



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO

Campus Recife

Departamento de Meio Ambiente, Saúde e Segurança

Curso Tecnológico em Gestão Ambiental

JONATHAN LOURENÇO NEPOMUCENO DE ARAÚJO

**ANÁLISE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM UM AQUÁRIO: A IMPORTÂNCIA DO
SISTEMA DE FILTRAÇÃO DA ÁGUA**

Recife

2021

JONATHAN LOURENÇO NEPOMUCENO DE ARAÚJO

**ANÁLISE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM UM AQUÁRIO: A IMPORTÂNCIA DO
SISTEMA DE FILTRAÇÃO DA ÁGUA**

Projeto de pesquisa em Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para conclusão do componente curricular Metodologia científica e obtenção do título de tecnólogo em Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Alessandra Lee

Recife

2021

A633a

2021 Araújo, Jonathan Lourenço Nepomuceno de

Análise de qualidade da água em um aquário: a importância do sistema de filtração da água./ Jonathan Lourenço Nepomuceno de Araújo. --- Recife: O autor, 2021.

37f. il. Color.

TCC (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Pernambuco, Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança - DASS, 2021.

Inclui Referências e apêndice.

Orientadora: Professora Dra. Alessandra Lee Barbosa Firmo.

Catálogo na fonte Maria do Perpétuo Socorro Cavalcante Fernandes CRB4/1666

ANÁLISE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM UM AQUÁRIO: A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE FILTRAÇÃO DA ÁGUA

Trabalho aprovado. Recife, 20 de dezembro de 2021.

Orientador – DSc. Alessandra Lee Barbosa Firmo

Examinador interno- DSc. Carlos Eduardo Menezes da Silva

Examinador externo- DSc. Eduardo Antonio Maia Lins

Recife

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todo seu cuidado em minha vida nos mínimos detalhes, concedendo esta graça de concluir com êxito esta formação, colocando na minha jornada pessoas incríveis para me apoiar diretamente ou indiretamente, dentre elas: minha esposa Karine Fernanda, minha tia mãe Cristiane Almeida, meus amigos Cláudia Santana e Rogério Machado.

À minha orientadora Prof^a e Dr^a Alessandra Lee que com toda paciência me instruiu. A todo o corpo docente e meus companheiros de curso, só Deus pode recompensar de melhor maneira a cada um. Ao Instituto Federal por proporcionar esta experiência única.

*“Se algum de vós tem falta de sabedoria, roga a Deus,
que a todos conceda liberalmente, com grande alegria”*

(Tg 1,5)

RESUMO

O presente trabalho tratou sobre a eficiência do sistema de filtração em um aquário, um dos objetos principais na prática da aquariorfilia ou aquarismo, utilizando-o como uma ferramenta de educação ambiental. Foi avaliada a eficiência por parte do sistema de filtração da água de um aquário por meio dos parâmetros de qualidade da água, apresentando os principais, como também a realização de análise comparativa entre a presença e a ausência do sistema de filtração no aquário e apresentou-se uma metodologia pedagógica com o uso do aquário como ferramenta para explanação de forma aplicada a respeito das etapas de tratamento também presentes em uma Estação de Tratamento da Água (ETA). Foram abordados temas relacionados aos elementos principais para o hobby aquariorfilia ou aquarismo como: Aquacultura, Educação Ambiental, Estação de Tratamento da Água, a Água em suas características físico-químicas e seus parâmetros de qualidade e os tipos de filtração usados para seu tratamento. A metodologia experimental possibilitou a análise comparativa entre os aquários por meio de estruturas laboratoriais simplificadas e didáticas como também a elaboração de uma cartilha contendo as orientações para a montagem de cada aquário. Foi possível constatar a eficiência no tratamento da água com a presença do sistema de filtração, por meio das leituras dos principais parâmetros de qualidade da água destacados neste experimento: temperatura, pH, amônia (NH₃), nitrito (NO₂), e as durezas total e de carbonatos ou alcalinidade (KH), como também a viabilidade em se estruturar e implantar os aquários no ambiente acadêmico de forma com que se possa abordar a respeito das etapas de tratamentos da água em uma ETA, apresentando empiricamente as funcionalidades e benefícios trazidos por cada tipo de filtração da água.

Palavras-chave: Aquarismo. Educação ambiental. Água. Filtração. Parâmetros de qualidade

ABSTRACT

This work dealt with the efficiency of the filtration system in an aquarium, one of the main objects in the practice of aquarium keeping or aquarism, using it as a tool for environmental education. The efficiency of the water filtration system in an aquarium was evaluated by means of water quality parameters, presenting the main ones, as well as a comparative analysis between the presence and absence of the filtration system in the aquarium, and a pedagogical methodology was presented with the use of the aquarium as a tool for explanation in an applied manner regarding the treatment stages also present in a Water Treatment Plant (WTP). Themes related to the main elements for the aquarium hobby, such as: Aquaculture, Environmental Education, Water Treatment Plant, Water in its physical-chemical characteristics and quality parameters, and the types of filtration used for its treatment, were approached. The experimental methodology allowed for a comparative analysis between the aquariums by means of simplified and didactic laboratory structures, as well as the elaboration of a booklet containing the guidelines for setting up each aquarium. It was possible to verify the efficiency of the water treatment with the presence of the filtration system, through the readings of the main water quality parameters highlighted in this experiment: temperature, pH, ammonia (NH₃), nitrite (NO₂), and total and carbonate hardness or alkalinity (KH), as well as the feasibility of structuring and deploying aquariums in the academic environment so that one can approach the stages of water treatment in a WTP, empirically presenting the features and benefits brought by each type of water filtration.

Keywords: Aquarism. Environmental education. Water. Filtration. Quality parameters.

LISTA DE TABELAS/ FIGURAS/ GRÁFICOS

Figura 1- Aquários desenvolvidos nesta pesquisa (com e sem filtração)	22
Figura 2- Layout do aquário com sistema de filtração e os elementos de filtração ...	23
Figura 3- Tipos de filtração no aquário desenvolvido nesta pesquisa	23
Figura 4- Direção do fluxo da água no aquário com filtração desenvolvido nesta pesquisa	24
Figura 5- Peixes utilizados para povoar os aquários desenvolvidos nesta pesquisa	24
Figura 6- Reagentes utilizados para as leituras do pH, amônia, nitrito, as durezas total e carbonatos e os termômetros analógicos	25
Figura 7- Condicionador de água utilizado nesta pesquisa	26
Figura 8- Analogia do aquário com filtração com as ETAs	27
Figura 9- Gráficos comparativos das leituras realizadas dos parâmetros de qualidade da água nos aquários desenvolvidos nesta pesquisa	30
Tabela 1- Leituras dos parâmetros de qualidade da água no aquário sem sistema de filtração	28
Tabela 2- Leituras dos parâmetros de qualidade da água no aquário com sistema de filtração	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1. Aquacultura ornamental	15
2.2. Aquariofilia e a Educação Ambiental	15
2.3. Estação de Tratamento de Água e o aquário	16
2.4. A água	16
2.4.1. Parâmetros de qualidade da água	18
2.5. Tipos de filtração e tratamento da água em um aquário	21
3 METODOLOGIA	22
4 RESULTADOS e análise	27
5 CONSIDERAÇÕES	33
REFERENCIAS	34
APÊNDICES	36
APÊNDICE A- Cartilha para montagem dos aquários	36

1 INTRODUÇÃO

Um dos hobbies que vem ganhando bastante espaço no Brasil é a aquariofilia ou aquarismo, que consiste na prática da manutenção de peixes, plantas ou outros seres aquáticos em aquários ou tanques com objetivos de cunho científico ou decorativo, que se difere da aquacultura por não estar atrelada à produção (CARRACA, 2016).

