



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
***CAMPUS* LARANJEIRAS DO SUL**
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA

DARA CRISTINA PIRES

**DIFERENTES NÍVEIS PROTEICOS NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE
TILÁPIA EM SISTEMAS DE BIOFLOCOS E RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA**

LARANJEIRAS DO SUL
2018

DARA CRISTINA PIRES

**DIFERENTES NÍVEIS PROTEICOS NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE
TILÁPIA EM SISTEMAS DE BIOFLOCOS E RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado
como requisito para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da
Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Weingartner

LARANJEIRAS DO SUL
2018

PROGRAD/DBIB – Divisão de Bibliotecas

Pires, Dara Cristina

Diferentes níveis proteicos na alimentação de juvenis de tilápia em sistemas de bioflocos e recirculação de água / Dara Cristina Pires. – 2018.

30 f.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Weingartner

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Engenharia de Aquicultura, Laranjeiras do Sul, PR, 2018.

1. Piscicultura. 2. Alimentação. 3. Recria. I. Weingartner, Marcos, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título

DARA CRISTINA PIRES

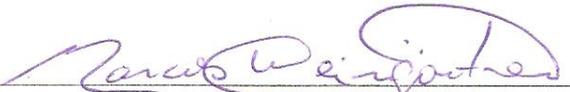
**DIFERENTES NÍVEIS PROTEICOS NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA EM
SISTEMAS BIOFLOCOS E RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA**

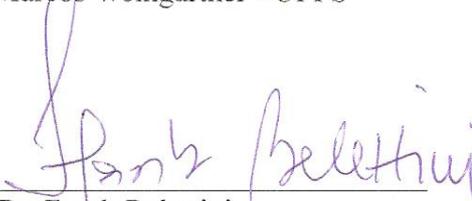
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul.

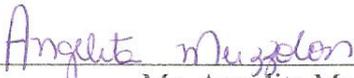
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

06 / 12 / 2018

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Marcos Weingartner - UFFS


Dr. Frank Belettini


Ma. Angelita Muzzolon

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Marcos Weingartner, pela orientação, dedicação, pelas orientações e ensinamentos transmitidos.

Aos meus pais e familiares, pelo apoio e incentivo nesta etapa gratificante da minha vida.

Ao meu namorado, Gabriel, pela ajuda durante o experimento e apoio no decorrer da graduação.

A Universidade Federal da Fronteira Sul, pela oportunidade, ajuda e pelos ensinamentos passados.

Aos professores, Dr. Luciano Tormen e Dra. Silvia Romão, pela ajuda nas análises do experimento e dedicação.

Ao Richilheu Casagrande e Lucas Fabrício pela doação das rações e juvenis de tilápia, respectivamente.

A banca examinadora, Dr. Frank Belettini e Ma. Angelita Muzzolon, por terem aceitado ao convite para fazer parte da banca avaliadora do trabalho.

Aos meus colegas Igor Gonçalves Andrade, América e Robimar, pela ajuda no transporte durante o período experimental.

A todas as pessoas que de alguma forma acrescentaram para a realização e concretização desse trabalho.

RESUMO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe de água doce proveniente do continente Africano, sendo uma das espécies mais criadas no mundo. Dentre os sistemas de criação de tilápia utilizados, recentemente tem se destacado o sistema de bioflocos, que é formado por bactérias heterotróficas e nitrificantes, que permitem o equilíbrio da qualidade de água. Outro método de criação que se destaca é o sistema de recirculação de água (RAS), onde a água é regularmente tratada e reutilizada. Nas fases iniciais de criação da tilápia, ambos os métodos de criação podem ser utilizados, sendo recomendado o uso de rações com teores de proteína bruta de 36-40%. Logo, um estudo detalhado para a avaliação do nível de proteína mais eficiente entre o sistema de bioflocos e RAS, possibilita a redução com custos de rações e otimização do espaço para produção intensiva. O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de juvenis de tilápia alimentados com dietas contendo três diferentes níveis de proteína (28, 33 e 38%) em sistema de bioflocos e RAS. O presente trabalho foi realizado no laboratório de Piscicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul – *campus* Laranjeiras do Sul. Os tratamentos foram realizados em triplicatas, totalizando 18 unidades experimentais de 50L estocados com 15 juvenis, totalizando 270 animais. Ao final do trabalho foram avaliados o desempenho zootécnico dos juvenis de tilápia, analisados quanto aos pressupostos para ANOVA pelo teste de normalidade, posteriormente submetidos a análise de variância multifatorial (MANOVA) e ao teste de separação de médias Tukey. Durante o experimento, foram perdidos sete caixas de peixes do sistema de bioflocos, possivelmente pelo entupimento das brânquias através dos sólidos. Não foi possível comparar o sistema mais eficiente para o cultivo de juvenis de tilápia. Portanto, são necessários novos estudos para identificar a melhor fase de cultivo da tilápia do Nilo em sistema de bioflocos.

Palavras chave: peixes, alimentação, recria, *Oreochromis niloticus*.

ABSTRACT

The tilapia of Nile (*Oreochromis niloticus*) is a freshwater fish from the African continent, being one of the most developed species in the world. Among the tilapia breeding systems used, the bioflocosis system, which is made up of heterotrophic and nitrifying bacteria, has recently been highlighted, which allow the balance of water quality. Another method of creation that stands out is the water recirculation system (RAS), where water is regularly treated and reused. In the early stages of tilapia breeding, both breeding methods can be used and the use of rations with crude protein levels of 36-40% is recommended. Therefore, a detailed study for the evaluation of the most efficient protein level between the biofloc system and RAS, allows the reduction with feed costs and optimization of the space for intensive production. The objective of this work was to analyze the performance of tilapia juveniles fed diets containing three different protein levels (28, 33 and 38%) in the biofloc system and RAS. The present work will be carried out in the fishery laboratory of the Universidade Federal da Fronteira Sul - *Campus* Laranjeiras do Sul. The treatments will be carried out in triplicates, totaling 18 experimental units of 50L stocked with 15 juveniles, totaling 270 animals. At the end of the study, the zootechnical performance of tilapia juveniles was evaluated, analyzed for the ANOVA assumptions by the normality test, later submitted to multivariate analysis of variance (MANOVA) and the Tukey mean separation test. During the experiment, seven boxes of the biofloc system were lost, possibly by clogging the gills through the solids. It was not possible to compare the most efficient system for the cultivation of tilapia juveniles. Therefore, new studies are needed to identify the best phase of Nile tilapia cultivation in the biofloc system.

