



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS**

CAMPUS PALMAS

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

MATHEUS TORRES DOS SANTOS

TATIANE SILVA ALVES

OS BENEFÍCIOS DO CULTIVO AQUAPÔNICO PARA O MEIO AMBIENTE

PALMAS – TO

2021

MATHEUS TORRES DOS SANTOS

TATIANE SILVA ALVES

OS BENEFÍCIOS DO CULTIVO AQUAPÔNICO PARA O MEIO AMBIENTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), como requisito para obtenção do título de Tecnólogo(a) em Gestão do Agronegócio.

**PALMAS – TO
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

-
- S237b Santos, Matheus Torres Dos
 Os benefícios do cultivo aquapônico para o meio ambiente /
 Matheus Torres Dos Santos, Tatiane Silva Alves. – Palmas, TO,
 2021.
 19 p. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão do
 Agronegócio) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
 do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2021.
- Orientador: Dr. Frank Toshimi Tamba
1. Aquaponia. 2. Sistema de cultivo. 3. Meio Ambiente. I. Alves,
 Tatiane Silva. II. Tamba, Frank Toshimi III. . IV. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
 de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
 pelo(a) autor(a).**

07/12/2021 20:16

SEI/IFTO - 1467025 - Declaração



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS

MATHEUS TORRES DOS SANTOS & TATIANE SILVA ALVES
OS BENEFÍCIOS DO CULTIVO AQUAPONICO PARA O MEIO AMBIENTE

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio do Instituto Federal do Tocantins como requisito para a obtenção de grau de Tecnólogo em Agronegócio.

Data da aprovação: 26 de Novembro de 2021.

Banca Avaliadora:

Prof. Dr. Frank Toshimi Tamba
Presidente da Banca de TCC

Profª Dra. Hélien Fernandes Moreira
1º Membro da Banca Avaliadora

Profª Msc. Ana Carolina Nogueira Falcão
2º Membro da Banca Avaliadora



Documento assinado eletronicamente por **Frank Toshimi Tamba, Servidor**, em 07/12/2021, às 09:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Helen Fernandes Moreira, Servidora**, em 07/12/2021, às 11:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Nogueira Falcao, Servidora**, em 07/12/2021, às 15:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1467025** e o código CRC **87E8CA7E**.

Referência: Processo nº 23236.019765/2021-98

SEI nº 1467025

OS BENEFÍCIOS DO CULTIVO AQUAPÔNICO PARA O MEIO AMBIENTE

THE BENEFITS OF AQUAPONIC CULTIVATION FOR THE ENVIRONMENT

Matheus Torres dos Santos*

Tatiane Silva Alves**

Frank Toshimi Tamba***

Resumo: O presente estudo tem como escopo discutir inicialmente os aspectos gerais a respeito da aquaponia. Esse método consiste na criação racional de organismos aquáticos e na produção plantas dentro de um sistema de recirculação que utiliza os ciclos naturais das bactérias para converter os dejetos e desperdícios dos peixes em nutrientes para as plantas. Os dejetos produzidos pelos peixes são ricos em nutrientes que alimentam e nutrem as plantas, que por sua vez filtram a água para os peixes. Os dois sistemas estão fisicamente separados e são interligados por um sistema de bombeamento que leva a água com resíduos orgânicos para o sistema de filtragem biológica e seguindo para o sistema hidropônico, por fim retornando a água limpa do sistema hidropônico para o tanque com os peixes. Diante disso, busca-se com essa pesquisa analisar os efeitos que esse método de produção possui no Meio Ambiente. Para a realização desse estudo, na parte metodológica, tratando-se de uma revisão da literatura, baseia-se em livros, artigos científicos e pesquisas realizadas por empresas que utilizam esse sistema. Nos resultados, ficou nítido observar que a aquaponia é benéfica ao Meio Ambiente, pois tem sido proposta como tecnologia eficiente, dentro do contexto de reuso da água, de mínima produção de resíduos, utilização de espaços e recursos naturais.

Palavras-chave: Aquaponia. Cultivo. Meio Ambiente. Benefício.

* Graduando do curso de Gestão do Agronegócio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Campus Palmas – TO. E-mail: meninodeagro@gmail.com

** Graduanda do curso de Gestão do Agronegócio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Campus Palmas – TO. E-mail: tatypalmas2017@gmail.com

*** Professor orientador graduado em Agronomia pela UFMS, Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócios pela UFT e Doutor em Sociologia pela UFPE. Docente do curso de Gestão do Agronegócio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Campus Palmas – TO. E-mail: Frank@ifto.edu.br

Abstract: The present study aims to discuss initially the general aspects regarding aquaponics. This method consists of the rational creation of aquatic organisms and the production of plants within a recirculation system that uses the natural cycles of bacteria to convert fish waste and into nutrients for the plants. The waste produced by fish is rich in nutrients that feed and nourish the plants, which in turn filter the water for the fish. The two systems are physically separated and are interconnected by a pumping system that takes the water with organic residues to the biological filtration system and then to the hydroponic system, finally returning the hydroponic system to the pond with the fish. Therefore, this research seeks to analyze the effects that this method has on the Environment. For the realization of this study, in the methodological part, in the case of a literature review, it is based on books, scientific articles and research carried out by companies that use this system. In the results, it was clear to observe that aquaponics is beneficial to the Environment, as it has been proposed as an efficient technology, within the context of water reuse, minimal waste production, use of spaces and natural resources.

Keywords: Aquaponics. Cultivation. Environment. Benefit.

1 INTRODUÇÃO

Em decorrência do atual cenário de crise hídrica que assola o Brasil, atingindo até mesmo regiões onde a falta d'água nunca foi um problema, a busca por métodos de produção agropecuária e tecnologias inovadoras torna-se de fundamental importância para atender a crescente demanda por alimentos e retardar a velocidade de depleção dos recursos hídricos. Junto com o crescimento da população, eleva-se o consumo da água e a contaminação de mananciais. Portanto, faz-se necessário encontrar soluções cada vez mais inovadoras para produção de alimentos com baixo consumo de água e que não gerem efluentes que contaminem os rios (SÁTIRO; NETO; DELPRETE, 2018).