Esta prática pode ser utilizada como uma ferramenta de educação ambiental para o ensino dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, além de demonstrar a importância da preservação e conservação do ambiente submarino com a observação dos seres que nele habitam (ARDEL; SANTOS, 2012).

A aquariofilia tem como um dos objetos principais o aquário: trata-se de um local artificial que tem por finalidade a reprodução do ambiente aquático natural em uma escala menor, de modo que as características presentes em sua estrutura possibilitem o povoamento e desenvolvimento da ictiofauna e das plantas hidrófitas presentes (ARDEL; SANTOS, 2012).

O aquário como instrumento científico permite o aprofundamento de pesquisas das espécies pois facilita a observação dos seus hábitos, o que contribui na elaboração de projetos que visem a preservação e conservação das mesmas (ARDEL; SANTOS, 2012).

A água é outro elemento vital na prática da aquariofilia onde seu tratamento é de suma importância no alcance do padrão de qualidade viável para seu uso em determinada finalidade. Ao se tratar sobre sistemas de abastecimento público, a Estação de Tratamento de Água (ETA) tem o papel de adequar a água dentro do padrão de potabilidade para o consumo humano por meio de processos biológicos, químicos e físicos, sendo desta forma vista como uma indústria que transforma a água bruta em água potável (MICHELAN et al, 2019).

No ambiente natural, a degradação ambiental que os corpos hídricos sofrem devido as pressões antrópicas levaram à formulação da lei que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, onde se encontra o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água com o intuito de

garantir a compatibilidade de sua qualidade em seus usos mais exigentes segundo sua destinação como também a redução dos custos no combate à poluição, conforme as ações de caráter preventivo permanente (SOUZA et al, 2014).

Para proteção deste elemento vital, são empregadas tecnologias para o tratamento da água, de acordo com a necessidade a ser atendida de modo que seu arcabouço possibilite o atendimento da Portaria 2914 (2011) com um baixo custo na sua implantação, manutenção e operação (BRAGA, 2014).

Objetivo geral

Avaliar a eficiência do sistema de filtração da água de um aquário utilizando parâmetros de qualidade da água

Objetivos específicos

- Apresentar os principais parâmetros de qualidade da água importantes na aquariorfilia;
- Realizar a análise comparativa dos parâmetros de qualidade da água entre presença e a ausência do sistema de filtração no aquário;
- Elaborar uma metodologia como estratégia pedagógica para ensino dos tipos de tratamento da água em aquários e Estações de Tratamento da Água.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Aquacultura ornamental

Trata-se de uma atividade antiga bastante propagada que tem por objetivo o cultivo de seres aquáticos tanto para alimentação humana, ou fins de ornamentação: a aquacultura. Em crescimento no mundo, a aquacultura ornamental é notada pela sua ligação com valores econômico, ambiental e social por parte daqueles que a praticam (FARIA, 2018).

Embora as informações desse mercado sejam escassas, as pesquisas vêm contribuindo na obtenção de dados. Estima-se que no comércio de peixes ornamentais em uma escala global, foram movimentados cerca de US\$ 500 milhões em exportação num período entre 2014 e 2015, sendo caracterizado em boa parte por produções de pequeno porte (FARIA, 2018).

2.2. Aquariorfilia e a Educação Ambiental

Devido a possibilidade em ser utilizada como uma ferramenta de educação ambiental, a aquariorfilia vem crescendo no meio acadêmico com fins de pesquisa ou sensibilização quanto ao cuidado com o meio ambiente aquático, pois a maioria dos aquaristas possuem um maior respeito à natureza por ter uma noção da importância em se haver intimamente um equilíbrio no aquário, além de entender que o hobby é fortalecido com a valorização e preservação das espécies (REIS; FILHO; MELLO, 2015).

A montagem e manutenção de aquário em escolas contribui para o desenvolvimento gradual dos estudantes do ensino fundamental e ensino médio a perceberem a importância de se tomar atitudes que sejam menos danosas ao meio ambiente e a responsabilidade social que devem assumir na preservação das espécies e de seus habitats (REIS; FILHO; MELLO, 2015).

2.3. Estação de Tratamento de Água e o aquário

Pode-se observar que a visita a uma Estação de Tratamento de Água (ETA) serve como incentivo aos discentes tanto do nível médio quanto superior a compreensão dos processos químicos envolvidos e a relação deles com as questões ambientais, econômicas e sociais (LIRA *et al*, 2012).

Porém limitações por parte dos alunos são encontradas ao se buscar contato com uma ETA, como o transporte e a disponibilidade de horário, surgindo a necessidade da construção de um protótipo na escola com o intuito de trazer didaticamente uma noção do seu funcionamento de forma aplicada (LIRA *et al*, 2012).

Neste contexto, o aquário pode ser visto como um instrumento para a descrição das etapas de tratamento da água em uma ETA, onde dependendo da montagem de seu sistema de filtração, torna-se possível a abordagem dos tratamentos mecânico, biológico e químico da água em uma escala de visão em que haja uma maior familiarização de cada um deles.

2.4. A água

A água é um elemento indispensável para a existência de vida, que possui características biológicas, físicas e químicas essenciais para sua múltipla aplicabilidade que vão desde a forma natural quanto artificial.

Por possuir as propriedades para ser um solvente, a água tem a capacidade de realizar o transporte de partículas, como também a incorporação de uma grande diversidade de impurezas existentes, as quais são utilizadas na definição da sua qualidade, resultada de fenômenos naturais (como o escoamento superficial e infiltração no solo, proveniente da precipitação atmosférica) ou antrópicos (como exemplos, os lançamentos de resíduos domésticos ou industriais e o uso de agrotóxicos) ligados de uma forma geral, ao uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica (SPERLING, 1996, p.11).

Outra característica que na água também pode ser observada, é seu grande dinamismo de um meio para outro do planeta Terra de forma natural, sendo a esse

processo dado o nome de ciclo hidrológico. É possível distinguir os seguintes mecanismos para que o ciclo da água aconteça: precipitação, escoamento superficial, infiltração, evaporação e transpiração (SPERLING, 1996, p.13).

Ao se tratar do meio antrópico, a água também possui ciclos internos, que por sua vez fazem com que ela sofra alteração em suas características de acordo com a sua aplicação, continuando a se encontrar em seu estado líquido. Em um exemplo típico de uso da água, poderá encontrá-la na forma bruta, tratada, usada (esgoto bruto), esgoto tratado e corpo receptor (SPERLING, 1996, p.16).

