápia, alimentados com ração comercial enriquecida com a farinha de *Spirulina platensis*.

Os objetivos específicos foram os seguintes:

1. Acompanhar o crescimento em peso e comprimento dos peixes;
2. Avaliar a sobrevivência dos peixes ao final do experimento;
3. Monitorar o O<sub>2</sub> dissolvido, pH, e temperatura na água de cultivo das tilápias, bem como determinar os níveis de amônia, nitritos, nitratos e fosfatos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Aquisição, e aclimação dos alevinos de tilápia

Para a realização deste trabalho, foram obtidos 120 alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) da Estação de Aquicultura Prof. Raimundo Saraiva Costa, do Departamento de Engenharia de Pesca, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará (DEP/CCA/UFC). Os peixes foram selecionados após a reversão sexual e apresentavam peso e comprimento médios iniciais de  $0,29 \pm 0,07$  g e  $2,59 \pm 0,22$  cm, respectivamente.

As tilápias foram retiradas de um tanque, na referida Estação, por um puçá colocadas em um balde e levadas para o Centro de Biotecnologia Aplicada à Aquicultura (CEBIAQUA) do Departamento de Engenharia de Pesca, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará (CEBIAQUA/DEP/CCA/UFC), onde passaram por um período de 6 dias para adaptação e aclimação em uma caixa de polietileno com 250 L de água. Durante este período, os peixes foram alimentados *ad libitum* com ração comercial com 55% de proteína bruta (PB) e, diariamente, foram sifonados as sobras e dejetos, sendo realizada uma renovação de 10% da água da caixa.

#### 3.2 *Spirulina platensis*

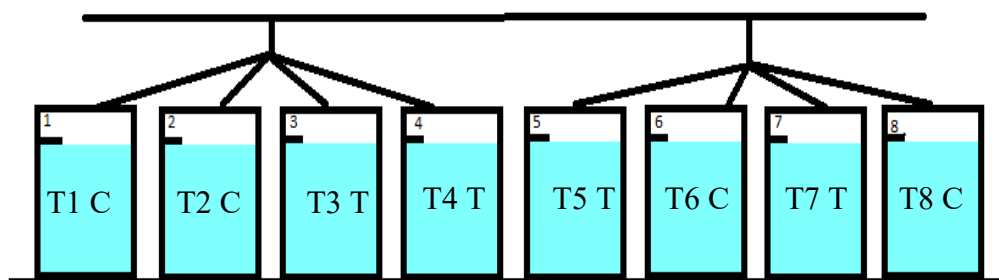
A cianofícea *S. platensis* foi obtida da referida estação, onde é cultivada em caixas de polietileno de 500 L, utilizando efluentes de cultivo de peixes em um sistema contínuo de recirculação de água com salinidade 6 ppt. A biomassa úmida foi separada por filtragem em malha de 60  $\mu$ m e, em seguida, seca em estufa com recirculação de ar a 60 °C por 24 h. Posteriormente, a biomassa seca foi triturada em um processador de alimentos industrial e peneirada para a obtenção da farinha que foi armazenada em recipientes de vidro fechados à temperatura ambiente.

### 3.3 Delineamentos experimental

Para a realização do experimento foram utilizados 8 aquários com quarenta e cinco litros de água e 120 peixes, sendo 15 tilápias por aquário (0,3 tilápia L<sup>3</sup>). Os aquários foram distribuídos em uma bancada do laboratório (Figura 1), neles os dois tratamentos, com quatro repetições cada, em um delineamento totalmente ao acaso. O tratamento controle (TC), consistiu de alevinos alimentadas com ração comercial, contendo 32% de proteína bruta (PB) e, no outro tratamento Experimental (TE), os peixes foram alimentados com ração comercial com 28% PB, enriquecida com 30% de farinha de *S. platensis*. Os alevinos foram alimentados até os (por trinta e seis dias) a uma taxa de 20% da biomassa e, posteriormente, por vinte dias a 10%. A alimentação foi ofertada quatro vezes ao dia (08h:00min, 11h:00min, 14h:00min e 17h:00min), sete dias por semana, exceto nos dias das biometrias.

Os aquários foram providos com aeração constante, sendo sifonados, diariamente, 50% do volume de água juntamente com os dejetos dos peixes. Este procedimento foi realizado sempre uma hora após a 2ª refeição, logo em seguida, o volume foi repostado (50%). O experimento teve uma duração de 56 dias e as biometrias foram realizadas a cada 20 dias, quando foram determinados os pesos e comprimentos dos alevinos.

Figura1–Desenho esquemático do experimento.



Fonte: imagem meramente ilustrativa de produção pessoal

### 3.4 Preparo das rações

A ração utilizada no tratamento controle contendo 32% PB, extrusada com granulometria de 8 mm, foi triturada em um processador de alimentos industrial e peneirada para a obtenção de um pó, que foi umedecido com 300 mL de água morna, contendo 6,0 g de gelatina incolor e sem sabor até a formação de mistura bem homogênea. Em seguida, a mistura foi levada a estufa com recirculação de ar a 60 °C por 24 h para secagem, sendo novamente triturada, utilizando gral e pistilo.

Tabela 1 – Composição bromatológica da ração comercial utilizada no tratamento controle

<b>Componentes</b>	<b>Por Kg do produto (%)</b>
<b>Umidade</b>	8
<b>Proteína Bruta</b>	32
<b>Extrato Etéreo</b>	6,5
<b>Matéria Fibrosa</b>	7
<b>Matéria Mineral</b>	10
<b>Fósforo</b>	6
<b>Vitamina C</b>	325

Fonte: Composição do produto comercial de acordo com o fabricante (GUABI)

A ração utilizada no tratamento experimental com 28% PB, extrusada com granulometria de 6 mm, passou pelo mesmo procedimento citado anteriormente, sendo incorporada à mistura 30% da farinha de *Spirulina*. Após o preparo, as rações foram armazenadas sob refrigeração em geladeira a 4 °C.

### 3.5 Determinação da composição química das rações

Para a determinação da composição bromatológica das rações foram tomadas 30 g de cada ração. A metodologia utilizada foi de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2005). Realizada no Laboratório de Tecnologia do Pescado (LATEPE).

### 3.5.1 Umidade

Para a determinação do teor de umidade das rações, 8 cadinhos de porcelana foram limpos e colocados em estufa (105°C) por uma hora e, em seguida, transferidos para um dessecador para esfriar. Os cadinhos vazios foram pesados cuidadosamente, sendo adicionadas 2 g das amostras em cada cadinho. Os cadinhos com as amostras foram colocados na estufa (105°C) por 24 horas, esfriados em dessecador e pesados novamente. O procedimento foi repetido até a obtenção de um peso constante. O teor de umidade foi calculado de acordo com a fórmula abaixo e expressa em percentagem.