Diante do cenário apontado acima, um dos métodos que tem sido propagado é o cultivo aquapônico. A aquaponia é um método que une dois tipos de produção em um só local: produção de peixes em cativeiro e hidroponia (KUHNEN et al. 2016).

A aquaponia tem como premissa a produção de alimentos saudáveis com uma visão de respeito ao meio ambiente e atendimento às atuais demanda de um mercado consumidor mais consciente e exigente. É uma técnica de produção de alimentos que pode reduzir o consumo de água em até 90%, se comparada aos sistemas convencionais, e promover o reaproveitamento integral do efluente gerado dentro do próprio sistema (SALLES, 2019).

Diante disso, o presente estudo tem como escopo discorrer a respeito de como o cultivo aquapônico pode trazer benefícios ao Meio Ambiente. Busca-se com esse tema apresentar primeiramente o conceito e principais aspectos desse método, para posteriormente correlacioná-lo a sua aplicabilidade ao espaço ambiental de forma que possa trazer benefícios.

Portanto, objetiva-se com essa temática evidenciar o quão importante tem sido a instalação de aquaponia em território brasileiro. Insta salientar que apesar de sua relevância, o cultivo aquapônico ainda é pouco discutido na literatura, tendo escassas pesquisas in loco sobre seu trabalho. Desse modo, o que se mostrará no decorrer desse trabalho é um recorte dos principais estudos concernentes a esse tema.

2 MEIO AMBIENTE: ASPECTOS GERAIS

Antes de se adentrar no tema por ora proposto, é necessário tecer algumas linhas gerais a respeito do Meio Ambiente, tanto em relação ao seu conceito como a sua normatização.

É sabido que o meio ambiente faz parte indiscutivelmente da vida humana; sem ele não haveria vida. Esse ambiente representa tudo àquilo que existe no planeta, onde os animais e os indivíduos ocupam o seu espaço. Portanto, entender o espaço ambiental se torna fundamental na medida em que se entende pela vida de pessoas, animais, vegetais e tudo o que vive e produz na Terra.

A evolução do homem está diretamente ligada à evolução ambiental. Os seres vivos só foram criados e mantidos por estarem inseridos em um ambiente que lhes proporcionassem a vida. Assim, o homem só permanece vivo porque o ambiente a qual está inserido o permite. O ar, a água, a terra, entre outros, são elementos essenciais para a sobrevivência humana. E esses elementos são integrantes do Meio Ambiente.

O Meio Ambiente é de extrema importância para qualquer ser vivo. Sua importância reside justamente por abarcar todo e qualquer corpo ou substância existente neste planeta, oferecendo os elementos essenciais para a sua sobrevivência.

Conceitualmente, o Meio Ambiente possui várias definições e que foram se ampliando ao longo do tempo. Alguns defendem que se inserem em seu conceito qualquer ser vivo, outros afirma que são compostos todos os seres vivos ou não.

Em termos gerais o Meio Ambiente traz em seu bojo tudo aquilo que se insere em um espaço geográfico. Também pode ser visto como um espaço social, físico ou psicológico, natural ou artificial (MILARÉ, 2015).

A sua nomenclatura é originada pelo verbo latino *ambire*, que está ligado ao sentido de ir á volta; arrodar. Desse modo, o Meio Ambiente seguindo essa semântica pode ser entendido como algo que cerca o ser humano, que o interage entre si e que faz parte da sua sobrevivência.

No entendimento de Silva (2002) o meio ambiente é uma comunicação existente entre os elementos naturais, artificiais e culturais aos quais fornecem o desenvolvimento da vida. Essa interação tem a finalidade de abraçar uma concepção unitária do ambiente, compreendendo os recursos naturais e culturais.

O Meio Ambiente também pode ser entendido como um resultado da ligação entre o ser humano e a base física e biológica, onde por meio dessa interação se tem a sobrevivência biológica e espiritual (MACEDO, 2014). Pode-se afirmar, assim, que o Meio Ambiente é o espaço amplo que envolve o homem e todos os seus elementos.

Num conceito mais amplo, tem-se:

O “Meio ambiente” no sentido de ecossistema é um conjunto de realidades ambientais, considerando a diversidade do lugar e a sua complexidade. O “meio ambiente” como lugar onde se vive é referente à vida cotidiana: casa, escola e trabalho. O “meio ambiente” como biosfera surge para explicar a interdependência das realidades socioambientais em todo mundo, a Terra é a matriz de toda vida (THOMÉ, 2016, p. 01).

Ligando ecologia ao meio ambiente, Silva (2019) entende que este último é um agrupamento de todas as unidades ecológicas que rodeiam e influenciam o ser vivo. Nesse grupo encontram-se os animais, os microrganismos, a vegetação, as rochas, o solo, a atmosfera, etc.

Partindo dessa premissa, é o meio ambiente “todos os fatores físicos, químicos e biológicos que envolvem os seres vivos. Esses fatores influenciam os organismos e são influenciados por eles, formando o ecossistema em que a vida desses seres são desenvolvidas” (SILVA, 2019, p. 01).

Por fim, apresenta-se um conceito mais abrangente de meio ambiente por meio das palavras de Naime (2018) que estabelece que mesmo sendo de difícil conceituação, o meio ambiente é intangível. Para esse autor, não dá tocar e pegar. Em suas palavras afirma: “tocar numa pedra, na água ou no solo é tocar num elemento ambiental do meio físico. Tocar uma planta, um animal, é tocar num elemento do meio biológico. Tocar numa plantação, num produto industrializado ou num depósito de resíduos sólidos (lixo) é tocar num elemento do meio antrópico ou socioeconômico” (NAIME, 2018, p. 01).

