



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL - CAMPUS DE POMBAL - PB**

**ANÁLISE DO SISTEMA DE BIOFLOCOS PARA O TRATAMENTO DA ÁGUA NA
PISCICULTURA NO ALTO SERTÃO PARAIBANO**

Daniel Jackson Andrade de Sousa

Pombal – PB

2017

Daniel Jackson Andrade de Sousa

**ANÁLISE DO SISTEMA DE BIOFLOCOS PARA O TRATAMENTO DA ÁGUA NA
PISCICULTURA NO ALTO SERTÃO PARAIBANO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia ambiental Universidade Federal de Campina Grande CCTA/UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca

Co-Orientadora: Prof.^a.Dr. Andréia Brandão Mendes de
Oliveira

Pombal- PB

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON
S725a

Sousa, Daniel Jackson Andrade de.

Análise do sistema de bioflocos para o tratamento da água na piscicultura no alto sertão paraibano / Daniel Jackson Andrade de Sousa. – Pombal, 2017.

38f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca".

"Co-orientação: Profa. Dra. Andréia Brandão Mendes de Oliveira".

1. Piscicultura. 2. Tilápia. 3. Qualidade da água. 4. Peixes. 5. Aquicultura. I. Fonseca, Sthelio Braga da. II. Oliveira, Andréia Brandão Mendes de. III. Título.

UFCG/CCTA

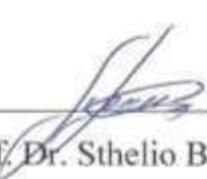
CDU 639.31(043)

DANIEL JACKSON ANDRADE DE SOUSA

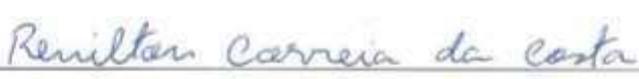
ANÁLISE DO SISTEMA DE BIOFLOCOS PARA O TRATAMENTO DA ÁGUA
NA PISCICULTURA NO ALTO SERTÃO PARAIBANO

Aprovado em 23 / 08 / 17

BANCA EXAMINADORA

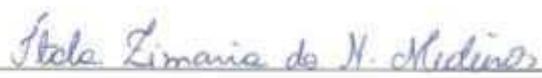

Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca

Orientador – UFCG/Campus de Pombal – PB


Prof. Dr. Renilton Correia Costa

Prof. Dr. Renilton Correia Costa

Examinador Interno – UFCG/Campus de Pombal - PB


Msc. Itala Zimária

Msc. Itala Zimária

Examinadora Externa – Escola Menino Jesus/Pombal - PB

Pombal – PB

Agosto 2017

RESUMO

O trabalho em análise teve como objetivo avaliar a produção de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), cultivada em sistema de bioflocos, com ênfase no efeito da produção sobre a qualidade da água, bem como seu desempenho zootécnico. O referido trabalho foi desenvolvido na Fazenda JWN, localizada na cidade de Coremas - PB, Brasil, durante 77 dias. Os peixes foram transferidos de tanques tipo terra com peso médio de 200g, para quatro tanques circulares com 200 m³ de capacidade total. Dentre os parâmetros físico químicos em estudo alcalinidade se modificou no decorrer do cultivo, necessitando de manejo adequado para o seu controle, Outro parâmetro modificado foi o pH, devido as alterações decorrentes da concentração da alcalinidade. Em relação aos compostos nitrogenados a amônia se elevou no decorrer do cultivo, porém nesse caso existe uma relação direta com o crescimento e a quantidade de pescado cultivado, além da redução da quantidade de bioflocos presentes na água do cultivo. Em relação ao desempenho zootécnico, a sobrevivência se manteve próximo de 100 %, enquanto a conversão alimentar se apresentou na faixa de 1,12 no cultivo, sendo assim satisfatório. Em relação aos efluentes produzidos pelo cultivo, os níveis analisados ficaram dentro da faixa permitida para o seu lançamento. Portanto foi concluído que o sistema de bioflocos, quando manejado adequadamente, pode se tornar uma solução para regiões que possuem pouca disponibilidade hídrica.

Palavra-chave: Tilápias, Qualidade de água, Peixes, Aquicultura.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), cultivated in a biofloc system, with emphasis on the effect of production on water quality, as well as its zootechnical performance. This work was developed at JWN Farm, located in the city of Coremas - PB, Brazil, for 77 days. The fish were transferred from earth tanks with average weight of 200g, to four circular tanks with 200 m³ of total capacity. Among the chemical physical parameters under study alkalinity was modified during the course of the crop, requiring adequate management for its control. Another parameter modified was the pH, due to the alterations resulting from the alkalinity concentration. In relation to nitrogen compounds, ammonia increased during the course of cultivation, but in this case there is a direct relationship with the growth and quantity of fish cultivated, as well as the reduction of the amount of bioflocos present in the culture water. In relation to the zootechnical performance, the survival remained close to 100 %, while the feed conversion was presented in the range of 1.12 in the crop, being thus satisfactory. Regarding the effluents produced by the crop, the levels analyzed were within the range allowed for its launch. Therefore, it was concluded that the biofloc system, when properly managed, can become a solution for regions with low water availability.

Key words: Tilapia, Water quality, Fish, Aquaculture.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1. Aquicultura	9
3.2. Tilapicultura	10
3.3. Qualidade da Água	12
3.3.1. <i>Parâmetros da qualidade de água</i>	12
3.3.2. Sistema de Bioflocos.....	13
4. ESTADO DA ARTE	14
5. MATERIAIS E MÉTODOS	15
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6.1. Qualidade de água	19
6.1.1. <i>Temperatura e Oxigênio Dissolvido (OD)</i>	19
6.1.2. <i>Alcalinidade</i>	21
6.1.3. <i>pH</i>	22
Fonte: Resultados da Pesquisa.....	23
6.1.4. <i>Compostos Nitrogenados</i>	23
6.1.5. Controle da qualidade de água.....	26
6.1.6. Desempenho zootécnico	27
6.1.7. Efluentes da piscicultura.....	30
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31

1. INTRODUÇÃO

Aquicultura é a atividade de produção de organismos aquáticos, e este é um setor que vem crescendo significativamente ao longo do tempo. Esse crescimento está relacionado aos aspectos organolépticos do pescado, preço acessível e facilidade na comercialização.

Os sistemas de produção de pescado podem ser classificados em extensivo, semi-intensivo, intensivo e superintensivo, variando do menos complexo para o mais complexo. Devido à escassez de recursos hídricos, tem-se buscado formas de produção que gerem elevada produtividade com um mínimo consumo de água.

Uma nova tecnologia na produção de pescado é o sistema de bioflocos que vem destacando-se no cenário nacional como uma estratégia de produção com troca zero de água associada a uma elevada densidade populacional. Com isso, o sistema de bioflocos desponta como uma tecnologia em ascensão para satisfazer as problemáticas em questão.

O princípio da tecnologia de bioflocos é a reciclagem de nutrientes através da relação de carbono C / N apresentada na água, com o objetivo de estimular o crescimento de bactérias heterotróficas, para converter amônia em biomassa microbiana, podendo nesse caso, atuar como alimento para o pescado em cultivo (AVNIMELECH, 1999; 2007). Portanto, o sistema heterotrófico é considerado sustentável por não haver o lançamento direto de resíduos advindos da piscicultura em corpos hídricos, além de se reutilizar a água do cultivo, sendo uma solução para o desenvolvimento de regiões que possuem regime hidrológico desfavorável.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) possui elevada capacidade de adaptação ao cultivo heterotrófico. Isso está relacionado à sua capacidade de obter o alimento por filtração, implicando numa maior retenção de bioflocos, além de ser um peixe robusto de rápido crescimento e adaptado a cultivos com altas densidades (AVNIMELECH, 2011). Por tanto, essa tecnologia permite a grande produção de pescado e alta produtividade (10 a 40 Kg/m³) (AVNIMELECH, 2011).

O estudo da densidade de estocagem de pescado é de fundamental importância no sistema de bioflocos, por causa, de maior produção de pescado em pequenas áreas, além do reuso da água do sistema. Diante disso, foram realizados inúmeros estudos, com objetivo de avaliar esse parâmetro durante o cultivo. Sendo assim, o sistema heterotrófico é uma tecnologia que se obtém bons resultados no cultivo de tilápias, além de ser um sistema inovador. Esse sistema apresenta-se como uma alternativa para a produção de pescado em regiões semiáridas.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a produção de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema bioflocos de uma fazenda comercial com ênfase nos efeitos da produção sobre a qualidade da água.

2.2. Específicos

- Avaliar o desempenho zootécnico dos animais ao longo de 77 dias de cultivo;
- Determinar os parâmetros físico-químicos da água;
- Avaliar a formação e deposição de compostos nitrogenados na água;
- Avaliar a deposição de fósforo na água;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. *Aquicultura*

A aquicultura é a produção de organismos aquáticos em cativeiro, podendo ser sua produção em estágio de larva, pós-larva, alevinos, peixes jovens e adultos (RANA,1996). De acordo com Camargo & Pouey (2005), o Brasil possui um grande potencial para o desenvolvimento das diversas modalidades de aquicultura, dentre elas: piscicultura (criação de peixes), carcinicultura (produção de crustáceos, sendo o camarão o principal produto desta atividade), ranicultura (produção de rãs), mitilicultura (criação de mexilhões). Estas atividades podem ser desenvolvidas por pequenos, médios e grandes produtores rurais, sendo vista como fator de promoção da igualdade social, de geração de renda e emprego, desenvolvimento sustentável e ambientalmente correto.

Segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMPARN, 2004) são definidos basicamente 4 tipos de produção por piscicultura de acordo com a complexidade do sistema e o nível de produção da piscicultura, que são sistemas extensivo, semi-intensivo e superintensivo.

A) Sistema Extensivo

É um tipo de sistema muito simples, que possui pouco controle sobre o habitat ou meio ambiente em que os peixes estão inseridos, requerendo pouco investimento. Seu cultivo é feito geralmente em represas, açudes particulares ou

lagoas aonde são criados os alevinos e seu crescimento é feito de forma natural, A maioria do alimento é encontrado no ambiente aquícola. Possui produção mínima, por não possuir a oferta de ração balanceada. Esse tipo de piscicultura é utilizada para o lazer e o consumo de subsistência.

B) Sistema semi-intensivo

Se objetiva na utilização de açudes, tanques escavados, lagoas, dentre outros, para a criação de peixes. Nesse tipo de piscicultura é conhecida a quantidade de peixes colocados no tanque e a quantidade média provável de peixes que serão retiradas do tanque cultivado. Com isso o piscicultor, pode se programar durante o ano implicando numa maior produção anual de pescado, provocando um maior rendimento financeiro. Os peixes tem uma alimentação suplementar por ração peletizada e extrusada, raízes como macaxeira, farelo de grãos como o milho e o arroz, dentre outros, facilitando assim o ganho de peso e crescimento do pescado, diferente do sistema extensivo, que o pescado tem somente o alimento natural prejudicando assim seu crescimento e sua engorda ao longo do tempo.

c) Sistema superintensivo

Nesse tipo de sistema, são cultivados peixes com uma alta densidade, por meio de tanques de alvenaria ou geomembrana, tendo sua construção feita de forma que facilite o descarregamento de fezes e resto de ração para fora do tanque, através de um fluxo contínuo de água. Outra forma de criação é por meio de tanque-rede, onde o pescado é submetido a altas densidades de estocagem, levando em conta as condições do movimento e qualidade da água do reservatório aonde é situada a atividade.

Portanto, é perceptível a diferença dos sistemas em análise possuindo uma variação do menos tecnificado para o mais tecnificado. Os primeiros são realizados por pequenos e médios produtores. Já o sistema superintensivo é mais desenvolvido por grandes produtores, uma vez que requer maiores investimentos e acompanhamento mais tecnificado.

3.2. Tilapicultura

A tilapicultura é uma atividade agropecuária relacionada com a produção de tilápia, a qual tem gerado diversos empregos diretos e indiretos, sendo considerada uma peça fundamental para a produção de pescado no Brasil (ALBUQUERQUE et al., 2013).

De acordo com Verani (1980), a tilápia é pertencente da ordem perciformes, família *Cichlidae*, originário do continente africano, encontrada principalmente nos rios Nilo, Niger, Tchade e nos lagos do centro – oeste. Teve sua introdução feita em mais de 100 países com regiões tropicais e subtropicais, com o intuito de melhorar a produtividade pesqueira, com desenvolvimento da aquicultura (Coward e Bomage, 2000; Léveque, 2002). Diante disso, é visto que a tilápia tem uma alta capacidade de se adaptar e se desenvolver em regiões com temperatura mais elevadas, tornando-se uma fonte de alimento, emprego e renda para regiões que as cultiva.

No Brasil a introdução da tilápia foi feita em 1971 por meio o DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) com caráter experimental, por possuir características pertinentes ao seu desenvolvimento em regiões tropicais e subtropicais. Essa implementação foi feita em reservatórios do nordeste do país, por meio de alevinos de tilápias. Com o passar do tempo se observou que o cultivo de tilápia tem se tornado uma importante fonte de emprego e renda para a região Nordeste. Em 1980 a tilapicultura obteve o firmamento de atividade empresarial com seu crescimento surgiram vários empreendimentos, com o objetivo de criação e venda de pescado de pioneira. Segundo dados do IBGE (2015) a produção brasileira de tilápias no ano de 2015 obteve um aumento de 9,7%, chegando a 219 mil toneladas. Sendo um peixe mais cultivado nas pisciculturas do país chegando a 45,4% do total produzido.

Conforme Sirol, Salaro e Andrade (2000) a Tilápia do Nilo "*Oreochromis niloticus*" é atualmente a espécie mais popular no Brasil. Ela é a primeira espécie vinda originalmente da aquicultura a ser beneficiada, é comercializada atualmente na forma de filés congelados (NOGUEIRA, 2003). Dentre as diversas espécies de peixes criadas no país, a tilápia se destaca pelo conjunto de técnicas que são adotadas na sua produção. Essas permitem elevada produtividade quando comparadas a outras espécies. Além disso, o peixe possui carne de excelente paladar, não possui espinhas intramusculares, sem grandes dificuldades para obtenção do filé, procedimento esse que pode ser realizado de forma manual ou mecanizado.

De acordo com (Freitas e Gurgel, 1984) a tilápia é uma espécie com grande potencial de cultivo principalmente por pequenos criadores, sendo resistente ao manuseio e ao transporte. Além disso, ela possui fácil adaptação à ração, apresentar poucas espinhas e

sabor muito apreciado. Diante disso se percebe que a tilápia é hoje o peixe mais cultivado na piscicultura brasileira.

A tilápia passa por várias fases ao decorrer de sua vida até o seu abate, passando pela fase de alevino (1 a 30g), o juvenil (30 a 120g) e engorda (120 g a 1 kg). Em sistemas que oferecem ração balanceada como alimento, se faz necessário o controle por meio das biometrias do pescado que pode ser feitas semanalmente ou a cada 15 dias para o reajuste de ração.

3.3. Qualidade da Água

A aquicultura é totalmente dependente dos estoques hídricos, sendo assim, faz-se necessário utilizar esse recurso de forma sustentável, garantindo o mínimo impacto ambiental assim como assegurando a qualidade da água para que os organismos nela cultivados possam exercer o seu máximo desempenho. Para isso, é necessário conhecer algumas variáveis que exercem influência direta no cultivo de organismos aquáticos. A seguir, será feita uma descrição sobre a importância de algumas dessas variáveis para aquicultura.

3.3.1. Parâmetros da qualidade de água

Na atividade pesqueira é de extrema importância a verificação e controle de alguns parâmetros que são de fundamental importância para qualidade da água na piscicultura. No entanto, se não houver o controle dos parâmetros, o cultivo poderá sofrer com baixa produtividade, elevada mortalidade e baixo crescimento do pescado.

Segundo ARANA (1996), o pH é um parâmetro muito importante na piscicultura, podendo causar fenômenos químicos e biológicos ao ambiente aquícola, implicando assim no desempenho de efeitos sobre o metabolismo e processos biológicos podendo ser letais aos pescados.

A temperatura é outro parâmetro que possui efeito sobre o processo químicos da qualidade de água na piscicultura. Os peixes são seres pecilotérmicos, não possuindo tolerância á variações bruscas de temperatura. Portanto, é necessário á verificação e o controle da temperatura na piscicultura para não favorecer variação desse parâmetro e em conseqüente acarretar prejuízos ao piscicultor.

Alcalinidade é um parâmetro que tem como indicador da sua presença por meio de sais como bicarbonato (HCO) e carbonatos (CaCo) presentes no corpo hídrico. Outra função importante da alcalinidade diz respeito ao seu efeito tampão na água, quando em condições adequadas, evitando assim grandes variações no pH.

A análise da dureza utilizada para se obter as concentrações diluídas no meio ambiente aquático, segundo Amaral ,(2011) A dureza é constituída da concentração de íons divalentes, na forma de cálcio e magnésio, se apresentando na água. Esse parâmetro é muito utilizado em poços para se identificar á qualidade água subterrânea, e em águas superficiais para a utilização de ambas na piscicultura.

Transparência é outro parâmetro a ser acompanhado em sistemas de produção de pescado. Por ela, determina-se á quantidade de matéria orgânica presente e sólidos totais diluídos no ambiente. A transparência ideal para cultivo de pescado varia entre 30 e 60 cm. Transparência abaixo do recomendado relaciona-se com elevada produção primária e também com elevada quantidade de sólidos em suspensão na água. O contrário acarreta em elevada transparência, o que poderá ocasionar o surgimento de plantas e/ou algas filamentosas no fundo do viveiro, dificultando assim as operações de despesca.

Amônia apresenta alta toxicidade, podendo provocar a mortalidade dos peixes quando em altas concentrações. Sua origem relaciona-se com a excreção dos peixes, a qual é devida ao metabolismo das proteínas da dieta. Além disso, restos de ração no próprio viveiro poderão elevar a quantidade de amônia na água. A amônia pode se transformar em nitrato e nitrito. O nitrito possui uma toxicidade elevada, o qual, se não controlado, pode levar a morte dos peixes cultivados. Já o nitrato não possui toxicidade aos seres aquícolas, não comprometendo a qualidade da água.