Cálculos

$$U: V2 - V1 / V2 - V0 \times 100$$

Onde:

*U*: Umidade;

*V0*: Peso do cadinho seco;

*V1*: Peso do cadinho com amostra;

*V2*: Peso do cadinho com amostra após secagem.

### 3.5.2 Gorduras ou lipídios totais

Para determinação de gorduras ou lipídios totais foi utilizado o método de Soxhlet. Inicialmente, os balões de Soxhlet foram colocados na estufa a 105 °C por uma hora e, esfriados em dessecador e pesados. Em seguida, foram pesadas 3 g das amostras em cartuchos, os quais haviam sido previamente secos na estufa para retirar o excesso de água. Posteriormente, os cartuchos foram transferidos para o extrator de Soxhlet e adicionados 100 mL de acetona nos balões. O sistema de água do condensador e o aparelho foram ligados e a extração foi realizada por 2 horas e 30 minutos, à 90 °C com gotejamento de 30 minutos, sendo recuperada a acetona a 150 °C. Finalmente, após o completo esfriamento, os balões foram pesados. O teor de lipídios totais foi calculado de acordo com a fórmula abaixo e expresso em percentagem.

Cálculos:

$$\text{Lipídios Totais: } \frac{\text{Peso balão com gordura} - \text{Peso balão vazio seco}}{\text{Amostra}} \times 100$$

Amostra

### 3.5.3 Proteínas

A determinação de proteínas foi realizada utilizando o método de Kjeldahl, o qual se baseia na determinação do nitrogênio total da amostra que é convertido a proteína total multiplicando-se o valor encontrado pelo fator 6,25. Para isso, foram pesadas 0,2 g de amostra que foram maceradas em papel vegetal e transferidas para um balão, ao qual se acrescentou 2 g de catalizador e 5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. O balão contendo a mistura foi levado para um digestor, que foi aquecido brandamente no início até 150 °C e depois mais rapidamente até 350 °C, permanecendo até o final da digestão, caracterizado pelo desaparecimento da cor escura.

Após a digestão, o conteúdo do balão foi colocado no destilador de Kjeldahl e o balão foi lavado 2 vezes com um pouco de H<sub>2</sub>O. A mistura foi neutralizada com 10 ml de NaOH a 50%, quando uma cor escura apareceu devido a formação de óxido de cobre. Após a destilação com haste de vapor, o destilado foi recolhido em um erlenmeyer com 10 ml de solução de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> a 2% contendo 3 gotas do indicador misto, constituído de verde de bromocresol e vermelho de metila.

Após alguns minutos do início do despreendimento da amônia houve a viragem do indicador com um volume aproximado de 50 ml, assinalando que todo nitrogênio foi extraído. Finalmente, o destilado foi titulado com HCl 0,04 N padronizado e foi utilizado um branco sem amostras, preparado com os mesmos reagentes utilizados na digestão das proteínas contidas nas amostras. Para o cálculo do teor de proteínas foi utilizada a seguinte relação:

$$\%N \text{ Total: } ( \text{Vol. Amostra} - \text{Vol. do Branco} ) \times 0,014 \times 0,04N \text{ HCl} \times F (0,9147) / \text{Peso da Amostra} \times 100$$
$$\% \text{ Pt: } \% \text{ Ni} \times 6,25$$

### 3.5.4 Cinzas

Para a determinação de cinzas, que corresponde ao teor de minerais contidos na amostra, foi utilizado o cadinho com o material utilizado na determinação da umidade. O cadinho foi colocado em forno mufla à temperatura de 550 °C, por 4 h, até que toda amostra se apresentasse de forma homogênea e com coloração branca. Após algumas horas, os

cadinhos foram retirados do forno mufla e transferidos para um dessecador para esfriar, sendo então pesados em balança analítica. O teor de cinzas foi calculado de acordo com a fórmula abaixo e expresso em percentagem.

Cálculos:

$$C: (V1 - V0 / V2 - V0) \times 100$$

Onde:

V0: Peso do cadinho vazio

V1: Peso do cadinho + cinzas

V2: Peso do cadinho + amostra

### **3.6 Parâmetros abióticos**

A temperatura e o oxigênio dissolvido foram monitorados, duas vezes por semana, pela manhã, em todos os aquários com uma sonda digital YSI. As concentrações de amônia, nitritos, nitratos e fosfatos foram determinadas por espectrofotometria (HACH 2700), sempre um dia antes das biometrias, bem como o pH que foi avaliado com um medidor de bancada HANNA HI221.

#### **3.6.1 Amônia total ( $\text{mg L}^{-1}$ )**

A determinação da concentração de amônia total foi realizada pelo método de Nessler. Para isso, foram utilizados 25 mL de água provenientes dos aquários, aos quais foram adicionadas 3 gotas de estabilizante mineral, 3 gotas de álcool polivinil e 1 mL do reagente de Nessler. Após um minuto de reação, 10 mL da mistura foram colocados em uma cubeta que foi levada ao espectrofotômetro para a realização da leitura no comprimento de onda de 425 nm. Para zerar a leitura do aparelho foi usado um “branco” feito a partir de 25 mL de água destilada com a adição dos mesmos reagentes utilizados nas amostras de água dos aquários. A concentração de amônia total foi expressa em  $\text{mg L}^{-1}$ .

#### **3.6.2 Nitritos**

A determinação da concentração de nitritos foi realizada utilizando 10 mL de amostra da água dos aquários e todo o conteúdo de um sachê do reagente *NitriVer* em uma cubeta. A



mistura foi agitada para completa homogeneização e, após 20 minutos de reação, a cubeta foi levada ao espectrofotômetro para realizar a leitura no comprimento de onda de 507 nm, sendo a concentração de nitritos expressa em  $\text{mg L}^{-1}$ . Para zerar a leitura do aparelho foi preparado um branco com a própria amostra sem a adição do reagente.

### **3.6.3 Nitratos**

A determinação da concentração de nitritos foi realizada utilizando 10 mL de amostra da água dos aquários e todo o conteúdo de um sachê do reagente *NitriVer* em uma cubeta. A mistura foi agitada para completa homogeneização e, após 5 minutos de reação, a cubeta foi levada ao espectrofotômetro para realizar a leitura no comprimento de onda de 500 nm, sendo a concentração de nitritos expressa em  $\text{mg L}^{-1}$ . Para zerar a leitura do aparelho foi preparado um branco com a própria amostra sem a adição do reagente.

