



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – UFFS
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL – PR
ENGENHARIA DE AQUICULTURA

CAROLINE THAIS DA LUZ

Qualidade da água do cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um sistema de recirculação de água (SRA)

LARANJEIRAS DO SUL

2018

CAROLINE THAIS DA LUZ

Qualidade da água do cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um sistema de recirculação de água (SRA)

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia de Aquicultura, na Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.

Orientadora: Prof^a Dr^a Cladir Teresinha Zanotelli.

LARANJEIRAS DO SUL

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Luz, Caroline Thais da

Qualidade da água do cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um sistema de recirculação de água (SRA) / Caroline Thais da Luz. -- 2018.

41 f.:il.

Orientadora: Prof. Dr. Cladir Teresinha Zanotelli.

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

1. Qualidade da água. 2. Biofiltros. 3. Sistema de
recirculação. I. Zanotelli, Cladir Teresinha, orient.
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

CAROLINE THAIS DA LUZ

Qualidade da água do cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um sistema de recirculação de água (SRA)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.

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

07 de Dezembro de 2018

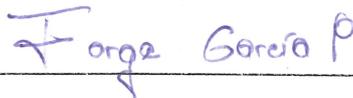
BANCA EXAMINADORA:



Profa. Dra Cladir T. Zanotelli – UFFS Orientadora



Profa. MSc. Nádia Terezinha da Mota Franco – UFFS



Prof. Dr. Jorge Erick Garcia Parra - UFFS

Dedico este trabalho a
minha amada família, sem
vocês nada na minha vida teria
sentindo.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos vão em primeiro lugar a Deus o qual me rege e me guia em todos os momentos da minha vida.

A esta universidade UFFS, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram o tão esperado diploma.

À minha orientadora Cladir, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos e principalmente pela amizade.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Agradeço a minha mãe Neusa, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai José que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e que para mim foi muito importante.

Obrigada meus irmãos Suiãne e Rulian (em memória) e sobrinhas, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

Meus agradecimentos aos amigos todos de um modo geral, mas em principal a Suelen e Rafaela que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

RESUMO

A aquicultura vem ganhando cada vez mais espaço no Brasil e no mundo, devido à expansão das atividades aquícolas, surgem questões relacionadas à sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção pela utilização direta dos recursos hídricos, que pode afetar a qualidade e a quantidade de água disponível nestes. Diante disso, faz-se necessário a busca por mecanismos viáveis e de baixo custo que possibilitem minimizar tais impactos utilizando de forma sustentável os recursos naturais disponíveis. Diante disso, o presente trabalho traz como objetivo fazer um diagnóstico da qualidade da água de um sistema de recirculação com filtros de pedra brita e argila expandida, utilizando para as análises o kit de técnico da qualidade da água, recursos estes disponíveis e acessível a qualquer produtor. Foi utilizado um sistema de recirculação de água contendo uma caixa com capacidade de 250 L onde foram alocados os juvenis de *Oreochromis niloticus* que produziram o efluente, e, 9 caixas com capacidade de 50 L onde foram colocados os filtros de forma totalmente aleatória. Foram utilizados 3 tipos diferentes de filtro (Filtro de pedra brita, filtro de argila expandida e filtro misto de argila e pedra brita) com três repetições cada um. Foram medidas as variáveis (temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, amônia, nitrito, alcalinidade e dureza), da água do tanque de cultivo e das caixas contendo os filtros. Em relação aos filtros o que não obteve maior resultado na retirada dos compostos nitrogenados foi o de argila expandida quando comparado aos outros filtros. Pode-se considerar então que o kit de qualidade da água nos traz algumas lacunas em relação a suas análises dispondo de intervalos longos de uma cor para outra a ser analisada. Com isso, sem nos dar um resultado preciso da análise. Mas, por outro lado é uma alternativa para o produtor em saber qual situação a sua água se encontra sendo essa uma opção viável em questão financeira. Quando comparados os dados com a Resolução CONAMA 357/05, o trabalho mostra que as médias obtidas em todo o processo de análises vieram dentro do padrão estabelecido, sendo aptos para serem lançados no corpos receptores.

Palavras-chave: Qualidade da água, biofiltros, sistema de recirculação.

ABSTRACT

Aquaculture has been gaining more and more space in Brazil and in the world, due to the expansion of aquaculture activities, issues related to the environmental sustainability of production systems arise through the direct use of water resources, which can affect the quality and quantity of water available in these aquacultures. . Given this, it is necessary to search for viable and low-cost mechanisms that make it possible to minimize such impacts using the available natural resources in a sustainable way. The objective of the present work is to make a water quality diagnosis of a water quality kit, which are available and access recirculation system with Brita and expanded clay filters using the kit available to any producer. A water recirculation system containing a box with a capacity of 250 L was used where the juveniles of *Oreochromis niloticus* that produced the effluent were allocated, and 9 boxes with 50 L capacity where the filters were placed totally randomly. Three different types of filter (Brita stone filter, expanded clay filter and mixed clay and stone filter) were used with three replicates each. The variables (water temperature, dissolved oxygen, pH, conductivity, ammonia, nitrite, alkalinity and hardness), water in the culture tank and the boxes containing the filters were measured. Regarding the filters, the one that did not obtain greater result in the withdrawal of the nitrogen compounds was the one of expanded clay when compared to the other filters. It can then be considered that the kit of water quality Alfa Kit, brings us some gaps in relation to its analyzes having long intervals from one color to another to be analyzed. With this, without giving us an accurate result of the analysis. But, on the other hand, it is an alternative for the producer in knowing what situation his water is found to be a viable option in financial question. When comparing the data with CONAMA Resolution 357/05, the work shows that the averages obtained throughout the analysis process came within the established standard, being able to be released into the receiving bodies.

Key words: Water quality, filters, recirculation system

Sumário

RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVO GERAL	10
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4 REFERENCIAL TEÒRICO.....	10
5 METODOLOGIA.....	13
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
a) Oxigênio dissolvido (OD)	19
b) Amônia.....	21
c) pH (Concentração Hidrogeniônica).....	23
d) Nitrito	25
e) Temperatura	26
f) Condutividade.....	27
g) Alcalinidade	28
h) Dureza	29
7 RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005	31
8 CONCLUSÃO.....	34
9 REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem grande potencial para a Aquicultura por suas condições naturais e clima favorável. Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) de 2016 a ampla extensão de águas continentais brasileiras são importantes habitats para os peixes comestíveis, fornecendo cerca de 40% de todos os peixes destinados ao consumo humano dos últimos anos. Enquanto a produção mundial originada dos cultivos cresceu 187% no período entre 1991 e 2001, o incremento do montante oriundo da pesca foi de apenas 7,8% (BORGHETTI *et al.*, 2003). Nesse mesmo período a produção de pescado no Brasil apresentou crescimento muito acelerado, com valor estimado de 925% (BORGHETTI *et al.*, 2003). Os motivos para o acelerado crescimento da produção de pescado vão além da necessidade de aumento da produção mundial em elevação, uma vez que se observa uma tendência de mudança de hábito alimentar, buscando o consumo de alimentos saudáveis, entre eles o pescado.

No setor da Aquicultura, a piscicultura ganha um mérito significativo devido seu crescimento, no Brasil foi de 507,12 mil toneladas em 2016 com alta de 4,4% em relação a 2015 e a principal espécie produzida foi a tilápia com 239,09 mil toneladas, ou 47,1% do total da piscicultura (IBGE,2016).