3.3.2. Sistema de Bioflocos

Os sistemas heterotróficos (bioflocos) de produção aquícola desponta como um novo paradigma para uma aquicultura responsável e ambientalmente correta. A aplicação destes sistemas de cultivo pode reduzir o risco de introdução e disseminação de doenças, além de incrementar a dieta dos animais através do consumo dos agregados bacterianos que se formam nos viveiros. Com a adição de fontes extras de carbono (Ex: melação) e o adequado dimensionamento da aeração em sistemas heterotróficos de cultivo, se promove o crescimento da comunidade bacteriana. Essas bactérias utilizam o nitrogênio em excesso presente na água, vindo das rações, excreção, entre outros, transformando-os em proteína bacteriana através de estímulos obtidos pela adição das fontes de carbono orgânico em níveis adequados para manter a relação C:N desejada (>10:1). As bactérias utilizam a energia disponibilizada pelo carbono extra e associam-se aos detritos orgânicos, partículas inorgânicas, microalgas, protozoários e metazoários, formando agregados microbianos, denominados de bioflocos, que podem contribuir substancialmente na nutrição de organismos aquáticos cultivados, reduzindo as exigências por proteínas exógenas. O

sistema heterotrófico de produção possibilita a troca zero ou mínima de água como forma de se alcançar à máxima biossegurança nos cultivos e minimizar os efeitos ambientais adversos da aquicultura. (Kubitza 2011, apud Avnimelech 1999).

O sistema bioflocos tem um papel importante na mitigação de impactos ambientais no cultivo, por tratar a água do cultivo e realizar a sua reutilização no sistema, e ainda produzir alimento por meio de bioflocos para a alimentação do pescado cultivado. Contudo Rocha *et al.*, (2012), apud Azim & Little, (2008) afirma que os bioflocos tem a capacidade de alcançar níveis aplausíveis de proteína bruta que pode chegar a 50 % da Proteína Bruta (PB). Portanto, o sistema em análise, possui uma linha de sustentabilidade econômica e ambiental, reduzindo os custos com a ração ofertada e mitigando os impactos que poderiam impactar diretamente sobre o meio ambiente.

O sistema bioflocos não necessita de grandes áreas para o desenvolvimento de sua atividade, por se apresentar com uma estocagem de pescado elevada, se faz necessário à utilização de dispositivos elétricos como aeradores que tem a função de oxigenar a água do tanque em cultivo. Segundo Boyd, (1998) e Vinatea, (2004), a concentração de oxigênio dissolvido no tanque de produção é limitante para um bom desenvolvimento e desempenho zootécnico dos organismos aquícolas cultivados. Contudo, de acordo com Kepenyés & Varadi (1984) são várias as formas de ter controle da concentração de oxigênio dissolvido na aquicultura, desde a renovação com o tratamento da água, até a aplicação de oxigênio que é incorporado mecanicamente por dispositivos elétricos.

A recirculação no sistema de bioflocos é utilizada para reduzir impactos sobre o meio ambiente, tratando e reutilizando a água servida, implicando num manejo sustentável do sistema, muito importante nesse caso para regiões que sofrem com a falta de água, além de combater a poluição derivada da água de cultivo, além dos mais prováveis ganhos econômicos com a produção de pescado em uma área pequena. Segundo Zelaya *et al.*(2001) o sistema de bioflocos é um dos métodos sustentáveis e promissor por diminuir os impactos ambientais, aliado a utilização do sistema de recirculação com o objetivo de diminuir o lançamento de água servida no meio ambiente.

4. ESTADO DA ARTE

Roselany *et al* (2010), em sua pesquisa com piscicultura familiar no Nordeste Paraense. Utilizou-se de pesquisas populares corpo a corpo com produtores familiares da região em estudo, com o objetivo de se verificar a existência da geração de viabilidade econômica na atividade. Tomando como base os resultados, se concluiu que os peixes em

cultivo tinha deficiência alimentar, por não haver oferta de ração balanceada por causa de seu custo, á inexistência de absorção do pescado pelo mercado e á falta de assistência técnica adequada e assistência técnica especializada. Por tanto, é conclusivo que a falta de insumos econômicos, técnicos e de mercado são limitantes para o desenvolvimento de piscicultura nessa região.

Bezerra *et al* (2014), em seu trabalho científico com tilápias do Nilo em sistemas heterotróficos bacterianos, avaliou o sistema de bioflocos bacterianos como uma forma de alcançar maior produção de pescados, tendo como objetivo principal á análise do desempenho zootécnico, dos parâmetros de qualidade de água, á viabilidade econômica e ambiental da atividade. Foram feitas análises estatística, por meio da análise de variância (ANOVA), aplicando o teste de Tukey com um nível de 5 % de probabilidade. No entanto, os resultados no contexto geral foram satisfatórios não havendo diferenças significativas nos tratamentos em estudo.

Lima *et al* (2015), em sua pesquisa avaliou á viabilidade econômica por meio do desempenho zootécnico e o reaproveitamento de água no cultivo de tilápia em sistema com bioflocos. Para isto foi analisado dentre outras coisas os parâmetros que definem á qualidade da água por meio de técnicas analíticas físico-químicas. No entanto, foram realizadas análises estatísticas por meio de Análise de Variância (ANOVA), tomando como base o teste de Tukey com nível de 5 % de probabilidade. Contudo, se obteve resultados satisfatórios em relação ao desempenho zootécnico e parâmetros físico-químicos abordados.

Roriz, *G.D.* (2016) em seu estudo analisou aspectos produtivos e sanitários na criação de tilápias em tanques rede, no reservatório de três Marias, Minas Gerais. Todavia, foram aplicadas entrevistas com produtores da região, com a finalidade de se obter ciência da quantidade de produtores, além de investigação de dados estatísticos por meio do software Stata® versão 12 e teste de qui-quadrado. Obteve como resultados dados satisfatórios dos cultivos da região.

Junior *et al* (2016), em seu trabalho foi estudado o consumo de peixes de água doce na cidade de Bragança –PA, cujo artigo teve como objetivo á avaliação do consumo de pescado, durante á feira de pescado produzida pelo próprio município. O método utilizado foi pesquisas individuais com o público frequentadores da festa. Contudo, se obteve um resultado positivo na pesquisa.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido ao longo de 3 meses, dentro dos quais foram avaliados diferentes parâmetros de qualidade de água de uma produção de tilápia em sistema de bioflocos assim como os parâmetros zootécnicos de produção. O referido trabalho foi desenvolvido na Fazenda JWN, localizada na cidade de Coremas-PB. A fazenda é provida de 4 tanques de 200 m³, com sistema de recirculação e tratamento da água.

O sistema de produção foi composto por um sistema de escoamento de água, no qual a água, juntamente com os resíduos da produção (fezes, urina, resto de ração), foi transportada do tanque de confinamento até o sistema de tratamento. O tratamento consistiu na passagem da água por uma caixa de brita onde retirou-se o material grosseiro. Em seguida a água fluiu pelo processo de filtragem por ascensão no biofiltro. Ao sair do filtro, a água foi bombeada até um tanque chamado pulmão. Neste tanque encontrava-se localizado num nível topográfico mais elevado dos demais. No pulmão a água foi distribuída por gravidade para os tanques de engorda.

5.1. Análises dos Parâmetros de Qualidade de Água no Sistema de Bioflocos

No cultivo faz-se necessário a observação de vários parâmetros que são fundamental importância para a sobrevivência do pescado. As análises realizadas foram: amônia, nitrito, nitrato e alcalinidade total. Além desses, também foram avaliados pH e oxigênio dissolvido.

5.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH foi mensurado por meio do aparelho peagâmetro AT-315, cuja a empresa fornecedora é a Alfakit, para se obter os dados do comportamento da água como base na sua acidez, neutralidade, alcalinidade. As medições foram realizadas duas vezes ao dia, às 07:00 e 17:00 horas.

5.1.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

A determinação do oxigênio dissolvido foi realizada utilizado-se oxímetro F-1550 Ae, sendo as medições realizadas 3 vezes ao dia, 07:00, 17:00 e 03:00 horas.

5.1.3. Amônia, nitrito e nitrato

A determinação de amônia, nitrito e nitrato foram realizadas semanalmente, ao longo dos 77 dias de cultivo. As determinações foram realizadas com auxílio de um fotolorímetro AT100 p, cuja empresa fornecedora é Alfakit. A diferenciação das análises foram realizadas

com base nos reagentes e procedimentos disponibilizados para cada parâmetro em questão.

5.1.4. Alcalinidade Total

A determinação da alcalinidade foi realizada com auxílio de um *kit* comercial por meio do método colorimétrico.

5.2. Alimentação dos peixes

No início do cultivo a ração foi ofertada oito vezes por dia, sendo a quantidade de refeições reduzidas com o crescimento dos peixes. A verificação do crescimento foi realizada por meio de biometrias semanais, nas quais realizou-se a pesagem dos peixes. O ajuste da ração foi realizado conforme dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Relação de ajuste de ração em função do peso e fase de vida das tilápias em sistema de bioflocos.