### **3.6.4 Fosfatos**

A determinação da concentração de fosfatos foi realizada utilizando 10 mL de amostra da água dos aquários e todo o conteúdo de um sachê do reagente *PhosVer* em uma cubeta. A mistura foi agitada para completa homogeneização e, após 2 minutos de reação, a cubeta foi levada ao espectrofotômetro para realizar a leitura no comprimento de onda de 890 nm, sendo a concentração de fosfatos expressa em  $\text{mg L}^{-1}$ . Para zerar a leitura do aparelho foi preparado um branco com a própria amostra sem a adição do reagente.

## **3.7 Parâmetros zootécnicos**

### **3.7.1 Biometria**

A cada 20 dias, foi realizada uma biometria para a determinação dos parâmetros zootécnicos peso e comprimento médios, taxa de sobrevivência, taxa de crescimento específico e ganho de biomassa.

Uma amostra de 10 peixes de cada aquário foi pesada em uma balança semi analítica e, em seguida, os animais foram medidos com um paquímetro.

Peso corporal médio (PM)

$$\text{PM(g)} = W / \text{Ni}$$

Onde:

W = Peso dos peixes amostrados

Ni = Número de peixes amostrados

Comprimento total médio (CM)

$$CM(cm) = L / Ni$$

Onde:

L = Comprimento dos peixes amostrados

Ni = Número de peixes amostrados

### **3.7.2 Taxa de sobrevivência (S%)**

A taxa de sobrevivência foi determinada multiplicando-se o número de indivíduos no final do experimento (nf) por 100, e dividido pelo número de indivíduos no início do experimento (ni).

$$S (\%) = (nf * 100) / ni$$

### **3.7.3 Taxa de crescimento específico (G)**

A taxa de crescimento foi determinada pela fórmula:  $G (\%) = 100 \times [(\ln W_f - \ln W_i) \div t]$ , onde t = tempo em dias do experimento, Wf = comprimento final e Wi = comprimento inicial.

### **3.7.4 Ganho de biomassa (GB)**

O ganho de biomassa foi determinado pela fórmula:  $GB = BF - BI$ , onde BF e BI são as biomassas finais e iniciais, respectivamente.

## **3.8 Análises estatísticas**

As médias de peso e comprimento obtidas foram médias e comparadas através do teste de Tukey com um nível de significância de 5%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Enriquecimento da Ração Comercial com a Biomassa de *Spirulina*.

A análise elementar das rações utilizadas no experimento (Tabela 1) revelou um acréscimo de 15,17% no teor de proteína da ração enriquecida com *S. platensis* que passou de 28% PB para 43,17% PB, enquanto a ração controle passou de 32% (Tabela 2) para 34% PB, esse acréscimo de 2% está provavelmente relacionado a gelatina utilizada para aglutinação.

Segundo Pezzato (2008), as proteínas são os constituintes orgânicos mais importantes na composição dos tecidos dos peixes, pois totalizam 65 a 75 % da matéria seca corporal, sendo responsáveis pelo crescimento, formação de enzimas e hormônios. Para manter o seu crescimento os peixes necessitam de um balanceamento adequado dos aminoácidos, que é o componente fundamental das proteínas, bem como de fontes de lipídios, carboidratos e vitaminas.

Tabela 2 – Composição bioquímica da ração incorporada com farinha de *Spirulina* e da ração comercial utilizadas no experimento

Componentes	Ração + <i>Spirulina</i>	Ração Comercial
<b>Umidade</b>	5,92 ± 0,18	5,64 ± 0,16
<b>Cinzas</b>	10,59 ± 0,08	8,27 ± 0,04
<b>Lipídeos totais</b>	5,74 ± 0,04	3,61 ± 0,09
<b>Proteínas</b>	43,33 ± 0,21	34,26 ± 0,09
<b>Carboidratos</b>	34,58 ± 0,17	48,21 ± 0,06

Fonte: análise laboratorial realizada pelo autor.

Henrikson (2010) ressaltou que a *Spirulina* tem um alto teor de proteína.

Quando incorporada à ração agrega um alto valor nutricional, o que pode resultar em um maior desempenho dos peixes, pois atende as suas necessidades.

É necessário o uso de rações comerciais que atendam às necessidades de nutrientes dos peixes em confinamento, pois os mesmos devem dispor de alimentos em quantidade e qualidade suficientes para satisfazer suas exigências nutricionais (FURUYA, 2010).

## 4.2 QUALIDADE DA ÁGUA

A manutenção da qualidade da água é fundamental para o bom desempenho dos peixes cultivados, sendo essencial conhecer suas características físicas, químicas e biológicas (ROCHA; PAULINO, 2007).

A concentração de oxigênio dissolvido na água, o pH, temperatura (Tabela 3), bem como as concentrações de amônia, nitritos, nitratos e fosfatos (Tabela 4), afetam de forma positiva ou negativa, o crescimento e o estado geral de saúde dos peixes durante o cultivo (SÁ, 2012).

Tabela 3 – Valores médios e desvios dos parâmetros abióticos da água dos tratamentos durante os 56 dias de cultivo. TC – tratamento controle (ração comercial), TE – tratamento experimental (ração + *Spirulina*)

<b>Tratamentos</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Oxigênio Dissolvido (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>pH</b>
<b>T C</b>	26,3 ± 0,45	6,94 ± 0,51	7,12 ± 0,39
<b>T E</b>	26,3 ± 0,46	6,82 ± 0,50	7,61 ± 0,50
<b>Médias</b>	26,3 ± 0,46	6,88 ± 0,51	7,37 ± 0,45

Fonte: Dados do experimento

### 4.2.1 Temperatura

A média geral de temperatura nos dois tratamentos foi  $26,3 \pm 0,46$  °C. As atividades fisiológicas dos peixes estão relacionadas com a temperatura da água, quanto mais alta, maior será a atividade dos peixes e maior o consumo de oxigênio (OSTRENSKY, 1998).

De acordo com Kubitzka (2000), as tilápias apresentam conforto térmico entre 27 a 32 °C, pois são peixes tropicais. Sendo o apetite e o crescimento reduzidos em temperaturas acima de 32 °C e abaixo de 27 °C. A temperatura de  $26,3 \pm 0,46$  °C ficou ligeiramente abaixo da zona de conforto, no entanto não foi observada redução do apetite dos peixes.