Key words: fish, feeding, rearing, *Oreochromis niloticus*.

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1- Protocolo para maturação do bioflocos para 200L de água dechlorada.

Tabela 2- Tabela nutricional das rações de 28 e 38% da marca Supra.

Tabela 3- Fórmulas utilizadas no experimento para cálculo das variáveis.

Tabela 4- Valores médios \pm erro padrão dos parâmetros químicos e físicos da produção de juvenis de tilápia do nilo em sistema de recirculação de água durante o período experimental.

Tabela 5- Valores médios \pm erro padrão dos parâmetros químicos e físicos da produção de juvenis de tilápia do nilo em sistema bioflocos durante o período experimental.

Tabela 6- Ganho de peso individual (GP), peso inicial individual (PI) e peso final individual (PF) dos juvenis de tilápia em sistema de recirculação de água.

Tabela 7- Ganho de peso individual (GP), peso inicial individual (PI) e peso final individual (PF) dos juvenis de tilápia em sistema bioflocos.

Tabela 8- Taxa de sobrevivência entre os tratamentos, durante o período experimental.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1- Maturação do sistema bioflocos

Figura 2- Base experimental do sistema bioflocos e RAS.

Figura 3- Ictio em juvenis de tilápia, durante o experimento.

Figura 4- Sólidos colmatando as brânquias dos juvenis de tilápia do Nilo no sistema bioflocos.

Figura 5- Ganho de peso individual durante o período experimental entre os sistemas RAS e BFT.

Figura 6- Taxa de sobrevivência entre os tratamentos dos sistemas de recirculação de água e bioflocos

LISTA ABREVIATURAS

GP- Ganho de peso

PF- Peso final individual

PI- Peso individual inicial

PR- Paraná

LISTA DE SIGLAS

BFT- Biofloc Technology System

LCM – Laboratório de Camarão Marinho

PEIXE BR – Associação Brasileira de Piscicultura

RAS – Sistema de recirculação de água

° C- Graus Celcius

g- gramas

hrs- horas

kg – quilograma

L- litros

m³- metro cúbico

mg/L- miligrama por litro

ml/L- mililitros por litro

peixes/m³- peixes por metro cúbico

LISTAS DE SÍMBOLOS

% porcentagem

± desvio padrão

> maior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÃO.....	27
6 REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe de água doce proveniente do continente Africano, ocorrendo em rios costeiros de Israel, na bacia do Nilo. É uma espécie amplamente introduzida em quase todos os continentes para fins da aquicultura, estando atrás apenas das carpas (RECHI, 2016).

No Brasil foi introduzida em meados de 1971, acompanhada da tilápia de zanzibar (*Oreochromis hornorum*), onde se estabeleceu por praticamente todo o país. Por ser uma espécie exótica, sua disseminação foi causada, principalmente, pela fuga ou soltura desta espécie na natureza. Entre os vários motivos para a sua produção, destaca-se a adaptação da tilápia em qualquer ambiente (inclusive a alta concentração de amônia) e resistência a variação de temperatura (RECHI, 2016).

Segundo a Associação Brasileira de Piscicultura – Peixe BR (2018) no ano de 2017, a produção da piscicultura no Brasil foi de 697 mil toneladas de peixes de cultivo, no qual o cultivo de tilápia representou 51,7% (357.639 toneladas), ou seja, mais que a metade da produção nacional. Os estados líderes na produção desta espécie são Paraná e São Paulo, primeiro e segundo lugar, respectivamente.

O sistema intensivo é o grande destaque na tilapicultura. Entre os cultivos mais utilizados, estão o cultivo em viveiro escavado, sistema de recirculação de água (RAS) e tanques-rede. Porém, um novo sistema vem sendo estudado, mostrando resultados satisfatórios com o uso de bioflocos para o cultivo de tilápias.

O sistema de bioflocos (Biofloc Technology System – BFT) é composto, por bactérias heterotróficas e nitrificantes, que permitem o equilíbrio da qualidade de água. Tem como um dos seus objetivos diminuir significativamente a quantidade de ração e água necessária para a produção de organismos aquáticos e, ainda atingir elevada produtividade que nenhum outro sistema possibilita. Este sistema vem surgindo para reduzir os custos com a captação e renovação de água, bem como a eliminação de efluentes para o ambiente (MALINOSKI e VANSOLIN, 2016). Por outro lado há os gastos com insumos periodicamente no sistema, como por exemplo o açúcar. Apesar do sistema BFT apresentar tecnologia bem desenvolvida para o cultivo de camarões marinhos, a produção deste sistema para a tilapicultura é pouco conhecida.

Para a formação do bioflocos é necessário uma fonte de carbono e de matéria orgânica para o desenvolvimento das bactérias. As bactérias presentes no sistema, vão

assimilar a fonte de carbono presente no sistema e degradar a matéria orgânica produzida pelo animal e restos de ração, oxidando amônia para nitrito e posteriormente nitrato, que é uma forma menos tóxica para o organismo (MALINOSKI e VANSOLIN, 2016).

A biomassa microbiana formada no sistema, permite além da assimilação dos compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato), o uso das bactérias como suplementação alimentar servindo como fonte proteica, possibilitando na redução do uso de ração e conversão alimentar mais eficiente. Fatores extremamente importantes, visto que a ração pode representar até 70% do custo de produção, sendo o principal item gasto na piscicultura intensiva (KUBITZA, 1999).

