Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

AQUAPONIA E SUA RELAÇÃO COM A SUSTENTABILIDADE

AQUAPONICS AND ITS RELATION TO SUSTENTAINABILITY

Luana Alves de Andrade[I]
Maria Aparecida Bovério[II]
Fábio Camilotti[III]
Fernanda de Freitas Borges[IV]

RESUMO

A aquaponia se origina do conjunto de dois sistemas de produção, a aquicultura e a hidroponia. Com o aumento da população e o crescente consumo por alimentos, torna cada vez mais eficiente a utilização desses sistemas, por colaborar com a segurança alimentar e diminuição do consumo de água devido ao seu reuso e, também, contribuindo na questão ambiental. Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar se os sistemas de aquaponia podem ser sustentáveis. Muitos lugares sofrem com a escassez de água, por isso essa técnica de recirculação seria uma forma de minimizar esse problema. Dentro do sistema encontramos bactérias nitrificantes responsáveis pelo processo de nitrificação dos resíduos metabólicos e as raízes das plantas filtram a água, retornando limpa para os peixes. Ao se alimentarem de ração produzirão excretas contendo amônia, que serão transformadas pelas bactérias nitrificantes em nitrato, sendo absorvido pelas raízes das plantas fazendo um ciclo. Os resíduos sólidos gerados no próprio sistema podem ser reaproveitados como adubo para a jardinagem. O cultivo é feito sem insumos agrícolas e, por isso, o custo de produção é baixo. Com a utilização desses sistemas domésticos, as famílias obtêm seu próprio alimento (peixes e hortaliças) para sua subsistência, podendo ainda agregar uma pequena renda. Dessa forma, torna o sistema sustentável ambientalmente e socioeconomicamente. A aquaponia está relacionada com vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, como Erradicação da Pobreza, Fome Zero e Agricultura Sustentável, Educação de Qualidade, Água Potável e Saneamento e Cidades e Comunidades Sustentáveis.

Palavras-chave: Aquicultura. Hidroponia. Produção de Alimentos. Segurança alimentar.

ABSTRACT

Aquaponics originates from the combination of two production systems, aquaculture and hydroponics. With the increase in population and the growing consumption of food, the use of these systems becomes more and more efficient, as it collaborates with food safety and decreases the consumption of water due to its reuse, and also contributes to the environmental issue. Thus, the aim of the study was to assess whether aquaponics systems can be sustainable. Many places suffer from water scarcity, so this recirculation technique would be a

[I] Discente do curso de Gestão Ambiental da Faculdade Nilo De Stéfani (Fatec-JB) de Jaboticabal – São Paulo – Brasil. E-mail: luanaalvesdeandrade2018@gmail.com
[II] Profa. Dra. da Faculdade Nilo De Stéfani (Fatec-JB) de Jaboticabal – São Paulo – Brasil. E-mail: maria.boverio@fatec.sp.gov.br
[III] Prof. Dr. da Faculdade Nilo De Stéfani (Fatec-JB) de Jaboticabal – São Paulo – Brasil. E-mail: fabio.camilotti@fatec.sp.gov.br
[IV] Profa. Dra. da Faculdade Nilo De Stéfani (Fatec-JB) de Jaboticabal – São Paulo – Brasil. E-mail: ferfreitasborges@gmail.com

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

way to minimize this problem. Within the system we find nitrifying bacteria responsible for the nitrification process of metabolic waste and plant roots filter the water, returning it clean to the fish. When feeding on feed, they will produce excreta containing ammonia, which will be transformed by nitrifying bacteria into nitrate, being absorbed by plant roots making a cycle. Solid waste generated in the system itself can be reused as fertilizer for gardening. The cultivation is done without agricultural inputs and, therefore, the production cost is low. With the use of these domestic systems, families obtain their own food (fish and vegetables) for their subsistence, and can still earn a small income. In this way, it makes the system environmentally and socioeconomically sustainable. Aquaponics is related to several Sustainable Development Goals, such as Poverty Eradication, Zero Hunger and Sustainable Agriculture, Quality Education, Drinking Water and Sanitation, and Sustainable Cities and Communities.