#### **4.2.2 Oxigênio dissolvido**

Durante o experimento a concentração de oxigênio dissolvido apresentou média geral de  $6,88 \pm 0,51$  mg/L, estando acima da concentração de  $5 \text{ mg L}^{-1}$  de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente(CONAMA), e dentro das concentrações desejáveis para um bom crescimento e boa saúde de peixes. Este elevado nível foi garantido devido ao sistema de aeração constante durante todo o experimento.

A concentração de oxigênio dissolvido desejável para manter uma boa saúde e bom crescimento de peixes tropicais em cativeiro está compreendida entre  $4,0$  a  $15,0 \text{ mg L}^{-1}$ . Concentrações acima de  $15,0 \text{ mg L}^{-1}$  podem ocasionar o trauma da bolha de gás e entre  $1,5$  a  $4,0 \text{ mg L}^{-1}$  é considerado a estressante, ocasionando retardo no crescimento e uma baixa na imunidade. No entanto, concentração de OD menores que  $1,5 \text{ mg L}^{-1}$  são toleradas por curtos períodos pelos peixes e, se a exposição for demorada, pode levar a morte do animal (SÁ, 2012). Segundo o CONAMA (Tabela 5) para açudes e represas a concentração mínima de oxigênio dissolvido deve ser de  $5 \text{ mg L}^{-1}$  (BRASIL,2005).

#### **4.2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

Os valores de pH durante o cultivo apresentaram médias de  $7,61 \pm 0,50$  para o tratamento experimental e de  $7,12 \pm 0,39$  para o tratamento controle, estando ambos dentro dos limites aceitáveis para o desenvolvimento dos peixes que, segundo o CONAMA (Tabela 5), deve ficar entre  $6,0$  e  $9,0$  (BRASIL,2005).

Segundo Kubitza (2000), O pH da água no cultivo de tilápias deve ser mantido de  $6$  a  $8,5$ , pois abaixo de  $4,5$  e acima de  $10,5$  a mortalidade é significativa.

De acordo com Sá (2012), para as condições ideais de desenvolvimento dos organismos aquáticos o pH deve estar entre  $6,5$  a  $9$ . Segundo o autor, em valores de pH entre  $4$  e  $6,5$  ocorre estresse ácido e, em valores compreendidos entre  $9$  e  $11$ , pode ocorrer estresse alcalino. Quando a atividade enzimática dos peixes é adequada, eles apresentam boa atividade natatória, alta taxa de digestão, aproveitam melhor o alimento e, conseqüentemente, apresentam um crescimento rápido. A atividade enzimática dos peixes varia em função do pH do meio celular, sendo este pH diretamente influenciado pelo pH da água onde vivem. De uma maneira geral, para os peixes, o pH ótimo para a ação enzimática é aproximadamente  $7.4$  que é o mesmo encontrado no sangue.

Tabela 4 – Valores médios e desvios dos parâmetros abióticos da água dos tratamentos durante os 56 dias de cultivo. TC – tratamento controle (ração comercial), TE – tratamento experimental (ração + *Spirulina*)

Tratamentos	Amônia* (mg/L <sup>1</sup> )	Nitrito (mg/L <sup>1</sup> )	Nitrato (mg/L <sup>1</sup> )	Fosfato (mg/L <sup>1</sup> )
<b>T C</b>	0,37 ± 0,07	0,290 ± 0,04	1,6 ± 0,47	0,73 ± 0,26
<b>T E</b>	0,50 ± 0,00	0,393 ± 0,150	1,9 ± 0,54	0,63 ± 0,10
<b>Médias</b>	0,43 ± 0,05	0,342 ± 0,073	1,76 ± 0,18	0,68 ± 0,07

Fonte: Dados do autor

#### 4.2.4 Amônia

A amônia na água é originária da excreção dos animais e da decomposição da matéria orgânica (KUBITZA, 1999). As concentrações de amônia livre presente na água dos aquários, em média, foi  $0,37 \pm 0,07 \text{ mg L}^{-1}$  no tratamento controle e  $0,50 \pm 0,00 \text{ mg L}^{-1}$  no tratamento experimental. A amônia total é a somatória das quantidades de íon amônio  $\text{NH}_4^+$  e da amônia  $\text{NH}_3$  (SÁ, 2012). A amônia total média para o tratamento controle foi  $0,94 \text{ mg L}^{-1}$  e para o tratamento experimental foi de  $1,24 \text{ mg L}^{-1}$ , valores inferiores ao estabelecido pelo CONAMA, onde o limite de nitrogênio amoniacal total para águas doce é  $3,7 \text{ mg L}^{-1}$  com  $\text{pH} \leq 7,5$  (BRASIL, 2005). A amônia tóxica calculada é o valor da amônia livre multiplicado por 1,22 e o amônio o mesmo valor da amônia livre multiplicado por 1,29, segundo o manual do espectrofotômetro (HACH DR 2700). (Tabela 5)

Tabela 5 – Teor de amônia na análise de água

Parâmetros (mg/L)	Controle	Tratamento
Amônia Livre	0,37	0,50
Amônia Tóxica ( $\text{NH}_3$ )	0,46	0,60
Amônio ( $\text{NH}_4^+$ )	0,48	0,64
Amônia Total	0,94	1,24

Fonte: Dados do autor

Para se determinar o quanto da amônia total está na forma tóxica, é preciso avaliar o pH da água pois quanto maior for o pH, maior será o percentual de amônia tóxica (REIS, 2009).

Altas concentrações de amônia tóxica influenciam na dinâmica do oxigênio dissolvido do meio, e isso pode ter grandes implicações ecológicas, concentrações de 0,25 mg /L ou superiores a essa afetam o crescimento de peixes, embora a concentração letal (que mata 50% dos indivíduos) seja superior a 0,5 mg/L (ESTEVEES, 1998).

Num trabalho realizado por Gazzola (2003) verificou-se que valores letais de  $\text{NH}_3$  para alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*), variaram de 1,89 mg/L em 24 h de exposição a 1,83 mg/L com 96 h de exposição.

#### **4.2.5 Nitritos**

A concentrações de nitritos durante o experimento apresentaram valores médios de  $1,01 \pm 0,877$ , estando dentro da faixa recomendada para a aquicultura que é de  $1,0 \text{ mg L}^{-1} \text{ NO}_2^{-\text{N}}$  (BRASIL, 2005).

O nitrito é encontrado em baixas concentrações em ambientes bem oxigenados e representa uma fase intermediária na conversão de amônia a nitrato por bactérias nitrificantes (ESTEVEES, 1998). Parte da amônia é transformada em nitrito por bactérias do gênero *Nitrosomonas* que passa a ser tóxico quando atinge concentrações de  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ . (OSTRENSKY,1998).