Fases da vida do	Peso em gramas do	Ração ofertada
Alevino	1g a 15 g	Ração extrusada 45%
Juvenil	15g a 30g	Ração extrusada 40%
	30g a 80 g	Ração extrusada 35%
Engorda	80g a 120g	Ração extrusada 32%
	120g a 1 kg	Ração extrusada 32%

O acompanhamento do crescimento dos peixes foi realizado com bases nas equações descritas a seguir:

- Ganho de peso (g) por dia (GPD)

$$GPD = \frac{\text{Ganho de peso}}{\text{Número de dias de cultivo}}$$

- Peso Final (g)

$$\text{Peso final} = \frac{\sum \text{das Biometrias finais}}{\text{Quantidade de Tanques}}$$

- Ganho de peso (g)

$$\text{Ganho de peso} = \text{Peso Final} - \text{Peso inicial}$$

- Biomassa Final

$$\text{Biomassa Final} = \text{Peso final} \times (\text{Quantidade de peixes cultivados} - \text{Mortalidade})$$

- Produtividade final

$$\text{Produtividade final} = \frac{\text{Biomassa final}}{\text{Área cultivada}}$$

- Fator de Conversão Alimentar (FCA)

$$\text{Conversão alimentar} = \frac{\text{Ração consumida}}{\text{Biomassa produzida}}$$

- Peso médio

$$\text{Peso médio} = \frac{\text{Biomassa}}{\text{Quantidade de Animais}}$$

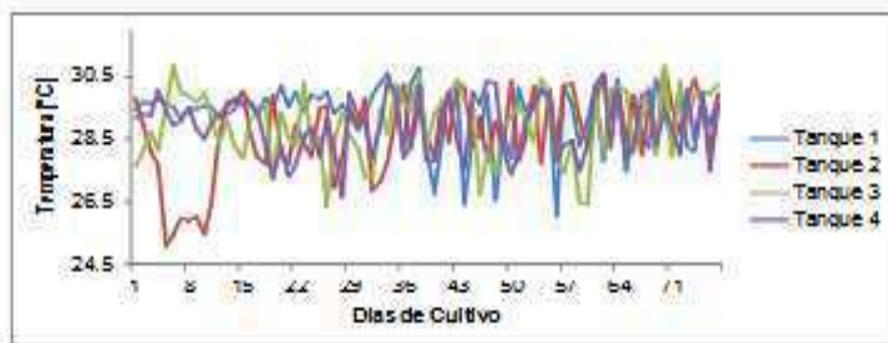
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Qualidade de água

6.1.1. Temperatura e Oxigênio Dissolvido (OD)

Ao se analisar a temperatura e oxigênio dissolvido citados nas Figuras 1 e 2, foi constatada que não houve grandes variações na temperatura e no oxigênio dissolvido. O sistema em estudo é provido de tanques no modelo de estufa, não permitindo a perda de temperatura para o meio. Portanto, a temperatura variou entre 25 e 30,9 °C (Figura 1) e oxigênio dissolvido entre 3,0 e 5,1 mg/L (Figura 2). De acordo com afirmações de El-Sayed (2006) a tilápia tem a capacidade de se manter em um ambiente que possua elevadas variações de temperatura. Uma vez observada a faixa de variação da temperatura no cultivo, pode-se afirmar que a temperatura se enquadra na faixa ideal para o cultivo de tilápia (25 - 32°C), fornecendo assim condições térmicas e com concentrações de oxigênio satisfatórias para um normal crescimento, conversão alimentar e sobrevivência dos peixes dentro do sistema heterotrófico. A pouca variação de temperatura, inclusive entre os turnos da manhã, tarde e noite (tabela 2), está relacionada à implantação do sistema de produção no Sertão Paraibano, local este que tem como uma de suas características marcantes, a predominância de temperaturas elevadas ao longo de todo ano.

Figura 1: Variação da Temperatura da água em quatro tanques de cultivo de tilápia em sistema heterotrófico.



Fonte: Resultados da pesquisa

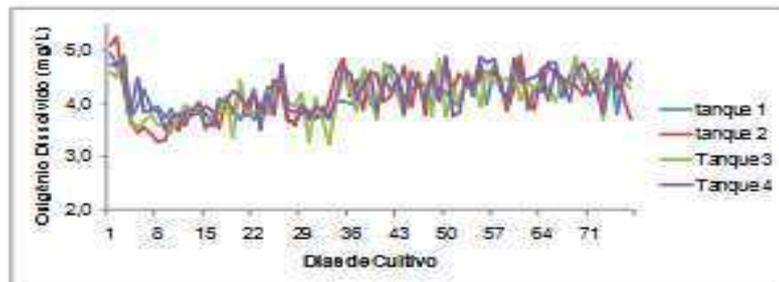
Tabela 2: Temperatura média (°C) da água em quatro tanques de cultivo de tilápia em função de diferentes turnos.

Turnos	Tanques			
	1	2	3	4
Manhã	28,9	28,2	29,0	28,9
Tarde	29,4	28,9	29,0	29,0
Noite	29,5	28,6	28,6	28,9

Fonte: Resultados da Pesquisa

Por ser um fator limitante de produção em diferentes sistemas de produção aquícola, o oxigênio dissolvido deve ser analisado diariamente também no sistema heterotrófico. Segundo Ebeling *et al* (2006), o sistema heterotrófico, depende do oxigênio para a assimilação do nitrogênio inorgânico e redução da matéria orgânica (BOYD,2003) pelas bactérias heterotróficas, sendo assim necessário o monitoramento diário desse parâmetro.

Figura 2: Concentração de oxigênio de quatro tanques de cultivo de tilápia em sistema heterotrófico.



Fonte: Resultados da pesquisa

O cultivo foi desenvolvido em tanques circulares com volume de 200 m³, contendo 25 peixes/m³. Os peixes foram estocados com peso médio inicial de 200 gramas e despescados com 685 gramas. Apesar do aumento do peso do peixe está correlacionado positivamente com a demanda fisiológica de oxigênio, não foi verificada uma grande variação no oxigênio dissolvido na água ao longo do cultivo. O oxigênio também variou pouco nos diferentes turnos do dia (Tabela 3). A manutenção dos níveis de oxigênio nos tanques foi mantida com auxílio de aeradores de 1 HP os quais ficavam ligados 24 horas por dia, favorecendo assim a manutenção do oxigênio dentro da faixa recomendada para produção de tilápia. As microalgas são outra forma de incremento do oxigênio em sistemas de produção de peixe. Apesar disso, a produção de oxigênio pelas microalgas não

contribuiu de forma massiva para aumento do oxigênio dissolvido ao longo do dia (Tabela 3).

Tabela 3: Concentração de oxigênio (mg/L) em quatro tanques de cultivo de tilápia em função de diferentes turnos.

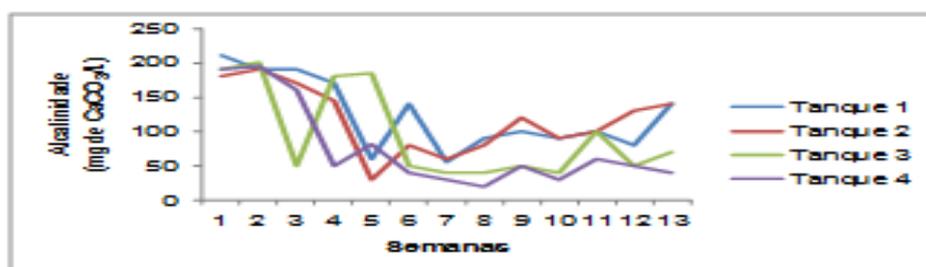
Turno	Tanques			
	1	2	3	4
Manhã	4,1	4,1	4,1	4,2
Tarde	4,2	4,2	4,2	4,2
Noite	4,2	4,2	4,1	4,2

Fonte: Resultados da pesquisa

6.1.2. Alcalinidade

Ao se observar a (figura 3) que representa o gráfico da alcalinidade total se constatou uma variação de 20 a 210 mg/L de CaCO_3 , implicando numa diferença significativa nos tanques estudados. De acordo com estudos de Little (2008) em suas experiência com e sem sistema heterotrófico, aonde se avaliou a qualidade da água nesses sistemas, o mesmo obteve uma alcalinidade na faixa de 8 a 250 mg/L de CaCO_3 no sistema heterotrófico. Por essa afirmativa se confirma a diferença observada na alcalinidade em sistemas de bioflocos com cultivo em estudo.

Figura 3: Valores de alcalinidade de quatro tanques de produção de tilápia em sistema heterotrófico



Fonte: Resultados da pesquisa

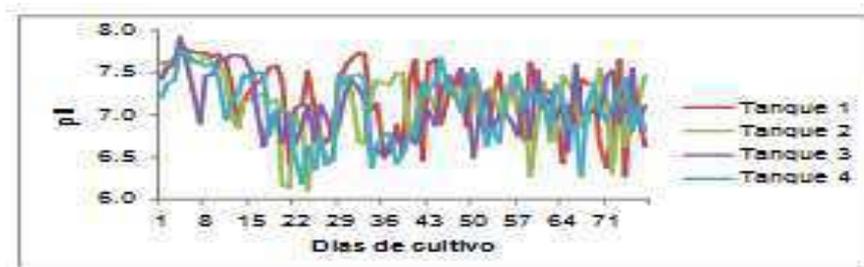
As menores diferenças foram observadas nos tanques 3 e 4, possivelmente, devido, ao consumo de carbono disperso no meio, consumido por bactérias heterotróficas, reduzindo a sua concentração, necessitando assim a adição posterior de fontes ricas em carbono, equilibrando assim o sistema. De acordo com Ebeling et al. (2006) bactérias heterotróficas degradam a alcalinidade para consumir fontes de carbonos, ainda que esse

processo de consumo de carbono seja de forma moderada, é um aspecto muito importante em sistemas que possuem ou não trocas limitadas de água, necessitando assim nesse processo a adição de fontes de carbono para manter o sistema equilibrado.