O valor da ração está diretamente relacionado com a quantidade de proteína presente na dieta, principalmente de origem animal. As proteínas são formadas por grupos amina e carboxila, no qual os compostos nitrogenados incorporados na molécula, faz com que aumente o nível de amônia presente na água. Esta amônia é tóxica para os peixes, e em altas concentrações (acima de 2,5 mg/L de amônia total) podem ocasionar a morte dos animais (BASTOS, 2016).

A tilápia é uma espécie onívora com tendência herbívora, alimentando-se principalmente de plâncton (composto por zooplâncton e fitoplâncton). O uso do alimento artificial em cultivos intensivos devem conter teores energéticos, vitamínicos, proteicos e de minerais balanceados, independentemente dos alimentos naturais. Para juvenis nas fases iniciais, recomenda-se o uso de rações com teores de proteína bruta de 36-40% (NETO *et al*, 2016).

O sistema de recirculação (RAS) utilizado para o cultivo de organismos aquáticos é o método de produção onde a água do sistema de criação é regularmente tratada e reutilizada. A utilização de RAS permite a produção com o reuso parcial ou total da água, diminuindo significativamente a quantidade de água utilizada em um ciclo produtivo (SHEI, 2017).

O RAS é mais utilizado em laboratórios, onde conta com uma estrutura fechada, que permite o cultivo mesmo em períodos frios. O custo de implantação da estrutura, comparada com os outros sistemas é alto (SHEI, 2017). Este sistema foi implantado no Brasil para as fases de recria e engorda de tilápias no final da década de 90, porém enfrentaram problemas operacionais ou de viabilidade econômica, inviabilizando algumas produções (CORSO, 2010). Logo, um estudo detalhado para a avaliação do nível de proteína mais eficiente entre

sistema de bioflocos e RAS, possibilita na redução com custos com rações e otimização do espaço para produção intensiva.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o desempenho de juvenis de tilápia alimentados com dietas contendo três diferentes concentrações de proteína (28, 33 e 38%) em sistema de bioflocos e RAS.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o desempenho de juvenis de tilápia nos sistemas de bioflocos e RAS;
- Avaliar a eficiência proteica de juvenis de tilápia nos sistemas de bioflocos e RAS;

2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Pérez-Fuentes et al. (2016), a tilápia pode ser produzida em diferentes sistemas aquícolas e adaptar-se ao sistema de bioflocos (BFT) com uma densidade altíssima. Azim e Little (2008) observaram que tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) estocadas na densidade de 12 kg/m³ tiveram pesos individuais 10% maiores nos tratamentos com bioflocos (BFT) em relação ao tratamento controle, contribuindo com 45% para o ganho de peso total, bem como para a produção de peixes. Em relação ao trabalho realizado por Lima et al (2015) o desempenho zootécnico de juvenis de tilápia, com densidade de 45 peixes/m³, apresentou melhor resultado com produtividade de 16,6 kg/m³.

A possibilidade de criar tilápia em sistema superintensivo em bioflocos, é eficiente, pelo fato do sistema produzir flocos como alimento e manter as variáveis de qualidade de água estável dentro das exigências para a criação de peixes. Além, da capacidade deste animal de filtrar a água, utilizando o floco bacteriano como alimento, melhorando a taxa de crescimento.

Ainda não há muitos trabalhos com a tecnologia de bioflocos para o cultivo de tilápia, porém há vários estudos com camarão marinho mostrando a importância de um sistema sustentável. Esta sustentabilidade está diretamente relacionada com a pouca

renovação de água e reduzido descarte de efluentes no ambiente natural (MALINOSKI e VANSOLIN, 2016).

De acordo com Lujan e Chimbor (2017), os flocos microbianos podem ajudar na redução do teor de farinha de peixe em dietas de camarão marinho em até 40%, sem afetar o crescimento ou a qualidade da água. A farinha de peixe é o ingrediente mais caro da ração, por ser uma fonte de diversos aminoácidos essenciais e altamente digestível (PORTELINHA, 2011).

Com base neste fator, Ray e Lotz (2017) descreveram que o bioflocos contribui significativamente como fonte de alimento natural “*in situ*”, onde os flocos inclui bactérias heterotróficas do gênero *Sphingomonas*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, comunidades microbianas *Nitrospira*, *Nitrobacter* e levedura *Rhodotorula* sp. As fontes presentes no sistema são uma rica fonte de promotores imunoestimulantes e de crescimento, que podem melhorar o desempenho desses organismos.

Cientistas da University of Southern Mississippi compararam na produção do camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*) a qualidade de água em sistema bioflocos e RAS. Resultados da pesquisa mostraram que para o camarão, o sistema de bioflocos foi menos eficiente, devido as concentrações de amônia e nitrito serem mais altas e a taxa de sobrevivência mais baixa, em comparação com o sistema de recirculação (RAY e LOTZ, 2017).

Por outro lado, pelo fato da tilápia ser um animal rústico, permite a espécie uma tolerância às condições adversas de qualidade de água. Logo, seria necessário uma variação significativa dos parâmetros para interferir no desempenho da tilápia neste sistema. O sistema de recirculação de água proporciona o menor consumo de água por quilo de peixe produzido e redução da emissão de efluentes. Em comparação com o sistema de bioflocos, o RAS também tem uma aplicação na aquicultura responsável e sustentável (AZEVEDO *et al*, 2014).

O Brasil possui uma vasta área litorânea e continental, porém existe uma certa distância dos produtores entre os mananciais de água e os centros consumidores e de exportação. Além disso, o mau uso dos mananciais próximos das grandes cidades, dificultam seu uso para a criação de peixes, devido a poluição. Contudo, o uso de um sistema de criação que utiliza pouco espaço e com alta produtividade, sem prejudicar o bem estar animal, vem sendo uma opção para o produtor rural (LIMA e KEBUS, 2008).

A amônia tóxica é uma das variáveis químicas de qualidade de água, mais críticas em um sistema de reuso. Mesmo possuindo o filtro biológico que realiza o processo de nitrificação, controlar a concentração da mesma no cultivo é bastante difícil. Além do custo elevado do sistema, há outro ponto crítico quando os peixes adoecem. Este fator está relacionado com a ligação dos tanques pelo sistema, no qual se organismo for infectado, a doença pode ser disseminada para outros animais pela passagem da água (COÊLHO *et al*, 2014).