#### **4.2.6 Nitratos**

O nitrato é obtido a partir da transformação do nitrito por bactérias do gênero *Nitrobacter*, porém não é tão tóxico aos peixes (OSTRENSKY,1998). A concentração média de nitratos durante o experimento foi  $1,76 \pm 0,18$ , estando dentro da faixa recomendada para a aquicultura que é  $10,0 \text{ mg L}^{-1} \text{ NO}_3^{-\text{N}}$  (BRASIL, 2005).

#### **4.2.7 Fosfatos**

Os teores médios de fosfatos foram  $0,73 \text{ mg/L PO}_4^{3-}$  para o tratamento controle e de  $0,63 \text{ mg/L PO}_4^{3-}$  para o tratamento experimental. Estes valores são ligeiramente superiores que os estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (Tabela 6), na

resolução 357/05, cujos níveis aceitáveis para águas utilizadas em aquicultura são de 0,030 - 0,050 mg/L para açudes e represas e de 0,50 mg/L para viveiros e tanques (SÁ,2012).

Tabela 6 - Parâmetros de qualidade da água baseados no (CONAMA) 357/2005

Parâmetros	Valor de referência
Temperatura da água (°C)	28 - 32 <sup>(1)</sup>
pH	6,0 - 9,0
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,00
Fósforo total (mg/L)	0,030
Nitrogênio amoniacal total (mg/L de N)	3,7 <sup>(*)</sup>
Nitrato (mg/L)	10,00
Nitrito (mg/L)	1,00

Fonte: BRASIL,2005. (1) Kubitzka (1999); (\*) quando pH≤7,5.

### 4.3 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS

#### 4.3.1 Crescimento em Peso e Comprimento

Os alevinos de tilápia alimentados apenas com a ração comercial apresentaram peso médio final de  $5,765 \pm 1,405$  g, enquanto os que receberam a ração enriquecida apresentaram peso médio final significativamente superior com  $7,300 \pm 0,496$  g. No entanto, não houve diferença significativa entre as médias do controle e do tratamento nas biometrias 1 e 2. (Tabela 7, Figuras 2 e 3).

Tabela 7 – Média dos Valores de Peso (g) dos alevinos de tilápia nas biometrias

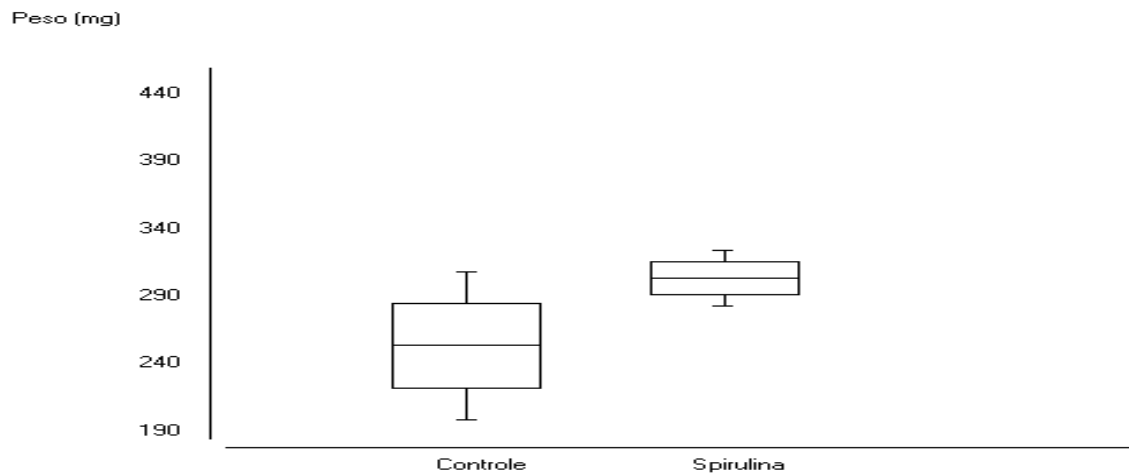
Tratamento	Peso Médio (g)			
	0	15	35	56
Controle	$0,297 \pm 0,099$	$0,870 \pm 0,349$	$2,327 \pm 0,564^*$	$5,765 \pm 1,405^a$
Experimento	$0,287 \pm 0,036$	$0,785 \pm 0,099$	$2,567 \pm 0,233^*$	$7,300 \pm 0,496^a$

Fonte: Dados do autor

(a) Houve diferença significativa entre as médias.

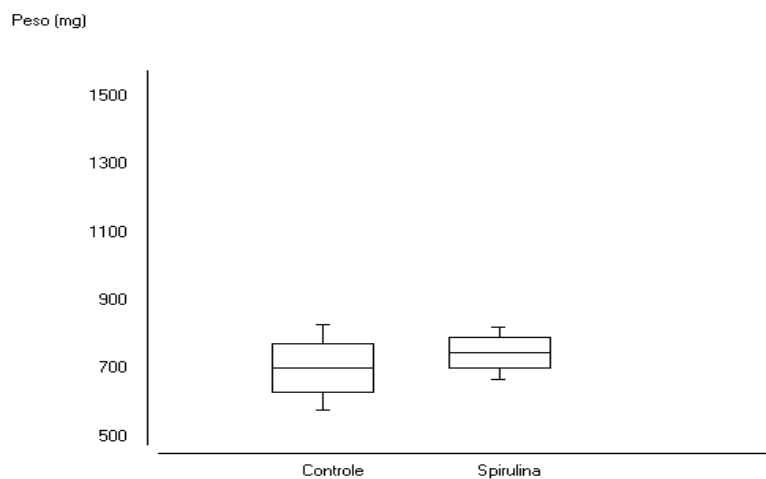


Figura 2 –Média dos Valores de Peso (mg) dos alevinos de tilápia na biometria 1.