As impurezas presentes no meio aquoso se caracterizam da seguinte forma: físicas - estando associadas em sua maior parte aos sólidos que por sua vez podem se encontrar em suspensão, coloidais ou dissolvidos, dependendo do tamanho que possui; químicas – que pode ser classificada em matéria orgânica ou inorgânica; biológicas – onde se observa os seres presentes na água, sejam vivos ou mortos (SPERLING, 1996, p.17).

A pressão antrópica vem reduzindo cada vez mais a disponibilidade de água doce, devido comprometimento de sua qualidade com a poluição e contaminação (KUBOTA, 2013). Com o intuito de possibilitar melhoria na qualidade da água e da saúde da população, o Ministério da Saúde instituiu a Portaria 2914 (2011), trata-se da lei que contém o estabelecimento dos padrões de potabilidade no Brasil (BRAGA, 2014).

Na Resolução de Nº 357 (2005) do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) encontram-se as classificações dadas aos corpos hídricos e as diretrizes ambientais para enquadramento, assim como determina as condições e padrões de lançamento de efluentes. Sua primeira seção, no Artigo 4º, trata da caracterização das águas doces em cinco classes onde em cada uma é apresentada uma determinada destinação.

O capítulo III da Resolução CONAMA Nº 357 (2005) no Artigo 7º relata que os padrões de qualidade das águas nela presentes, estabelecem limites individuais de determinadas substâncias de acordo com a classe do corpo hídrico, enquanto o Artigo 8º afirma que o conjunto de parâmetros de qualidade é escolhido para suprir a proposta de enquadramento que por sua vez deverá ser monitorado periodicamente pelo poder público.

Já a Resolução CONAMA Nº 430 (2011), contém as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementando e alterando a Resolução Nº 357 (2005), onde em seu Artigo 3º determina que os efluentes de qualquer fonte poluidora só poderão ser lançados diretamente no corpo receptor depois de um adequado tratamento, atendendo as condições, padrões e exigências presentes nesta Resolução, como em outras normas em que são possíveis sua aplicação.

O inciso II do Artigo 3º da Resolução 430 (2011), descreve que uma das atribuições que o órgão competente possui é a de exigir a qualquer instante, mediante uma fundamentação técnica, tecnologia ambientalmente correta e com viabilidade econômica para o tratamento dos efluentes, que possua compatibilidade com o respectivo corpo receptor.

2.4.1. Parâmetros de qualidade da água

A qualidade da água pode ser determinada por meio de variados parâmetros, pelos quais são descritas as principais características físicas, químicas e biológicas (SPERLING, 1996, p.22). Os parâmetros apresentados neste trabalho podem ser aplicados de um modo geral, tanto para caracterizar águas com a finalidade de abastecimento quanto residuárias, como mananciais e corpos receptores (SPERLING, 1996, p.22). É essencial que haja uma visão holística quanto da qualidade da água, não tratando os parâmetros de uma forma isolada.

Dentre os parâmetros físicos encontram-se os seguintes:

- cor – é o que traz a coloração da água, relacionada com o reflexo da luz e cuja origem se dá de forma natural por meio da decomposição de matéria orgânica e pela presença de ferro e manganês, ou antrópica por meio de resíduos industriais ou esgotos domésticos e que é constituída pelos sólidos dissolvidos;
- turbidez – onde é representado o grau de interferência com a passagem de luz através da água, deixando a mesma com um aspecto turvo. Sua gênese pode ocorrer naturalmente por meio da presença de partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microrganismos como também de forma antrópica

com os despejos industriais e domésticos e a erosão, sendo constituído por sólidos em suspensão;

- temperatura – trata-se da medição da intensidade de calor que por sua vez pode ser de origem natural por meio da radiação, condução e convecção (solo e atmosfera) assim como antropogênica com o uso de águas de torres de resfriamento e despejos industriais (SPERLING, 1996, p.23 - 25).

Entre os parâmetros químicos têm-se:

- pH – trata-se do potencial hidrogeniônico, é o que representa a concentração de íons de H⁺ expressa em uma escala anti-logarítmica, trazendo uma indicação do nível de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água em uma faixa que vai de 0 a 14, sendo formado por sólidos dissolvidos e gases dissolvidos. Ocorre de forma natural por meio da dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e pelo processo de fotossíntese ou antrópica com os despejos domésticos e industriais;
- alcalinidade (KH) – consiste na quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons de hidrogênio, ou seja, é a capacidade de resistir as mudanças de pH.

Seus principais constituintes são os carbonatos, bicarbonatos e os hidróxidos na forma de sólidos dissolvidos e a sua origem natural se dá na dissolução de rochas e na reação do dióxido de carbono com a água e de modo antrópico por meio pelos despejos industriais;

- dureza total (GH) – é a concentração de cátions multimetálicos em solução nos quais estão frequentemente associados à dureza, os divalentes de cálcio e magnésio. Em condições de supersaturação os cátions reagem com os ânions presentes na água, o que forma os precipitados, a dureza pode ser categorizada em carbonato e não carbonato e sua formação natural ocorre com a dissolução de minerais que possuam cálcio e magnésio ou de forma antrópica pelos despejos industriais, e se apresenta na forma de sólidos dissolvidos;

- nitrogênio – Encontra-se alternado em várias formas de oxidação na biosfera, sendo no meio aquático achado como nitrogênio: molecular, orgânico, amônia, nitrito e nitrato onde sua formação se dá como sólidos em suspensão e dissolvidos. É constituído naturalmente em proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos e nas atividades antrópicas como nos despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes;
- oxigênio dissolvido – essencial para os organismos aeróbios, e enquanto a matéria orgânica não se estabiliza as bactérias utilizam o oxigênio para seus processos respiratórios, o que traz uma possível redução de sua concentração no meio, o que pode acarretar na morte de diversos seres aquáticos como os peixes. Caso o oxigênio seja completamente utilizado, deixará o ambiente em condições anaeróbias, o que resultará na formação de maus odores (SPERLING, 1996, p.26-33).

Ao se tratar dos parâmetros de qualidade da água em relação a estabilidade do aquário, é importante ter a percepção de que cada um afetará de alguma forma a ictiofauna e a hidrófitas presentes. Os peixes sofrem variações em seu comportamento de acordo com a mudança de cada parâmetro e por isso é importante cuidado em monitorá-los.

Durante o povoamento do aquário é importante se observar em relação as espécies quanto ao pH compatível, pois nem todos os seres aquáticos conseguem se adaptar em uma faixa de concentração diferente a seu local de origem, podendo ocasionar a morte dos mesmos. Já a amônia é um composto bastante perigoso para os peixes em concentração elevada, pois causa estresse, danos as brânquias e a corrosão das nadadeiras, levando o ser aquático ao óbito (ALCON, 2021).

O teor de nitrito, em níveis elevados, influencia os glóbulos vermelhos do sangue do peixe, diminuindo sua capacidade de respiração, o que pode matá-lo. Quanto ao nível de dureza da água ou dureza total, possui influência na reprodução de algumas espécies de peixes que por sua vez não procriam caso não se encontre semelhante ao de seu habitat natural (ALCON, 2021).

