INTERFACE TECNOLÓGICA

SISTEMA DE AQUAPONIA PARA PEQUENOS PRODUTORES DE HORTALIÇAS

AQUAPONICS SYSTEM FOR SMALL VEGETABLE PRODUCERS

Fernanda Camila Bragantin da Silva – fernandabragantin.s91@gmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Taquaritinga - SP –Brasil

Vanessa Amaro Vieira - vanessa.vieira@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Taquaritinga - SP –Brasil

DOI: 10.31510/infa.v20i2.1714
Data de submissão: 06/09/2023
Data do aceite: 16/11/2023
Data da publicação: 20/12/2023

RESUMO

A aquaponia é o sistema de cultivo entre duas culturas distintas, a aquicultura (peixes) e a hidroponia (plantas e hortaliças sem o uso de solo). Nesse sistema o cultivo é sustentável, no qual tem-se a economia de água, descarta-se o uso de produtos químicos, utiliza-se os resíduos eliminados pelos peixes como forma de nutrientes para as plantas e serve como renda aos produtores. Uma das principais vantagens da aquaponia é realizar a instalação em pequenas áreas, utilizando poucos recursos como caixas d'água, baldes e tubulações, obtendo uma produtividade considerável. Entretanto, a desvantagens pode ser a falta de tecnologia empregada, pouco conhecimento na área, uso constante de energia elétrica e o monitoramento constante da água. O objetivo do trabalho foi apresentar uma revisão de literatura sobre a produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia, mostrando sua funcionalidade para os pequenos produtores. Na aquaponia recomenda-se o aproveitamento total da água, eliminando a liberação do efluente no meio ambiente. Ao consumirem a ração, os peixes produzem fezes que são convertidas em nutrientes que serão absorvidos pelas plantas. Nesse ambiente as bactérias nitrificantes são responsáveis pelo processo de nitrificação dos resíduos metabólicos. As raízes das plantas consomem esses nutrientes e juntamente com as bactérias, desempenham um papel importante na filtragem biológica da água, retornando limpa para o ciclo, garantindo sua condição adequada para o desenvolvimento dos peixes. Com o uso de equipamentos simplificados, as famílias produzem os peixes e as hortaliças para sua subsistência, além de obter uma renda nesse sistema de cultivo.

Palavras-chave: Sistema Aquapônico. Cultivo Sustentável. Hortaliças. Peixes

ABSTRACT

Aquaponics is the cultivation system between two distinct crops, aquaculture (fish) and hydroponics (plants and vegetables without the use of soil). In this system, cultivation is sustainable, in which water is saved, the use of chemicals is discarded, waste eliminated by fish is used as nutrients for plants and serves as income for producers. One of the main advantages of aquaponics is to install it in small areas, using few resources such as water tanks, buckets

INTERFACE TECNOLÓGICA

and pipes, obtaining considerable productivity. However, the disadvantages may be the lack of technology used, little knowledge in the area, constant use of electricity and constant monitoring of water. The objective of the work was to present a literature review on the integrated production of fish and vegetables in aquaponics, showing its functionality for small producers. In aquaponics, it is recommended to make full use of water, eliminating the release of effluent into the environment. When consuming the feed, the fish produce feces that are converted into nutrients that will be absorbed by the plants. In this environment, nitrifying bacteria are responsible for the nitrification process of metabolic waste. Plant roots consume these nutrients and, together with bacteria, play an important role in biologically filtering the water, returning it clean to the cycle, ensuring its adequate condition for fish development. Using simplified equipment, families produce fish and vegetables for their subsistence, in addition to earning an income in this farming system.

Keywords: Aquaponic System. Sustainable Cultivation. Vegetables. Fish

1 INTRODUÇÃO

A crescente procura por alimentos provoca uma sobrecarga dos sistemas tradicionais de produção e há uma necessidade crescente de praticar o cultivo de diferentes opções alimentícias. Neste contexto, destaca-se a adoção de técnicas sustentáveis que visa o uso racional dos recursos hídricos, sendo a Aquaponia uma técnica que faz o máximo de aproveitamento da água e do solo, que se trata da junção da aquicultura (produção de animais aquáticos) à Hidroponia (produção de vegetais sem solo) em sistemas de recirculação de água e nutrientes (Carneiro *et al.*, 2015).