A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe oriundo do continente africano, mais precisamente do Egito, encontrado nas bacias do rio Nilo, Níger e Chade, disseminaram-se pelo mundo e foi uma das primeiras espécies a serem criadas em cativeiro. De hábito alimentar onívoro, é uma espécie considerada precoce, pois apresenta rápido crescimento e excelente desempenho em diferentes sistemas de criação (VIEIRA *et al.*, 2005). Por ser um animal de alta rusticidade e adaptabilidade, tem como característica suportar baixa qualidade de água, em relação à temperatura, pH, amônia entre outros fatores.

Os motivos que ajudaram o desenvolvimento da tilapicultura no Brasil foram: aperfeiçoamentos das características dos alevinos, através da reversão sexual e do uso de linhagens melhoradas; aplicação da tecnologia de criação em tanques-rede, que propiciou uma rápida ampliação da criação em diversos estados, aproveitando os reservatórios existentes; reação rápida do setor da

ração na elaboração de linhas completas para tilápias e o enorme mercado interno no país, que rapidamente enxergou os atributos dos produtos ofertados pelos frigoríficos e produtores (KUBITZA, 2011).

Os sistemas de criação na piscicultura se adaptam dependendo da intensificação da produção, este podendo ser intensivo, semi-intensivo e extensivo, isto varia em relação à quantidade de alimento ofertado e a densidade de estocagem dos animais. Diante desses sistemas de produção, para a criação de tilápias encontra-se o sistema de recirculação de água (SRA) sistema esse intensivo, o qual visa à reutilização da água do cultivo, sendo esta filtrada com o auxílio de filtros biológicos e mecânicos e a total inserção de alimento no cultivo, ou seja, o uso exclusivo de ração para a alimentação dos animais.

As rações apresentam elevados teores de nutrientes, principalmente proteína, embora apenas uma porção do alimento disponível é digerido pelos organismos dos animais. Desta forma, o alimento não consumido é transformado em sólidos orgânicos em suspensão, amônia, nitrito e em outros compostos, que associados às fezes propiciam um significativo aporte de matéria orgânica e inorgânica aos ecossistemas aquáticos. Estes elementos tornam-se poluentes das águas naturais e solos que os recebem (MARISCAL-LARGADA *et al.*, 2012), principalmente nos sistemas de produção intensivo. Logo, os efluentes provenientes de viveiros de piscicultura intensiva contêm grandes quantidades de nutrientes, restos de ração, fezes e microorganismos.

Dessa maneira, a piscicultura é uma atividade que depende de produtos e serviços ambientais como boas práticas de manejo, assim visando à sustentabilidade, e a disponibilidade de água de boa qualidade e capacidade de diluição de efluentes e resíduos. Um dos principais impactos ambientais ocasionados pela aquicultura é a eutrofização do meio natural decorrente da descarga de efluentes de viveiros com potencial poluente superior à capacidade de depuração do corpo receptor (TOLEDO *et al.*, 2003).

Com isso, há necessidade de tratar o rejeito da aquicultura visando atender as exigências das legislações dos órgãos ambientais e da própria sociedade (BOYD, 2003). Desse modo, o monitoramento da qualidade da água nas empresas aquícolas deve ser frequente, e atender a legislação vigente, principalmente a Resolução CONAMA 430/11 que relata: "(...) os efluentes de

qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis” (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2011), para que a atividade não seja mencionada como causadora de impactos ambientais nos corpos hídricos.

Os pesquisadores relataram alguns processos de tratamento para esses rejeitos, um deles é a biofiltração, que é a remoção biológica de poluentes efetuada por microorganismos aeróbios, como as bactérias, immobilizados sobre um meio sólido poroso. A filtração biológica é o processo pelo qual a amônia é convertida em nitrito e posteriormente em nitrato, este processo pode ser realizado pela adição de bactérias nitrificantes na água, aguardando sua reprodução e então atuação na diminuição da concentração dos nutrientes. As bactérias além de oxidar aerobicamente a matéria orgânica, formam massas biológicas capazes de se aderir a partículas em suspensão formando biofilmes que aceleram a biodegradação microbiana da matéria orgânica (RODRIGUES *et al.*, 2006 *apud* CAVALCANTE, 2013).

Nesse sentido, este estudo contempla as análises químicas e físicas da água de um sistema de recirculação, sistema esse fechado e com total reutilização da água, onde foram aplicados biofiltros de pedra brita e argila expandida para retiradas dos sólidos em suspensão e correção dos parâmetros, buscando uma melhora na qualidade dos animais ofertados para a alimentação e assim favorecendo ao pequeno produtor familiar rural uma fonte de renda extra e ao mesmo tempo diminuindo custos financeiros em relação às instalações e a reutilização da água. E para que este fato aconteça esperasse que este produtor tenha um mínimo de instrução na piscicultura para visar lucros do empreendimento com isso considera-se que os produtores dispõem de um Kit para análise da qualidade da água, este será utilizado como procedimento de análises dos parâmetros em estudo.

2 OBJETIVO GERAL

Fazer um diagnóstico da qualidade da água de um sistema de recirculação utilizando 3 tipos diferentes de biofiltros.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer os índices diários das variáveis temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH, da água do sistema de SRA;
- Conhecer os índices diários das concentrações de condutividade, amônia, nitrito, dureza e alcalinidade da água do sistema de SRA;
- Comparar o desempenho entre os filtros de pedra, de argila expandida e misto (pedra e argila expandida).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Este estudo busca suprir uma possível deficiência em relação ao tratamento de água, gerando alternativas viáveis na utilização de biofiltros com materiais baratos e fáceis de encontrar no mercado que são eficientes na remoção da matéria orgânica, assim minimizando custos para os pequenos e grandes produtores rurais. Também se vê um viés de estudo e trabalho para profissionais da área da aquicultura em disseminar seu uso buscando facilidade na produção e causando o mínimo de impacto possível.

A aquicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas no qual está inserida. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais. No entanto, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento e comprometimento dos recursos naturais e alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (VALENTI, 2002).

No cenário mundial para produção de pescados, o Brasil se destaca, não somente pela produção atual, mais sim pelo grande potencial para expansão da aquicultura, pois detém a maior quantidade de água com potencial para aquicultura continental no mundo (EMBRAPA, 2014).

A análise da produção nacional de pescado por Unidade da Federação para o ano de 2011 demonstrou que o Estado do Paraná é o maior produtor de pescado continental do Brasil, com 73.831,1 toneladas, seguido pelos estados

de Santa Catarina com 53.641,8 toneladas e o Mato Grosso com 48.748,3 toneladas (MPA, 2011).

A piscicultura no Estado do Paraná teve início na década de 70 objetivando a produção de alimento para consumo na propriedade e a comercialização do excedente na época da quaresma, principalmente na semana santa. No Oeste do Estado, nas regiões de Toledo e Cascavel, a instalação da piscicultura se deu da mesma forma, mas a partir de meados da década de 80 passou a apresentar características de produção comercial, ou seja, a produção voltada para o abastecimento do mercado (EMATER, 2004).

No entanto, por mais que o avanço da piscicultura no estado do Paraná se deu de forma significativa, percebe-se também que alguns entraves acabam dificultando o crescimento em diversas regiões do estado, destacando a comercialização, falta de políticas públicas eficientes, mão de obra qualificada e principalmente a falta de assistência especializada que faz com que o piscicultor não realize um planejamento correto de suas atividades, visto que na época de inverno, por exemplo, devido a baixas temperaturas a sua produção de pescado fique dificultada.