Portanto, o meio ambiente deve ser visto como um conjunto de relações entre os meios físico, biológico e antrópico. É ao mesmo tempo um espaço para animais, para a vegetação e também um espaço social onde figura o homem.

Nesse sentido, o meio ambiente, é acima de tudo as relações. São “as consequências de todas as relações entre os meios, que são produzidas pelo homem e que podem impactar a própria espécie humana” (NAIME, 2018, p. 01).

Em âmbito legislativo, encontra-se a Lei nº. 6.938/81, que em seu art. 3º § I, define o meio ambiente como sendo “o conjunto de condições, leis, influências e

interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981).

Tanto o conceito doutrinário quanto o legal, concordam que o termo meio ambiente “não é redundante, posto que retrata, além do ambiente/espço, o conjunto de relações físicas, químicas e biológicas entre os seres bióticos (vivos) e abióticos (não vivos) que acontecem nesse ambiente e que são essenciais para a manutenção, o abrigo e a subsistência de vida nele presentes” (TOSE, 2012, p. 01).

Em termos legislativos, no Brasil, criou-se a Política Nacional do meio ambiente, importante ferramenta de promoção de ações que visam à gestão ambiental. Esta Lei (nº. 6.938/81) veio, a seu turno, objetivar a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, tão importante para a vida.

O processo legislativo referente ao meio ambiente também possui outras normas, tais como o SISNAMA, o CONAMA, o IBAMA, entre outros, que são institutos extremamente importantes para a efetiva proteção e conservação do meio ambiente através de seus textos normativos.

Em 1981 foi implementada a Política Nacional de Meio Ambiente, por meio da Lei nº 6.931/81. No mesmo ano foi estabelecido também o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), pela Lei nº 6.938/81, sob a direção do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). O SISNAMA é definido como um conjunto articulado de instituições, entidades, regras e práticas da União, Estados e Municípios e de fundações instituídas pelo poder público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. Antes de tais leis, não havia um tratamento unitário com relação à defesa do meio ambiente no Brasil, até mesmo por ausência de definição legal. Em 1989 foi criado o IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, na tentativa de unificar a política ambiental brasileira, principalmente quanto à administração das unidades de conservação (BRITO, 2003 *apud* THOMÉ, 2016, p. 23).

Surgida como referência “para a interpretação e aplicação das normas materiais e processuais de todo o universo que compõe o ordenamento jurídico” (MACEDO, 2014, p. 01), a Constituição regula o meio ambiente por meio do art. 225 onde afirma que todos possuem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo um bem de uso de todos e fundamental para uma vida sadia e com qualidade de vida (BRASIL, 1988).

No mesmo artigo supra descrito, aduz ainda que caiba ao Poder Público e à coletividade a obrigação de defender, proteger e preservar o meio ambiente hoje e para as futuras gerações (BRASIL, 1988).

Uma vez estabelecida os conceitos a respeito do meio ambiente e sua previsão constitucional, é preciso apresentar um instituto que vem sendo de extrema importância para a sua conservação: o cultivo aquapônico, ao qual será analisado no tópico seguinte.

2.1 O CULTIVO AQUAPÔNICO: PRINCIPAIS PONTOS

A terminologia aquaponia é oriunda da união entre o termo *aquicultura*, que no geral representa a criação de organismos aquáticos como peixes e camarões, com *hidroponia*, que se caracteriza pelo cultivo de vegetais na água (SALLES, 2019).

Por essa junção de termos pode-se inicialmente imaginar que a aquaponia seja um sistema de forma integrada entre a criação de peixes juntamente com a produção de vegetais.

Para Loschiavo (2019), a aquaponia representa um sistema de cultivo que une a piscicultura (cultivo de peixes) e a hidroponia (cultivo de plantas sem o uso de solo, com as raízes submersas na água). Segundo esse autor, é um sistema que “resolve um problema da piscicultura solucionando um problema da hidroponia” (LOSCHIAVO, 2019, p. 02).

Apesar da aquicultura e da hidroponia serem práticas de produção de alimentos com estudos realizados há mais de cinquenta anos, as pesquisas em aquaponia somente começaram a apresentar seus resultados mais expressivos na última década (EMERENCIANO et al. 2015).

Isso mostra que o estudo de aquaponia ainda é bastante recente, tendo poucos estudos disponibilizados a seu respeito. No entanto, o seu conceito já possui diversas definições, aos quais se resumem basicamente em ser a integração da piscicultura em recirculação com a hidroponia. Nela, os peixes sujam a água para as plantas que, por sua vez, limpam a água para os peixes (SALLES, 2019).

Em um resumo a respeito do seu conceito, tem-se:

A aquaponia integra o cultivo de peixes e a agricultura hidropônica, promovendo um sistema sustentável de produção de alimentos seguros e conservação dos recursos hídricos. O sistema baseia-se na recirculação de água entre os cultivos, utilizando substratos da produção dos peixes para o crescimento da hortaliça evitando o acúmulo da amônia tóxica excretada pelos animais na água, viabilizando a conversão aeróbia através da ação dos microrganismos, consequentemente absorvidos pelas raízes das plantas auxiliando seu crescimento (BELINTANO et al. 2020, p. 08).