Apresenta-se como alternativa para a produção de alimentos mais sustentável favorecendo a pequenos produtores a produzirem peixes e hortaliças utilizando-se simples instrumentos como tambores, caixas de água e encanamentos (Embrapa, 2015; Hundley e Navarro 2013). Essa cultura tem uma integração entre a criação de peixes e o cultivo de vegetais hidropônicos. Portanto, ainda é pouco conhecida no mercado e começou a se destacar e ter bons resultados na última década (Embrapa, 2015).

A aquicultura é uma das cadeias de produção animal que mais cresce no Brasil. Esse alto potencial associa ao cultivo mais sustentável, para atender a comercialização e exportação preservando o meio ambiente (Satiro *et al*, 2018). A hidroponia comercial vem se destacando cada vez mais nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, no qual ampliou-se as pesquisas para a implantação desse sistema (Neto; Barreto, 2012).

Todavia, a hidroponia chama a atenção no mercado devido ao crescente desenvolvimento urbano e permite que produtores possam ter sua produção em pequena e larga escala em espaços reduzidos, implantando novas tecnologias de cultivo. A aquaponia é considerada uma técnica inovadora, pois utiliza baixo consumo de água e um alto aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados pelos peixes, sendo menos impactante ao meio ambiente (Satiro *et. al*, 2018).

Essa conexão da aquicultura com hidroponia para pequenos produtores pode se tornar uma renda extra ou até mesmo sua renda principal, em um pequeno espaço no qual poderá montar um tanque para criação de diversas espécies de peixes como: tilápias, carpas, trutas, pacu, entre outras, juntamente com um sistema de recirculação para o aproveitamento dos dejetos dos peixes e água para a irrigação do plantio de alface, morango, rúcula, tomates entre outras culturas que possam ser cultivadas em estufas. A água carrega os nutrientes necessários para as plantas via sistema radicular em que as alimentam e após filtrada pode recircular aos peixes. Essa técnica se torna uma grande aliada no atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Oliveira, 2019). O objetivo do trabalho é apresentar uma revisão de literatura sobre os principais aspectos do sistema de criação integrado de aquaponia e hidroponia a pequenos produtores rurais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema de Aquaponia

Aproximadamente 1.500 anos a aquaponia era uma técnica antiga já praticada no Sul da China, Indonésia e Tailândia, usada por meio do cultivo de arroz juntamente com a criação de peixes, onde seus dejetos eram utilizados como fertilizantes para o crescimento do arroz. No México, há cerca de 500 anos depois, os Astecas inventaram uma nova forma de aquaponia por não terem terras férteis e possuírem jardins flutuantes no qual cultivavam tomates, milhos e outras culturas que aproveitavam as fezes dos peixes como nutrientes. Portanto, só na década de 1970 que os cientistas descobriram a aquaponia com um grande potencial para solução mais sustentável a agricultura diminuindo recursos naturais como a água (Calone; Orsini, 2022).

A aquaponia utiliza uma quantidade reduzida de água para o seu processo, com a aquicultura (criação de peixes) e a hidroponia (cultivo de plantas e hortaliças sem o solo). O manejo pode ser implantado até mesmo em pequenas áreas urbanas, aproveitando de forma

integral o espaço e a água utilizados nesse sistema. A produção agrega valor ao produto e gera mais renda ao produtor, além de ser sustentável. Atualmente, a população busca por produtos mais saudáveis na sua alimentação, sem uso de agrotóxicos e consequentemente diminui-se o uso de fertilizantes no cultivo dos vegetais (Rigo *et al*, 2017).

No ciclo do nitrogênio em aquaponia, as bactérias chamadas de nitrificantes convertem a amônia (NH3) em compostos de nitrito (NO2) e depois em nitrato (NO3), no qual as raízes reconhecem a diferença entre amônia e do nitrito que são tóxicos a mesma. A literatura enfatiza o bombeamento contínuo da água com o biofiltro há uma fixação das bactérias onde ocorre a desintoxicação da amônia através do processo de nitrificação (Oliveira, 2019).