Por fim, a dureza em carbonatos além de estar relacionada com o pH, também serve como indicador da concentração de dióxido de carbono presente na

água, sendo crucial seu conhecimento para o cultivo de plantas hidrófitas e no controle de algas.

2.5. Tipos de filtração e tratamento da água em um aquário

O sistema de filtração da água utilizado tanto em estações de tratamento da água quanto nas indústrias, é composto por elementos filtrantes que têm por finalidade otimizar a qualidade da água segundo sua aplicação, nos parâmetros físico, biológico e químico, onde a construção de tal sistema de filtração da água também acontece em aquários para o mesmo fim.

Dentre os elementos de filtração utilizados frequentemente em aquários, podem-se citar como os principais no tratamento mecânico a lã acrílica (perlon) e a esponja filtrante, onde a diferença funcional de ambos está na retenção de partículas pois a lã acrílica possui uma maior eficiência, mas a sua saturação ocorre mais rápido em relação a esponja filtrante, sendo necessária sua substituição em um espaço de tempo menor (ALCON, 2021).

Na filtração biológica, são utilizados elementos filtrantes que servem para o alojamento das bactérias que farão a decomposição de fezes, urina, restos de alimentos dentre outros materiais orgânicos em excesso na água, sendo as bactérias nitrificantes responsáveis pelo controle das taxas de concentração da amônia e do nitrito na água que dependendo de como estiverem, podem ser nocivos à ictiofauna (ALCON, 2021)

Podem-se destacar como principais elementos de filtração biológica os anéis cerâmicos, bio ball, dentre outros materiais cuja a porosidade seja elevada de modo que aloje um maior número de bactérias aeróbias e anaeróbias em um espaço menor no sistema de filtragem e desta forma aumentar a viabilidade da colonização de bactérias nitrificantes (ALCON, 2021)

Ao se tratar de filtração química, podem-se destacar os seguintes elementos filtrantes cujo principal processo envolvido para tal fim é a adsorção, que ao se tratar do carvão ativado, a reação ocorre com sua superfície e o soluto adsorvido, sendo este processo na maioria das vezes irreversível (GUERRA et al, 2015).

3 METODOLOGIA

Para a realização da análise experimental, foram montados dois aquários (Figura 1) com o mesmo dimensionamento (50cm de comprimento, 25cm de largura, 40cm de altura), onde apenas um deles foi implantado um sistema de filtração da água (*sump*) integrado pela sua lateral com divisórias, formando um compartimento com 14 cm de comprimento, 13 cm de largura e 40 cm de altura.

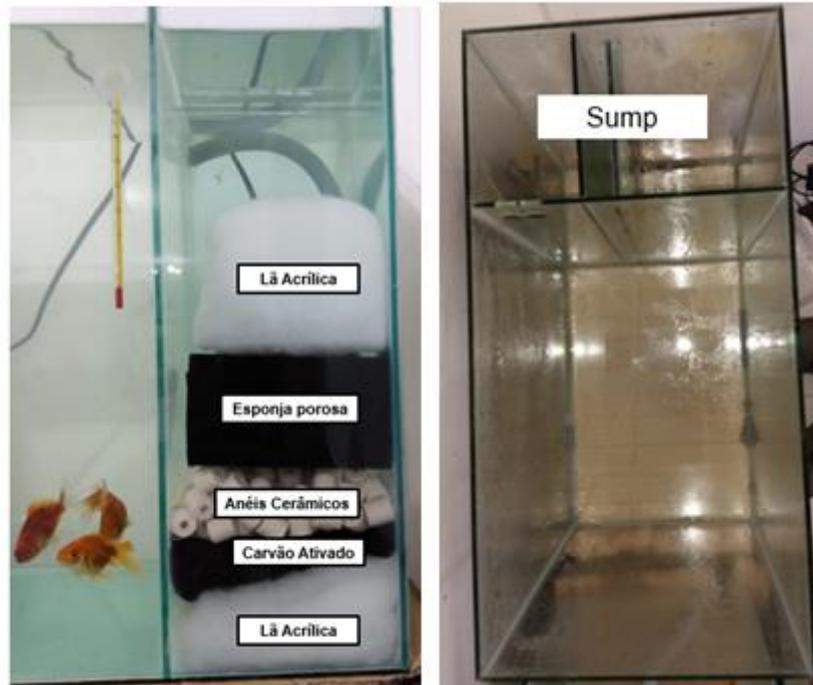
Figura 1- Aquários desenvolvidos nesta pesquisa (com e sem filtração)



Fonte: O autor (2021)

O *sump* consiste em um reservatório externo ou presente no próprio aquário por meio de divisórias pela parte lateral ou traseira dele, contendo para o tratamento da água elementos de filtração (Figura 2). Neste presente trabalho, foram utilizados no tratamento da água: lã acrílica, esponja porosa, anéis cerâmicos (500g) e o carvão ativado (500g).

Figura 2- Layout do aquário com sistema de filtração e os elementos de filtração



Fonte: O autor (2021)

O layout utilizado para a montagem do aquário com o sistema de filtração da água possibilitou a visualização das etapas de tratamento da água com os seguintes tipos de filtração: mecânica (lã acrílica e esponja porosa), biológica (anéis cerâmicos) e química (carvão ativado) (Figura 3).

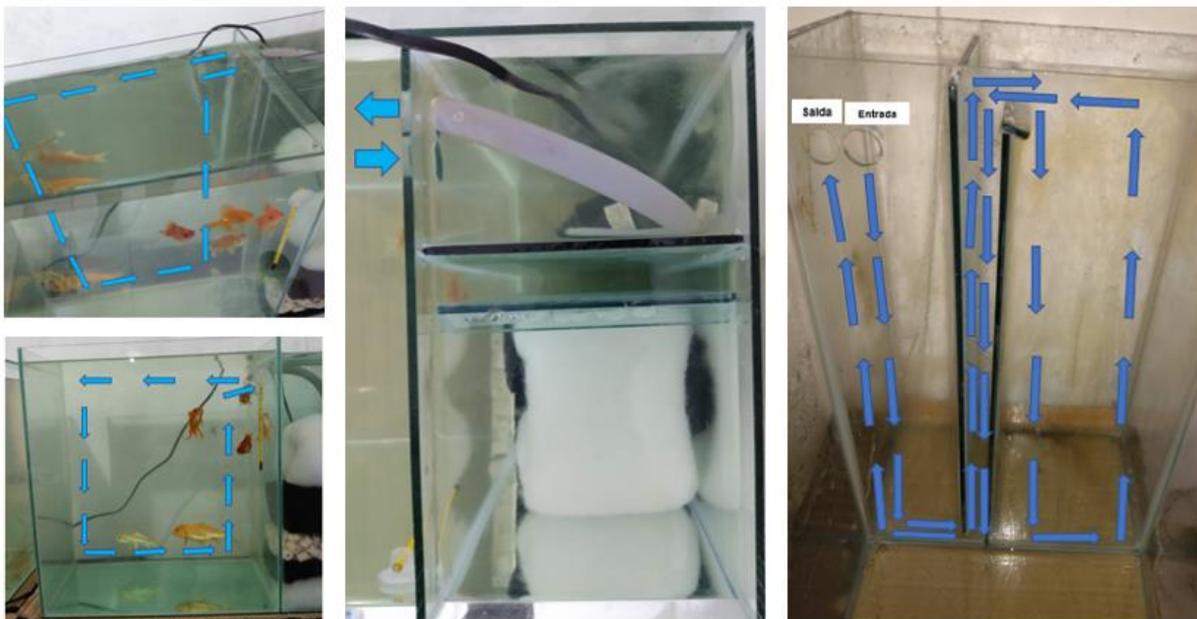
Figura 3- Tipos de filtração no aquário desenvolvido nesta pesquisa



Fonte: O autor (2021)

O direcionamento do fluxo da água no aquário dentro e fora do sump (Figura 4).