6.1.3.pH

O pH não apresentou grandes diferenças ao longo do cultivo (Figura 4), mantendo-se na faixa de entre 6,0 a 8,0. Segundo Kubitzka (2011) a faixa ideal de pH, para o pleno crescimento e desenvolvimento de tilápias, contemplando assim uma maior conversão alimentar em sistemas heterotróficos, deve variar de 6,0 e 8,5. Ao longo do cultivo, foi identificado que alterações no pH foram decorrentes muitas vezes da alteração da alcalinidade. Em seus estudos Furtado *et al.*(2011) afirma que os parâmetros, alcalinidade e pH, vão diminuindo ao longo do cultivo.

Figura 4: Valores de pH em quatro tanques de produção de tilápia em sistema heterotrófico



Fonte Resultados da Pesquisa

Ao avaliar o pH médio ao longo do cultivo (figura 4) se apresentando na faixa de 6,2 a 8,0, e verificado que existe uma variação na sua concentração ao longo do cultivo. Isso acontece devido a variação da alcalinidade ao longo do cultivo, ao se comparar a (figura 4), com a (figura 3), se percebe que à medida que, a alcalinidade se altera a concentração de pH também oscila no cultivo.

De acordo com Ebeling *et al.* (2006) com o aumento da biomassa microbiana em sistemas heterotróficos, se eleva a demanda de íons carbonato e bicarbonato, que se pode favorecer uma redução no pH e na alcalinidade. Outros processos que pode favorecer a diminuição da concentração de pH no meio são: liberação de dióxido de carbono por meio da biomassa microbiana no momento do consumo e degradação da matéria orgânica e pelos peixes no momento da respiração. Ao longo do cultivo se verificou a presença de níveis de pH abaixo de 7, uma vez identificadas, foi introduzido praticas de manejo no sistema com a adição de calcário para a elevação da concentração do parâmetro em

estudo. Por meio de seus trabalhos, Azim e Little (2008) afirmam que ao longo do período de 12 semanas de cultivo, o pH sofre mudanças.

O pH da água é normalmente regulado pelo sistema gás carbônico - bicarbonato - carbonato, ficando numa faixa de 6,0-8,0. Geralmente existe uma flutuação diária de uma ou duas unidades de pH em tanques de cultivo de água doce. A flutuação diária no pH da água doce deve-se a mudanças na taxa de fotossíntese do fitoplâncton e outras plantas aquáticas em função da luminosidade e fotoperíodo. Essa variação é explicada pela equação de equilíbrio do CO₂ e HCO₃⁻ na água:



Durante o dia, as plantas e o fitoplâncton realizam a fotossíntese e consomem o CO₂, deslocado a equação para a esquerda, reduzindo a quantidade de H⁺ presente na água e, conseqüentemente, aumentando o pH. A noite não ocorre fotossíntese, mas os peixes e o próprio fitoplâncton continuam produzindo o CO₂, de modo que a equação se desloca para direita e o pH diminui (Esteves, 1998). Apesar disso, não foi verificada diferença marcante quanto ao pH nos períodos da manhã e tarde (Tabela 4). Isso pode estar relacionado com um possível efeito tamponante ocasionado pela alcalinidade da água.

Tabela 4: Valores de pH em quatro tanques de cultivo de tilápia em função de diferentes turnos.

Turno	Tanques			
	1	2	3	4
Manhã	7,2	7,1	7,1	7,2
Tarde	7,2	7,1	7,1	7,0

Fonte: Resultados da Pesquisa

6.1.4. Compostos Nitrogenados

Com base nos dados de compostos nitrogenados, amônia total (NH₃ +NH₄), nitrito (NO₂-) e nitrato (NO₃) (Figuras 5, 6 e 7), foram constatados que não houve diferenças nas concentrações dos parâmetros estudados.

De acordo com Ebeling *et al* (2006) é de fundamental importância a manutenção da qualidade da água em sistemas de bioflocos, diminuindo os composto nitrogenados, evitando a produção de formas microbianas que venham a comprometer o meio aquático de produção. Contudo, observando os dados dos tanques em estudo, mesmo com o manejo adequado ao longo do cultivo, existe a presença de formas nítricas após a redução de

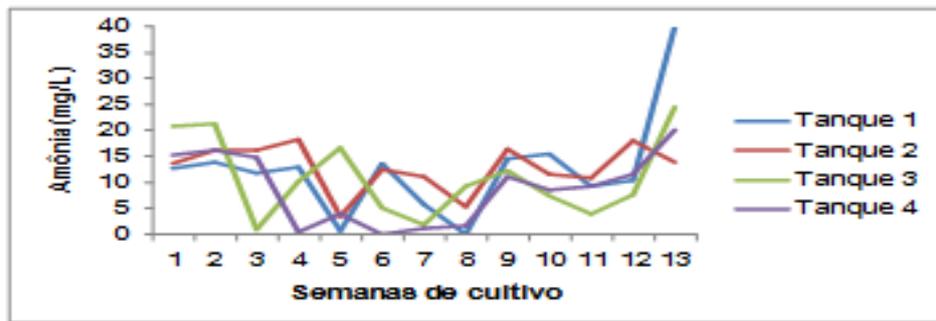
formas amoniacais, sem que haja prejuízos ao cultivo em análise. Esse comportamento é fundamentado por meio de Timmons e Ebeling (2007) e Sesuk *et al.* (2009) que reafirma em seus experimentos que esse tipo de ocorrência é vista em muitos casos nos biofiltros de sistema de recirculação, aonde existe a presença de bactérias consumidoras de nitrogênio. Entretanto houve aumento nas concentrações de amônia total (NH₃) durante o cultivo. Ao se observar a figura 5, é perceptível que o tanque 1 apresenta maior variação de amônia, em comparação com os demais tanques, atingindo uma faixa de variação de 0 a 39,8 mg/l em uma densidade de 25 peixes/ m³. Segundo EL- Sherif (2008) em suas experiências com sistemas heterotróficos, com o cultivo de alevinos de tilápias, se verificou que concentrações acima de 7,1 mg/L de amônia no meio de cultivo pode levar a morte do pescado. Esse acontecimento ocasionou provavelmente pela falta de bactérias consumidoras de compostos nitrogenados por meio da utilização de técnicas de manejo do sistema, ao longo do cultivo, para atingir uma redução dos níveis de amônia, implicando assim numa diminuição do número de bactérias, outro motivo pertinente e a possibilidade de elevada biomassa de pescado produzido, é por consequência o acúmulo e decomposição de matéria orgânica, proveniente de restos de ração ofertada e das excretas dos pescados cultivados.

Já nos tanques 2,3 e 4 as concentrações de amônia foram reduzidas, provavelmente pela presença de bactérias consumidoras de compostos nitrogenados que não permitiram que as concentrações se elevasse, além de utilização de técnicas de manejo adequada que favoreceram a reprodução da biomassa microbiana que por sua vez consumiu a matéria orgânica proveniente de restos de ração e excretas dos peixes depositadas no interior dos tanques.

Em relação à conversão da amônia em nitrito, aonde a amônia pode ser produzida pelas excretas dos peixes, restos de ração diluídos no meio de cultivo, passa por um processo de nitrificação, passagem da amônia para nitrito, por meio de bactérias nitrificantes (Nitrossomonas e Nitrobacter) que realizam esse processo. No entanto, esse processo é dividido em duas etapas: a nitrosação, a qual, é realizada por bactérias do gênero Nitrossomonas, aonde a amônia é convertida em nitrito (NO₂⁻) e nitratação, cujo processo é realizado a transformação de nitrito(NO₂⁻) em nitrato(NO₃⁻).