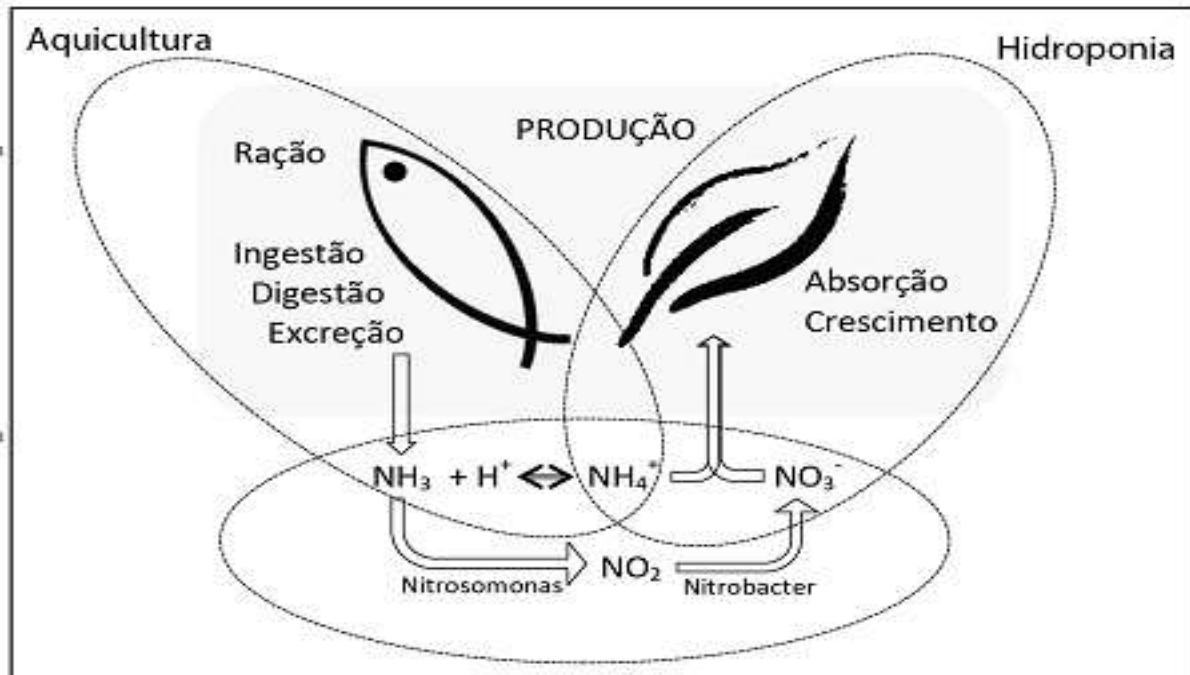
De uma maneira mais técnica, pode-se dizer que pela aquaponia, a água é recirculada no sistema e tem sua carga orgânica e de minerais reduzida pela ação de bactérias e absorção pelas raízes das plantas. Dessa forma, a água retorna ao tanque de criação de peixes com qualidade superior a que saiu (SALLES, 2019).

Vários são os tipos de sistema de aquaponia, e essa variação deve seguir três processos interligados: o cultivo dos peixes no viveiro (onde há a entrada de nutrientes na forma de ração), a nitrificação das diferentes formas de apresentação do nitrogênio em filtros biológicos e mesas de hidroponia e a absorção de nutrientes pela parcela vegetal do sistema. Em aquaponia os peixes também são, em geral, estocados em altas densidades, com a circulação contínua de água e utilização de sistemas de aeração secundários nos viveiros de peixes (RAKOCY, 2007).

A priori, encontram-se os princípios biológicos necessários. Nesse sentido, primeiramente, entende-se que o fornecimento de ração aos peixes é a entrada de insumo mais importante num sistema aquapônico. Segundo explica Carneiro et al. (2015), os peixes se alimentam da ração e produzem excretas que são convertidas nos nutrientes que, posteriormente, serão absorvidos pelas plantas. Na aquaponia, há um fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que estão relacionados por meio de ciclos biológicos naturais, notadamente a nitrificação promovida por bactérias.

Bactérias nitrificantes dos gêneros *nitrosomonas* e *nitrobacter* são responsáveis pela conversão da amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-) e este em nitrato (NO_3^-), transformando substâncias tóxicas produzidas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas. Ao consumir esses nutrientes as plantas, juntamente com as bactérias, desempenham papel importante na filtragem biológica da água, garantindo sua condição adequada para o desenvolvimento normal dos peixes (JORDAN et al. 2018). A respeito dessa descrição, expõe-se a Figura 1:

FIGURA 1 – Interação entre os componentes biológicos de um sistema aquapônico



Fonte: Carneiro et al. (2015)

Como o nitrogênio é o nutriente requerido pelas plantas em maior quantidade e o nitrato é a forma preferida de absorção, a compreensão e o manejo adequado das colônias de bactérias é de fundamental importância na aquaponia. O surgimento dessas bactérias num sistema de aquaponia se dá de forma natural num ambiente chamado de filtro biológico, porém pode ser estimulado pela introdução de água trazida de outro local onde é conhecida sua presença (JORDAN et al. 2018).

Geralmente são necessários 20 a 40 dias após a introdução dos peixes para que um sistema aquapônico apresente seu ciclo de nitrificação em equilíbrio e seja possível o início da introdução das plantas (GODDEK et al. 2015).

O pH é um dos pontos mais críticos e que requer muita atenção dentro de um sistema de aquaponia. Pelo fato da aquaponia envolver num mesmo corpo d'água três organismos muito distintos (peixes, plantas e bactérias) é de fundamental importância conhecer as necessidades de cada um deles para que o pH da água seja mantido numa faixa que atenda a todos satisfatoriamente (JORDAN et al. 2018).

Sobre esse assunto, tem-se:

As bactérias nitrificantes são predominantemente aeróbicas e têm o pH ótimo no intervalo entre 7,0 e 8,0. Por outro lado, a maioria das plantas cultivadas em hidroponia cresce melhor em pH entre 5,5 e 6,5. Já para a maioria das espécies peixes de água doce de interesse econômico e que podem ser utilizados num sistema aquapônico, o pH ideal encontra-se entre 7,0 e 9,0. Com isso, recomenda-se que o pH da água seja mantido entre 6,5 e 7,0 para atender satisfatoriamente a todos os componentes biológicos presentes num sistema aquapônico. Vale ressaltar que após a colonização do filtro biológico

pelas bactérias e o estabelecimento do equilíbrio de um sistema aquapônico é normal observar contínua tendência de redução dos valores de pH. Essa observação é importante pois indica o bom funcionamento do filtro biológico (CARNEIRO et al. 2015, p. 15).