Fonte: Dados do experimento

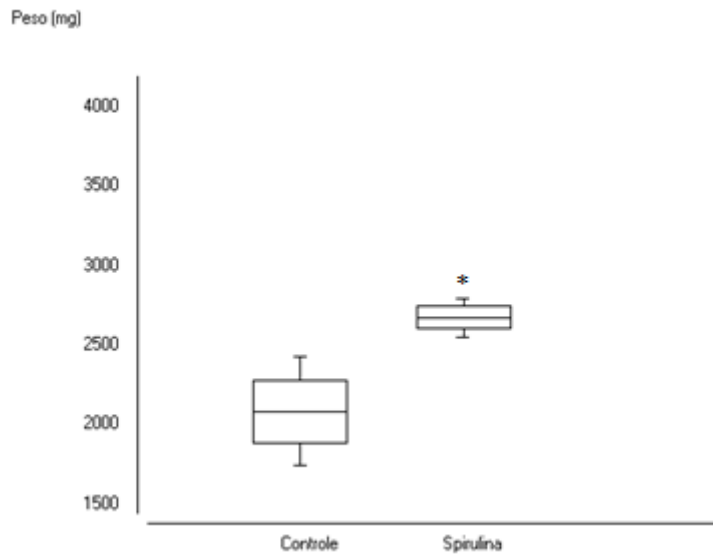
Figura 3 –Média dos Valores de Peso (mg) dos alevinos de tilápia na biometria 2.



Fonte: Dados do experimento

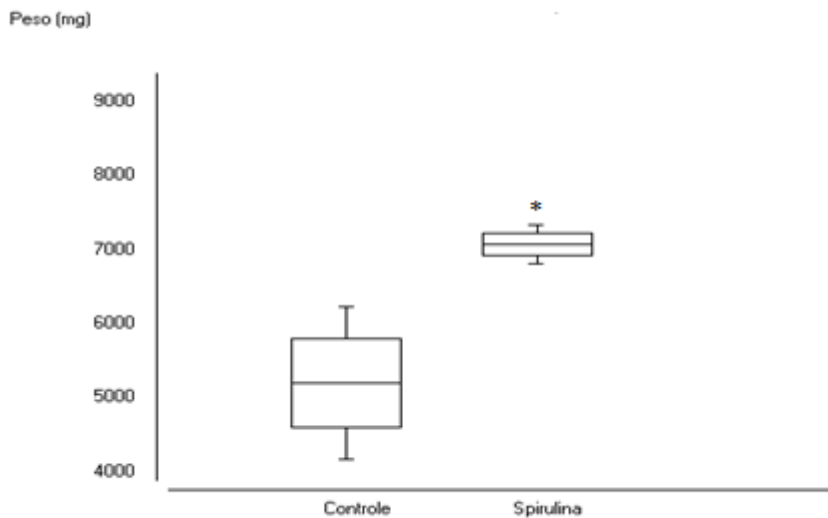
Por outro lado, a partir da biometria 3 já começou a ser observado um crescimento médio em peso significativamente superior nos peixes alimentados com a ração enriquecida com *S. platensis* ( $2,567 \pm 0,233$  g) quando comparados com o grupo controle ( $2,327 \pm 0,564$  g) esta diferença foi mais visível ainda na última biometria, como relatado anteriormente (Tabela 6; Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Média dos Valores de Peso (mg) dos alevinos de tilápia na biometria 3.



Fonte: Dados do experimento

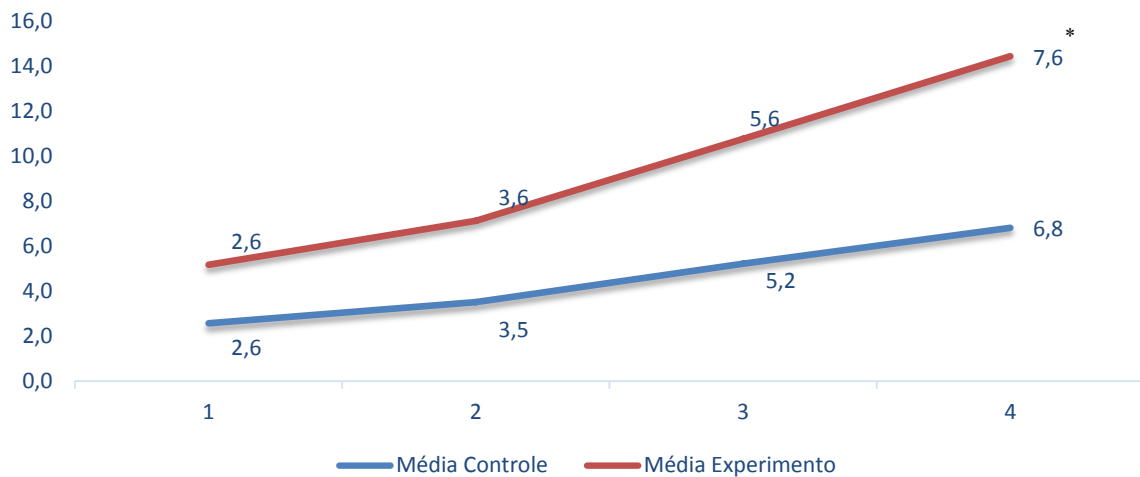
Figura 5 – Média dos Valores de Peso (mg) dos alevinos de tilápia na biometria 4.



Fonte: Dados do experimento

Os valores médios de comprimento não apresentaram diferença nas três primeiras biometrias nos dias 0, 15, 35, só na quarta biometria do dia 55 os comprimentos dos animais do tratamento experimental foi significativamente superior (Tabela 7; Figura 6).

Figuras 6 – Médias dos Valores de comprimentos (cm) dos alevinos de tilápia nas biometrias



Fonte: Dados do autor

(\*) Houve diferença significativa entre as médias finais.

Como podemos observar os peixes do tratamento experimental apresentaram maior crescimento quando comparados aos do tratamento controle.

#### 4.2 Taxa de Sobrevivência

No decorrer do experimento não houve mortalidade e sim escape dos peixes no momento da sifonação. Dessa forma, a taxa de sobrevivência média ao final dos 56 dias de experimento foi de 97% (Tabela 8).

Biserra (2013), ao empregar farinha de *Spirulina* na alimentação de tilápias, obteve resultados satisfatórios com os tratamentos que continham 2,5% e 5,0% de *Spirulina*, nos quais os peixes apresentaram um maior desempenho zootécnico quando comparados aos que foram alimentados apenas com ração comercial. Com taxa de sobrevivência de 85,90 a 89,73%, sendo a taxa de sobrevivência desse trabalho superior com 97% de sobrevivência.

Tabela 8 – Média dos Valores de Parâmetro dos alevinos de tilápia nas biometrias

<b>Parâmetros</b>	<b>Controle</b>	<b>Tratamento</b>
<b>Taxa de sobrevivência (S%)</b>	98,33 ± 3,33	96,67 ± 3,85
<b>Taxa de crescimento (G%)</b>	1,81 ± 0,12	1,92 ± 0,11
<b>Ganho de biomassa (GB)(g)</b>	5,47 ± 1,31	7,01 ± 0,49
<b>Ganho Médio de peso por dia (g/dia)</b>	0,10 ± 0,02	0,13 ± 0,01
<b>Consumo de ração (g)</b>	136,56 ± 45,07	134,77 ± 8,16
<b>Conversão alimentar</b>	4,51 ± 2,77	2,75 ± 1,79

Fonte: Dados do autor

Segundo Kubitzka (1999), A conversão alimentar (CA) é calculada dividindo-se a quantidade de total de ração fornecida, pelo ganho de peso dos peixes.