Keywords: Aquaculture. Hidroponics. Food Production. Food Safety.

Data de submissão do artigo: 23/08/2021.
Data de aprovação do artigo: 24/11/2021.
DOI: **10.52138/citec.v13i1.200**

1 INTRODUÇÃO

A aquaponia é a união entre a aquicultura e a hidroponia. A aquicultura consiste na produção de organismos aquáticos, principalmente peixes (CARNEIRO *et al*., 2015a). A hidroponia é uma prática de cultivo de vegetais sem solo (CARRIJO; MAKISHIMA, 2000). Assim, o conjunto dos dois sistemas de produção formam um outro tipo denominado aquaponia, definida como a integração da aquicultura com a hidroponia (QUEIROZ *et al*., 2017).

Dentro do sistema aquapônico, os peixes ao se alimentarem de ração, produzem excretas nitrogenadas que serão transformadas em fontes de nutrientes para as plantas. Neste processo ocorre a nitrificação, transformação da amônia em nitrito pelas bactérias do gênero Nitrossomonas e, por último, em nitrato pelas bactérias do gênero Nitrobacter (CARNEIRO *et al*., 2015a). No final, após a passagem da água pelas canaletas ou cama de cultivo, o nitrato é absorvido pelas plantas e a água, filtrada de forma biológica, volta purificada para os peixes sem os compostos tóxicos.

Se for preciso realizar a suplementação mineral das plantas, pode ser usado um fertilizante líquido natural, feito com restos de alimentos domésticos através da compostagem. Este fertilizante é chamado de "chá de compostagem" que adicionado na água aumenta o fornecimento de nutrientes. Além do chá, a compostagem produz o húmus, material resultante da decomposição da matéria orgânica rico em nutrientes minerais (SOMERVILLE *et al*., 2014) que pode ser utilizado diretamente em vasos ou jardins em substituição aos fertilizantes químicos.

Diferentemente da agricultura, que consome um volume grande de água devido a irrigação, a aquaponia tende a economizar e contribuir para a alta demanda de alimentos vegetais, pois seu sistema funciona reaproveitando a água. O sistema aquapônico faz a recirculação de água, utilizando pouco espaço, além de cultivar as hortaliças sem defensivos agrícolas, o que origina menos impacto ao meio ambiente (TYSON *et al*., 2011).

Porém, atualmente o maior desafio para o desenvolvimento da aquaponia no Brasil, é desenvolver de forma intensiva (com aumentos de produção e produtividade) a produção de

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

alimentos em sistemas fechados e integrados nas áreas rurais e periurbanas. Estes sistemas garantem o uso múltiplo e racional dos recursos hídricos, a maximização no aproveitamento dos nutrientes e a redução na geração de efluentes, além de proporcionar mais oportunidades de emprego e renda, permitindo ganhos ambientais, sociais e econômicos (QUEIROZ *et al*., 2017).

Uma vez que a sustentabilidade abrange as dimensões ambiental, social e econômica (ONU, 2015), o sistema aquapônico pode ser considerado sustentável, pois é uma técnica que possui baixo consumo de água, reduz os impactos ambientais e aumenta o valor agregado aos produtos (peixes, camarões e hortaliças), possibilitando uma melhora nas condições sociais.

Portanto, a hipótese dessa pesquisa é a de que, por meio de conhecimentos adquiridos através de uma revisão bibliográfica se demonstre que a aquaponia é sustentável em todas as suas dimensões: ambiental, econômica e social.

Nesse contexto, o objetivo geral do estudo é realizar uma pesquisa bibliográfica do sistema de aquaponia e como essa produção pode ser sustentável em cada dimensão. Os objetivos específicos são: levantar os tipos de sistemas que podem ser adotados na aquaponia; descrever os manejos e a qualidade da água na produção; citar quais espécies de organismos aquáticos e vegetais que podem ser utilizados, demonstrar a sustentabilidade da produção e a relação da aquaponia com os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.