Entre o sistema bioflocos e RAS, como citado acima, há seus pontos positivos e negativos. Porém, a escolha do sistema mais adequado vai depender da espécie, local, economia e viabilidade técnica para sua produção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante os meses de julho a setembro (51 dias) de 2018 no laboratório de Piscicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul – *campus* Laranjeiras do Sul - PR.

Inicialmente foi feito um protótipo para a maturação do bioflocos (Tabela 1) em uma caixa com capacidade de 250 L com água decolorada, acrescentando nitrato de sódio, fonte de carbono (açúcar e melão) e matéria orgânica (ração) para proliferação das bactérias nitrificantes e heterotróficas. O protótipo teve como base o curso feito pela acadêmica na Universidade Federal do Paraná - UFPR e vídeos via acesso digital. O processo de maturação (Figura 1), teve duração de aproximadamente quarenta dias.

Tabela 1- Protocolo para maturação do bioflocos para 200L de água decolorada.

Dias	Açúcar	Melão	Ração	Nitrato de sódio
1º	12 g	14 g	60 g	0,6 g
3º	12 g	14 g	60 g	0,6 g
5º	12 g	14 g	60 g	
8º	12 g	14 g	60 g	
11º	12 g	14 g	60 g	

Fonte: PIRES e BEZERRA, 2018.

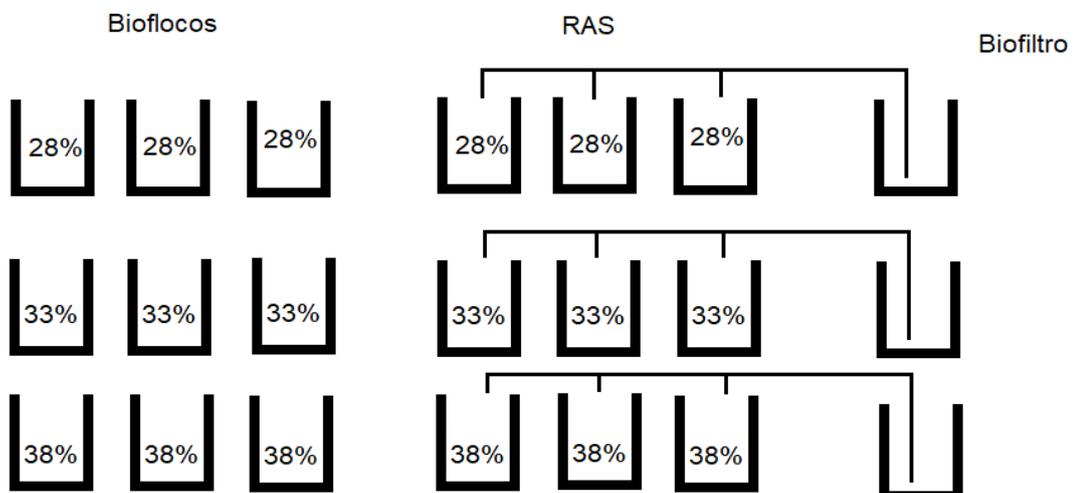
Figura 1- Maturação do sistema bioflocos



Fonte: BEZERRA, G. A., 2018.

Após ocorrer a maturação do bioflocos, realizou a repicagem para uma caixa com capacidade de 500 L e posteriormente dividido para as caixas experimentais de 50 L (Figura 2). Os tratamentos foram distribuídos de forma aleatória no laboratório. Foram colocados 15 exemplares de juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) de aproximadamente $1,78 \pm 0,71$ g, em cada caixa. Os juvenis foram adquiridos através de um produtor da região.

Figura 2- Base experimental do sistema bioflocos e RAS.



Fonte: BEZERRA, G. A., 2018.

Foram feito três tratamentos com três repetições para cada sistema de bioflocos e RAS. Os tratamentos consistiram na alimentação dos peixes utilizando ração com níveis de proteína de 28%, 33% e 38%. A ração foi adquirida de forma comercial da marca Supra, (Tabela 2) com a mesma formulação para todas as dietas. Para adquirir a ração com 33% de proteína, foi feita a mistura das rações de 28 e 38% de proteína (metade de cada). Todas as rações foram processadas novamente para que adquirissem a mesma granulometria, passando por uma peletizadora e posteriormente secadas em estufa por 12 horas à 55 °C.

Tabela 2- Tabela nutricional das rações de 28 e 38% da marca Supra.

Composição	Ração 28%	Ração 38%
Proteína bruta	28%	38%
Extrato etéreo mínimo	5%	10%
Matéria Fibrosa máxima	6%	3%
Matéria Mineral máxima	13%	13%

Fonte: PIRES, D. C., 2018.

A escolha das concentrações proteicas, foi de acordo com o nível ideal (36-40%), relatado na literatura (NETO *et al*, 2016) e níveis abaixo para verificação da contribuição dos flocos microbianos como complemento alimentar.

Para o sistema RAS foram feitos três filtros biológicos com sistema de retenção de sólidos na entrada do filtro. Em cada um dos filtros era conectado três caixas, que representavam as repetições de cada tratamento dos diferentes níveis de proteína do sistema RAS. Isto foi feito com o intuito de não haver interferência entre os tratamentos com relação a qualidade de água. Cada filtro possuía dois baldes de aproximadamente 15 L, um com filtro mecânico e biológico e o outro com bomba, responsável pela circulação da água. Diariamente era feita a limpeza do filtro mecânico para manter uma boa qualidade da água.

Em relação ao sistema de bioflocos, pelo fato do sistema manter o equilíbrio da qualidade de água, não é necessário o uso de filtros. Para a aeração das caixas, foi colocado três pedras porosas em cada, para garantir o fornecimento de oxigênio dissolvido e a movimentação da água para suspensão dos sólidos, necessário para o bom desenvolvimento do bioflocos. A temperatura das caixas foram mantidas por controle da temperatura ambiente e aquecedores.