A conversão alimentar, do tratamento experimental foi melhor (2,75) em comparação a do tratamento controle (4,51) ver Tabela 8, isso se deve ao fato de a *Spirulina* ser altamente digestível por não conter parede de celulose, o que torna a digestão dos demais ingredientes da ração mais facilitada e por conter nutrientes que satisfazem as exigências nutricionais dos peixes então quanto mais próxima for a composição em nutrientes disponíveis nos alimento, melhor será a CA. Outro fator que pode ter contribuído para uma melhor CA foi a boa qualidade da água., quanto melhor for a qualidade da água melhor serão os índices de conversão alimentar.(KUBITZA,1999)

Os alevinos de tilápia alimentados com ração enriquecida com *S. platensis* apresentaram melhor desempenho zootécnico quando comparados aos alevinos de tilápia alimentados apenas com ração comercial. Esses resultados certamente são decorrentes da alta digestibilidade e excelente teor de proteína, minerais e vitaminas presentes na cianofíceia, que proporcionam um maior crescimento dos peixes.

Abdel-Tawwab et al. (2009) utilizaram diferentes níveis de *Spirulina* na dieta para tilápia do Nilo. Os autores constataram um maior peso final, ganho de peso e taxa de crescimento específico para tilápias alimentadas com 5,0 a 10,0 g de *Spirulina* por kg de ração.

Moreira et al. (2010) também observaram um crescimento maior em peso e comprimento quando utilizaram a *Spirulina* na alimentação de tilápia do Nilo durante a fase de reversão sexual.

Em outro estudo realizado por Moreira et al. (2011), tilápias alimentadas com *Spirulina* em águas salinas na fase de reversão sexual, apresentaram um melhor desempenho, com o dobro de crescimento em peso em relação ao outro tratamento sem *Spirulina*, além de uma maior sobrevivência.

Gadelha (2013) cultivou o camarão *Litopenaeus vannamei* na fase de pós-larva e engorda, substituindo a farinha de peixe por *Spirulina* como fonte proteica. O autor observou um bom desempenho dos camarões em todos os experimentos, sendo as melhores taxas de crescimento e sobrevivência encontradas quando a substituição de farinha de peixe por *Spirulina* foi até 25%.

Rincón et al. (2012) avaliaram três níveis de substituição (10, 20 e 30%) de farinha de peixe por *Spirulina maxima* em dietas experimentais para tilápia vermelha (*Oreochromis* sp.) com peso médio inicial de  $2,5 \pm 0,10$  g. Os autores não observaram diferença significativa entre os ganhos de peso, no entanto, o fator de convecção alimentar (FCA) foi melhor no tratamento com 30% de substituição da farinha de peixe por *Spirulina*.

Maciel (2014) realizou um trabalho com tambaqui com adição de 20% e 40% de *Spirulina* na ração (28% PB), tendo como controle uma ração comercial com 50% PB. O autor não encontrou diferença estatística significativa entre os tratamentos, na sobrevivência nem na biomassa final dos animais.

. Outros alimentos alternativos também têm sido utilizados na avaliação do desempenho da tilápia. Boscolo et al. (2010) avaliaram a inclusão de diferentes concentrações de milheto em ração com 30% de proteína digestível para alevinos de tilápia do Nilo em substituição a proteína do milho. Segundo os autores, o ganho de peso, a conversão alimentar e a taxa de sobrevivência não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos testados.

Sá et al. (2014) utilizou diferentes níveis (0%, 12%, 16% e 20%) de torta de babaçu na ração para tilápia e observou que o crescimento dos peixes foram adequados para cada proporção e que não houve diferença significativa entre as médias de peso e crescimento.

Ao avaliar a inclusão de diferentes níveis (0%, 5%, 10%, 15%) do resíduo do farelo de manga na alimentação de tilápia do Nilo, Lima et al. (2014) verificaram que o aumento dos níveis de farelo de manga não produziu efeito nos valores de peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para os peixes.

Rotta (2000) utilizou farinha da minhoca na dieta de tilápias e mostrou que a concentração de 20% de farinha de minhoca contribuiu para o maior crescimento dos peixes. No entanto, concentrações de 100% prejudicaram o desenvolvimento dos peixes.

De acordo com o trabalho realizado e com os estudos relatados percebe-se que a incorporação de *Spirulina* na ração de tilápias proporcionou um melhor desempenho e não prejudicou o desenvolvimento dos animais. Portanto, verifica-se a importância do uso de

ingredientes alternativos para suplementar a dieta dos peixes. No entanto, tais ingredientes devem ser acessíveis e de baixo custo para os produtores.

## 5 CONCLUSÃO

Com a realização desse trabalho podemos concluir que a incorporação da biomassa de *Spirulina platensis* na ração de tilápias (*Oreochromis niloticus*) proporcionou um melhor desempenho zootécnico, resultando em maior ganho de comprimento e peso para os alevinos de tilápia. Assim como a boa qualidade da água foi fundamental para o bom desempenho dos peixes.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABDEL-TAWWAB, M; AHMAD, M. H. Live Spirulina (*Arthrospira platensis*) as a growth and immunity promoter for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), challenged with pathogenic *Aeromonas Hydrophila*. **Aquaculture Research**, v. 40, n. 9, p. 1037-1046, 2009.
- AMBROSI M.A; REINEHR C.O; BERTOLIN T; COSTA J.A.V; COLLA L.M. Propriedades de saúde da microalga Spirulina. **Revista de Ciências Farmacêutica Básica e Aplicada**. 29(2): 109-17p. 2008.
- BALBISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada a piscicultura**. 2. ed. Santa Maria: UFSM. 2009. P. 227
- BARRETO M.A.R. **Análise da produção de alevinos revertidos de tilápias, *Oreochromis spp.* no Estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado em engenharia de pesca) - Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.
- BISERRA, T. S. **Avaliação do desempenho zootécnico de pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes formulações de ração comercial enriquecida com a microalga *Spirulina platensis***. 2003. 29f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2013.
- BOSCOLO, Wilson Rogério; et al. Inclusão de milho em dietas para alevinos de tilápia-do-Nilo formuladas com base na proteína e energia digestíveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2010, vol.39, n.5, p. 950-954. ISSN 1806-9290.
- BRASIL, MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**, 2011. <http://bibspi.planejamento.gov.br/handle/iditem/191>. Acessado 08 de outubro 2014
- CHAMORRO, G. ET AL. Actualización en la farmacología de Spirulina (*Arthrospira*), un alimento no convencional. **ALAN**, Set 2002, vol.52, no.3, p.232-240. 2013 Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA. Resolução N° 357 de 17 de março de 2005. **Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FAO Fisheries and Aquaculture Department, **O Estado de Pesca e Aquicultura do Mundo**. 2012 (SOFIA). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2012.
- FAO Fisheries and Aquaculture Department, **O Estado de Pesca e Aquicultura do Mundo**. 2014 (SOFIA). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2014.