O ambiente de criação dos peixes dentro de um sistema aquapônico é geralmente representado por um ou vários tanques nos mais diversos formatos e volumes, podendo variar de poucos litros a vários metros cúbicos e ser feito de vários tipos de materiais, desde que sejam resistentes e duráveis. Como se trata de um ambiente para a produção de alimentos, é muito importante também que sejam utilizados materiais que não liberem substâncias tóxicas na água (COELHO et al. 2014).

Sobre o modelo de pequeno porte, apresentam-se a seguinte figura:

FIGURA 2 – Tonel de 200 L (A) e container tipo IBC (*intermediate bulk container* - B) de 1.000 L utilizados na criação de peixes em sistemas aquapônicos de pequeno porte



Fonte: Carneiro et al. (2015).

Com base na Figura 2, em sistemas aquapônicos de pequeno porte, nos quais são utilizadas densidades de estocagem de peixes inferiores a 10 kg/m³ são utilizados tanques ou caixas entre 100 L e 1.000 L, sendo muito comum o uso de toneis de 200 L e containers tipo IBC (intermediate bulk container) de 1.000 L.

O fluxo de água que passa pelo tanque de criação de peixes é um aspecto muito importante e deve levar em conta fatores como a velocidade da água e a taxa de renovação. A velocidade da água dentro do tanque não pode ser tão rápida a ponto de exigir esforço natatório demasiado dos peixes e, conseqüentemente, causar prejuízos a seu crescimento e bem-estar (CARNEIRO et al. 2015).

Por outro lado, a velocidade da água precisar ser tal que possa auxiliar na retirada dos dejetos produzidos pelos peixes e evitar seu acúmulo dentro do tanque. A taxa de renovação está relacionada positivamente à densidade de estocagem dos peixes criados dentro do tanque, devendo ser de pelo menos metade do volume do tanque a cada hora para densidades de até 10 kg/m³. Para densidades maiores, a taxa de renovação deve ser de pelo menos uma troca total por hora, ou seja, para um tanque de 500 L com mais de 5 kg de peixes deve ser utilizada uma bomba que garanta vazão de pelo menos 500 L/hora (CARNEIRO et al. 2015).

Prosseguindo, sistemas aquapônicos com baixa biomassa de peixes, abaixo de 5 kg/m³, produzem poucos resíduos sólidos. Estes, por sua vez, são normalmente capturados e degradados dentro do próprio filtro biológico. Entretanto, o emprego de densidades mais elevadas, principalmente acima de 10 kg/m³, exige o uso de artifícios que permitam a retirada constante dos resíduos sólidos (**BELINTANO et al. 2020**).

Resíduos mais densos podem ser separados por algum aparato de filtração que promova sua sedimentação. São várias as opções de filtros decantadores que podem ser utilizados na aquaponia, sendo o mais eficiente aquele com fundo cônico, onde os resíduos se sedimentam e podem ser retirados por meio de uma válvula instalada na sua base (**BELINTANO et al. 2020**).

Sobre o sistema de aeração, na aquaponia é exigida não apenas pelos peixes, mas também pelas raízes das plantas e pelas bactérias nitrificantes do filtro biológico. Em clima tropical, a quantidade de oxigênio dissolvido na água deve ser sempre superior a 3 mg/L e pode ser mantida por compressores ou sopradores de ar. A aeração deve ser fornecida diretamente na água do tanque de criação dos peixes e também no ambiente de cultivo de vegetais quando se tratar do ambiente flutuante (**BELINTANO et al. 2020**).

Em relação aos peixes mais indicados para serem criados em aquaponia, Carneiro et al. (2015) acentua que a espécie de peixe deve ser tolerante a altas densidades de estocagem e a manejos frequentes. Para isso, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tem sido apontada como a mais adequada.

Salles (2019, p. 03) aduz que “no mundo todo, a tilápia é a espécie mais empregada em sistemas aquapônicos, porém é possível utilizar qualquer espécie que se adapte às condições de cativeiro e do clima do local”.

No caso da tilápia, por ser um peixe rústico e resistente, apresentar boa conversão alimentar, tolerar altas densidades de estocagem, ter seu pacote tecnológico de cultivo difundido por todo o mundo e por ter, em geral, bom valor comercial, tem sido o peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia, com resultados muito animadores (CARNEIRO et al. 2015).

Como a aquaponia ainda é recente no Brasil, pouco se conhece sobre o comportamento das espécies nativas neste sistema. Portanto, ao avaliar uma espécie nativa, Barbosa (2011) ressalta que é importante considerar alguns fatores como temperatura da água do sistema, densidade de estocagem, disponibilidade de alevinos/ juvenis e de ração e existência de mercado consumidor próximo. O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma espécie nativa da Amazônia que reúne essas características e vem sendo utilizada com sucesso nos vários sistemas de aquaponia.

Hundley (2013) aduz que o uso de peixes ornamentais é outra excelente opção em aquaponia. A carpa colorida (*Cyprinus carpio*) também conhecida como Koi ou Nishikigoi, é uma espécie muito resistente a variações nos parâmetros de qualidade da água e tolerante a altas densidades de estocagem. Apesar de também poder ser destinada ao abate, a carpa colorida pode alcançar preços muito mais elevados quando comercializada como peixe ornamental.

Além disso, o uso da carpa colorida e de outros peixes ornamentais em aquaponia também pode ser interessante para fins educacionais e em exposições onde podem ser criados cenários mais atrativos (HUNDLEY, 2013).