As análises de amônia foram feitas pelo kit indotest alfakit – adaptado para microplaca com uso de curva padrão de cloreto de amônia; o nitrito (MIRANDA, ESPEY e WINK, 2001) foi através da diferença nitrito/nitrato e o nitrato pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Para a análise de pH, utilizou-se o pHmêtro. As análises de compostos nitrogenados e pH, foram mensuradas duas vezes por semana. Já para as análises de alcalinidade, dureza e sólidos sedimentáveis, realizou-se análises uma vez na semana. A análise de alcalinidade foi feita através do Standard methods for the examination of water and wastewater (18 th edition, 1992) e a dureza pelo mesmo método da alcalinidade (atualizado em 1997). Os sólidos sedimentáveis, foram mensurados pelo cone Imhoff. Apenas, a temperatura e o oxigênio foram mensurados duas vezes ao dia, através da sonda multiparâmetro.

A ração foi ofertada duas vezes ao dia (8:00-16:00 h). Nos primeiros 42 dias, foram ofertados 10% da biomassa total inicial, depois aumentou para 20% até o último dia do experimento, visto a necessidade de suprir os gastos energéticos dos animais. A quantidade de ração consumida foi pesada no final do experimento para realização da conversão alimentar.

As biometrias foram realizadas a cada dez dias, utilizando o paquímetro digital e uma balança de precisão, 0,01 g. No final do experimento, realizou-se as análises do peso, comprimento, sobrevivência, conversão alimentar (Tabela 3) e qualidade de água. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e posteriormente a análise de variância multifatorial (MANOVA), e quando observado diferença estatística entre os tratamentos, usou-se o teste de Tukey ao nível de $p > 0,05$.

Tabela 3- Fórmulas utilizadas no experimento para cálculo das variáveis.

Variáveis	Fórmulas
Ganho de peso	$GP = \text{ganho de peso final} - \text{ganho de peso inicial}$
Sobrevivência	$S = (\text{número de indivíduos sobreviventes} / \text{total de indivíduos}) \times 100$
Conversão alimentar	$CA = \text{consumo de ração do animal em um período de tempo} / \text{ganho de peso}$

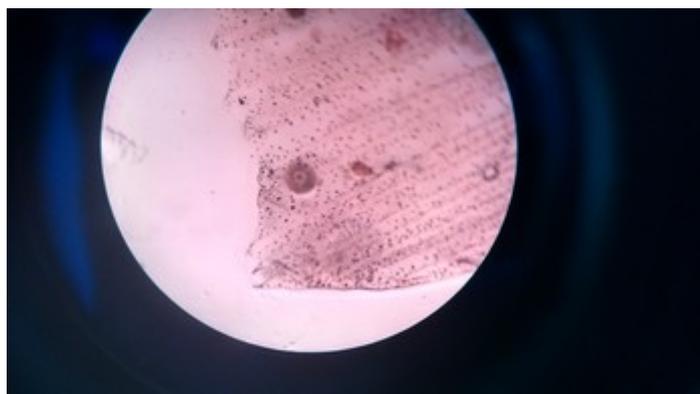
Fonte: PIRES, D. C., 2018.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após quinze dias do início do experimento, observou-se que os peixes do sistema de bioflocos apresentaram altas taxas de mortalidades, perdendo no total, sete caixas e um tratamento (33% de proteína). Sobrou apenas uma caixa do tratamento com 28% e 38%. Notou-se o aparecimento do parasita *Ichthyophthirius multifiliis* nas brânquias (Figura 3) e em parte do corpo, porém não houve uma proliferação da ictiofitiríase, não sendo usado formas de tratamentos para conter a sua disseminação, visto que a tilápia é uma espécie rústica e resistente ao parasita em relação as outras espécies (RECHI, 2016).

Através de análises microscópicas, foi observado o aparecimento de sólidos nas brânquias dos juvenis (Figura 4), o que aparentemente causou um entupimento nos filamentos branquiais, dificultando a passagem de água através dos filamentos e por consequência as trocas gasosas, sendo possível uma das principais causas de mortalidade em sistema de bioflocos (SILVEIRA, 2017). Para minimização do problema, foi feita a limpeza do fundo das caixas para retirada do excesso de sólidos.

Figura 3- Ictio em juvenis de tilápia, durante o experimento.



Fonte: PIRES, D. C., 2018.

Figura 4- Sólidos colmatando as brânquias dos juvenis de tilápia do Nilo no sistema bioflocos.



Fonte: PIRES, D. C., 2018.

Qualidade de água

As análises físicas e químicas, foram mensuradas de acordo com a necessidade de cada variável. A temperatura teve oscilações durante o experimento, devido a temperatura ambiente e ar condicionado. A temperatura mínima foi de 18,66 °C e máxima de 31°C ($24,54 \pm 0,66$). Em relação a amônia total, obteve-se um pico no sistema de bioflocos, causado pelo excesso de ração devido à ocorrência de mortalidade e manutenção da oferta da mesma quantidade de ração. Os valores mais altos observados na amônia, foram para o sistema com 28 e 33% de proteína, 2,17 e 2,08, respectivamente. Segundo Kubitza (1999) valores entre 0,7 a 2,4 mg/L podem ser prejudiciais aos organismos aquáticos, causando intensa irritação e inflamação nas brânquias, dificultando a osmorregulação. Já em relação ao trabalho realizado com tilápia em sistema bioflocos por Lima et al. (2015), obteve-se valores semelhantes ao relatado no estudo, mantendo alta taxa de sobrevivência.

Em relação ao nitrito e nitrato, apresentaram valores abaixo da toxicidade para a espécie, com valores máximos de 7,63 e 292 mg/L, respectivamente. O trabalho realizado por Yanbo et al. (2006), observaram toxicidade do nitrito em tilápias acima de 28,1 mg/L, podendo causar 50% de mortalidade após 96 horas de exposição. Logo, valores abaixo, não prejudicam o desempenho dos organismos aquáticos.