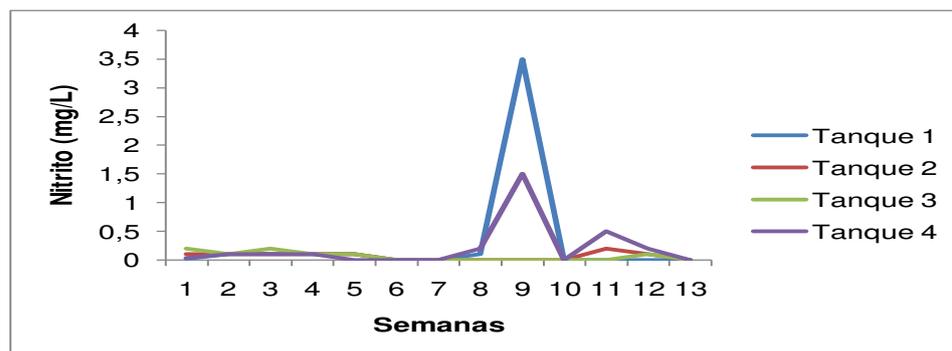


Figura 5: Concentração de amônia em quatro tanques de produção de tilápia em sistema heterotrófico



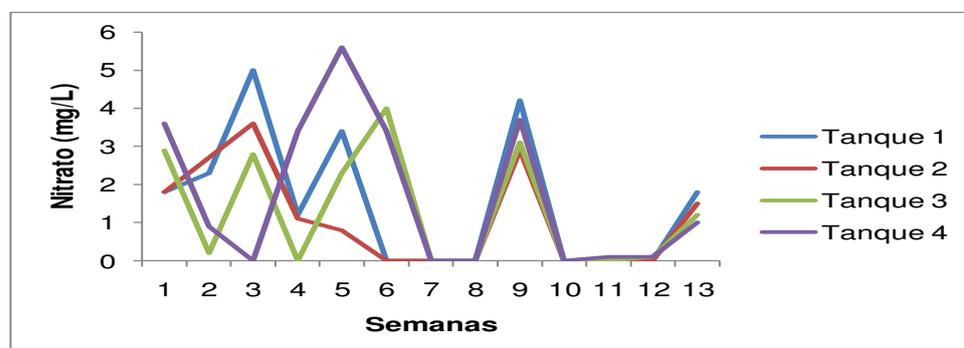
Fonte: Resultados da Pesquisa

Figura 6: Concentração de nitrito em quatro tanques de produção de tilápia em sistema heterotrófico.



Fonte: Resultados da Pesquisa

Figura 7: Concentração de nitrato em quatro tanques de produção de tilápia em sistema heterotrófico



Fonte: Resultados da Pesquisa

Verificando a variação de nitrito (NO_2^-), de 0 a 1,5 mg/L, e nitrato (NO_3^-), 0 a 5,6 mg/l, observa-se que não se enquadram na faixa de toxicidade. Ao se observar a figura 6, é visto que o tanque 1 e tanque 2 sofrem um aumento de nitrito entre as semanas 6 e 10 ,

essa ocorrência e devido ao aumento por nesse período devido ao aumento dos níveis de amônia. Nesse caso a amônia foi convertida em nitrito pelo processo de nitrosação, aumentando assim as concentrações de nitrito presente no meio em cultivo, necessitando nesse caso de técnicas de manejo para a diminuição das concentrações desse parâmetro. Quando se avalia as concentrações de nitrato representado na figura 7, é perceptível que houve aumento de nitrato ao longo das semanas nos tanques em estudo. Nesse caso ocorreu o processo de nitrificação, que tem como princípio a transformação de nitrito em nitrato, que não possui toxicidade em meios aquáticos.

Segundo El-Sherif (2008) e Yanbo et al. (2006), as concentrações de nitrito para tilápias não podem superar 28,1 mg/L, podendo uma vez superada causar a mortalidade do pescado em poucas horas. Já as concentrações de nitrato, por ser um composto de origem da oxidação do nitrito por meio da *nitrobacter* (bactérias nitrificantes), não apresentam toxicidade ao meio aquático.

6.1.5. Controle da qualidade de água

No sistema heterotrófico em estudo, foram realizadas práticas de manejo para o controle de alteração nas concentrações dos parâmetros de qualidade de água.

O controle da alcalinidade foi realizado por meio da adição de calcário com o objetivo de elevar a concentração de alcalinidade do meio de cultivo. Ao observar o gráfico da alcalinidade (figura 3), é perceptível que no início do cultivo a concentração da alcalinidade está em torno de 200 mg/l, contemplando afirmativas de Little (2008) que afirma em suas experiências com bioflocos, que obteve a alcalinidade total entre 8 e 250 mg/L.

No entanto, é verificável uma redução da concentração da alcalinidade total ao longo das semanas, devido a degradação da alcalinidade por meio de bactérias heterotróficas Ebeling et al.(2006), além do provável consumo de alcalinidade por meio da fauna aquática, reduzindo assim as concentrações de pH, implicando num meio de cultivo ácido e letal para o pescado. Neste caso é necessário a utilização de técnicas de manejo do sistema para corrigir as concentrações da alcalinidade no meio de cultivo. Então foram adicionados 20 kg de bicarbonato, sendo este separado em dois dias com a concentração de 10 kg por dia, tendo seu manejo feito com 5 kg de manhã e o restante pela tarde. Na medida em que eram feitas o manejo adequado é verificado uma elevação da alcalinidade variando entre 40 a 150 mg/L, obedecendo a faixa sugerida por Little (2008).

Em relação à temperatura e oxigênio dissolvido, não foram detectados alterações ao longo do cultivo. No caso da temperatura, os tanques se apresentam no modelo de estufa, não permitindo a variação de temperatura, já o oxigênio dissolvido não se alterou, devido ao

aporte de nitrogênio do meio e a aeração continua de três aeradores de 1 kv de potência espalhados no espelho de água do reservatório .

O manejo de controle da amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) foi feito por aplicações de melaço na quantidade de seis gramas, para o crescimento de bioflocos e controle de amônia no meio, á utilização de probiótico na faixa de 10 gramas por dia, dividido em duas aplicações, sendo 5 g pela manhã e o resto à tarde. Já para o controle de nitrito (NO_2^-), realizou-se rebaixamento de 20 % da água do cultivo, e em seguida o tanque foi completado com água tratada por meio de cloro, para reduzir a concentração de nitrito do meio.

Contudo, ao final dos 77 dias de cultivo houve uma conversão alimentar satisfatória do pescado, uma vez que, se produz mais biomassa de pescado com menos ração, ou seja, no cultivo em estudo se obteve 1,2 kg de pescado para 1 kg de ração ofertada em média, com o peso final de 685 g de média e uma conversão alimentar e 1,12.

6.1.6. Desempenho zootécnico

O desempenho zootécnico foi realizado, avaliando-se as variáveis de rendimento do cultivo, sendo representadas pelas informações na tabela abaixo. A biomassa final, peso final, ganho de peso, ganho de peso diário (GPD), taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência, fator de conversão alimentar (FCA) e produtividade.

Tabela 5: Valores médios do desempenho Zootécnico de Tilápias do *Nilo* *Oreochromis niloticus*, em sistema heterotrófico.

Variáveis	Final do Cultivo
Biomassa final (kg)	13563
Peso Inicial(g)	200
Peso final (g)	685
Ganho de peso (g)	485
Ganho de peso diário (GPD) (g/dia)	6,29
Sobrevivência (%)	99
Fator de conversão alimentar (FCA)	1,12
Produtividade (kg/m ³)	16,95

Fonte: Resultados da Pesquisa

Com relação à sobrevivência (Tabela 5) se manteve próxima a 100 % ao longo do cultivo, favorecido por um manejo adequado do sistema, aonde se houve um controle nos

níveis dos parâmetros da qualidade de água (amônia e nitrito), que em grandes concentrações nos ambientes aquático, pode levar a mortalidade do pescado. Diante disso, se observa um resultado favorável para o cultivo, reduzindo assim percas no desempenho zootécnico implicando numa maior produção e um maior retorno financeiro para o piscicultor.

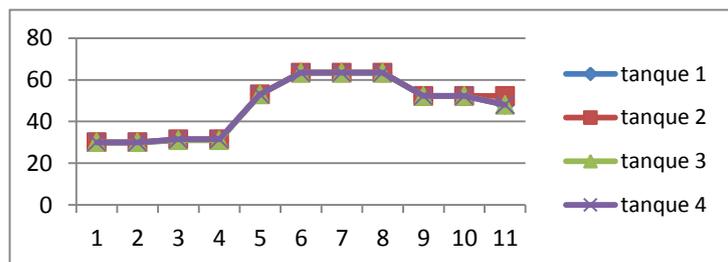
Avaliando o peso médio final do cultivo, que se apresentou numa faixa de 685 g, obtendo uma faixa produtiva, satisfatória no cultivo. Justificada pela presença de bioflocos que auxiliam no crescimento, desenvolvimento e ganho de peso do pescado ao longo das semanas, aliada ao acréscimo semanal ração ofertada. De acordo com Little (2008) em seus estudos ao observar tilápias do Nilo (*O.niloticus*) cultivadas em sistema de bioflocos, com estocagem de 12 kg/ m³, o ganho de peso individual do pescado aumentou em 10%. Contudo, se verifica um ganho de peso do pescado cultivado em bioflocos.

O ganho de peso diário ficou na faixa de 6,29 g/dia, se verifica que ao longo dos dias o pescado não obteve prejuízos no seu ganho de peso, não afetando assim o sua taxa de crescimento específico (TCE) que obteve 1,29 %/ dia. De ante disso, Ayroza *et al.* (2011) em seus estudo com juvenis de tilápias em diferentes densidades de estocagem (100,200,300 e 400 peixes / m³), cultivados em tanque rede, verificou um ganho de peso durante o dia, á medida que, se aumentava a densidade de estocagem. No entanto Widanarni *et al.* (2012) avaliando sistemas heterotróficos, foi verificado, o mesmo resultado quando se avaliaram o desempenho zootécnico da tilápia vermelha (*Oreochromis sp.*) com densidades de 25,50, 100 e 400 peixes / m³. Portanto, no estudo em análise, á densidade de estocagem em cada tanque em cultivo, não influenciou o ganho de peso diário do pescado.