FRANCESCHINI, I. M; BURLIGA. A. L; REVIERS. B; PRADO. J. F; RÉZIG S. H. **Algas uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica.** Porto Alegre: Artmed, 2010.

FURUYA, Wilson Massamitu et al. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1912-1917, 2000.

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

GADELHA, R. G. F. **Eficiência da microalga *Spirulina Platensis* na alimentação do camarão *Litopenaeus vannamei*.** 110f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2013.

GAZZOLA, ANA CECILIA. **Efeito da amônia e do oxigênio na sobrevivência de alevinos de dourado, *Salminus brasiliensis*.** Dissertação (Mestrado)-Prof. Orientador Dr. Evoy Zaniboni Filho- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GOMES, I.G. R. F; CHAVES, F. H; BARROS, R; MOREIRA, R. L; TEIXEIRA, E. G; MOREIRA, A. G. L; FARIAS, W. R. L. Efeito da suplementação da dieta com *Spirulina platensis* no crescimento e coloração de tilápia vermelha. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v. 25, n. 3, julho-septiembre, 2012, p. 462-471. Universidade de Antioquia Medellín, Colombia.

GURGEL, J.J.S. Potencialidade do cultivo da tilápia no Brasil. *In: Congresso Nordestino de Produção Animal*, 1998, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Nordestina.

HENRIKSON, R. ***Spirulina World Food*.** How this micro algaecan transform your health and our planet. EUA: Ronore Enterprises, 194p. 2010.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.**4. ed. São Paulo - SP, 2005. v. 1, 533 p.

KUBITZA F. PH.D. Nutrição e alimentação de tilápias. **Panorama da Aqüicultura**, p.8 Maio, Junho, 1999.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** Jundiaí: Fernando Kubitza, 2000.

KUBITZA, F. & AKIFUMI E. **Cultivo de peixe em tanques-rede.** 3. ed. Jundiaí: Fernando Kubitza, 2003.

KUBITZA, F. PH. D. O status atual e as tendências da tilapicultura no Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, p.13. Março, abril, 2011.

LIMA, MISLENI RICARTE et al. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 1, p. 65-71, 2011.

MEURER, F. et al. Fontes proteicas suplementadas com aminoácidos e minerais para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 1-6, 2005.

MOREIRA, R. L; COSTA, J. M; MOURA, P. S; FARIA, W. R. L Utilização de *Spirulina platensis* como suplemento alimentar durante reversão sexual de tilápia do Nilo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 134-141, abr.-jun. 2010.

MOREIRA, R. L; MARTINS, R. R.O; FARIAS, W. R. L. "Utilização de *Spirulina platensis* como suplemento alimentar durante a reversão sexual da tilápia-do-Nilo (var. Chitralada) em água salina. **Ciência Animal Brasileira** v.12. n.1. p.76-82. (2011).

MACIEL, RAFAEL LUSTOSA. **Desempenho zootécnico e qualidade do filé de Tambaqui *Colossoma macropomum* alimentados com ração suplementada com a cianofíceia *Spirulina platensis***. 2014. 57 f. Dissertação (mestrado) – Departamento de Engenharia de Pesca, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.

PARISI, A.S; YOUNES, S; REINEHR, C.O; COLLA, L.M. Avaliação da atividade antibacteriana da microalga *Spirulina platensis*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, 30(3): 297-301p. 2009.

PEZZATO, L. E; CASTAGNOLLI, N; ROSSI, F; FERREIRA, D. G. S; FERREIRA, R. G. S. **Nutrição e Alimentação de Peixes**. Viçosa – MG, CPT, 2008. 242p.

REIS, J.A.T. & MENDONÇA, A.S.F. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Eng Sanit Ambient** | v.14 n.3 | jul/set 2009 | 353-362

RINCÓN, David D. et al. Níveis de substituição da farinha de peixe por farinha de *Arthrospira* *Spirulina* máxima, em dietas experimentais para alevinos de tilápia vermelha (*Oreochromis sp.*). **Revista Colombiana de ciência e pecuária**, v. 25, n. 3, p. 430-437, 2012.

ROCHA, Carlos Marcio S; PAULINO, Walt Disney. Qualidade de água variáveis físicas variáveis químicas. **Leitura de Minuto**. Brasília: Secretaria dos Recursos Hídricos Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos/Diretoria de Operações, Nov.2007.

ROTTA, Marco Aurélio; ANIMAL-NUTRIÇÃO, Área de Concentração Produção. **Influência de diferentes níveis de farinha de minhoca, como substituto da farinha de peixe, no crescimento de pós-larva de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado em Zoologia. Universidade Federal de Rio Grande do Sul-Brasil. 2000.

SÁ, MARCELO V. C. **Limnocultura: limnologia para aquicultura**. Fortaleza: Edições UFC. 2012. 218 p.

SÁ, MAYARA COELHO ET AL. Determinação do valor nutricional de ração para peixes da espécie tilápia d base de babaçu. **Acta Tecnológica**, v. 9, n. 1, p. 13-20, 2014.

SAMPAIO, Airton Rebouças; José Mirson Gomes Bastos. **Piscicultura**. Fortaleza, ed. Demócrito rocha/ CENTEC, 2002. anal Pec NE, 2004. p. 77.

SILVA, J. W. B. **Tilápias**: Biologia e cultivo. Fortaleza: Edições UFC, 2009. p, 49.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. **Congresso de Zootecnia**, 12º, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais...p.111-118.

ZIMMERMANN, S. **Incubação Artificial** (Técnica permite a produção de Tilápias do Nilo geneticamente superiores). Panorama da Aquicultura. Rio de Janeiro, v. 9, n. 54, p. 15 -21, jul./agost. 1999.