2.2 Hidroponia

A hidroponia é uma técnica antiga, segundo relatos surgiu antes de Cristo com os jardins suspensos que existiam na antiga Babilônia que cultivavam plantas em terrenos como substratos irrigados por cascatas. No século XVII, cientistas observaram que as plantas retiravam substâncias da água para o seu crescimento e desenvolvimento. Em 1940 o cientista Gericke descreveu um sistema hidropônico que foi aperfeiçoado a essa técnica originando ao que temos atualmente (Gomes, 2015).

A hidroponia é o cultivo de plantas sem o uso de solo, no qual recebem os nutrientes necessários para o seu crescimento. No Brasil o cultivo de hidroponia vem aumentando significativamente desde a década de 90, sendo os pioneiros Shigueru Ueda e Takanori Sekine que realizaram os primeiros cultivos hidropônicos de forma comercial, onde apresentou o primeiro projeto na cultura de alface (Neto *et al,* 2012).

Dentre as principais vantagens da hidroponiassão: melhor controle dos nutrientes que são fornecidos aos vegetais, redução no ciclo da cultura, maior produtividade, menor consumo de água e de fertilizantes. Como desvantagens apresentam o custo inicial relativamente elevado, exige assistência técnica mais efetiva, pode ocorrer o risco de perdas por falta de energia elétrica e prejuízos por contaminação da água por patógenos (Neto *et al,* 2012).

2.3 Controle Ambiental

A indústria agropecuária é considerada como um dos maiores produtores de dejetos animais é onde esses resíduos necessitam de uma destinação ecologicamente correta devido ao

seu alto potencial poluidor. Uma dessas opções é a aquaponia, um sistema de aquicultura que utiliza os resíduos produzidos pelos peixes (excrementos e resíduos de ração) e fornece nutrientes às plantas cultivadas na hidroponia. Com a aquaponia é possível utilizar um biodigestor que produz biogás com esses resíduos de peixes, além de fornecer às plantas os nutrientes que ficam armazenados em um decantador, seguido de um biodigestor que produz biogás que pode ser aproveitado no próprio sistema (Nieradka, 2023).

Estima-se que 70% da água do planeta é utilizada pela agricultura, sendo um dos principais desafios sobre o uso da água doce. Há uma preocupação com o meio ambiente com a irrigação agrícola, no qual tem-se observado o desperdício ou vazamento em tubulações ocasionado pelo mal-uso de defensivos, gerando a contaminação das bacias hidrográficas e do solo quando escoados por esse sistema. A aquaponia vem apresentando uma forma mais sustentável, com a rotação de culturas ao longo do ano, melhorando o uso dos recursos hídricos por meio da recirculação da água entre a aquicultura e a hidroponia (Santos, 2021).

2.4 Seleção das culturas

A escolha das espécies vegetais a serem cultivadas comercialmente com o sistema aquapônico deve ser baseada principalmente na análise do mercado consumidor, onde se sabe qual a necessidade de produção de hortaliças de pequeno e médio porte. No início das pesquisas com aquaponia, acreditava-se que apenas plantas menos exigentes como as folhosas poderiam ser cultivadas neste sistema. No entanto, atualmente é possível produzir muitas espécies de vegetais em aquaponia que se adaptam bem a esse cultivo como alface, manjericão (*Ocimum basilicum*), agrião, repolho (*Brassicaoleracea var*), rúcula (*Eruca sativa*), morango (*Fragariavesca*), pimenta (*Capsicum spp*), tomate (*Solanumly copersicum*) e pepino (*Cucumis sativus*) (Hundley; Navarro, 2013).

Para a hidroponia, sempre são recomendadas espécies e variedades de plantas adaptadas à hidroponia, pois a maioria cresce de forma ideal entre pH 5,8 e 6,2, tolera alto teor de água nas raízes e diferenças significativas na concentração de nutrientes. Deficiência de nutrientes dissolvidos em solução nutritiva evita os sintomas de doença (Rakocy, 2007).