Analisando todo o cultivo a biomassa final ficou em torno de 1356 kg com uma produtividade final de 16,95 kg/m³ no cultivo se observou um bom desempenho não havendo prejuízo ao produtor. Segundo Rakocy *et al.* (2004) em seus cultivos com tilapia em sistema heterotrófico, com tanque de 200 m³ de capacidade, numa densidade de 20e 25 peixes / m³, sua produtividade ficou na faixa de 14,40 a 13,70 kg.m³, respectivamente. Já Avnimelech (2005) defende uma produtividade média entre 10 a 40 kg /m³ em sistemas de bioflocos. Contudo, a produtividade final do cultivo superou a faixa de Rakocyet al (2004) , mais esta na faixa de produtividade de Avnimelech (2005) reafirmando uma grande produtividade em sistema de bioflocos , com estocagem de 25 peixes / m³ na fase final no cultivo. Ao se observar o cultivo heterotrófico em estudo, aonde teve seu inicio com juvenis de tilápias com peso médio de 200 g, O fator de convenção alimentar (FCA) foi de 1,12, se apresentando um valor excelente para o cultivo de tilápias, representando assim uma diminuição no consumo de ração para a produção de biomassa de pescado. De acordo com

Ono e Kubitza (2003) em cultivos intensivos em modelo de tanques rede, a expectativa de conversão alimentar fica na faixa de 1,4 a 1,8. No caso do cultivo em estudo o FCA ficou abaixo da faixa expressada por Ono e Kubitza (2003), no entanto esse resultado é excelente, por apresentar um consumo de ração reduzido, devido à presença de bioflocos, para a produção de biomassa de pescado. Os bioflocos que são originados por flocos microbianos, apresentados no meio em cultivado, se torna fonte de alimento para os peixes, isso é tão verdade que, Avnimelech (2007) afirma que os bioflocos contribuem significativamente para o crescimento do pescado.

Figura 8: Gráfico da Oferta de Ração durante as semanas de cultivo



Fonte: Resultados da pesquisa

Analisando a (figura 8), que mostra a quantidade de ração ofertada durante as semanas de cultivo, é verificável que existe uma estabilização do consumo da ração, devido à presença de bioflocos nos tanques em cultivo, que se tornou alimento para o pescado. No entanto, houve uma elevação do consumo de ração entre as semanas, ocasionada pela redução da quantidade de bioflocos no cultivo. De acordo com autores como Little (2008) e Avnimelech (2007) em suas experiências, afirmam que as presenças de bioflocos contribuem no crescimento do pescado cultivado. Portanto, houve ganho de peso do pescado, por meio dos bioflocos presente no meio de cultivado. Avaliando o fator conversão alimentar foi visto que esteve na faixa satisfatória de 1,12 no cultivo, uma vez que, foi necessário 1 kg de ração para produzir 1,2 kg de pescado. Ono e Kubitza (2003) afirmam que a conversão alimentar em sistemas intensivos, para a produção de tilápias e tanque-rede deve ficar entre 1,4 a 1,8. Afirmando assim, que a faixa de conversão alimentar encontrado no experimento, está abaixo da faixa mencionada por Ono e Kubitza (2003), mais é comprovado que os bioflocos influenciaram na redução do consumo de ração ofertada trazendo redução de investimentos ao piscicultor.

6.1.7. Efluentes da piscicultura

No momento do tratamento da água no sistema heterotrófico, existe a liberação de elevada de rejeitos, de origem fecal e de restos de ração, que podem ser tóxicas ao meio ambiente se forem lançadas sem nenhum tipo de cuidado. No cultivo em estudo foram feitas análises de nitrogênio biofloculante e sulfato na água do efluente liberado.

Em relação ao efluente da piscicultura, foram analisados os níveis de sulfato que variou na faixa de 0,03 mg/L e nitrogênio total biofloculado variando de 0,06 á 0,07 mg /L . Ao levar em conta a Resolução COPA/CERH-MG, nº 01, de 05 de maio de 2008, que dispõe sobre lançamento ao meio ambiente em corpos hídricos, de uma forma que se obtenha tecnologias que agregue valores á produção e, ou diminua os danos ambientais por meio de atividades antrópicas (Padula e silva, 2005), de acordo com a Resolução COPA/CERH-MG, nº 01, de 05 de maio de 2008, os níveis avaliados estão aptos para o lançamento ao meio ambiente, sem que haja prejuízos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, é concluído que no sistema de bioflocos, quando se faz a utilização adequada do manejo do sistema, possui grande potencial de se tornar uma saída para a produção de peixes, gerando emprego e renda em regiões semiáridas. Quando analisados os resultados encontrados no estudo, se percebe que foram satisfatórios no decorrer no cultivo, por apresentar manejo adequado, evitando prejuízos ao piscicultor. Contudo, existe ainda a vantagem de se reutilizar a água por muitos cultivos, uma vez que, a água servida é tratada e recirculada no sistema, preservando assim os corpos hídricos. Além de ser um sistema sustentável por gerar resíduos com concentrações aceitáveis para o lançamento no meio ambiente evitando a sua degradação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, D.M.; MARENGONI, N.G.; BOSCOLO, W.R.; RIBEIRO, R.P.; MAHL, I.; MOURA, M.C. **Probióticos em dietas para tilápia do Nilo durante a reversão sexual.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, n.8, p.1503-1508, 2013.

AMARAL, K. D. S. **Qualidade da água para Aquicultura** [http://www.cpaafap.embrapa.br/aquicultura/wpcontent/uploads/2011/10/apresentacao_karliaamaral_qualidade-da-agua-para-aquicultura . pdf](http://www.cpaafap.embrapa.br/aquicultura/wpcontent/uploads/2011/10/apresentacao_karliaamaral_qualidade-da-agua-para-aquicultura.pdf). Acesso 29 de junho de 2014

ARANA, L. V. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1996. Arana, L.V. (2004). *Fundamentos de aquicultura*. Florianópolis: Editora Universidade Federal de Santa Catarina.

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

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

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

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

Ayroza, Luiz Marques da Silva et al. **Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem.** *R. Bras. Zootec.*, Fev 2011, vol.40, no.2, p.231-239. ISSN 1516-3598

AZIM, M.E.; LITTLE, D.C. **The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).** *Aquaculture*, v.283, p.29-35,2008.

AZIM, M.E.; LITTLE, D.C.; BRON, J. E. **Microbial protein production in activated suspension tanks manipulating C: N ratio in feed and the implications for ficulture.***Bioresource Technology*, v. 99, n. 9, p. 3590- 3599, 2008

BAUM, C. Gardening in fertile water. **New Alchemy Quartelrly**, Hatchville, v. 5, p. 3-8, 1981.

Boyd, C. E. & Tucker, C.S. (1998). *Pond aquaculture water quality management*. Massachussets: Kluwer Academic Publishers.

Boyd, C., 1998. **Pond water aeration systems.***Aquacultural Engineering*, 18, 9-40.

Boyd, C., Watten, B., 1989. **Aeration systems in aquaculture.** *Rev. Aquat. Sci.*, 1, 425-472

BOYD, C.E. Guidelines for aquaculture effluents management at the farm-level. *Aquaculture*, v. 226, p. 101-112, 2003.

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA *BEZERRA* . Contos. ... *CAVALCANTI*, V. O enfeitado Adolfo Caminha. **Revista do ... Revista da Pós-Graduação em Letras – UFPB, João Pessoa**, v.7, n.2/1 ... *Henrique* de Araújo Mesquita. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989. 1117p.

CAMARGO, S. G. O. de; POUHEY, J. L. O. F. **Aquicultura – Um mercado em Expansão.** *Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas*, v. 11, n. 4, p. 393-396, 2005.

COWARD, Kevin; BROMAGE, Niall R. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 10, p.1 – 25, 2000.

CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A. B.; SATURNINO, H. M. Sistemas de produção na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3-4, p. 86-99, 2006

CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A. B.; SATURNINO, H. M. Sistemas de produção na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3-4, p. 86-99, 2006.

EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, v. 257, p. 346–358, 2006. Eler, M.N.; Ceccarelli, P.S.; Bufon, A.G.M. & Espíndola, E.L.G. (2001). Mortandade de peixes (matrinxã, Brycon cephalus, e pacu, *Piaractus mesopotamicus*) **associada a uma floração de cianobactérias em pesque-pague, município de Descalvado**, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim Técnico do CEPTA*, 14(único):35-45.

Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), Disponível:<http://www.emparn.rn.gov.br/Arquivos/Aquicultura.asp>

EL-SAYED, A-F.M. *Tilapia culture*. CABI Publishing, Oxfordshire, U.K., 2006, 277 pp.

EL-SHERIF, M.S.; FEKY, E.; AMAL, M. Effect of ammonia on Nile tilapia (*O. niloticus*) performance and some hematological and histological measures. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE**, 8., 2008, Cairo, Egypt. Proceedings... Cairo, Egypt, 2008. p.513-530

EL-SHERIF, M.S.; FEKY, E.; AMAL, M. Effect of ammonia on Nile tilapia (*O. niloticus*) performance and some hematological and histological measures. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE**, 8., 2008, Cairo, Egypt. Proceedings... Cairo, Egypt, 2008. p.513-530.