Sistemas de recirculação de água (SRA) são alternativas para essa situação de inverno, (podendo ser implantado em ambientes fechados), este sistema é o método de produção onde a água do sistema de criação é continuamente tratada e reutilizada. A utilização de SRA permite a produção com o reuso total ou parcial da água, diminuindo drasticamente a quantidade de água utilizada em um ciclo produtivo, o que abre um oceano de possibilidades antes limitado pela dependência das trocas de água e facilita seu tratamento.

O grande aporte de matéria orgânica gerado pela aquicultura e poluente tem sido relatado como o principal responsável pela eutrofização de uma grande variedade de ambientes aquáticos, gerando preocupação crescente pelo alto grau de poluição e contaminação em que se encontram, atualmente, lago e outros ambientes continentais (TUNDISI,2003).

Segundo Macedo (2010), o processo de eutrofização é utilizado, na limnologia, para indicar o fenômeno de transformação de lagos para uma maior produtividade biológica, sendo um fenômeno associado ao aumento excessivo

da produção de biomassa de produtores primários, geralmente causada pela elevada concentração de nutrientes.

Visando amenizar os impactos ambientais é que se buscam cada vez mais alternativas mitigadoras, onde se deve levar em consideração o custo sem esquecer-se de atender todas as legislações ambientais.

Uma alternativa cada vez mais presente para minimizar esses impactos é o reuso da água, como vistas a racionalização deste recurso natural essencial e cada vez mais escasso em termos qualitativos (MOURA e SILVA, 2013).

Uma forma bastante utilizada para o tratamento de efluentes da água antes do seu descarte é a utilização de biofiltros que retém os sólidos decantáveis (partículas maiores que 100 micras), que representam cerca de 50% do total de sólidos (KUBTIZA, 2006).

O tratamento de efluentes através do sistema de biofiltros consiste em um tanque com uma camada filtrante (argila expandida e pedra brita) onde a água com efluentes é lançada sobre esse material filtrante. Nos biofiltros, podem ser utilizados diferentes tipos de substratos que favorecem a fixação de bactérias quimioautotróficas (*Nitrossomonas sp.* e *Nitrobacter sp.*) que oxidam a amônia em nitrito e nitrato (TIMMONS; TIMMONS; EBELING, 2006 *apud* MARCHESI, 2016).

Os processos de remoção de nutrientes em biofiltros ocorrem por meio da combinação de mecanismos, físicos, químicos e biológicos; como a absorção direta por plantas aquáticas, sedimentação, absorção e ação bacteriana na nitrificação e desnitrificação (HENARES, 2008 *apud* MARCHESI, 2016). A nitrificação é um processo predominantemente aeróbio e, como tal, ocorre somente nas regiões onde há oxigênio disponível (geralmente a coluna da água e a superfície do sedimento). Já a desnitrificação ocorre principalmente em condições anaeróbias. Nos ecossistemas aquáticos, o principal local de sua ocorrência é o sedimento, pois, além das baixas condições de oxigenação, há disponibilidade de grande quantidade de substrato orgânico (PEREIRA, 2004).

A devolução de efluentes para o meio ambiente sem o devido tratamento pode causar o aumento incurável de nutrientes, principalmente de fósforo e nitrogênio, induzindo o processo de eutrofização artificial (ZHANG *et al.*, 2006),

causando mudanças nas condições físicas e químicas do meio ambiente aquático, e alterações nas comunidades aquáticas (TUNDISI & TUNDISI,2003).

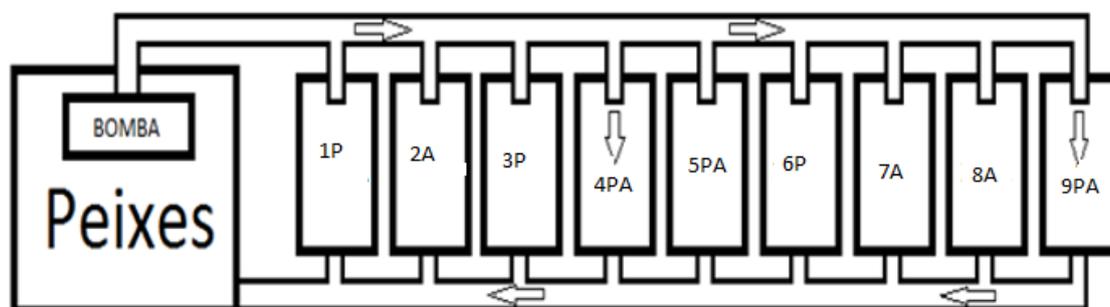
5 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Limnologia da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Laranjeiras do Sul.

O período foi durante 1 mês, outubro de 2018, o sistema foi montado no dia 25 de setembro, e ficou estabilizando por 7 dias. Os peixes foram colocados no sistema no dia 27 de setembro. As análises iniciaram no dia 1 de outubro, sendo realizadas por 24 dias.

O experimento foi formado por um sistema de recirculação composto de uma caixa circular (0,64m altura; 0,54m diâmetro da base; 0,74m diâmetro da boca) com capacidade para 250L onde foram postos os peixes acoplados ao tanque filtro como mostra na figura 1.

Figura 1- Plano de instalação do sistema experimental, montado no laboratório de Limnologia da UFFS.



Legenda: P-Pedra Brita (1P, 3P e 6P), A- Argila expandida (2A, 7A e 8A) e PA- Pedra Brita e Argila expandida (4PA, 8PA e 9PA).

Para comparação dos diferentes tipos de filtro foram utilizadas 9 caixas de produção (0,55m; 0,36m; 0,31m) com capacidade para 50L. Foram feitas 03 diferentes filtros, 3 caixas acolheram três réplicas do filtro de pedra brita, 3 caixas acolheram três réplicas do filtro de argila expandida, e outras 3 caixas constituídas por pedra brita e argila expandida (figura 2). Nas 9 caixas foram inseridas bactérias nitrificadoras para extrair os componentes nitrogenados da água.

Figura 2- Sistema de Filtros com diferentes compostos, onde a água circula para decantar os sólidos em suspensão.



FONTE, LUZ, Caroline. 2018

Na caixa circular com capacidade de 250L foram destinados 10 kg de biomassa de *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo) de acordo com metodologia usada por Losordo (2000), que produziram o efluente enviado para as caixas filtro.

Foi utilizado sistema fechado havendo recirculação de água, com o auxílio de uma bomba posta na caixa com os peixes. Após a água passar através das caixas que continham os filtros, retornava para a caixa dos peixes.

Foram usados juvenis de *Oreochromis niloticus* com biomassa total de 10 Kg que foram alocados em caixa com capacidade para 250L sete dias antes

do início do experimento para que ocorresse aclimatação dos mesmos no ambiente. Foram alimentados diariamente até saciedade aparente (1 vez ao dia) com ração comercial com 40% de proteína bruta de acordo com a exigência nutricional da espécie.

Foram realizadas análises em 10 pontos do sistema; sendo uma no tanque dos peixes onde a água era coleta de forma uniforme, coletando água desde o fundo até a coluna; depois foram coletas nas 9 caixas dos filtros todos no mesmo local na saída do cano que retorna para a caixa dos peixes, estas coletas foram feitas com o auxílio de uma seringa com um cano o qual acompanha o kit técnico.

As análises foram realizadas diariamente e semanalmente, as diariamente foram as variáveis temperatura, oxigênio dissolvido (OD) e pH. Já as análises semanais foram amônia, nitrito, condutividade, dureza, alcalinidade e mais as análises diárias, todas as análises foram realizadas no período da manhã.

As variáveis temperatura da água e pH foram obtidas através da utilização do pHmetro digital (figura 3), sendo que o pH foi analisado também com o kit técnico de qualidade da água comercial. Oxigênio dissolvido foi obtido através do oxímêtro digital (figura 4), a condutividade foi obtida através do condutímetro de bancada (figura 5) e a alcalinidade e dureza foram medidas com o kit técnico comercial.