Já sobre as plantas mais usuais, essas podem ser de vários tipos, tais como o alface, o manjerição, o agrião, o repolho, a rúcula, o morango, a pimenta, o tomate, o quiabo, o pepino, dentre outras. Hundley (2013) afirma ainda que espécies vegetais adaptadas à hidroponia são sempre recomendadas para a aquaponia. Com base nas necessidades do mercado, é possível desenhar um sistema de aquaponia capaz de produzir, teoricamente, qualquer vegetal de pequeno e médio porte.

Para Kuhnen et al. (2016) basicamente o desenho dos sistemas deve observar as necessidades e limitações das plantas relacionadas a espaço, nutrição, aeração, temperatura e radiação solar.

Ademais, no que tange sobre o tamanho da área que pode ser construída para o cultivo de vegetais, Kuhnen et al. (2016) explica que o quantitativo de plantas a ser produzido está diretamente ligado à densidade de peixes estocada no sistema que, por sua vez, dita a quantidade de nutrientes que estará disponível às plantas.

A literatura apresenta várias formas de calcular ou estimar essa relação, sendo a mais utilizada aquela sugerida por Rakocy et al. (2006) e que relaciona a quantidade de alimento fornecido diariamente aos peixes com o tamanho da área que pode ser cultivada com vegetais. Assim, 60 g a 100 g de ração fornecidos diariamente proporcionam nutrientes para cada m² de área de produção vegetal. Nesse caso, 60 g/dia deve ser considerado para o cultivo de um metro quadrado de vegetais menos exigentes como alface e outras folhosas.

No caso de plantas mais exigentes como tomateiros necessitam de concentração maior de nutrientes na água do sistema, o que poderia ser alcançado com uma biomassa de peixes que demandasse 100 g de ração/dia (RAKOCY et al. 2006).

Desse modo, fica registrado que o cultivo aquapônico, mesmo sendo pouco utilizado no Brasil vem ao longo dos últimos anos crescendo a sua aplicação. Frente as informações colhidas e detalhadas acima, percebe-se que esse tipo de cultivo pode trazer benefícios ao meio ambiente. Sobre essa temática, apresenta-se a discussão nos tópicos seguintes.

3 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa foi feita uma revisão de literatura, constituído de estudo bibliográfico e documental. Conceitualmente, uma revisão de literatura “caracteriza-se por avaliações críticas de materiais que já foram publicados, considerando o progresso das pesquisas na temática abordada” (KOLLER et al, 2014, p. 40).

Assim, uma revisão de literatura científica nada mais é que um levantamento bibliográfico com escopo pré-definido e dotado de finalidade crítica. Tratando-se de um artigo de revisão de literatura, a coleta de dados realizou-se no período entre os dias 25 de outubro a 02 de novembro de 2020, na internet por meio de sites de buscas tais como o GOOGLE, Scielo, dentre outros. Foram excluídos os materiais que não abordam o respectivo assunto em estudo. Todos os materiais foram adquiridos de forma gratuita, principalmente os artigos científicos já publicados em banco de dados.

Também se utilizou o método qualitativo, porque esse método tenciona entender a natureza de um fenômeno, sem técnicas estatísticas (GIL, 2010).

O presente trabalho não necessitou ser submetido para aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme a resolução CNS 466/2012, pois não se trata de uma pesquisa cujas informações terão uma intervenção ou abordagem direta junto à seres humanos.

Por fim, para melhor elucidação do presente tema, fez-se uma busca de informações online a respeito do impacto que o cultivo aquapônico possui no meio ambiente. O intuito dessa pesquisa se deu pelo fato de que diante das constantes degradações que o meio ambiente vem enfrentando nas últimas décadas, o cultivo aquapônico tem se tornado uma importante alternativa no cultivo de peixes e vegetais que não degradam o espaço ambiental.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo central desse estudo é evidenciar o impacto que o cultivo aquapônico traz ao meio ambiente. Diante dessa finalidade, buscaram-se em referências bibliográficas, estudos que traduzem o real impacto que esse tipo de cultivo de peixes e plantas possui no contexto ambiental.

Ocorre que a literatura acadêmica brasileira ainda é pobre e incipiente sobre o presente tema sendo que apenas nos últimos anos pesquisadores de algumas universidades brasileiras e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) iniciaram suas pesquisas (HUNDLEY, 2013).

Contudo, a aquaponia, seja para fins comerciais ou domésticos, envolve conhecimentos específicos para seu pleno funcionamento e o sucesso de sua aplicação requer a compreensão dos elementos biológicos envolvidos no sistema, como os demonstrados anteriormente.

Nos estudos coletados, foram unânimes em apontar os inúmeros benefícios que a aquaponia possui no meio ambiente. Diversas pesquisas científicas mostram o quanto de benéfico pode trazer ao espaço ambiental o cultivo aquapônico.

Inicialmente, a sanidade dos cultivos e a mitigação dos impactos ambientais destacam-se dentre os novos desafios, senão como os maiores desafios para a florescente aquicultura brasileira. Patógenos utilizam a própria água de cultivo para difundir-se entre áreas e zonas de produção. Diversos resíduos orgânicos e inorgânicos de aquicultura são dispersos no meio ambiente muitas vezes sem tratamento algum. Produções localizadas nas partes inferiores dos cursos de água

muitas vezes estão expostas aos patógenos e aos contaminantes presentes na água advindos de produções localizadas nas partes superiores daquele corpo de água; a mesma lógica de risco e impacto pode ser aplicada aos reservatórios, aos lagos, aos estuários e às baías, uma vez que compartilham do mesmo corpo de água. O crescente impacto ambiental e o crescente risco de contaminação dos corpos de água utilizados para a produção aquícola são algumas das consequências do aumento da produção e da quantidade de unidades produtivas no modelo de produção adotado no Brasil. A aquicultura em recirculação, incluindo a aquaponia, apresenta-se como parte da solução para os desafios citados na produção comercial aquícola. Evidências desta possibilidade estão nos altos investimentos realizados por aquicultores em sistemas de recirculação no Brasil e o crescente interesse em sistemas de recirculação de água para a produção de alevinos (POOERCH, 2012).