ESTEVES, F.A. (1998) **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FREITAS, J.V.F., GURGEL, J.J.S. 1984. **Estudos experimentais sobre a conservação da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*** (L. 1766) Trewavas, armazenada no gelo. Bol. Téc.DNOCS, 42(2):153-178.

FURTADO, P.; POERSCH, L.H.; WASIELESKY, W. Effect of calcium hydroxide, carbonate and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in bio-flocs technology (BFT) systems. *Aquaculture*, v. 321, p. 130-135, 2011.

GUARINO, A.W.S.; BRANCO, C.W.C.; DINIZ, G.P.; ROCHA, R. 2005 Limnological characteristics of an old tropical reservoir (Ribeirão da Lages Reservoir, RJ, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia, Botucatu**, 17(2): 129-141.

GUO, L. e LI, Z. 2003 Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze river basin of China. ***Aquaculture***, Amsterdam, 226: 201-212.

GUO, L.; LI, Z.; XIE, P; NI, L. 2009 **Assessment effects of cage culture on nitrogen and phosphorus dynamics in relation to fallowing in a shallow lake in China.** *Aquaculture International*, New York, 17:229-241. <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/ciclonitrogenio.htm>, acesso dia 07 /08 /2017 , às 10:55.

IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Produção de tilápia aumenta 9,7% no Brasil.** Disponível em. <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/>. 2016 09 / produção -de-tilapia-aumenta-97-no-brasil- diz- ibge . Acesso em 27 de outubro de 2016

Kepenyes, J., Váradi, L., 1984. Aeration and oxygenation in aquaculture. In: **Inland Aquaculture Engineering.** Aquaculture Development and Coordination Programme, UNDP, FAO, UDCP.REP.84.21, 473-50

Junior et al (2016) Vol. 13, Nº 03, maio/jun de 2016 ISSN: 1983-9006 www.nutritime.com.br

KUBITZA, F. Sistema de Recirculação : sistemas fechados com tratamento e reuso da água. **Panorama da Aquicultura** , Rio de Janeiro ,v.16, n.95 ,p. 15-22, mai.2006.

Kubitza, F. (2003). **Qualidade da água no cultivo de camarões e peixes.** Jundiaí: CIP-USP Editora.

KUBITZA, F. Criação de tilápias em sistema de bioflocos sem renovação de água. **Panorama da Aquicultura**, v. 21, n. 125, maio-junho, 2011.

KUBITZA, F. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. 2.ed. rev. **ampl. Jundiaí: Acqua SupreCom. Suprim. Aquicultura**, 2011. 316p.

LANDESMAN, L. Overwintering tilapia in a re-circulating system. In: WELSH, G. (Ed.). **Essays on food and energy.** Catonsville: Foundation for Self Sufficiency, 1977. p. 121-127. LAOHAVISUTI, N. **Uses of aquatic macrophytes for nutrient removal in a**

recirculating system for tropical fish culture. 2000. 178 f. Dissertation - Asian Institute of Technology, Bangkok.

LÈVEQUE, Christian. Out of Africa: the success story of tilapias. **Environmental Biology of Fishes** , v. 64, p.461 – 464, 2002.

Lima *et al* , **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador,v.16, n.4, p.948-957 out../dez..,2015
<http://www.rbspa.ufba.br>ISS 1519 9940 <http://dx.doi.org/10.1590/S151999402015000400018>

LITTLE, D.C.; MURRAY, J.F.; AZIM, M.E.; *et al.* **Warm-water fish production in the UK: limits to green growth? *Trends in Food Science and Technology***, v. 19, p. 255–264, 2008.

MACHADO, B. C. Avaliação da qualidade dos efluentes das lagoas de estabilização em série da Estação de Tratamento de Esgoto de Samambaia, DF para o cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*). 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, **Faculdade de Tecnologia**, Brasília, DF.

MACIEL, A. Efeitos da temperatura no desempenho e na morfometria de tilápias, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa. **Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV**. Viçosa, Minas Gerais, 2006.

MARISCAL-LAGARDA, M. M.; PÁEZ-OSUNA, F.; ESQUER-MÉNDEZ, J. L.; GUERRERO-MONROY, I.; DEL VIVAR, A. R.; FÉLIX-GASTELUM, R. Integrated culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) with low salinity groundwater: management and production. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 366-367, p. 76-84, 2012.

NAEGEL, L. C. A. Combined production of fish and plants in a re-circulating water. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 10, n. 1, p. 17-24, 1977.

NOGUEIRA, A.J. Aspectos da Biologia Reprodutiva e Padrões de Crescimento da Tilápia(*Oreochromis niloticus*, Linnaeus). 1758 em Cultivos Experimentais; Pág.1-77.**Revista Brasileira de Engenharia de Pesca.** 2003.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**, Guaíba: Agropecuária, 1998.

PADULA, R. C.; SILVA, L. P. Gestão e licenciamento ambiental no Brasil: modelo de gestão focado na qualidade do meio ambiente. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 3, n. 3, p. 1-15, 2005.

PIERCE, B. Water re-uses aquaculture systems in two greenhouses in northern Vermont. **Proceedings of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 11, n. 1-4, p. 118–127, 1980.

RAKOCY, J. E.; HARGREAVES, J. A.; BAILY, D. S. Effect of hydroponic vegetable production on water quality in a closed recirculating system. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 20, n. 1, p. 64A, 1989.

RAKOCY, J.E.; BAILEY, D.S.; THOMAN, E.S.; SHULTZ, R.C. Intensive tank culture of tilapia with a suspended, bacterial-based treatment process: new dimensions in farmed tilapia. IN: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 2004, MANILA, PHILIPPINES**. Proceedings... MANILA, PHILIPPINES, 2004. v.6, p.584–596.

RANA, K. J. 1996. World trends in aquaculture production with emphasis of Asian aquaculture production. Presented at The Round Table Discussion on Aquaculture Supplement for the World Census of Agriculture 5-7 November 1996. Bangkok, Thailand. Disponível: <http://mabr.asm.org/cgi/content/full/64/4/655>, consultado em: 15 julho 2005.

ROCHA, A. F.; ABREU, P. C.; WASIELESKY, W. J.; TESSER, M. B. **Avaliação da formação de bioflocos na criação de juvenis de tainha *Mugil cf. hospes* sem renovação de água**. *Atlantica*, Rio Grande, 34(1) 63- 74, 2012.

RORIZ, G. D. **Caracterização de aspectos produtivos e sanitários da criação de tilápia em tanque rede no reservatório de Três Marias, Minas Gerais**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 48p. Dissertação de Mestrado.

Roselany et al ,(2010) **Embrapa Amazônia Oriental**. Trav . Dr . Enéas Pinheiro, s/n. Marco. CEP 66095-100. Belém, Pará, Brasil.E-mail rcorrea@cpatu.embrapa.br

SESUK, T.; POWTONGSOOK, S.; NOOTONG, K. Inorganic nitrogen control in a novel zero-water exchanged aquaculture system integrated with airlift-submerged fibrous nitrifying biofilters. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 2088-2094, 2009.

Sipaúba-Tavares, L.H. (1994). *Limnologia aplicada à aquicultura*. São Paulo: FUNEP Editora.

SIROL, R.N.; SALARO, A.L.; ANDRADE, D.R. Diferentes condições nutricionais de alevinos de tilápia vermelha (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*), submetidos à inanição. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis**. Anais...Florianópolis: ABRAq, 2000, não paginado, CD-ROM. Artigos. Nutrição - 12.

SNEED, K.; ALLEN, K.; ELLIS, J. Fish farming and hydroponics. **Aquaculture and the Fish Farmers**, v. 2, p. 18-20, 1975.

SOUSA, J. T.; VAN HAANDEL, A.; LIMA, E. P. C.; HENRIQUE, I. N. Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 285-290, 2004 .

TIMMONS, M.B.; EBELING, J.M. *Recirculating aquaculture*. 1nd edition. NRAC Publication, vol. 01-007, 2007, 948p.

TUNDISI, J.G. e MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008 *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos. 631p.

VALENTIM, M. A. A. **Desempenho de leitos cultivados (“constructed wetland”) para tratamento de esgoto**: contribuição para concepção e operação. 2003. 148 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas

VERANI, José R. Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1757) e o tucunaré comum, *Cichla ocellaris* (SCHNEIDER, 1801) – aspectos quantitativos. São Carlos, 1980. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). **Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Departamento de Ciências Biológicas. UFSCar.**

VINATEA, L., 2004. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura, **segunda edição revisada e ampliada**. 2. ed: Editora da UFSC, Florianópolis, 345 pp.

WIDANARNI; EKASARI, J.; MARYAM, S. Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis sp.* cultured at different stocking densities. **HAYATI Journal of Biosciences**, v.19, n.2, p.73-80, 2012.

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.

ZELAYA,O.;BOYD etAL , Effects os Water Recirculation on Water Qualituy and Bottom Soil in **Aquaculture Ponds** , In: **EINGTEENTH ANNUAL TENCHNICAL REPORT ,POND DYNAMICS / AQUACULTURE CRSP.Oregon** ,2001.