As análises foram organizadas em planilhas, tabelas e gráficos com o auxílio do Software Excel. Os dados foram compilados e procedeu-se os cálculos das médias.

Figura 3 – pHmetro (aparelho utilizado para medir a quantidade de pH na água)



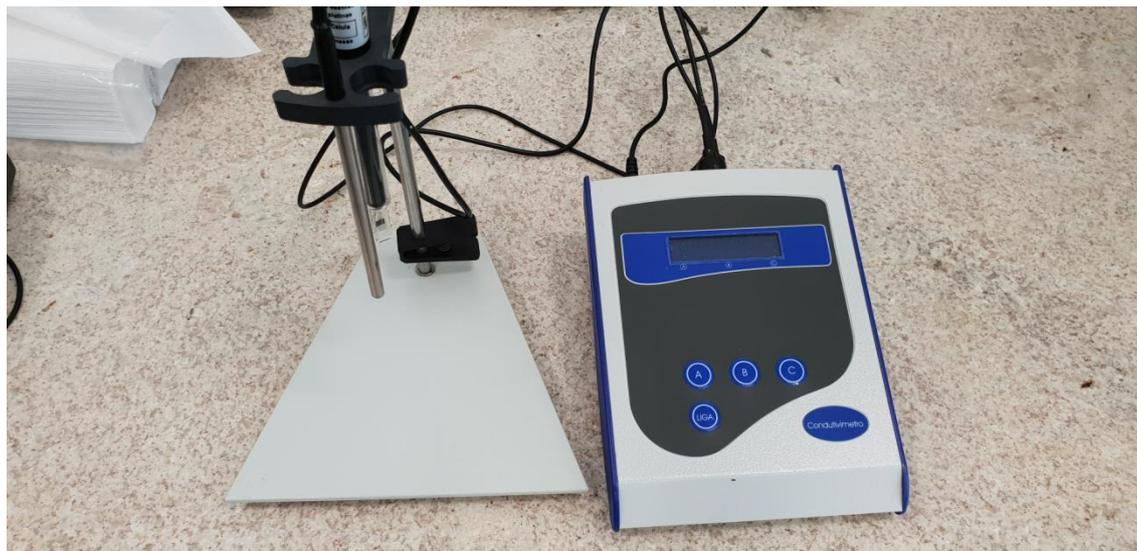
FONTE, LUZ, Caroline. 2018

Figura 4 – Oxímetro (aparelho utilizado para medir a concentração de OD na água)



FONTE, LUZ, Caroline. 2018

Figura 5 – Condutivímetro (equipamento que mede a Condutividade)



FONTE, LUZ, Caroline. 2018.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo encontraram-se algumas diferenças entre os filtros e a caixa dos peixes, sabe-se que a quantidade de compostos como amônia e nitrito pode determinar a produtividade do sistema aquático, e, em alguns casos, a totalidade da produção.

Após aplicar as médias estatísticas e fazer as comparações em relações a caixas dos peixes e os filtros obteve os seguintes dados, em relação aos filtros todos obtiveram êxito em relação à amônia, alcalinidade, dureza e condutividade saíram da caixa dos peixes para os filtros com valores altos e retornaram com valores menores como demonstra a tabela 1, ou seja, saíram da caixa dos peixes: (amônia- valor máximo 3 mg/L e mínimo de 2 mg/L), (alcalinidade-150 mg/L e 30mg/L), (dureza- 50mg/L e 30mg/L), (condutividade- 666,9 μ S/cm e 282 μ S/cm) e retornaram para os filtros com; filtro de pedra: (amônia- valor máximo de 3 mg/L e mínimo de 1,8mg/L),(alcalinidade- 150mg/L e 30 mg/L), (dureza- 40 mg/L e 30 mg/L), (condutividade- 659,2 μ S/cm e 269,6 μ S/cm), filtro de argila: (amônia- valor máximo de 3 mg/L e mínimo de 2mg/L),(alcalinidade- 150 mg/L e 30 mg/L), (dureza- 40 mg/L e 20 mg/L), (condutividade- 665,9 μ S/cm e 293,2 μ S/cm), filtro misto:(amônia- valor máximo de 3 mg/L e mínimo de 2mg/L),(alcalinidade-170mg/L e 30 mg/L), (dureza- 40 mg/L e 20 mg/L), (condutividade- 663,2 μ S/cm e 257 μ S/cm).

Tabela 1- Valores máximo, mínimo e a média das variáveis da qualidade da água, analisados semanalmente e diariamente no laboratório da UFFS.

Variáveis	Caixa Peixes			Filtro Pedra			Filtro Argila			Filtro Misto		
	Max.	Min.	Média	Max.	Min.	Média	Max.	Min.	Média	Max.	Min.	Média
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	14,9	3	6,63	11,1	1,5	4,4	8,4	0,8	3,2	11,5	1,5	4,7
Amônia (mg/L)	3	2	2,62	3	1,8	2,2	3	2	2,3	3	2	2,4
Dureza (mg/L)	50	30	40	40	30	33,3	40	20	33,3	40	20	31,7
Alcalinidade (mg/L)	150	30	77,5	150	30	82,5	150	30	84,2	170	30	85
Condutividade (μS/cm)	666,9	282	491,3	659,2	269,6	489,9	665,9	293,2	498,8	663,2	257	483,8

Em relação ao oxigênio dissolvido apresentado na tabela 1, todos os filtros apresentaram redução nos valores das concentrações do oxigênio (filtro de pedra 4,4 mg/L, filtro de argila 3,2 mg/L e filtro misto 4,7 mg/L), isso deve-se ao fato de que na caixa dos peixes o oxigênio era de inserção mecânica (bombinhas de ar) sendo assim permanecendo com concentração mais alta (6,63 mg/L). A temperatura manteve-se constante em todas as abaixo de 24°C.

Em relação ao nitrito os dados obtidos com o kit de análise, foram de 0,05 a 1 mg/L, variando na caixa e filtros obtendo valores intercalados nessa escala apresentada, isso tendo em vista que a análise lida não nos proporciona uma confiabilidade na leitura devido a variação da cor da análise.

De acordo com Pereira (2005), Inúmeros fatores interferem na qualidade da água, o que exige a realização de estudos detalhados dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem tanto em sistemas naturais quanto em artificiais.

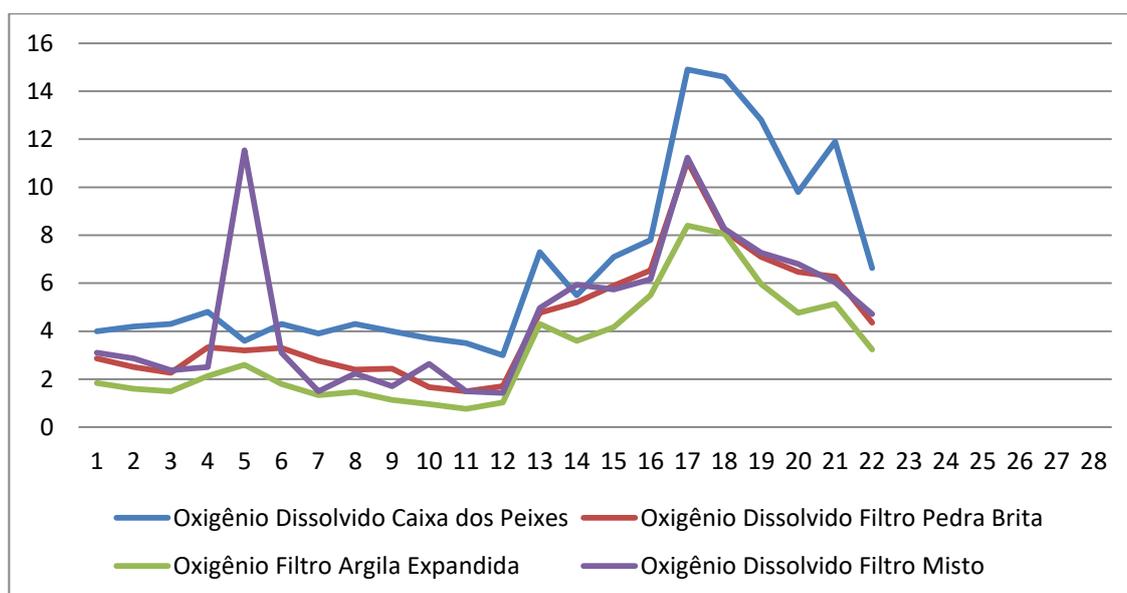
a) Oxigênio dissolvido (OD)