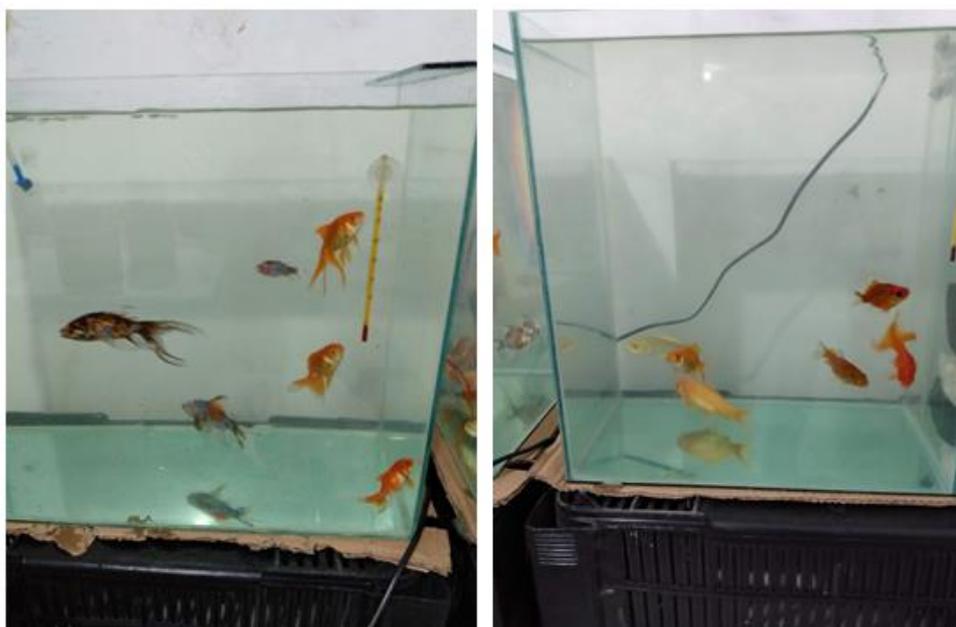
Figura 4- Direção do fluxo da água no aquário com filtração desenvolvido nesta pesquisa



Fonte: O autor (2021)

Ambos os aquários foram povoados com seis peixes, de duas espécies que são facilmente encontrados para fins de ornamentação: duas *Cyprinus carpio* (Carpa koi) e quatro *Carassius Auratus* (Kinguios), todos em pequeno porte (Figura 5).

Figura 5- Peixes utilizados para povoar os aquários desenvolvidos nesta pesquisa



Fonte: O autor (2021)

Cada aquário possui um tipo de oxigenador artificial, onde o aquário ausente de sistema de filtração possui um aerador com pressão de 0.01 mpa e de vazão tem 4 L/min, e o outro possui uma bomba submersa com uma vazão de 580 L/h, sendo necessário uma redução na saída da mangueira para diminuir a força ao devolver a água após passar pelo *sump*.

O uso de reagentes químicos e termômetros serviram como instrumentos de leituras dos parâmetros de qualidade da água apresentados: pH, alcalinidade (KH), dureza total (GH), amônia tóxica (NH₃), nitrito (NO₂) e temperatura (ARDEL; SANTOS, 2012).

Os reagentes químicos utilizados para análise química da água são os que normalmente encontram-se em lojas de aquarismo: a linha *Labcon* da *Alcon*, onde cada reagente possui uma de leitura e precisão direcionado à aquários de água doce e lagos, e postos em cada aquário um termômetro interno analógico que também são facilmente encontrados no comercio do ramo para aferir a temperatura (Figura 6).

Figura 6- Reagentes utilizados para as leituras do pH, amônia, nitrito, as durezas total e carbonatos e os termômetros analógicos



Fonte: O autor (2021)

A água presente em ambos os aquários é derivada de um poço artesiano, onde foi utilizado para o tratamento desta água um condicionador da linha da *Tetra* chamado *Aquasafe* (Figura 7), que tem por função neutralizar cloro, cloramina e metais pesados, sendo o foco para seu uso, e também contribuindo para a proteção

da mucosa dos peixes. Na medida que a água baixava seu nível de volume, era repostada tratada pelo condicionante.

Figura 7- Condicionador de água utilizado nesta pesquisa

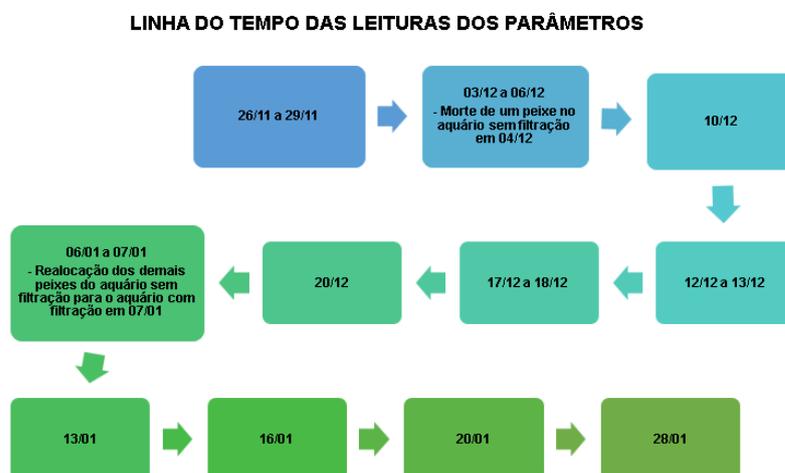


Fonte: O autor (2021)

Em relação a periodicidade da realização das leituras dos parâmetros de qualidade da água, de 26/11/19 a 28/01/20, a linha do tempo (Figura 8) indica os intervalos com as datas correspondentes das leituras feitas.

Não há uma norma direcionada ao intervalo de leituras dos parâmetros de qualidade da água em um aquário, possivelmente por ser levado em consideração que cada aquário possui uma dinâmica diferente quanto aos fatores relacionados a dimensionamento, características físico-químicas da água, a espécie que povoará e o seu número, tipos e quantidade de elementos filtrantes, sendo recomendada as leituras ao se notar alguma mudança no aquário como um todo, havendo um menor intervalo de leituras em um aquário novo, que inicialmente não é estável.