2 HISTÓRICO DA AQUAPONIA

Os astecas cultivavam ilhas, conhecida como chinampas, no centro do México e foi considerado, por alguns pesquisadores, como o primeiro sistema de aquaponia para uso agrícola. As plantas eram cultivadas em ilhas estáveis, móveis e flutuantes em lagos de águas rasas onde a lama era rica em nutrientes, esses campos úmidos eram auto irrigados de baixo para cima em um processo conhecido como subirrigação (CROSSLEY, 2004).

A mais antiga prática do cultivo de arroz envolvendo poças com mudas de arroz, foi nas áreas baixas da China. Peixes e outros organismos aquáticos teriam entrado nesse campo de arroz através da inundação das águas e ali se reproduziram e cresceram se tornando um produto adicional para os agricultores (HALWART; GUPTA, 2004).

A produção consorciada de arroz irrigado com peixes é chamada de rizipiscicultura (MARCANTONIO *et al*., 2007), já o cultivo de arroz com camarões de água doce, das espécies *Macrobrachium rosenbergii* e *Macrobrachium nipponesis* é chamada de rizicarcinicultura, uma prática de aquaponia que nas últimas décadas têm crescido muito rápido na China (MIAO; GE, 2002). Este sistema pode aumentar a renda familiar dos produtores e criar oportunidades de emprego. Esses fatores contribuem para a sustentabilidade do ponto de vista econômico, ambiental e social, podendo gerar um aumento de receita variável entre dez e sessenta por cento (BOOCK, 2011). Segundo Valenti (2002, p. 229-237) “existem, no mundo, milhares de hectares usados na produção de arroz e de peixes. Portanto, há grande potencial para a rizicarcinicultura e o policultivo dos camarões com peixes”.

Existem outros sistemas de produção de organismos aquáticos (aquicultura), como o monocultivo, onde somente uma espécie é criada, mas é rentável e possui viabilidade econômica. Outro sistema é o policultivo, criação de duas ou mais espécies aquáticas em um mesmo tanque, podendo ser cultivados camarão de água doce com algumas espécies de peixes, as sobras de ração e fezes dos peixes servirá de alimento para os camarões, não necessitando alimentação adicional. O consórcio é o cultivo de um organismo aquático associado a um organismo terrestre, podendo ser animal ou vegetal (VALENTI, 2002). Os dois últimos sistemas também podem ser rentáveis se conduzidos de forma correta, inclusive

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

com um ganho adicional de biomassa, além de serem ambientalmente sustentáveis, pois ocorre uma ciclagem dos nutrientes.

2.1 Sistemas aquapônicos

Existem várias formas de cultivar os vegetais na aquaponia. No modelo MBT- *Media Bed Technique*, conhecido como cama de cultivo ou ambiente de cultivo em cascalho (Figura 1), são utilizados como substratos argila expandida, pedra brita, rochas vulcânicas, entre outros, onde as bactérias ficam alojadas fazendo o processo de nitrificação. A água volta para o tanque dos peixes por gravidade através da instalação de um sifão (CARNEIRO *et al*., 2015a). Também conhecido como substrato semisseco, é indicado para aquaponia de pequena escala, devido à dificuldade de manejo (QUEIROZ *et al*., 2017).

Figura 1 - Aquaponia do tipo cama de cultivo



Fonte: Talysson *et al.* (2018)

No modelo NFT- *Nutrient Film Technique* ou ambiente de cultivo em canaletas (Figura 2) neste sistema a água sai do filtro biológico por meio de um bombeamento, passa pelas bandejas de semeadura e ao tanque dos peixes, depois vai para o decantador e após para as canaletas onde estão as hortaliças, retornando ao mesmo lugar e fechando o ciclo (CARNEIRO *et al*., 2016).