O Oxigênio dissolvido é a variável abiótica mais importante no monitoramento da qualidade da água. A produção de peixe em cultura intensiva é regulada por essa variável. Sua distribuição na coluna da água é afetada por fatores como temperatura, fluxo de água, forma do tanque entre outros.

De acordo com Arana (2010), dependendo da quantidade de oxigênio presente na unidade de cultivo, os organismos aquáticos podem enfrentar quatro situações diferentes 1) independência de oxigênio: o animal tem OD suficiente para realizar satisfatoriamente todas as suas atividades metabólicas; 2) dependência alimentar: o animal não dispõe de OD suficiente para metabolizar os alimentos ingeridos; 3) dependência fisiológica: o animal fica estressado e doente; e 4) mortalidade: os animais morrem por hipoxia.

Baixas concentrações de OD afetam mais significativamente as velocidades de crescimento dos microrganismos responsáveis pela oxidação do nitrito do que dos que oxidam a amônia (BERNET *et al.*, 2001). Segundo Esteves (1998), as baixas concentrações de oxigênio dissolvido podem ocorrer em decorrência do consumo deste na decomposição da matéria orgânica. Altas concentrações do íon amônio podem influenciar fortemente a dinâmica do oxigênio dissolvido do meio, uma vez que para oxidar 1,0 mg do íon amônio são necessários cerca de 4,3 mg de oxigênio, o que, por sua vez, influi sobre a comunidade de peixes, pois, em pH básico, o íon amônio se transforma em amônia (NH_3 livre, gasoso), que pode ser tóxica para esses organismos (TRUSSEL, 1972). Os valores das concentrações médias do OD na caixa de peixes e em cada um dos filtros estão apresentados no gráfico 1.

Gráfico 1 - Média do Oxigênio dissolvido na caixa dos peixes e nos filtros, analisados no decorrer do experimento, que foi de 24 dias.



O gráfico 1 mostra que a caixa dos peixes manteve o OD sempre mais elevado que em relação a caixa dos filtros, isso aconteceu porque na caixa dos peixes obteve a aeração com ajuda mecânica para incorporar o oxigênio ou seja utilizou-se bombinhas de ar, permanecendo assim dentro do limite para a sobrevivência dos peixes que segundo recomendado pela Resolução do CONAMA 357/05 é de 5 mg/L O_2 .

Nas caixas contendo o filtro com a argila expandida foi onde se obteve a menor concentração de OD (3,2 mg/L) , isso pode ter ocorrido em relação a coluna da água estar tomada pela argila que permanece na superfície boiando e assim o fluxo de água diminui.

Os outros filtros, misto (4,7 mg/L) e de pedra brita (4,4 mg/L) não se diferenciaram tanto na incorporação do OD, mas mesmo assim o filtro misto conseguiu um melhor valor de concentração, ficando perto do recomendado pelo CONAMA 357/05.

b) Amônia

Proveniente da excreção nitrogenada dos próprios peixes e de outros organismos aquáticos, assim como da decomposição microbiana dos resíduos orgânicos na água, a amônia pode prejudicar o desempenho, aumentar a incidência de doenças e até mesmo causar a morte direta dos peixes por intoxicação. Segundo Kubitzka (2011), a amônia está presente na água sob duas formas, o íon amônio (NH_4^+ , forma pouco tóxica) e a amônia (NH_3 , forma tóxica). Os Kits de análise de água mensuram a amônia total da água, ou seja, NH_4^+ e NH_3 juntos. Para saber o quanto de amônia total está na forma tóxica é necessário medir o pH da água no momento da análise da amônia total. Quanto maior for o pH, maior será a porcentagem de amônia tóxica em relação a amônia total (tabela 2).

Tabela 2 – Concentração de amônia na caixa dos peixes e nos filtros em todas as análises realizadas semanalmente.

Variável	Caixa Peixes	Filtro Pedra	Filtro Argila	Filtro Misto
Amônia mg/L dia 04/10	3,0	2,0	2,0	2,0
Amônia mg/L dia 10/10	3,0	3,0	3,0	3,0
Amônia mg/L dia 17/10	2,5	1,8	2,2	2,7
Amônia mg/L dia 24/10	2,0	1,8	2,0	2,0

Em todos os filtros, houve queda da amônia em relação à caixa dos peixes (tabela 2), valor máximo 3 mg/L e mínimo de 2 mg/L, sendo no filtro de pedra brita o menor valor da concentração (1,8mg/L) e mesmo sendo alta está dentro das normas permitidas pelo CONAMA 357/05 onde é de 3,7 mg/L num pH menor que 7,5. A concentração da amônia se eleva gradualmente durante o cultivo, o que pode permitir uma gradual adaptação dos peixes a um nível de amônia tóxica mais elevada (KUBITZA, 2011). Mesmo sem mortalidade diretamente atribuída a toxidez por amônia, a exposição dos peixes a diferentes níveis sub letais deste composto compromete o crescimento e a conversão alimentar. Um exemplo de como são realizadas as leituras de concentrações de amônia com o Kit, estão na figura 6.

Figura 6 – Análise da amônia com o Kit tecnico comercial realizado no laboratorio de limnologia da UFFS.



FONTE, LUZ, Caroline. 2018.

Na figura 6 está sendo apresentado uma das análises realizadas no dia 17 de outubro para o ponto de coleta na caixa dos peixes, ficando com valor de 2 mg/L.

c) pH (Concentração Hidrogeniônica)

A concentração de bases e ácidos na água determina o pH. O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos. Tanto ácidos, como alcalinos quando lançados no corpo receptor podem torná-lo impróprios para fins recreacionais, como para manutenção da vida aquática que necessita um pH da água em torno da neutralidade. O pH interfere em todas as reações químicas e bioquímicas, e a vida aquática é bastante afetada por esse parâmetro (DEZOTTI, 2008). Além disso, com o aumento do pH, pode intensificar a toxicidade por amônia (ZOPPAS, *et al.*,2016). Os peixes sobrevivem e crescem melhor em água com pH entre 6 - 9. Para as tilápias o pH ideal é de 5 a 10, abaixo e acima dessa faixa pode ocasionar mortalidade em massa (KUBITZA,2011).

Em relação ao pH foram feitos análises com o kit de análises e com o pHmetro, nestes houve uma diferença quando comparado os resultados. Quando medimos o pH com o kit de análise obtivemos valores similares em todos os tanques variando entre 7,0 e 8,0 em todo o processo do experimento, com o kit analisamos a cor com que a água vai ficar e com o auxílio de uma tabela identifica-se o valor referente a tal cor, assim obtendo os valores da amostra (figura 7).