Figura 8 - Linha do Tempo das leituras dos parâmetros de qualidade da água aferidos

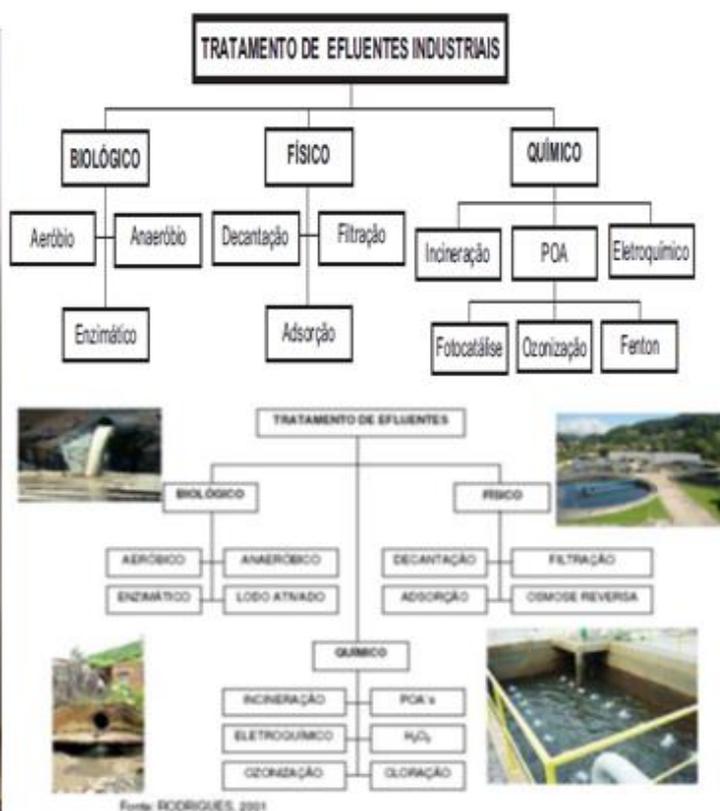
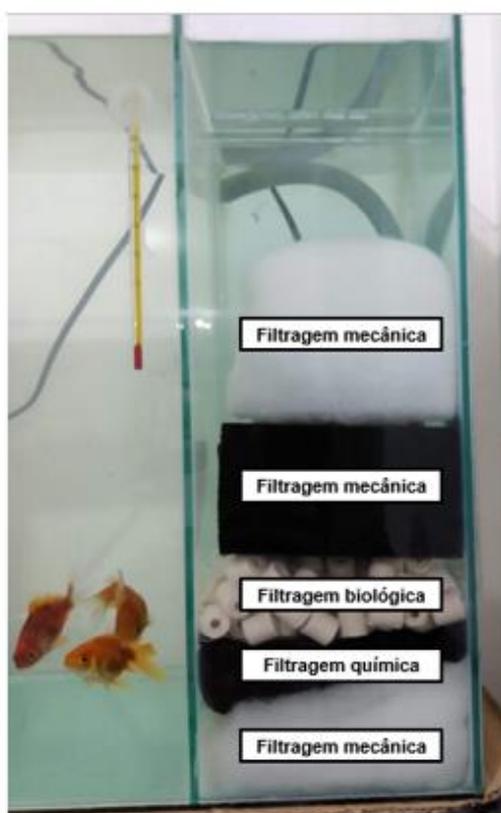


Fonte: O autor (2021)

4 RESULTADOS E ANÁLISE

O aquário com *sump*, trouxe de forma micro, as etapas de tratamento da água análogo às Estações de Tratamento da Água (Figura 8).

Figura 9- Analogia do aquário com filtração com as Estações de Tratamento da Água



Fonte: Compilação do autor utilizando imagem própria junto com imagens extraídas de outras publicações (FREIRE et al, 2000 e PINTO, 2009)

Por meio das leituras dos parâmetros realizadas nos aquários com o sistema de filtração (Tabela 2) e sem a presença dele (Tabela 1), foi possível comparar a qualidade da água em ambos.

Tabela 1- Leituras dos parâmetros de qualidade da água no aquário sem sistema de filtração

LEITURAS DO AQUÁRIO SEM SISTEMA DE FILTRAÇÃO						
Data	Temperatura (°C)	pH	NH3 (ppm)	NO2 (ppm)	Alcalinidade (dKH°)	Dureza Total(dH°)
26/11/19	30,0	7,2	0,25	2,80	3	1
27/11/19	30,0	7,2	0,25	2,80	3	1
28/11/19	30,2	7,2	0,25	2,80	2	1
29/11/19	30,0	7,2	0,25	2,80	2	1
03/12/19	30,0	7,2	0,25	2,80	2	1
04/12/19	30,0	7,2	0,25	1,00	2	1
05/12/19	30,0	7,0	0,25	0,50	2	1
06/12/19	30,0	7,0	0,25	0,50	2	1
10/12/19	30,0	7,0	0,25	0,50	2	1
12/12/19	30,1	7,0	0,25	0,50	2	1
13/12/19	30,0	7,0	0,25	0,50	2	1
17/12/19	30,0	6,8	0,25	0,50	2	1
18/12/19	30,0	6,8	0,25	0,50	2	1
20/12/19	30,0	6,6	0,25	0,50	2	2
06/01/20	30,0	6,2	1,00	0,25	2	1
07/01/20	30,0	6,2	1,00	0,25	2	1
13/01/20	30,0	6,2	1,00	0,25	3	1
16/01/20	30,0	6,2	1,00	0,25	3	1
20/01/20	30	6,4	2,00	0,25	3	1
28/01/20	30,0	6,6	2,00	0,50	3	2

Fonte: O autor (2021)

Tabela 2- Leituras dos parâmetros de qualidade da água no aquário com sistema de filtração

LEITURAS DO AQUÁRIO COM SISTEMA DE FILTRAÇÃO						
Data	Temperatura (°C)	pH	NH3 (ppm)	NO2 (ppm)	Alcalinidade (dKH°)	Dureza Total (dH°)
26/11/19	30,2	7,2	0,25	1,75	3	1
27/11/19	30,2	7,2	0,25	1,75	3	1
28/11/19	30,0	7,2	0,25	1,75	3	1
29/11/19	30,2	7,2	0,25	1,75	3	1
03/12/19	30,2	7,2	0,25	1,75	3	1
04/12/19	30,2	7,2	0,25	1,75	3	2
05/12/19	30,2	7,2	0,25	1,75	3	2
06/12/19	30,2	7,2	0,25	0,50	3	2
10/12/19	30,4	7,2	0,25	0,50	3	2
12/12/19	30,4	7,5	0,25	0,25	3	2
13/12/19	30,4	7,2	0,25	0,25	3	2
17/12/19	30,2	7,2	0,25	0,25	3	2
18/12/19	30,2	7,2	0,25	0,25	3	2
20/12/19	30,2	7,2	0,25	0,25	3	2
06/01/20	30,2	7,0	0,25	0,25	2	2
07/01/20	30,2	7,0	0,25	0,25	2	2
13/01/20	30,2	7,0	0,25	0,25	3	2
16/01/20	30,2	6,8	0,25	0,25	3	2
20/01/20	30,4	6,8	0,25	0,25	3	2
28/01/20	30,2	6,8	0,25	0,25	3	2

Fonte: O autor (2021)

Cada parâmetro mensurado durante todo o experimento mostra a evolução de demonstrada em gráfico (Figura 10):

Figura 10- Gráficos comparativos das leituras realizadas dos parâmetros de qualidade da água nos aquários desenvolvidos nesta pesquisa



Fonte: O autor (2021)

Foi observado que a temperatura não sofreu uma diferença significativa entre os aquários, ficando com os valores próximos. Possivelmente essa diferença de temperatura pode estar associada ao volume da água dos aquários, pois o aquário com *sump* possui uma capacidade um pouco menor devido à presença dos elementos de filtragem, das divisórias, mangueira e bomba submersa.