No sistema aquapônico o pH necessita de muita atenção especial. 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 atender os três componentes biológicos (peixes, plantas e bactérias) o pH deve ser mantido entre 6,5e 7,0. A temperatura e

o oxigênio dissolvido devem ser mantidos em níveis adequados para cada espécie (Carneiro *et al*., 2015).

2.5 Seleção das espécies de peixes

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie de peixe mais tolerante à reprodução em cativeiro e com alta densidade populacional por ser um peixe mais resistente, com bom valor comercial e boa conversão alimentar. A carpa colorida (*Cyprinus carpio*) também é um peixe ornamental muito utilizado na aquicultura, que resiste às oscilações da temperatura da água e também à alta densidade animal. Esta espécie tem maior valor comercial por ser um peixe ornamental (Embrapa, 2015; Hundley; Navarro 2013).

Diversos sistemas de aquaponia têm utilizado várias espécies como: carpas koi (peixes ornamentais), carpa comum, catfish ou bagre, lambari-da-cauda-amarela, camarão da Malásia (*M. rosenbergii*) e camarão da Amazônia (*M. amazonicum*) (Andrade *et al*., 2021).

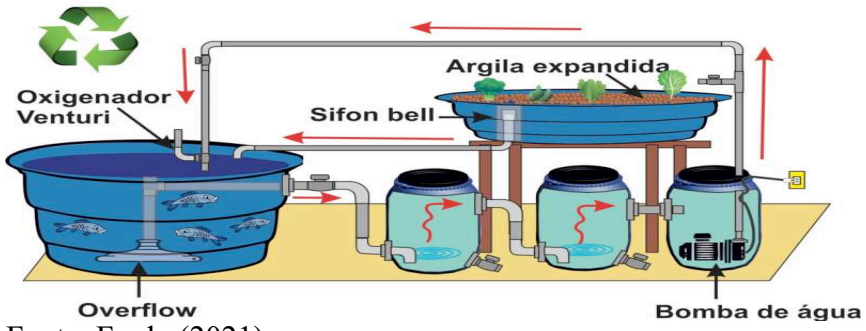
2.6 Componentes para o sistema de aquaponia

Na aquaponia o quantitativo de plantas a ser utilizado está relacionado à densidade de peixes estocada no sistema, o que pode limitar a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas. A literatura sugere proporções entre viveiro de peixes e a parte hidropônica que variam de 1:1 para até 1:4, no que tange ao volume de água do viveiro de peixes e da parte vegetal (Hundley; Navarro 2013).

Existem várias formas de cultivar os vegetais na aquaponia. No sistema *"Media Based Systems"* (MBS) é o mais usado no fundo de quintal e consiste no uso de cascalho ou seixos de argila onde os vegetais são plantados diretamente no substrato por onde a água do tanque de peixe drena as raízes das plantas permitindo que ocorra o processo de nitrificação, conforme figura 1. A água retorna para o tanque dos peixes por gravidade por maio da instalação de um sifão. Também conhecido como substrato semi seco é indicado para aquaponia em pequena escala, devido à dificuldade de manejo (Queiroz *et al*., 2017

INTERFACE TECNOLÓGICA

Figura 1: Sistema de aquaponia *Media Based Systems*



Fonte: Fredy (2021).

Segundo modelo proposto pela Embrapa os tanques de cultivo, podem ser usados de materiais de vidro, caixas d'água, tanques escavados e revestidos com materiais impermeáveis ou containers plásticos para armazenamento de água. Os filtros mecânicos e biológicos podem ser de recipientes de plástico, sendo o volume dos filtros relacionados com o tamanho do tanque de cultivo e com a densidade de peixes armazenados. Os filtros retêm os resíduos sólidos pesados que exista na água, no fundo do filtro mecânico. Esse precisa ser completado com brita, argila expandida, restos de construção entre outras matérias que possam fazer a filtração. Sua função é que as bactérias que passam por essas mídias filtrantes convertam a amônia em nitrito e depois em nitrato, no qual servirá de fertilizante para as plantas sem oferecer riscos à saúde dos peixes, conforme figura 2 (Albuquerque, *et al* 2019).