Figura 7 – análises do pH com o kit comercial, apresentando valores em dois pontos de coleta um na caixa dos peixes e outro no filtro de pedra.



FONTE, LUZ, Caroline. 2018.

Já quando se mede o pH com o aparelho, se tem o valor exato da variação, e neste caso obteve-se valores diferentes do que com o kit. Com o pHmetro obteve-se para caixa dos peixes: valor máximo 7,07 e valor mínimo de 4,8, filtro de pedra: valor máximo de 7,1 e valor mínimo de 4,6, e para os filtros de argila e misto obteve-se os mesmo resultados: valor máximo de 7,1 e valor mínimo de 4,7.

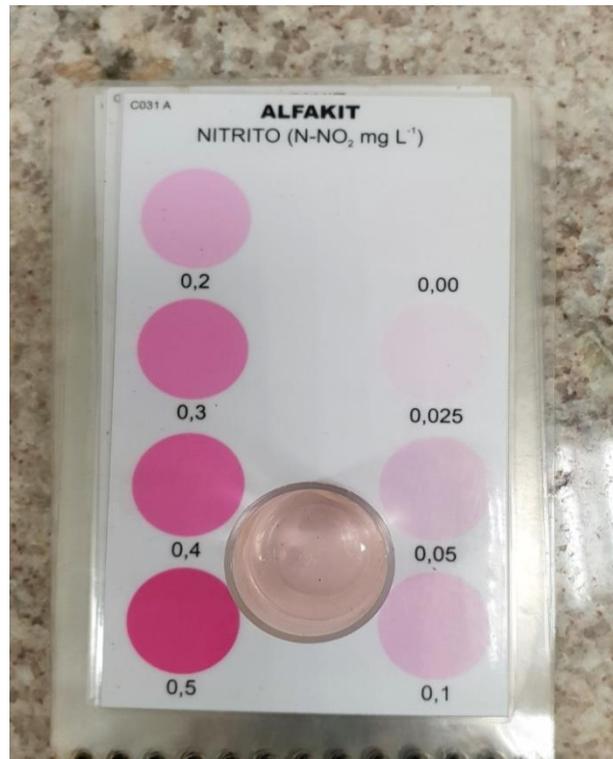
Ao comparar os filtros com a caixa de peixes, estes apresentaram homogeneidade nas análises, sendo que a tilápia apresenta conforto com pH entre 5 e 10 e para o CONAMA 357/05 entre 6 e 9.

d) Nitrito

A nitrificação é um processo biológico, onde as bactérias oxidam a amônia a nitrito e em seguida a nitrato. O processo ocorre naturalmente em sistemas onde existem condições aeróbias e com a presença de amônia, geralmente, na coluna d'água e na superfície do sedimento. As bactérias utilizam a energia da oxidação da amônia para o seu crescimento (DUARTE *et al.*, 2014).

A presença de nitrito no meio aquático, em elevadas concentrações, pode causar problemas hemolinfáticos uma vez que o mecanismo de toxicidade do nitrito atua sobre o processo de transporte de oxigênio, transformando hemocianina em metahemocianina, a qual é incapaz de transferir oxigênio para os tecidos, diminuindo a quantidade de oxigênio disponível para o metabolismo podendo causar hipóxia e mortalidade dos peixes (CAMPOS, *et al.*, 2012). O processo de nitrificação é limitado pela concentração de OD e temperatura, além de ser inibido pela concentração de amônia e ácido nitroso (DEZOTTI, 2008). Um exemplo da análise de nitrito está apresentada na figura 8.

Figura 8- Análise do Nitrito feita no dia 10 de outubro, coletado na caixa de peixes no Laboratório de limnologia da UFFS.



FONTE, LUZ, Caroline. 2018.

No caso do nitrito como mostra a figura 8, em todo sistema variou de 0,05 a 0,1 mg/L, não podendo ser mensurado valores exatos ou médios pelo fato de que quando se analisa o nitrito com o auxílio do Kit se tem base pela coloração do reagente e este não resulta em um valor pontual, mas em estimativas perante a comparação visual da cor.

e) Temperatura

Como um importante fator ambiental do processo de tratamento biológico de águas residuais, a temperatura não influencia apenas as atividades metabólicas da população microbiana, mas também tem um profundo efeito em tais fatores como as taxas de transferência de gás e as características de sedimentação dos sólidos biológicos (METCALF & EDDY, 2003).

A temperatura é um parâmetro físico muito importante para a qualidade da água na piscicultura, pois por serem animais peclotérmicos, os peixes regulam sua temperatura do corpo (SUSSEL, 2008). Em vista disso, a temperatura ambiental tem um profundo efeito sobre o crescimento, à taxa de alimentação e o metabolismo destes animais (ARANA, 2004).

Temperaturas acima ou abaixo da faixa ideal de cada espécie (tilápia é de 26 a 30 °C) podem inibir o crescimento, além de favorecer a incidência de doenças. Em temperaturas mais altas, peixes consomem mais alimentos e oxigênio, e em baixas temperaturas eles comem menos e diminuem o consumo de oxigênio (OSTRENSKY; BOEGER, 1998).

Cox (2009) constatou que em temperaturas inferiores a 15°C ocorre diminuição da atividade de Nitrosomonas e Nitrobacter. A faixa de temperatura para cultura de Nitrosomonas está entre 30 e 36°C, com crescimento ótimo em 35°C. Para a cultura de Nitrobacter a temperatura varia de 8 a 28 °C, com crescimento ótimo em 28°C (NOCKO, 2008).

A temperatura do sistema se manteve constante no desenvolvimento do trabalho, porém sempre se manteve abaixo de 24°C, podendo assim ter afetado a cultura das bactérias, alterando a suas atividades e não sendo tão eficiente como o esperado.

f) Condutividade

De acordo com Martins *et al.* (2007), a condutividade fornece informações sobre as condições do sistema, desde a disponibilidade de nutrientes, minerais, orgânicos e também uma medida indireta da concentração de poluentes. Em águas doces os valores de condutividade podem atingir na faixa de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ e, em ambientes poluídos por esgoto doméstico ou industrial, os valores de condutividade podem chegar a 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ (TAVARES, 2013). AS concentrações das condutividades analisadas no período do estudo estão apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 – Valores da Condutividade na caixa dos peixes e dos filtros no total do experimento, análises realizadas semanalmente no laboratório de limnologia da UFFS.

Variável	Caixa Peixes	Filtro Pedra	Filtro Argila	Filtro Misto
Condutividade (µS/cm) dia 04/10	282	269,6	293,2	257
Condutividade (µS/cm) dia 10/10	455,4	475,3	480,2	473,8
Condutividade (µS/cm) dia 17/10	666,9	659,2	665,9	663,2
Condutividade (µS/cm) dia 24/10	560,9	555,4	556,1	541,1
Médias (µS/cm)	491,3	489,9	498,8	483,8

Evidenciou-se na tabela 3 a média de condutividade nos filtros foi de 489,9 µS/cm filtro de pedra, 498,9 µS/cm filtro de argila e de 483,8 µS/cm filtro misto, enquanto que na caixa com os peixes foi de 491,3 µS/cm sendo que os filtros retiraram também as concentrações de condutividade. Mas o filtro que obteve mais resultado em relação a essa retirada foi o filtro misto de pedra brita e argila expandida (valor máximo 541,1 µS/cm e valor mínimo de 257 µS/cm) afirmando assim que em relação à literatura o ambiente não se encontra contaminado em nenhum dos sistemas apresentados.

g) Alcalinidade

Representa a quantidade de Carbonato de Cálcio (CaCO_3) presente na água. Águas duras apresentam mais de 40 mg/L, abaixo deste índice são consideradas macias. Águas com menos de 20 mg/L apresentam baixa produtividade por não apresentarem respostas a Adubação (TAVARES,2013).