Braz Filho (2014) em seu estudo afirma que a aquaponia preconiza a reutilização total da água, evitando seu desperdício e diminuindo drasticamente, ou até eliminando, a liberação do efluente no meio ambiente. O volume de água necessário para um sistema de aquaponia é muito baixo se comparado aos sistemas tradicionais de agricultura e aquicultura. Uma vez abastecido e em funcionamento, um sistema de aquaponia pode ficar por tempo indefinido sem a necessidade de troca de água, sendo necessária somente a reposição da água perdida pela evaporação e pelas colheitas. Nesse sentido, a aquaponia é, inclusive, mais eficiente na utilização da água e geração de efluente que a própria hidroponia, que necessita constante renovação da solução hidropônica de nutrientes.

Corroborando com o estudo anterior, no apresentado por Sátiro; Neto; Delprete (2018), a aquaponia tem sido proposta como tecnologia eficiente, dentro do contexto de reuso da água, de mínima produção de resíduos, utilização de espaços e recursos naturais. A técnica é tão abrangente que pode ser realizada por grandes e pequenos produtores, até mesmo por hobby em varanda de casas, utilizando-se tambores e caixas d'água, por exemplo. A prática de produção de alimentos, em especial hortaliças, na própria residência, doravante como agricultura urbana, é muito comum por todo o mundo e vem sendo bastante incentivada por contribuir com a sustentabilidade ao diminuir a pressão de demanda sobre o setor produtivo de alguns alimentos.

Oliveira (2016) salienta que o baixo custo com adubos também pode ser observado, pois são os peixes que proporcionam solução nutritiva para os vegetais.

Os dejetos são, então, aproveitados no sistema e não direcionados ao ambiente, diminuindo a quantidade de efluentes lançados em corpos d'água naturais. A restrição do uso de agrotóxicos no controle de pragas dos vegetais se faz necessária, devido ao comprometimento da saúde dos peixes. Sendo assim, os produtos oriundos do sistema têm apelo humanitário, zelando pela saúde dos consumidores. As chances de fuga de espécies exóticas para a natureza são reduzidas em razão da recirculação de água, que, conseqüentemente, evita sua proliferação, o que poderia levar à extinção de espécies nativas.

O sistema aquaponia também ajuda no desenvolvimento dos peixes, o que conseqüentemente também ajuda no meio ambiente, uma vez que os peixes são integrantes desse ambiente. Nesse sentido, no estudo promovido por Belintano et al. (2020) que acompanhou a qualidade de água e o desempenho produtivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em sistema aquapônico em escada, consorciada com Alface-Crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa*), os seus resultados superaram a expectativa de crescimento e ganho de peso dos peixes com biomassa inicial de 1.500g/m³ e biomassa final de 9.856g/ m³, tendo o peso médio inicial de 50g e final de 352g, com consumo médio de ração 945g/peixe e 2,68 de conversão alimentar. Ou seja, houve uma melhoria na conservação dessa espécie de peixe, por meio do seu aumento de peso.

Não obstante, apesar de todo crescimento e expansão da aquicultura, ainda existem desafios a serem superados. De acordo com a Embrapa (2015), deve-se avançar na reprodução e no melhoramento genético de peixes; na nutrição e na alimentação de espécies aquícolas com a produção de rações mais sustentáveis que diminuam impactos ambientais, propiciem a conservação e o manejo de recursos pesqueiros; na sanidade; no processamento agroindustrial de pescado; nos sistemas de produção aquícola; no tratamento e no reuso de efluentes; e no desenvolvimento sustentável da pesca artesanal continental.

De todo modo, a aquicultura pode fornecer fonte orgânica consistente de nutrientes para as plantas cultivadas em hidroponia. Dessa forma, a aquaponia e a integração de fazendas agrícolas podem reduzir os impactos ambientais provenientes da aquicultura convencional e da agricultura (SÁTIRO; NETO; DELPRETE, 2018).

Com o exposto, fica claro constatar que a aquaponia é de fato benéfica ao meio ambiente, tanto no que se refere à qualidade da água quanto o desenvolvimento

saudável de peixes e vegetais. É um benefício que une em um só sistema a produção desses dois institutos essenciais ao meio ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em muitos países, a aquaponia vem sendo adotada por um número crescente de pessoas que buscam alternativas para produzir seus próprios alimentos de maneira mais saudável e por acreditarem estar assim contribuindo com a sustentabilidade do planeta.

Apesar de a aquaponia ser uma técnica pouco difundida no Brasil, há fortes indícios de que esse quadro possa ser revertido em poucos anos. Embora ainda pequeno, é crescente o número de brasileiros que vêm montando pequenos sistemas de aquaponia residenciais e postando informações e vídeos na internet, sempre mostrando muito entusiasmo com os resultados alcançados. Adicionalmente, nos últimos anos vários pesquisadores de diferentes instituições de pesquisa e universidades vêm realizando seus ensaios experimentais, mostrando interesse crescente sobre o tema.

O que ficou evidenciado nesse estudo é que o desenvolvimento de sistemas aquapônicos pode e deve ser estimulado por diferentes meios e fins, visto ser uma técnica que apresenta diversas vantagens e benefícios, como menor consumo de água e produção de alimentos sustentáveis.

Diante disso, a aquaponia pode ser uma solução prática e extremamente útil para o presente e o futuro do Brasil, principalmente por ser um país onde há uma enorme extensão de espaço ambiental. Ao optarem por cultivar no método aquapônico, automaticamente estaria diminuindo a agressão ao espaço ambiental.