Figura 2- Aquaponia do tipo canaletas



Fonte: Carneiro *et al*. (2016)

No modelo DFT- *Deep Film Technique* ou *Floating*, ambiente flutuante (Figura 3) os vegetais folhosos como alface, rúcula, agrião, entre outras são colocadas em placas de poliestireno onde suas raízes irão ficar submersas. A colonização de bactérias nitrificantes estará presente na parede e no fundo desse ambiente, não há necessidade de filtro biológico,

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

porém é necessário fazer a filtragem dos sólidos da água que sai do tanque dos peixes para não acumular matéria orgânica nos canais (CARNEIRO *et al*., 2015a).

Figura 3 - Aquaponia do tipo flutuante



Fonte: Carneiro *et al. (*2015a)

Já no modelo *Wicking Bed* ou ambiente de cultivo em areia (Figura 4) que é pouco comum, são utilizados como substratos areia ou pó de coco para o cultivo de tubérculos como cenoura, cebola, rabanete entre outras. Nesse sistema a água entra pela base e por capilaridade conduz a água e os nutrientes para as raízes das plantas, o ambiente deve se manter umedecido e não encharcado (CARNEIRO *et al*., 2015b).

Figura 4- Aquaponia do tipo cultivo em areia



Fonte: Braga (2019)

2.2 Qualidade da água e espécies de animais e vegetais utilizadas

A qualidade da água pode ser mantida pelas boas práticas de manejo e pelo monitoramento contínuo dos parâmetros físicos e químicos, como temperatura, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade total e dureza total. A cada quinze dias devem ser analisado os compostos nitrogenados amônia, nitrito, nitrato e, também, fósforo total e dissolvido. Os pontos de amostragem e a frequência do monitoramento da qualidade da água devem ser determinados no início da produção (QUEIROZ *et al*., 2017).

Dos parâmetros analisados, o pH necessita de muita atenção dentro de um sistema aquapônico. As bactérias nitrificantes precisam de um pH entre 7,0 e 8,0; os vegetais crescem melhor em pH 5,5 e 6,5 e a maioria das espécies de peixes o pH deve ser entre 7,0 e 9,0. Para satisfazer os três componentes biológicos (peixes, plantas e bactérias) o pH deve ser mantido entre 6,5 e 7,0 (CARNEIRO *et al*., 2015a). A temperatura e o oxigênio dissolvido também são muito importantes e devem ser mantidos em níveis adequados para as espécies.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Dos peixes, a espécie mais utilizada em sistemas aquapônicos é a tilápia (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006) por ser um peixe rústico e resistente, ter boa conversão alimentar, tolerar altas densidades de estocagem e ter um bom valor comercial (MARENGONI, 2006). Embora alguns sistemas aquapônicos têm usado várias espécies como: carpas *koi* que são peixes ornamentais, carpa comum, *catfish* ou bagre, (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2006), lambari-da-cauda-amarela (SALLES, 2017; SUSSEL; 2015), camarão da Malásia (*M. rosenbergii*) (SOMERVILLE *et al*., 2014) e camarão da Amazônia (*M. amazonicum*) (CASTRO, 2019).

Os vegetais que podem ser cultivados na aquaponia são as folhosas com baixa demanda de nutrientes como alface (*Lactuca sativa*), manjericão (*Ocimum basilicum*), coentro (*Coriandrum sativum*) e rúcula (*Eruca sativa*). Das raízes, cenoura (*Daucus carota*), rabanete (*Raphanus sativus*) e cebola (*Allium cepa*). Dos legumes, tomate (*Solanum lycopersicum*), pimentão (*Capsicum annum*), pepino (*Cucumis sativus*) e quiabo (*Abelmoschus esculentus*) (CARNEIRO *et al*., 2015a).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, por meio da consulta em trabalhos de graduação e pós-graduação, artigos científicos, documentos oficiais, que descrevem o sistema de aquaponia. O trabalho consiste na descrição dos modelos e tipos de sistemas aquapônicos, demonstrando sua sustentabilidade. Para busca de tais trabalhos, foram utilizadas ferramentas disponíveis na web, como Google Acadêmico, *Scientific Eletronics Library* Online (ScieLO) e *Web of Science* (WoS). A busca foi realizada com a combinação de palavras-chave, como "aquaponia", "organismos aquáticos", "produção de alimentos" e "sustentabilidade".