Para Tavares (2013) os níveis de Carbonato de Cálcio devem estar sempre entre 70 a 120 mg/L . Para cada grama de amônia que entra no sistema são necessárias 7 gramas de Carbonato de Cálcio para sua neutralização.

A presença de CaCO_3 promove um efeito tampão na água, evitando grandes mudanças de pH geradas principalmente pela transformação do gás carbônico em ácido carbônico. As concentrações de alcalinidade obtidas no estudo estão apresentadas na tabela 4.

Tabela 4- Análises da Alcalinidade feitas no decorrer de todo o experimento, estas feitas semanalmente no laboratório de limnologia da UFFS.

Variável	Caixa Peixes	Filtro Pedra	Filtro Argila	Filtro Misto
Alcalinidade (mg/L) dia 04/10	40	30	30	30
Alcalinidade (mg/L) dia 10/10	90	120	120	100
Alcalinidade (mg/L) dia 17/10	150	150	150	170
Alcalinidade (mg/L) dia 24/10	30	30	30	30

Na tabela 4 fica claro que nos filtros com a ação das bactérias nitrificantes os valores da alcalinidade foram mais altos do que no tanque dos peixes isso está relacionado, segundo Tavares (2013), com o pH, gás carbônico e a nitrificação da amônia. As bactérias nitrificantes do biofiltro retiram o carbonato da água para formar o seu esqueleto, o processo de oxidação da amônia é que fornece energia para o processo. Dessa forma é que aumentando o nível de amônia no sistema é que se reduz a concentração de carbonato de cálcio e a falta deste elemento compromete o funcionamento do biofiltro.

h) Dureza

Pode-se utilizar o teor de cálcio na água para caracterizar o grau de dureza. Ela reflete principalmente o teor de íons de cálcio e magnésio que estão combinados ao carbonato e/ou bicarbonato ou associados ao sulfato e cloreto. A dureza total é expressa em mg/L de equivalente de carbonato de cálcio (CaCO_3) e o cálcio, em mg/L de Ca. Para o cultivo de peixes, recomendam-se valores de 30 mg/L a 50 mg/L (WHEATON, 1977).

O cálcio e magnésio são importantes para o crescimento dos animais, porém muitos peixes e crustáceos podem sobreviver em baixas concentrações deste elemento na água. Animais podem ter problemas na osmoregulação em águas com baixas concentrações de cálcio, especialmente quando são expostos a condições de extremo pH, temperatura ou concentração alta de amônia.

A dureza total, bem como a alcalinidade, é segundo Tavares (2013), indicadora do grau de mineralização da água e, com o aumento da dureza, ocorre também o aumento de outras substâncias na água, estando fortemente ligada a alcalinidade devido à origem comum destas duas variáveis. As concentrações de dureza do experimento estão na tabela 5.

Tabela 5 – Análises da Dureza realizadas semanalmente no decorrer do experimento no laboratório de limnologia da UFFS.

Variável	Caixa Peixes	Filtro Pedra	Filtro Argila	Filtro Misto
Dureza (mg/L) dia 04/10	30	30	20	20
Dureza (mg/L) dia 10/10	40	30	30	40
Dureza (mg/L) dia 17/10	50	40	40	30
Dureza (mg/L) dia 24/10	40	30	40	30

A dureza manteve-se dentro do recomendado na literatura que é de 30 mg/L a 50 mg/L com algumas variações como demonstra a tabela 5.

7 RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Segundo esta resolução que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, vem nos mostrar onde o referido trabalho se enquadra perante as normas.

A água se enquadra em águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

“No capítulo II art. Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.”

Sendo então classificada como águas de classe 1 e 2 o referido trabalho.

Para a resolução os valores estipulados quanto à soltura da água nos efluentes estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 – valores propostos pelo CONAMA 357/05 para corpos de água doce onde haja cultivo de organismos aquáticos.

Variável (Unidade)	Valor CONAMA Água doce para Rios de classe 1 e 2
Amônia mg/L	3,7 mg/L, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L para pH > 8,5
Nitrito mg/L	1,0 mg/L
Oxigênio Dissolvido mg/L	≥ 5 mg/L
pH	6-9

Porém cada estado tem suas particularidades em relação às condições e padrões de lançamento de efluentes seguindo assim:

“Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente,

nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedecem às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos.”

As concentrações máximas, mínimas e médias dos parâmetros analisados em todo o experimento estão apresentadas na tabela 7.

Tabela 7- Variáveis com valores máximos, mínimos e médias das análises realizadas no decorrer de todo o experimento no laboratório de limnologia da UFFS.

Variáveis	Caixa Peixes			Filtro Pedra			Filtro Argila			Filtro Misto		
	Max.	Min.	Média	Max.	Min.	Média	Max.	Min.	Média	Max.	Min.	Média
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	14,9	3	6,63	11,1	1,5	4,4	8,4	0,8	3,2	11,5	1,5	4,7
Amônia (mg/L)	3	2	2,62	3	1,8	2,2	3	2	2,3	3	2	2,4
Dureza (mg/L)	50	30	40	40	30	33,3	40	20	33,3	40	20	31,7
Alcalinidade (mg/L)	150	30	77,5	150	30	82,5	150	30	84,2	170	30	85
Condutividade (µS/cm)	666,9	282	491,3	659,2	269,6	489,9	665,9	293,2	498,8	663,2	257	483,8

O Oxigênio obteve uma oscilação no decorrer do experimento, devido os filtros não apresentar inserção mecânica, mas na caixa onde os peixes estavam alocados manteve-se dentro do recomendado pelo CONAMA 357/05 que é ≥ 5 mg/L .

A amônia variou em relação ao pH no experimento, o pH ficou em média 7,5 e a amônia em 2,62 mg/L, também dentro do padrão que é de 3,7 mg/L, para $\text{pH} \leq 7,5$ e 2,0 mg/L para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$.

Em relação ao nitrito teve-se dúvidas na análise devido a falta de precisão na cor da mesma ficando em torno de 0,05 a 0,1 mg/L, e para o CONAMA 357/05 o valor para lançamentos nos corpos receptores é de 1,0 mg/L.

Os demais parâmetros analisados no estudo, apesar da resolução não trazer valores específicos a literatura nos mostra que estão dentro dos limites para o lançamento, dureza ficou na caixa dos peixes 40 mg/L, filtro de pedra e de argila de 33,3 mg/L e filtro misto 31,7 mg/L e o recomendado é de 30 mg/L a 50 mg/L apesar de apresentar variação a água ainda estava no limite. A alcalinidade variou entre caixa dos peixes 77,5 mg/L, filtro de pedra 82,5 mg/L, filtro de argila 84,2 mg/L, filtro misto 85 mg/L e o recomendado é entre 70 e 120 mg/L. Em relação a condutividade que expressa como o ambiente se encontra em relação a disponibilidade de nutrientes, ou se a água está poluída o recomendado é de $1500 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, na caixa dos peixes foi de $491,3 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, no filtro de pedra $489,9 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, no filtro de argila $498,8 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ e no filtro misto $483,8 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$.

Em relação aos dados proposto pelo CONAMA 357/05 e literatura, o estudo mostra que as médias obtidas em todo o processo de análises estão dentro do padrão estabelecido, sendo aptos para serem lançados nos corpos receptores.