Quanto aos valores aferidos do pH, foi notória a diferença no aquário com *sump*, conseguindo mantê-lo com uma maior estabilidade, devido ao sistema de filtração da água tratar os dejetos que contribuem para a baixa dele. O pH neutro ou levemente alcalino é frequentemente indicado para a desenvoltura de várias espécies peixes (NASCIMENTO et al, 2007)

A diferença entre os valores das leituras tanto da amônia tóxica livre quanto do nitrito livre de ambos aquários mostra uma alteração considerável, comprometendo a permanência dos peixes no aquário ausente do sistema de filtragem, ocasionando a morte de um deles no dia 04/12/19, sendo necessária a retirada dos demais peixes desse aquário para não terem o mesmo fim no dia 07/01/20, pois níveis de ambos os parâmetros estavam ainda mais críticos para permanência deles.

Possivelmente a presença considerável de amônia tóxica e nitrito livre deve-se aos dejetos liberados pelos peixes e as sobras de rações, ou até mesmo talvez ter ocorrido a contaminação do lençol freático de onde foi captada a água para encher os aquários, sendo necessário o teste de coliformes fecais.

Os peixes retirados do aquário sem filtração foram postos no aquário com filtração que mesmo com esse aumento populacional, conseguiu manter a qualidade da água viável para a permanência deles, pois a maior circulação da água proporcionada pela bomba submersa contribui para a oxidação da amônia e nitrito.

A dureza de carbonatos manteve uma maior constante em ambos aquários, porém em escalas diferentes, onde entre os dias 22/12/19 a 12/01/20, o aquário com o sistema de filtragem sofreu alteração valores das leituras, retomando ao valor inicial a partir do dia 13/01/20. Quanto a dureza total, ambos os aquários iniciaram com a mesmo valor, porém no decorrer das leituras constatou a elevação do valor no aquário com o sistema de filtragem, que após essa alteração, permaneceu com o mesmo valor enquanto o outro aquário sofreu oscilações nas leituras.

Dentre os principais parâmetros de qualidade da água, foram mensurados neste presente trabalho: Temperatura, pH, Nitrogênio nas formas NH_3 e NO_2 , Alcalinidade e Dureza, contribuindo para o conhecimento das características biológicas, químicas e físicas da água (TREVISOL; MORI; SILVA, 2014), com a possibilidade de observar como a qualidade da água é afetada por meio da variação dos parâmetros e de que forma compromete a saúde dos indivíduos, neste caso os peixes.

Embora não tenha sido analisado o parâmetro cloreto devido a origem da água utilizada ser de um poço artesiano, é de suma importância sua análise ao utilizar a água advinda do abastecimento público, sendo recomendado a leitura do

cloreto mesmo depois de usar o condicionante para saber se o mesmo foi neutralizado, pois o mesmo em alta concentração ocasiona a morte dos peixes e plantas aquáticas.

A estrutura dos aquários pode não ter uma diferença significativa nas características da água, como construções utilizando apenas vidro ou com o uso alternativo de azulejos, sendo os elementos de filtração utilizados o fator determinante para a melhoria da qualidade da água, onde cada material trouxe determinado nível de eficiência no tratamento da água (FUJIMOTO; SANTOS; JUNIOR, 2014).

A automação do sistema de tratamento e monitoramento dos principais parâmetros da água tem sido um grande desafio entre os aquaristas, utilizando como ferramenta para este fim microcontroladores para programação de sensores, tendo como exemplo os de temperatura e iluminação, assim como o acionamento de aquecedores (BANISKI et al, 2019). Existem dificuldades quanto ao acionamento via web devido compatibilidade entre dispositivo e software para determinadas funções, sendo feito o uso de botões nos acionamentos (SOUZA et al, 2017).

A troca parcial da água periodicamente contribui na manutenção dos parâmetros de qualidade químicos da água (SOUZA et al, 2017), que por sua vez poderia automatizar a reposição da água nos aquários desenvolvidos nesta presente pesquisa, implementando sensor de nível que acionaria uma bomba de água extra posta em algum reservatório com água a parte, sendo necessária apenas a limpeza ou substituição dos elementos de filtração do sump.

A Cartilha para montagem dos aquários foi confeccionada com o intuito de instruir de forma didática, os procedimentos necessários para montagem, manejo e manutenção de cada aquário.

5 CONSIDERAÇÕES

O presente trabalho mostrou a aquariofilia ou aquarismo como uma importante ferramenta para educação ambiental de forma holística, abrangendo tanto formas de observação quanto análises físico-químicas da água, visto como parâmetros principais de qualidade da água analisados: a temperatura, o pH, a amônia (NH₃), o nitrito (NO₂), e as durezas total e de carbonatos ou alcalinidade (KH).

Foi possível notar o quanto é fundamental o cuidado com os parâmetros de qualidade da água para o equilíbrio do ambiente aquático por meio das leituras realizadas dos parâmetros nos aquários, onde foi reforçada a importância em se ter um sistema de filtração da água, que pode se assemelhar a um sistema de tratamento utilizado em uma Estação de Tratamento da Água (ETA), trazendo uma visão micro do mesmo.

O sistema de filtração pode ser utilizado pedagogicamente para ensino no meio acadêmico dos tipos de filtrações existentes e suas funcionalidades e benefícios trazidos para a melhoria das características físico-químicas da água, mantendo-a estável para os seres aquáticos por mais tempo.

Há importância em se investir na nanotecnologia para o desenvolvimento de elementos de filtração da água para ambientes micro para que se tenha um maior aproveitamento da água nas suas diversas aplicabilidades.

É possível realizar uma abordagem holística dos conhecimentos acadêmicos com o uso da aquariofilia de forma aplicada por meio de aquários e estruturas laboratoriais simplificadas e didáticas que são facilmente encontradas em lojas especializadas do ramo do aquarismo com valor acessível.

Por meio da elaboração da cartilha (Apêndice A) para montagem dos aquários, o processo de implantação dos mesmos torna-se mais simplificado com o passo a passo, facilitando na compreensão da construção e manejo dos protótipos.