Sistemas como o aquapônico surgem como uma alternativa de produção de peixes, cultivo de hortaliças e ainda como tratamento de água. Desta feita, tem-se o entendimento de que o sistema aquapônico é viável. A técnica da aquaponia pode reduzir significativamente os custos da produção de peixes e verduras e o manejo pode ser realizado por qualquer pessoa, além dos benefícios ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, W. W. P. **Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para produção de manjerona (*Origanum majorana*) e manjeriço (*Ocimum basilicum*) em sistemas de aquaponia**. 2011. 55p. Planejamento e Gestão Ambiental – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2011.
- BELINTANO, Ana Lucia de Oliveira; et al. **Sistema de aquaponia em escada: um estudo de caso**. *Revista Pubvet*. v. 14 No. 01 p. 128 (2020). Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/6633/sistema-de-aquaponia-em-escada-um-estudo-de-caso>. Acesso em: 02 nov. 2020.
- BRASIL. **Constituição da Republica Federativa do Brasil**; promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Anne Joyce Angher. 6. ed. São Paulo: Rideel, 2008.
- BRASIL. **Lei nº 6.938/81, da Política Nacional de Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L6938org.htm>. Acesso em: 05 mai. 2020.
- BRAZ FILHO, M. S. P. **Aquaponia: alternativa para sustentabilidade na aquicultura**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24, 2014. Anais... Vitória: UFES, 2014.
- CARNEIRO, Paulo César Falanghe et. al. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.
- COÊLHO, A. A. DA C.; BEZERRA, J. H. C.; SILVA, J. W. A. DA; MOREIRA, R. T.; ALBUQUERQUE, L. F. G. DE; FARIAS, W. R. L. **Desempenho zootécnico de alevinos de tilápia do Nilo cultivados em um sistema de recirculação de água com a microalga *Spirulina platensis***. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.15, p.149-159, 2014.
- EMERENCIANO, M. G. C.; MELLO, G. I.; PINHO, S. M.; MOLINARI, D.; BLUM, M. N. **Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura**. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v. 25, p. 24-35, 2015.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GODDEK, S.; DELAIDE, B.; MANKASINGH, U.; RAGNARSDOTTIR, K. V.; JIJAKLI, H.; THORARINSDOTTIR, R. **Challenges of sustainable and commercial aquaponics**. *Sustainability*, Basel, Switzerland, v. 7, p. 4199-4224, 2015.
- HUNDLEY, Guilherme Crispim. **Aquaponia, uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de recirculação de água e nutrientes**. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2013.
- JORDAN, Rodrigo A. et al. **Produtividade da alface cultivada em sistema de hidroponia e aquaponia utilizando diferentes substratos**. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* 2018, vol.22, n.8, pp.525-529.

KOLLER, Silvia H. DE PAULA COUTO, Maria Clara P. HOHENDORFF, Jean Von. **Manual de produção científica**. Porto Alegre: Editora Penso, 2014.

KUHNEN, Ágatha Della Rosa; ARAUJO, Gabriela Moura de; SILVA, Renata Nogueira da; CAMARGO, Tainah Souza di; BARBOSA, Willem Wiliy de Paula; **Aquaponia como alternativa para o cultivo de peixes e hortaliças**. In: **Anais do XIV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental**. Blucher Engineering Proceedings v.3 n.2. São Paulo: Blucher, 2016.

LOSCHIAVO, Rafael. **O que é aquaponia?** 2019. Disponível em: <http://www.ecoeficientes.com.br/o-que-e-aquaponia/>. Acesso em: 28 out. 2020.

MACEDO, Maria Fernanda Soares. **Ação popular na esfera ambiental como meio de exercício da cidadania**. Jus Navigandi, Teresina, ano 19, n. 3968, 13maio2014. Disponível em: <http://jus.com.br/artigos/28382>. Acesso em: 25 out. 2020.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 24ª ed. São Paulo: Malheiros, 2016.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 10ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

NAIME, Roberto. **Significados de meio ambiente**. 2018. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2018/10/25/significados-de-meio-ambiente-artigo-de-roberto-naime/>. Acesso em: 25 out. 2020.

RAKOCY, J. E.; LOSORDO, T. M.; MASSER, M. P. **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics: integrating fish and plant culture**. Aquaculture Center Publications, n. 454, p. 1-7, 2006.

ROOSTA, H. R.; MOHSENIAN, Y. **Effects of foliar spray of different Fe sources on pepper (Capsicum annum L.) plants in aquaponic system**. Scientia Horticulturae, Amsterdam, Holland, v. 146, 182-191, 2012.

SALLES, Fernando. **Você sabe como é a produção de carretas para transporte?** 2019. Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/negciosoportunidades/cultivo-integrado-de-peixes-e-vegetais-entenda-aquaponia>. Acesso em: 29 out. 2020.

SÁTIRO, Thaise Mota; NETO, Kélvia Xavier Costa Ramos; DELPRETE, Sâmila Esteves. **Aquaponia: sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável**. Rev. Bras. Eng. Pesca 11(1): 38-54, 2018.

SILVA, José Afonso da. **Direito ambiental constitucional**. 4. ed. São Paulo: Malheiros, 2002.

SILVA, Nara. **O que significa Meio Ambiente?** 2019. Disponível em: <https://beduka.com/blog/materias/biologia/ecologia-e-meio-ambiente/>. Acesso em: 24 out. 2020.

THOMÉ, Romeu. **Manual de Direito Ambiental**. Bahia: Editora JusPODIVM, 2016.

TOSE, Fernanda Silva. **O Meio Ambiente e sua Proteção Jurídica: O conceito de Meio Ambiente**. 2012. Disponível em: <http://www.forumimobiliario.com.br/2010/08/o-meio-ambiente-e-sua-protecao-juridica-o-conceito-de-meio-ambiente/>. Acesso em: 25 out. 2020.