A alcalinidade em relação ao sistema RAS e BFT teve diferença significativa, uma vez que as bactérias presentes no sistema BFT necessitam da fonte de cálcio para a realização da nitrificação. O valor máximo para os sólidos sedimentáveis atingiu a 24 ml/L. Recomenda-se

para o cultivo de tilápias em sistema bioflocos, que os sólidos fiquem entre 5-50 ml/L (AVNIMELECH, 2011)

Os resultados dos parâmetros químicos e físicos de qualidade de água observados nos tratamentos durante o experimento estão apresentados na Tabela 4 e 5.

Tabela 4- Valores médios \pm erro padrão dos parâmetros químicos e físicos da produção de juvenis de tilápia do nilo em sistema de recirculação de água durante o período experimental.

Variáveis	Tratamentos: RAS		
	Proteína 28%	Proteína 33%	Proteína 38%
Temperatura (°C)	25,36 \pm 1,8	25,07 \pm 1,89	24,83 \pm 1,68
Oxigênio (mg/L)	8,03 \pm 0,66	7,76 \pm 0,55	7,99 \pm 0,56
pH	7,87 \pm 0,1	7,73 \pm 0,15	7,48 \pm 0,55
Dureza (mg/L)	66,25 \pm 5,14	70,75 \pm 7,25	70,06 \pm 8,13
Alcalinidade (mg/L)	42,3 \pm 5,55	38,53 \pm 7,62	34,96 \pm 7,71
Amônia total (mg/L)	0,33 \pm 0,14	0,24 \pm 0,01	0,27 \pm 0,1
Nitrito (mg/L)	1,01 \pm 0,82	1,26 \pm 1,15	1,42 \pm 1,28
Nitrato (mg/L)	15,65 \pm 5,84	25,71 \pm 9,97	28,93 \pm 13,14

Tabela 5- Valores médios \pm erro padrão dos parâmetros químicos e físicos da produção de juvenis de tilápia do nilo em sistema de bioflocos durante o período experimental.

Variáveis	Tratamentos: BFT		
	Proteína 28%	Proteína 33%	Proteína 38%
Temperatura (°C)	23,98 \pm 1,73	23,66 \pm 1,64	24,32 \pm 1,67
Oxigênio (mg/L)	7,91 \pm 0,61	7,84 \pm 0,59	7,74 \pm 0,57
pH	8,27 \pm 0,11	8,21 \pm 0,12	8,2 \pm 0,07
Dureza (mg/L)	139,75 \pm 15	151,48 \pm 14,32	155,05 \pm 6,89
Alcalinidade (mg/L)	83,36 \pm 13,65	101,25 \pm 9,23	105,89 \pm 25,27
Amônia total (mg/L)	0,83 \pm 0,69	0,71 \pm 0,64	0,66 \pm 0,45
Nitrito (mg/L)	1,35 \pm 1,55	2,12 \pm 2,31	2,25 \pm 2,55
Nitrato (mg/L)	229,46 \pm 79,74	231,12 \pm 62	211,23 \pm 74,02
Sólidos (ml/L)	10,63 \pm 7,27	15,25 \pm 5,36	13,5 \pm 7,3

Conversão alimentar

Pelo fato do experimento apresentar altas mortalidades no sistema de bioflocos, não foi possível analisar precisamente os dados para cálculo da conversão alimentar. Para o sistema de recirculação de água com 38% de proteína, obtendo 100% de sobrevivência, a conversão alimentar se manteve a $1,06 \pm 0,07$. Estes valores de conversão alimentar estão de acordo com os padrões estabelecidos para juvenis de tilápia (KUBITZA, 2010).

Ganho de peso

Os dados do desempenho de juvenis de tilápia alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína em sistema de recirculação de água e bioflocos estão contidos na Tabela 6 e 7. Houve diferença significativa entre o sistema de bioflocos 38% em relação aos outros tratamentos (Figura 4). O sistema de recirculação de água, não apresentou diferença entre os tratamentos, mesmo aumentando a quantidade de proteína presente na ração. Um dos motivos possivelmente está relacionado com a dificuldade dos animais a se adaptarem aos sistemas, o que pode ter afetado o seu comportamento alimentar.

Tabela 6- Ganho de peso individual (GP), peso inicial individual (PI) e peso final individual (PF) dos juvenis de tilápia em sistema de recirculação de água.

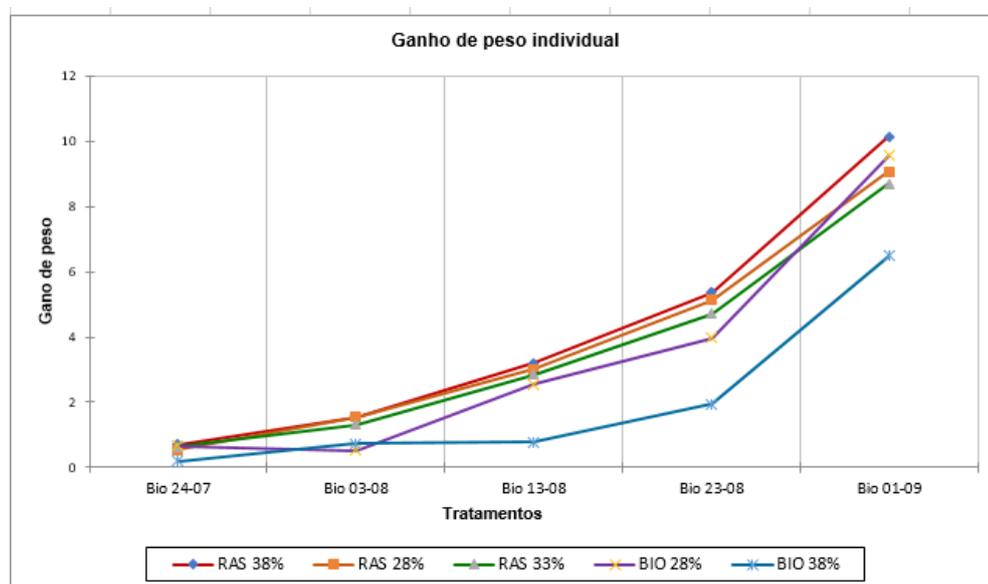
Parâmetros	Tratamentos: RAS		
	Proteína 28%	Proteína 33%	Proteína 38%
GP (g)	$7,45 \pm 0,04^a$	$8,09 \pm 0,35^a$	$9,4 \pm 0,74^a$
PI(g)	$1,77 \pm 0$	$1,77 \pm 0,03$	$1,8 \pm 0,03$
PF (g)	$9,08 \pm 0,05^a$	$8,71 \pm 0,37^a$	$10,15 \pm 0,73^a$

Tabela 7- Ganho de peso individual (GP), peso inicial individual (PI) e peso final individual (PF) dos juvenis de tilápia em sistema de bioflocos.