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas das vantagens do sistema aquapônico são: diminuição no uso da água; ocupação de pequenos espaços; associação com as hortaliças e maior produtividade; cultivos de qualidade (alimento seguro); variedades em espécies de cultivo; produtos sem a utilização de defensivos agrícolas e antibióticos; podem ser projetados na altura que melhor propicie o trabalhador (ergonomia); fácil acesso aos materiais e insumos; produção em lugares com escassez de água e boa ferramenta educacional. As desvantagens: pouca tecnologia difundida no Brasil; necessidade de controle e monitoramento da água e dependência contínua de energia elétrica. No caso deste último, pode ser utilizado a energia solar ou de um aerogerador para diminuir os gastos com a energia elétrica (SILVA, 2016).

O sistema aquapônico pode utilizar a energia solar como uma alternativa renovável onde os painéis fotovoltaicos capturam a luz solar e convertem a radiação eletromagnética em eletricidade garantindo energia 24 horas. O isolamento do tanque é uma opção de baixo custo e sustentável, no inverno será necessário aquecer a água e com esse método de aquecimento evita a dispersão do calor (SOMERVILLE *et al*., 2014).

Nas propriedades rurais de pequeno porte a aquaponia pode ser instalada utilizando poucos recursos e até mesmo materiais recicláveis ou alternativos podem ser utilizados (ALBUQUERQUE *et al*., 2018). Nestes casos, quem trabalha na produção são os próprios membros da família, chamada de agricultura familiar. Considera-se agricultor familiar, aquele que possui até 4 módulos fiscais de área agrícola, mão-de-obra familiar, percentual mínimo de renda e a gestão do estabelecimento ou empreendimento é dirigida pelos familiares (BRASIL, 2006; 2017).

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Em relação a sustentabilidade, a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), baseado nos princípios de desenvolvimento sustentável, desenvolveu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que são constituídos por 17 objetivos e 169 metas, dos quais incluem ações de âmbito ambiental, social e econômico e que podem ser contemplados pela aquaponia em várias situações.

Sistemas domésticos podem contemplar os ODS e contribuir para a sustentabilidade. É um tipo de produção de alimentos para a subsistência da família, onde pode haver variedades de hortaliças crescendo ao mesmo tempo e sem o uso de defensivos agrícolas. Podem integrar estratégias de subsistência e uma pequena renda agregada para as famílias pobres, fornecendo uma base para um crescimento socioeconômico e sustentável (SOMERVILLE *et al*., 2014).

A aquaponia está relacionada com o cumprimento da Agenda 2030 nos seguintes ODS: ODS 1 Erradicação da Pobreza; cuja meta é acabar com a pobreza das pessoas, sejam elas de qualquer idade e qualquer lugar. ODS 2 Fome Zero e Agricultura Sustentável; que tem a finalidade de acabar com a fome, obter alimentos de boa qualidade e dar uma maior importância a agricultura sustentável. ODS 4 Educação de Qualidade; que visa garantir que todos os alunos tenham conhecimento para promover o desenvolvimento sustentável sejam crianças, jovens ou adultos. ODS 6 Água Potável e Saneamento; visa garantir que todos tenham acesso a água potável e segura e, aumentar a eficiência do uso da água em todos os setores e reduzir o número de pessoas que sofrem com a escassez da água. ODS 11 Cidades e Comunidades sustentáveis; em que a meta é apoiar o tripé da sustentabilidade nas áreas urbanas, periurbanas e rurais e promover acesso a espaço público verde (ONU, 2021).

Contribuem com o alcance do ODS 2 Fome Zero; demonstrando a eficiência de um sistema produtivo de baixo custo, consumo de água e de área e que permite a ciclagem de nutrientes integrando o cultivo de animais com vegetais em nível familiar (LIMA; BASTOS, 2019, P. 8).

Para o ensino pedagógico, o sistema é de grande valia, tanto aos alunos como para as comunidades que estão envolvidas no meio escolar (CARNEIRO, 2017). Com a implantação nas escolas, atinge o ODS 4 Educação de Qualidade, visando assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade para todos (FERNANDES, 2017).