Figura 2: Exemplo de um sistema de aquaponia em nível familiar.



Fonte: (Carneiro, 2015)

Na caixa A temos o tanque de peixes. B e C são dois tipos de filtros para resíduos sólidos que facilitam a manutenção do sistema aquapônico; D são tomates cultivados em britas que necessitam de uma sustentação maior devido à altura que a planta pode alcançar; E é o modelo

flutuante onde está plantado alface; F (Cenouras e cebolas plantadas em areia, uma técnica pouco utilizada pelo fato de entupir canos e bombas); G – Alface também plantados em areia; (Finkelstein, 2018).

No *"Deep flow system"* as plantas flutuam em placas de isopor ou de plásticos dentro de tanques com água proveniente do tanque de peixe. As raízes das plantas ficam totalmente submersas. Neste sistema é importante utilizar o aerador para o abastecimento de oxigênio às raízes. Como principal vantagem, esse sistema pode ser usado em vários locais e não há a necessidade de substrato, além de ser barata a instalação (Andrade *et al*., 2021; Hundley; Navarro, 2013).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Adotou-se a metodologia descritiva, pois almeja a disseminação de informações de um tema, delineando-a e aprofundando o conhecimento **(**Prodanov e Freitas, 2013). Também se caracteriza como um estudo bibliográfico, pois parte da realização de uma revisão de literatura, está integrada aos estudos bibliométricos e consiste em uma descrição sobre um campo teórico, esquematizando uma estratégia de busca para contribuir significativamente para a extração metódica do material coletado nas bases de dados (Chang e Katrichis, 2016).

Como estratégia de coleta de dados, realizou-se pesquisas bibliográficas por meio de consulta em trabalhos de graduação, pós-graduação, mestrado e documentos oficiais em forma de artigos científicos, indexados no portal Capes, Scielo, Scholar em revistas nacionais e internacionais.

Como recorte temporal, delimitou-se o período que compreende os anos de 2013 até 2023, de modo a englobar trabalhos contemporâneos e temáticos em ascensão. A busca foi efetuada utilizando como filtro documentos no formato de artigo com as seguintes palavras-chave isoladas ou combinadas: aquaponia, aquicultura, hidroponia, sustentabilidade, vegetais aquaponia, criação de peixes aquaponia, entre outros, publicados nos idiomas português ou inglês. Após a seleção inicial, foram excluídos todos os artigos repetidos e aqueles que cujas referências ultrapassassem mais que 10 anos de publicação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em experimento realizado por Oliveira *et al.* (2022) que cultivaram 80 tambaquis (*C. macropomum*) juvenis em (cinco meses de idade) juntamente com as hortaliças: alface *(L. sativa)*, rúcula (*E. vesicaria ssp. Sativa*), almeirão (*C. intybus sub sp. Intybus*) e agrião (*N. officinale*) totalizando 288 dias em ambiente urbano. O trabalho demonstrou bons resultados quanto ao crescimento dos peixes e das hortaliças, trazendo informação sobre o desenvolvimento e cultivo em sistemas aquapônicos urbanos de baixo custo e sustentável. O tambaqui é uma das espécies indicadas para cultivo integrado nesse sistema, devido apresentar rusticidade e tolerância a diversos parâmetros da qualidade da água.

A aquaponia proporciona algumas vantagens para os pequenos produtores como: a redução no uso de água por meio da recirculação; permite a produção em lugares com escassez de água; uso de pequenos espaços para o seu cultivo, gera maior produtividade sem perdas significativas, apresenta boa qualidade nas espécies de plantas e hortaliças quando bem conduzidas, os produtos ficam livres de defensivos agrícolas que consequentemente podem agredir o meio ambiente e à saúde humana. Como desvantagem seria o emprego de pouca tecnologia, gasto constante de energia elétrica e o baixo controle do monitoramento da qualidade da água (Sil*va,* 2016).