Parâmetros	Tratamentos: Bioflocos	
	Proteína 28%	Proteína 38%
GP (g)	$7,78^a$	$4,71^b$
Peso inicial (g)	1,78	1,78
Peso final (g)	$9,56^a$	$6,49^b$

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

Figura 5- Ganho de peso individual durante o período experimental entre os sistemas RAS e BFT.



Fonte: PIRES, D. C., 2018.

Sobrevivência

Houve diferença significativa entre os tratamentos com bioflocos e recirculação de água (Tabela 8), divergindo do trabalho realizado por Milstein et al. (2001), onde as tilápias produzidas em sistema de bioflocos apresentaram bom desempenho e alta taxa de sobrevivência (acima de 86%). Este fator pode estar relacionado ao possível entupimento das brânquias pela quantidade de sólidos presentes no sistema. Mesmo estando na literatura que os dados relacionados aos sólidos, estavam de acordo com outros trabalhos já realizados (Figura 5).

No presente trabalho, foi colocado juvenis de tilápia com peso médio de $1,78 \pm 0,71$ g para realização do experimento. Trabalhos com uso de juvenis de tilápia em sistema bioflocos, apresentaram peso inicial de $6,31 \pm 0,40$ g (FERRARI et al, 2016), explicando a possível dificuldade de manter animais com peso muito baixo em sistema bioflocos.

Segundo Schweitzer et al (2008), uma das consequências dos altos níveis de sólidos é a oclusão das brânquias, principalmente para camarões, devido ao excesso de partículas presentes na água. Fato este observado inúmeras vezes no Laboratório de Camarão Marinho –

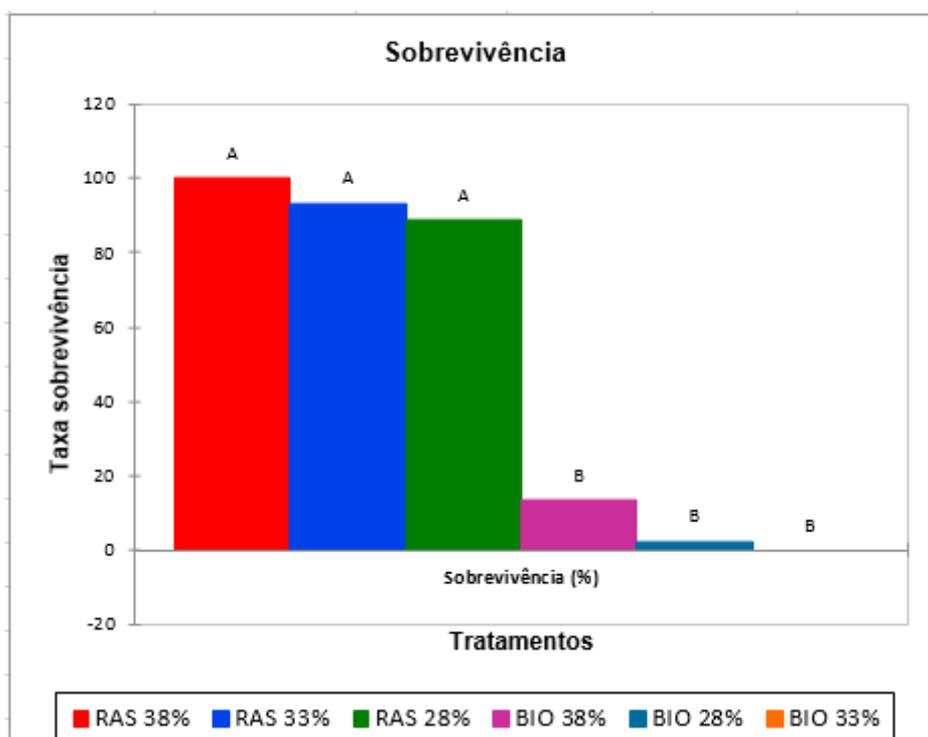
LCM. Por isso há a necessidade de controlar a entrada e qualidade da ração e fonte de carbono no sistema.

Tabela 8- Taxa de sobrevivência entre os tratamentos, durante o período experimental.

Tratamentos	Taxa sobrevivência (%)
RAS 28%	88,89 ± 7,7 ^a
RAS 33%	93,33 ± 6,67 ^a
RAS 38%	100 ± 0 ^a
BIO 28%	2,22 ± 3,85 ^b
BIO 33%	0 ± 0 ^b
BIO 38%	13,33 ± 23,09 ^b

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

Figura 6- Taxa de sobrevivência entre os tratamentos dos sistemas de recirculação de água e bioflocos



Fonte: PIRES, D. C., 2018.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que os diferentes níveis de proteína bruta na dieta de juvenis de tilápia do Nilo, não interferiram sobre o desempenho zootécnico no sistema de recirculação de água dentro das condições deste trabalho. Devido a alta mortalidade no sistema de bioflocos, não foi possível comparar o sistema mais eficiente em relação ao crescimento dos animais, porém notou-se que os dois sistemas conseguiram manter uma boa qualidade de água para a espécie. Portanto, são necessários novos estudos para identificar a melhor fase de cultivo da tilápia do Nilo em sistema de bioflocos.