A coleta de água da chuva em locais que não há poluição atmosférica (chuva ácida) é uma opção barata e de boa qualidade para a aquaponia, por apresentar pH neutro, concentrações muito baixas de dureza e salinidade quase zero. Com isso a coleta de água da chuva reduzirá os custos indiretos de funcionamento, sendo mais sustentável (SOMERVILLE *et al*., 2014) atingindo o ODS 6 Água Potável e Saneamento.

Em áreas suburbanas e urbanas o sistema aquapônico contribui com a pegada de carbono, pelo fato de não precisar utilizar transporte do meio rural para o meio urbano. E, também, contribui com a pegada hídrica, pois no caso dos sistemas aquapônicos é consideravelmente melhor do que a agricultura tradicional (JOYCE *et al*., 2019).

O sistema aquapônico pode ser desenvolvido em meio urbano devido ao seu fácil manejo. Alguns países, como os Estados Unidos já utilizam essa técnica em terraços no topo de prédios em grandes centros urbanos, economizando no transporte e armazenamento (EMBRAPA, 2015). Tal medida, entre outras, pode ser utilizada para que seja realizado o cumprimento do ODS 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aquaponia é uma atividade que pode ser considerada sustentável nas dimensões ambiental, econômica e social. Proporciona ganhos ambientais com economia de água e de

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

insumos (fertilizantes e agrotóxicos) e não emite poluentes (efluente). Melhora a qualidade de vida das pessoas e, também, agrega valor social e monetário (renda) aos produtores. Os valores social e monetário estão relacionados com a fixação do produtor no campo e na atividade, melhoria da renda com os produtos obtidos na produção e melhoria na alimentação, agregando proteína de origem animal nas refeições.

A segurança alimentar, está relacionada à quantidade e qualidade dos alimentos ingeridos por pessoa. Nestes sistemas, pode-se garantir um alimento proteico de alta qualidade nutricional e em quantidade suficiente para complementar a demanda calórica diária. Os vegetais podem ser substituídos constantemente, para que se tenha uma diversidade nutricional. Neste sentido, a aquaponia pode contribuir no combate a fome para a população mais vulnerável, especialmente no período atual de pandemia.

É possível instalar um sistema aquapônico em pequenos locais a um custo baixo, seja para consumo próprio, venda ou afins educacionais. Com o aproveitamento de água e dos nutrientes dos peixes para o cultivo das plantas, o sistema se torna viável em várias situações, como áreas rurais, urbanas, casas e até apartamentos.

Contudo, é importante ressaltar que os produtores devem ser instruídos quanto a construção do sistema e manejo, principalmente dos peixes. Porém, existem muitos materiais gratuitos disponíveis na internet que podem ser consultados, além de cursos de curta duração oferecidos por instituições de pesquisa e extensão em todo o país.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, *et al*. Aquaponia com materiais alternativos. In: Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 3., 2018. **Anais [...]** COINTER-PDVAGRO 2018, p. 1-5. Disponível em: https://cointer.institutoidv.org/inscricao/pdvagro/uploadsAnais/AQUAPONIA-COM-MATERIAIS-ALTERNATIVOS.pdf. Acesso em: 16 maio 2021.

BOOCK, Marcelo Villar. Produção Integrada de Camarões de Água Doce com Arroz (*Oryza Sativae*). APTA REGIONAL. **Pesquisa & Tecnologia**, Pirassununga, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2011. Disponível em: http://aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2011/2011-julho-dezembro/1069-producao-integrada-de-camaroes-de-agua-doce-com-arroz-oryza-sativae/file.html . Acesso em: 14 abr. 2021.

BRAGA, Bruno Fernandes. **Estudo do acompanhamento e desenvolvimento de plantas olerícolas em diferentes níveis de sistema aquapônico**. 2019. Projeto apresentado ao Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa do Centro Universitário ICESP em resposta ao Edital 02/2019 – Bolsa de Iniciação Científica. Centro Universitário ICESP, Brasília-DF, 2019. Disponível em: http://nippromove.hospedagemdesites.ws/arquivos_up/documentos/23671de9f30cbe199430d55d7fe94886.pdf . Acesso em: 29 maio 2021.