Belintando et al. (2019) ao avaliarem a qualidade da água e o crescimento de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criados em sistema integrado com Alface crespa (*Lactuca sativa var. crispa*) durante três meses, observaram que os resultados superaram a expectativa de desempenho e ganho de peso dos peixes com biomassa inicial de 1.500g/m^3 e biomassa final de 9.856g/m^3, com o peso médio inicial de 50g e final de 352g, com consumo médio de ração 945g/peixe e 2,68 de conversão alimentar.

Os parâmetros de qualidade da água durante a ação das bactérias nitrificadoras de amônia apresentaram variações e obteve 11,12% de mortalidade dos alevinos. Depois desse período os resultados obtidos estabilizaram e foram satisfatórios. O sistema no modelo em escadas favoreceu a oxigenação suficiente para os peixes dispensando a necessidade de aeradores. O monitoramento da água deve ser realizado constantemente como parâmetros físicos e químicos (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade total e dureza total). A cada quinze dias é importante avaliar os componentes nitrogenados amônia, nitrito, nitrato, fósforo total e dissolvido (Andrade *et al*., 2021)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento da população mundial e a necessidade de atender toda demanda nutricional, exige o desenvolvimento de novas técnicas de produção alimentar. Daí surge a integração do cultivo de peixes e da agricultura hidropônica promovendo fatores sócio, econômico e ambiental, com a produção de alimentos seguros e cada vez mais sustentáveis.

Pode-se concluir que diversas pesquisas e modelos já propostos de aquaponia têm apresentado resultados interessantes quanto aos índices de produção e viabilidade na criação de peixes e cultivo de vegetais, métodos indicados para pequenos produtores com pouca área disponível, assim como também a favorece o aproveitamento de locais com déficit de recursos hídricos, proporcionando a produção de alimentos saudáveis sem poluir ou prejudicar o meio ambiente.

Embora esse sistema aparenta ser simples, é necessário conhecer todo o processo de implantação e operação, bem como os cuidados com a alimentação dos peixes, controle de qualidade da água, nutrientes exigidos pelas plantas para se obter excelentes índices de produtividade.

REFERÊNCIAS

BRABO, M. F. et al. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura/Current scenario of fish production in the world, Brazil and Pará State: emphasis on aquaculture. In: **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016. Disponível em https://periodicos.ufs.br/ActaFish/article/view/5457/4607. Acesso em 05 de Ago de 2023.

CALONE, Roberta; ORSINI, Francesco. Aquaponics: A Promising Tool for Environmentally Friendly Farming. In: **Front. Young Minds**, v. 10, p. 707801, 2022. Disponível em https://parajovens.unesp.br/aquaponia-uma-ferramenta-promissora-para-uma-agricultura-sustentavel/. Acesso em 11 de Set de 2023.

CARNEIRO, Paulo César Falanghe et al. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. In: **Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 27p**, 2015. Disponível em https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142630/1/Doc-189.pdf. Acesso em 25 de Jul de 2023.

CARISSIMI, Alexandre da Silva et al. Um sistema de monitoramento para aquaponia baseado em internet das coisas. 2018. Disponível em https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/184970/001077848.pdf?sequence=1. Acesso em 11 de Set de 2023.

CHANG, Wen-Jung; KATRICHIS, Jerome M. A literature review of tourism management (1990–2013): a content analysis perspective. **Current Issues in Tourism**, v. 19, n. 8, p. 791-823, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1080/13683500.2016.1167177. Acesso em 20 de Nov de 2023

DE ALBUQUERQUE, L. F. G. et al. Aquaponia: uma tecnologia sustentável para o semiárido. In: **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,** ano I, n. 1, 2019. Disponível em https://ifce.edu.br/proext/aquaponia-uma-tecnologia-sustentavel-para-o-semiarido.pdf. Acesso em 10 de Set de 2023.

DE ANDRADE, L. A. et al. Aquaponia e sua relação com a sustentabilidade. In: **Ciência & Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 190-200, 2021. Disponível em https://citec.fatecjaboticabal.edu.br/index.php/citec/article/view/200/157. Acesso em 12 de Set de 2023.