6 REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário 2018**. PEIXE BR Disponível em:<<https://www.peixebr.com.br/anoario-peixebr-2018/>>. Acesso em: 23 de maio de 2018.
- AZIM, M.E. e LITTLE, D.C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.283, p.29-35, 2008.
- AVNIMELECH, Y. Tilapia production using biofloc technology - saving water, waste recycling improves economics. **Global Aquaculture Advocate**, p.66-68, 2011.
- AZEVEDO, V. G. *et al.* **Sistema de recirculação para cultivo de peixes marinhos - procedimento operacional padrão (POP)**. Ubatuba-SP. 2014. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/Sist_RecirculacaoCultivodePeixesMarinhos14.pdf>. Acesso em: 24 de maio de 2018.
- BASTOS. L. R. S. **A Importação do controle dos níveis de amônia em tanques de cultivo de peixes**. GIA. 2016. Disponível em:<<https://gia.org.br/portal/a-importancia-do-controle-dos-niveis-de-amonia-em-tanques-de-cultivo-de-peixes/>>. Acesso em: 23 de maio de 2018.
- COÊLHO, A. A. C.*et al.* Desempenho zootécnico de alevinos de tilápia do Nilo cultivados em um sistema de recirculação de água com a microalga *Spirulina platensis*. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.15, n.1, p.149-159 jan./mar., 2014. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v15n1/v15n1a24.pdf>>. Acesso em: 24 de maio de 2018.
- CORSO, M. N. **Uso de Sistemas com Recirculação em Aquicultura**. UFRS. Porto Alegre. p.36, 2010. Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/39031>>. Acesso em: 23 de maio de 2018.
- FERRARI, G. H. et at. Desempenho de alevinos de tilápia do nilo alimentados com diferentes níveis de proteína em sistema bioflocos. **CIIC**, Campinas-SP.2016.

KUBITZA, F. Índice de conversão alimentar de tilápias. Artigo técnico. 2010. Disponível em: <www.matsuda.com.br>. Acesso em: 14 de out. de 2018.

KUBITZA, F. 1999. Qualidade da água na produção de peixes. 3. ed. Jundiaí: **Degaspari**. 97p.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação de tilápia-Parte I. **Revista Panorama da Aquicultura**. Vol. 9, n. 52. Março/abril 1999. Disponível em: <<http://web.uvic.ca/~soed/documents/Kubitza%20collection.pdf>>. Acesso em: 23 de maio de 2018.

LIMA, E. C. R. *et al.* Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos com diferentes densidades de estocagem. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.16, n.4, p.948-957 out./dez., 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v16n4/1519-9940-rbspa-16-4-0948.pdf>>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

LIMA, E. C. R. D.; SOUZA, R. L. D.; WAMBACH, X. F.; SILVA; U. L.; CORREIA, E. D. S. Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos com diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n. 4, p. 948-957, 2015.

LIMA, L. C. e KEBUS, M. J. Aquicultura em recirculação. **Revista Panorama da Aquicultura**. 2008. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/109/Recirculacao109.asp>>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

LUJAN, M. e CHIMBOR, C. **Bioflocs: Tendencia em la producción acuícola sustentable**. AQUAHOY. 2017. Disponível em: <<https://www.aquahoy.com/informe/26128-bioflocs-tendencia-en-la-produccion-acuicola-sustentable>>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

MALINOSKI, F. e VANSOLIN, J. L. **Sistema de Produção de Tilápias com Bioflocos: Modelo Didático**. UFPR. Curitiba-PR. p. 21. 2016. Disponível em: <https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2013/11/Bioflocos_Modelo.pdf>. Acesso em: 23 de maio de 2018.

MILSTEIN, A.; AVNIMELECH, Y.; ZORAN, M.; JOSEPH, D. Growth performance of hybrid bass and hybrid tilapia in conventional and active suspension intensive ponds. **Israeli Journal of Aquaculture**, v.53, n.3-4, p.147-157, 2001.

MIRANDA, K. M., ESPEY, M. G., WINK, D. A. **A Rapid, Simple Spectrophotometric Method for Simultaneous Detection of Natrite and Nitrite**. Nitric oxide: Biology and Chemistry, v.5, n.1, p. 62 - 71, 2001. (adaptado para microplaca com curva de nitrito).

NETO, A. D. L. *et al.* **Criador de peixe em tanques rede**. FUNECE-CE e PRONATEC. Fortaleza, 2016.

PÉREZ-FUENTES, J. A. *et al.* C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 452, n. 1, p. 247-251, 2016.

PORTELINHA, M., K. 2011. **Substituição da farinha de peixe por fontes alternativas de proteína animal no cultivo de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, p. 53. 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/123456789/2592/1/Dissertacao_Mauro_Kaster_Portelinha.pdf>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

RAY, A. J. e LOTZ, J. M. **Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and stable isotope dynamics in clear-water recirculating aquaculture systems versus biofloc systems**. 2017. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/are.13262>>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

RECHI, E. **Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Aquarismo paulista. 2016. Disponível em: <<http://www.aquarismopaulista.com/tilapia-oreochromis-niloticus/>>. Acesso em: 23 de maio de 2018.

SCHVEITZER, R. Engorda e formação de matrizes de *Litopenaeus vannamei*. Panorama da Aquicultura. 2008. Disponível em: <<https://panoramadaaquicultura.com.br/o-cultivo-com-bioflocos/>>. Acesso em: 30 de out. de 2018.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: apha.method.4500-no2.1992. (Adaptado para microplaca com uso de curva de nitrito).

SHEI, M. Aquicultura em sistema de recirculação de água. **Revista Aquaculture Brasil**. 2017. Disponível em: <<http://www.aquaculturebrasil.com/2017/01/30/o-que-e-aquicultura-em-sistema-de-recirculacao-de-agua/>>. Acesso em: 23 de maio de 2018.

YANBO, W.; WENJU, Z.; WEIFEN, L.; ZIRONG, X. Acute toxicity of nitrite on tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different external chloride concentrations. *Fish Physiology and Biochemistry*, v.32, p.49–54, 2006.