8 CONCLUSÃO

Pode-se considerar que o kit de qualidade da água comercial, traz algumas lacunas em relação a suas análises dispondo de intervalos longos de uma cor para outra a ser analisada. Com isso, não se consegue avaliar as eficiências de remoção e as diferenças absolutas entre os valores de entrada e saída dos sistemas e variações exatas entre os dias de coletas. Mas, por outro lado é uma alternativa para o produtor saber qual situação da água do sistema produtivo, sendo uma opção viável em questão financeira.

Em relação ao oxigênio dissolvido por ter a ajuda das bombinhas de ar a caixa dos peixes teve a melhor incorporação de OD que ficou na média de 6,63 mg/L.

Quando comparados os filtros obteve-se os seguintes resultados:

Para a amônia o filtro de pedra brita se destacou com o menor valor sendo de 1,8 mg/L. Para a alcalinidade o melhor resultado foi de 82,5 mg/L também no filtro de pedra.

Já para a dureza o filtro misto de pedra e argila teve o melhor resultado de 31,7 mg/L. E para a condutividade o melhor resultado 483,8 μ S/cm também no filtro misto.

O nitrito se manteve na média em todos os tanques sendo de 0,05 a 0,1 mg/L.

O pH também manteve-se entre os parâmetros quando medido com o kit (7 a 8) e com o pHmetro já se estabeleceu entre (7,1 e 4,6) sendo este no filtro de pedra brita.

Se pode observar que o filtro de argila expandida não se mostrou bom para os resultados quando comparado aos demais. Diante disso, os filtros de pedra e misto tiveram seus valores dentro do limite estipulados quando comparados a Resolução CONAMA 357/05 para serem lançados em corpos hídricos. Além de atender a legislação ambiental, esses filtros são uma opção ao produtor em vize financeiro, sendo que todos são feitos de materiais de fácil acesso e com baixo custo, e também de fácil construção e manutenção.

9 REFERÊNCIAS

ARANA, L.V. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis, Ed. da UFSC, 2004, 231 p.

BERNET, N.; DANGCONG, P.; DELGENÈS, J.P.; MOLETTA, R. (2001) Nitrification at low oxygen concentration in biofilm reactor. Journal of Environmental Engineering, v. 127, n. 3, p. 266-271. biopelícula. Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, Temuco.

BORGHETTI, N. R.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. Aquicultura; uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba; Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, 2003. 128 p.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J. E. P.;

URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, 2004. p. 25-44.

CAMPOS, B. R; et al. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão rosa *farfantepenaeus brasiliensis* (latreille, 1817) (crustacea: decapoda). Atlântica, Rio Grande, 34(1) 75-81, 2012. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/atlantica/article/view/2712/1488>. Acessado em 10 de novembro 2018.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 2011. Licenciamento ambiental da aquicultura. Resolução n. 430, de maio de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf>. Acessado em 20 de novembro de 2018.

COX, M.J.F. (2009) Desarrollo de una estrategia de operación para promover el proceso nitrificación: desnitrificación simultánea en un reactor secuencial de

biopelícula. Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, Temuco.

DEZOTTI, M. Processos e Técnicas para o Controle ambiental de efluentes líquidos. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=M3dQhS2sccC&oi=fnd&p=PA5&dq=O+pH+de+efluentes+tendem+a+reduzir+por+processos+de+oxida%C3%A7%C3%A3o+biol%C3%B3gica,+o+que+quer+dizer++&ots=McBX5p-qJe&sig=IGg2tFHX_TpEUKpu9tLZddRLimA#v=onepage&q&f=false. Acessado em 18 de novembro de 2018.

DUARTE, E, et al. Parâmetros físico-químicos da água para cultivo de tilápia do Nilo em sistemas de biofiltros. 2014. Disponível em: http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1510/1/boletim_tecnico_0203_2014_para_metros.pdf. Acessado em 18 de novembro de 2018.

Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias//noticia/21621836/producao-de-tilapia-no-brasil-cresce-223-em-dez-anos> acessado em 18 de novembro de 2011.

ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro. 602 pp.

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

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FisheryStatisticalDatabases.2016. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/statistics/globalcaptureproduction/enwww.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en>. 2016>. Acesso em: 20 de novembro. 2018. <http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n1/1413-4152-esa-21-01-00029.pdf> . Acessado em 20 de novembro de 2018.

KUBITZA, F. Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água. Panorama da Aquicultura. Vol.16, nº 95 maio/junho – 2006.

KUBITZA, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí. 2011.

LOSORDO M. T., HARRY W.; System Carrying and Flow Estimation, Elsevier – Amsterdam 2000.

MARISCAL-LAGARDA, M. M.; PÁEZ-OSUNA, F. et al.; Integrated culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*) with low salinity groundwater: management and production. Aquaculture, Amsterdam, v. 366-367, p. 76-84, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848612005376>>. Acessado em: 12 de novembro de 2018.

MARTINS, C. I. M.; EDING, E. P.; VERRETH, J. A. J. The effect of recirculating aquaculture systems on the concentrations of heavy metals in culture water and tissues of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Food Chemistry, London, v. 126, n. 3, p. 1001-1005, 2010

METCALF & EDDY. Wastewater engineering – treatment, disposal and reuse. 3a ed. New York: Mac Graw hill Inc, 1991 1334 p.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Plano de desenvolvimento da aquicultura brasileira. Brasília, 2015. 61 p.

MOURA e SILVA, M. S.G.; et al. Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP. 2013.

NOCKO, L.M. (2008). Remoção de carbono e nitrogênio em reator de leito móvel submetido à aeração intermitente. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, V. Piscicultura: Fundamentos e Técnicas de Manejo. Guaíba: Agropecuária, 1998.

PEREIRA, Lilian Paula Faria; MERCANTE, Cacilda Thais Janson. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. B. Inst. Pesca, São Paulo, v. 31, p. 81 - 88, 2005.

RODRIGUES, A. P. O; et al. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Brasília – DF. 2013.

SUSSEL, F. R. Alimentação na criação de peixes em tanque-rede. APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios), Assis, SP, 2008.

TAVARES, LUCIA. Uso Racional da água em Aquicultura, Jaboticabal SP, 2013. Editora UNESP. São Paulo.

TOLEDO, J. J. De. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de Piscicultura de Alta Floresta– Mato Grosso. Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.2, n.1, p.13-31, 2003. Disponível em: http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol2/2_artigo_v2.pdf >. Acessado em 20 de novembro 2018.

TRUSSEL, R.P. The percent un-ionized ammonia in aqueous ammonia solutions at different pH level and temperatures. J. Fish. Res. Board Can. 1972.

TUNDISI, J.G. 2003 A crise da água: eutrofização e suas consequências. In.

TUNDISI, J.G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. Rima, IIE, São Carlos. 247p.

VALENTI, W.C. Aquicultura Sustentável. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA 12,2002, Vila Real, Portugal. Anais. Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, 2002. p. 111-118.

VIEIRA, Vanessa Petroniloet al. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em Maringá-PR. Revista Acadêmica: Ciência Animal, v. 3, n. 3, p. 19-26, 2005.

WHEATON, F. W. 1977. Aquacultural engineering. New York, New York:John Wiley and Sons.

ZHANG, S.; LIU, J.; WEI, S.; GAO J.; WANG, D. & ZHANG K. 2006. Impact of aquaculture on eutrophication in Changshou Reservoir. Chinese Journal of Geochemistry, 2006.

ZOPPAS,F.M; et al. Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea. 2016. Eng Sanit Ambient | v.21 n.1 | jan/mar 2016.