BRASIL. **Decreto 9064 de 31 de maio de 2017**. Dispõe sobre a Unidade Familiar de Produção Agrária [...]. Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm. Acesso em: 21 mar. 2021.

_____. **Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar [...]. Brasília, DF, 2006. Disponível em:

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 21 mar. 2021.

CARNEIRO, Paulo; FERNANDES, Raquel. 2017. Escola inclusiva em comunidade quilombola terá vitrine tecnológica de aquaponia em SE. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2017. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/42562161/escola-inclusiva-em-comunidade-quilombola-tera-vitrine-tecnologica-de-aquaponia-em-se. Acesso em: 18 jun.20.

CARNEIRO, Paulo César Falanghe *et al.* Sistema Familiar de Aquaponia em Canaletas. **Circular Técnica 81**. Aracaju, SE. Dezembro 2016. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156272/1/CT-81.pdf. Acesso em: 24 abr. 2021.

_____ . Paulo César Falanghe *et al*. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, outubro 2015a. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1025991/producao-integrada-de-peixes-e-vegetais-em-aquaponia. Acesso em: 18 jun.20.

_____. Paulo César Falanghe *et al*. Montagem e Operação de um Sistema Familiar de Aquaponia para Produção de Peixes e Hortaliças. Aracaju, SE. Dezembro 2015b. **Circular Técnica 72**. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1040079/montagem-e-operacao-de-um-sistema-familiar-de-aquaponia-para-producao-de-peixes-e-hortalicas. Acesso em: 21 mar. 2021.

CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N. Princípios de Hidroponia. **Embrapa Hortaliças**. Circular Técnica 22. ISSN 1415- 3033, novembro 2000. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/769981/principios-de-hidroponia. Acesso em: 28 mar. 2021.

CASTRO, E. J. T. A. **A Influência da Aquaponia no Desempenho Reprodutivo e Zootécnico De *Macrobrachium amazonicum***. 2019. Dissertação de mestrado em Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, 2019. Disponível em:http://www.uece.br/wpcontent/uploads/sites/6/2019/08/EliasCastro_Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 22 maio 2021.

CROSSLEY, P. L. Sub-irrigation in wetland agriculture. **Agric Hum Values**, v. 21n. 2/3, p. 191- 205, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1023/B:AHUM.0000029395.84972.5e .Acesso em: 17 de mar.2021.

EMBRAPA: **Integrar criação de peixes com hortaliças economiza 90% de água e elimina químicos.** 2015. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2767622/integrar-criacao-de-peixes-com-hortalicas-economiza-90-de-agua-e-elimina-quimicos Acesso em:12 jun. 2020.

HALWART. M.; GUPTA, M.V. Culture of fish in rice fields. **FAO and The WorldFish Center**, 83 p., 2004. Disponível em: http:// www.fao.org/3/a0823e/a0823e.pdf. Acesso em: 17 mar. 2021.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

JOYCE, *et al*. Aquaponics: Closing the Cycle on Limited Water, Land and Nutrient Resources. In: Goddek, *et al*. **Aquaponics Food Production Systems: Combined Aquaculture and Hidroponic Productions Technologies for the future.** 1 ed. Gothenburg, Sweden: Springer Open, 2019. Cap II. p. 19-34. Disponível em: https://panoramadaaquicultura.com.br/interessado-em-aquaponia-baixe-livro-gratis-sistemas-de-producao/. Acesso em: 23 maio 2021.

LIMA, J. F.; BASTOS, A. M; 2019. Qualidade de Água e Produtividade de Camarão e de Alface em Aquaponia em Leitos Cultivados Semissecos. **Embrapa Amapá. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. dezembro de 2019, p.8. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/pubicacao/1117593/qualidade-de-agua-e-produtividade-de-camarao-e-de-alface-em-aquaponia-em-leitos-cultivados-semissecos. Acesso em: 13 abr. 2021.