REFERENCIAS

ALCON – Indústria e Comércio de Alimentos Desidratados Alcon Ltda. **Seu novo aquário**. Disponível em <http://alconpet.com.br/pets-por-segmento/peixes>. Acesso 10/06/2021

ARDEL; SANTOS, Vinícius Ferreira Ardel e Solange Alves Duarte dos Santos. **A AQUARIOFILIA COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**. Cascavél, 2012

BANISKI et al, Alex Sandro Baniski et al. **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROLE PARA UM AQUÁRIO JUMBO**. Ponta Grossa, 2019

BRAGA, Fernando Pinto Braga. **AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA – MG**. Juiz de Fora, 2014

CAMARGO; FARIA; PARADISO, Carla Bernadete Camargo, Leonardo Faria Costa e Silvio Ruiz Paradiso. **SISTEMA DE CONTROLE PARA AQUARIOFILIA**. Maringá, 2012

CARRACA, Suzana Carraca. **Estágio no Oceanário de Lisboa Técnicas de aquariofilia em aquários públicos**. Porto, 2016

CONAMA (2005) Resolução nº 357. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, Ministério do Meio Ambiente. Brasil

CONAMA (2011) Resolução nº 430. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, Ministério do Meio Ambiente. Brasil

FARIA, Camila Fernanda Almeida de Faria. **Caracterização do mercado de aquariofilia no Rio Grande do Norte e a aquicultura ornamental de baixo custo de implantação**. Natal, 2018

FREIRE et al, Renato Sanches Freire et al. **NOVAS TENDÊNCIAS PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS CONTENDO ESPÉCIES ORGANOCOLORADAS**. Campinas, 2000

FUJIMOTO; SANTOS; JUNIOR, Rodrigo Yudi Fujimoto, Rudã Fernandes Brandão Santos e Aristides Manso Figueiredo Junior. **Uso de Material Alternativo para Construção de Aquários e Filtros para Criação de Peixes**. Aracaju, 2014

GUERRA et al, Alaine de Brito Guerra et al. **Remoção de microcistina-LR de águas eutrofizadas por clarificação e filtração seguidas de adsorção em carvão ativado granular**. Disponível em <https://www.scielo.br/j/esa/i/2015.v20n4/>. Acesso 10/06/2021

KUBOTA, Alexandre Iwao Kubota. **ÁGUA SUA PROTEÇÃO LEGAL, E A SUSTENTABILIDADE DO MEIO EM QUE VIVEMOS**. Disponível em <http://www.site.ajes.edu.br/direito/arquivos/20131029232255.pdf>. Acesso 10/06/2021

LIRA et al, Milton Basto Lira et al. **PROTÓTIPO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO: UM RECURSO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS CONTEXTUALIZADO. O ENSINO DE CIÊNCIAS CONTEXTUALIZADO**. Mato Grosso do Sul, 2012

MICHELAN et al, Denise Conceição Gois Santos Michelin. **Desempenho das etapas de tratamento de água da estação de tratamento de água Poxim**. Sergipe, 2019

Ministério da Saúde (2011). Portaria Nº 2914. Padrão de potabilidade da água para consumo humano. Brasília – DF

NASCIMENTO; BOIJINK; PÁDUA, Thálita Stefann R. Nascimento, Cheila de Lima Boijink e Delma M. Cantisani Pádua. **EFEITO DO pH DA ÁGUA NO EQUILÍBRIO IÔNICO DE ALEVINOS DE *Piaractus mesopotamicus***. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/115054/1/QAGUA-06.pdf>. Acesso 11/06/2021

PINTO, K.G.A. (2009). **Tratamento de Efluentes Industriais e Domésticos**. Conselho Regional de Química IV Região. Campinas – SP

REIS; FILHO; MELLO, Paulo César Nepomuceno dos Reis, José Teixeira de Seixas Filho e Silvia Conceição Reis Pereira Mello. **AQUARIOFILIA COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO BÁSICO**. Rio de Janeiro, 2015

SOUZA et al, Juliana Rosa de Souza et al. **A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil**. Fortaleza, 2014

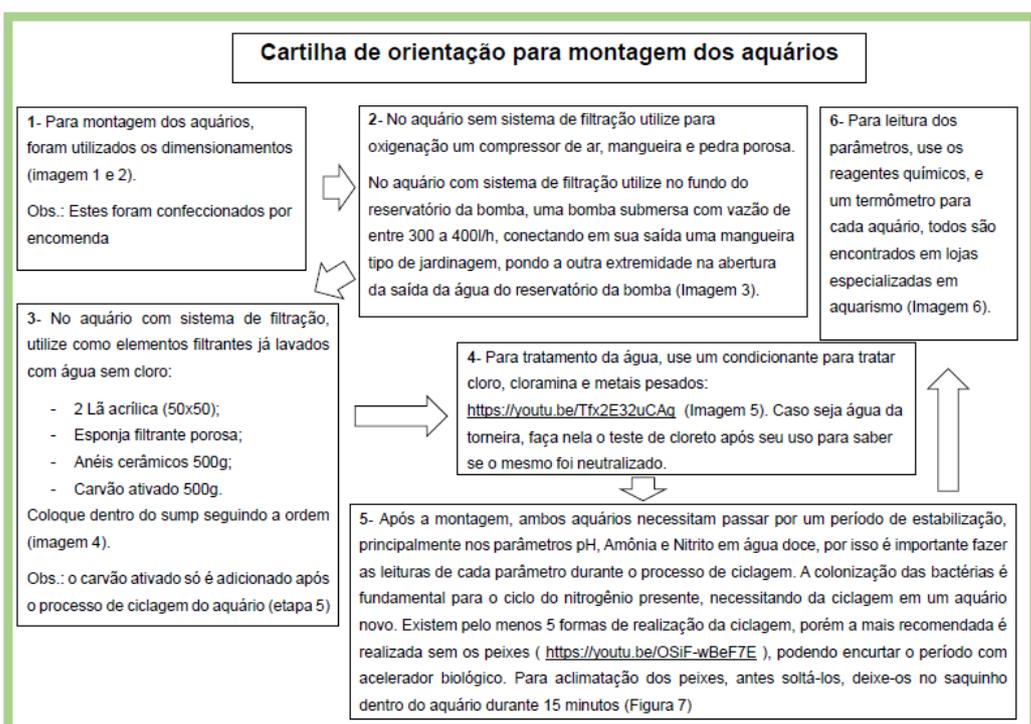
SOUZA et al, Pedro Henrique Arantes de Souza et al. **AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO EM AQUÁRIOS UTILIZANDO ARDUÍNO**. Disponível em <https://periodicos.unis.edu.br/index.php/interacao/article/download/144/130/>. Acesso 10/06/2021

SPERLING, Marcos Von Sperling. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996

TREVISOL; MORI; SILVA, Fábio Trevisol, Marcelo Rosales Mori e Márcio José Dantas da Silva. **SISTEMA DE CONTROLE E MONITORAÇÃO DOS FATORES DETERMINÍSTICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM AQUÁRIOS**. Curitiba, 2014

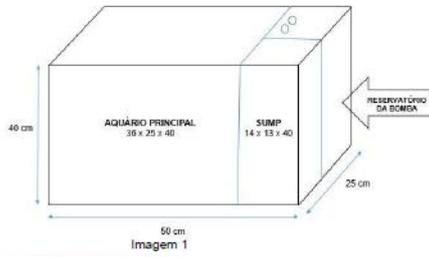
APÊNDICES

APÊNDICE A- Cartilha para montagem dos aquários



Cartilha de orientação para montagem dos aquários

AQUÁRIO COM SISTEMA DE FILTRAÇÃO



AQUÁRIO SEM SISTEMA DE FILTRAÇÃO