MARCANTONIO, *et al*., Rizipiscicultura: produção consorciada de arroz e lambari. In: Congresso Brasileiro de Produção de Peixes nativos de Água Doce, 1., 2021. 1º Encontro de Piscicultores de Mato Grosso do Sul. **Anais [...]** APTA- PRDTA-VP, Pindamonhangaba, SP, 2007. p. 1-5. Disponível em: https://www.cpao.embrapa.br/aplicacoes/congressopeixe2007/TRABALHOS/OUTROS/OUTROS_14.pdf. Acesso em: 16 maio 2021.

MARENGONI, N. G. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Arch. Zootec.**,55 (210). 2006.Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49521001 .Acesso em: 28 mar. 2021.

MIAO, W. & GE, X. Freshwater prawn culture in China: no overview. **Aquaculture Asia**, v. 7, n. 1, p. 9-12, 2002. Disponível em: http://www.aquicultura.br/gtcad/Artigos/FreshwaterPrawnCultureInChina.PDF. Acesso em: 28 mar.2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), 2015. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acesso em: 09 jan. 2021.

_____. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2021. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 21 mar. 2021.

QUEIROZ, *et al.* Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia. **Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**, 2017. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1092012/boas-praticas-de-manejo-para-sistemas-de-aquaponia Acesso em: 18 jun.2020.

RAKOCY, J. E.; MASSER, M. P.; LOSORDO, T. M. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics- integrating fish and plant culture. **Texas: Southern Regional Aquaculture Center, Texas A & M University,** 2006. (SRAC Publication No. 454). Disponível em: https://extension.okstate.edu/fact-sheets/recirculating-aquaculture-tank-

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

production-systems-aquaponics-integrating-fish-and-plant-culture.html .Acesso em: 22 fev. 2021.

SALLES, Fernando. Agrishow Digital. Cultivo integrado de peixes e vegetais: entenda a aquaponia. **Redação Agrishow**, 22 de fevereiro de 2017. Disponível em: https://digital.agrishow.com.br/negciosoportunidades/cultivo-integrado-de-peixes-e-vegetais-entenda-aquaponia. Acesso em: 16 maio 2021.

SILVA, Carlos Emílio Vieira. **Montagem e Operação de um Sistema de Aquaponia: Um Estudo de Caso de Aquicultura Urbana para Produção de Jundiá (*Rhamdia quelen*) Tilápia (*Oreochromis niloticus*) e Alface (*Lactuca* sativa)**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/172504/CARLOS%20EM%C3%8DLIO%20VIEIRA%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 02 maio 2021.

SUSSEL, Fábio. Aquaponia integra produção de lambari e hortaliças. **Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA)** 02 dez 2015. Disponível em: http://www.apta.sp.gov.br/noticias/aquaponia-integra-produo-de-lambari-e-hortalias. Acesso em: 15 maio 2021.

SOMERVILLE *et al.* **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. ISSN 2070-7010. 2014. p. 1-288. Disponível em: http://www.fao.org/in-action/globefish/publications/details-publication/en/c/338354/. Acesso em: 18 jun. 2020.

TALYSSON *et al*. Aquaponia: Um novo olhar agrícola. In:Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 3., 2018. **Anais [...]** Cointer- PDVAGRO 2018, p. 1-5. Disponível em: https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2019/01/AQUAPONIA-UM-NOVO-OLHAR-AGR%C3%8DCOLA-1.pdf . Acesso em: 11 jul. 2021.

TYSON, Richard V. *et al*. Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems. **Jornal: American Society For Horticultural Science**. 2011. Disponível em: https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.1.6. Acesso em: 18 mar. 2020.

VALENTI, W. C.2002. Criação de camarões de água doce. *In:* Congresso de Zootecnia, 12º, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. **Anais [...]** p. 229-237. Disponível em: https://www.caunesp.unesp.br/Home/publicacoes/cpil_valenti_criacao-de-camaroes.pdf. Acesso em: 19 abr. 2021.