DE QUEIROZ, J. F. et al. Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia. 2017. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1092012/boas-praticas-de-manejo-para-sistemas-de-aquaponia Acesso em: 21 Set 2023

DE OLIVEIRA, Graziele Felix; FORONI, Isis Lazzarini; DE OLIVEIRA, Marcos Antonio. Produção integrada de tambaqui com hortaliças em residência urbana. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p. e51811831189-e51811831189, 2022. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31189/26755. Acesso em: 20 nov. 2023

FERREIRA, Milena et al. Sistema de aquaponia em escada: um estudo de caso. **Pubvet**, v. 14, n. 01, 2020. Disponível em: 94a8b394ef25eaa4a63a83d722cc551d-libre.pdf. Acesso em: 20 nov. 2023.

GOMES, P. D. et al. Diagnóstico do cultivo hidropônico no Estado de Goiás. 2015. Disponível em https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/70/o/DISSERTA%C3%87%C3%83O_PATRCIA_DAM%C3%81SIA_GOMES.pdf. Acesso em 12 de Set de 2023.

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: a integração entre piscicultura e a hidroponia. In: **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 2013. Disponível em https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2809/1292. Acesso em 5 de Ago de 2023.

MARTINS, P. Aquaponia: um exemplo pioneiro de inclusão formal de Educação Ambiental no sistema educativo português. In: **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 17, n. 4, p. 351-359, 2022. Disponível em https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13887/9857. Acesso em 10 de Set de 2023.

NETO, E. B.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. In: **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 9, n. 1, p. 107-137, 2012. Disponível em 228884069.pdf (core.ac.uk). Acesso em 21 de Ago de 2023.

NIERADKA, I. P.; FURTADO, A. C.; KLEIN, S. Estimativa do potencial de produção de biogás a partir dos resíduos de um sistema de aquaponia. **CONTRIBUCIONES A LAS**

CIENCIAS SOCIALES, v. 16, n. 8, p. 8720-8729, 2023. Disponível em https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/890. Acesso em 11 de Set de 2023.

OLIVEIRA, Í. M. S. de**. Aquaponia como fonte de produção e renda na comunidade bom fim,** Angicos/RN. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4844/1/%c3%8dtalaMSO_MONO.pdf. Acesso em 12 de Set de 2023.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013. https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=zUDsAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=Metodologia+do+trabalho+cient%C3%ADfico:+m%C3%A9todos+e+t%C3%A9cnicas+da+pesquisa+e+do+trabalho+acad%C3%AAmico.&ots=ddXekt8CJ&sig=HWqHdQkDrg1zNtn8Ih24z2sgLIM#v=onepage&q=Metodologia%20do%20trabalho%20cient%C3%ADfico%3A%20m%C3%A9todos%20e%20t%C3%A9cnicas%20da%20pesquisa%20e%20do%20trabalho%20acad%C3%AAmico.&f=false

RAKOCY, J. Ten Guidelines for Aquaponic Systems. **Aquaponics Journal**, v. 46, p 14–17. 2007. Disponível em https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2809/1292. Acesso em 18 de Set de 2023.

RIGO, C. D. et al. **Avaliação de desempenho entre substrato e um sistema de aquaponia com tilápias (*Oreochromis niloticus*) para o cultivo de alface (*Lactuca sativa*) e chicória (Cichorium intybus).** 2017**.** Disponível em TCC - Cristiano Dalmoro Rigo.pdf (ufsc.br). Acesso em 23 de Ago de 2023.

ROS, C. R. R.; DELPINO, M. V.; ADAME, A. **Consumo excessivo de água**: **aquaponia como método de sustentabilidade ambiental.** 2017. Disponível em 20191118012129-Es8O.pdf (ajes.edu.br). Acesso em 25 de Jul de 2023.

SANTOS, S. E. L. dos. **Sistema de supervisão e controle para produção agrícola em Aquaponia** . 2021. Tese de Doutorado. Disponível em https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/23682. Acesso em 20 de Ago de 2023.

SÁTIRO, T. M.; NETO, K. X. C. R.; DELPRETE, S. E. Aquaponia: Sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **In: Revista Brasileira de Engenharia de Pesca,** v. 11, n. 1, p. 38-54, 2018. Disponível em https://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/1513. Acesso em 05 de Ago de 2023.

SILVA, C. E. V. da et al. **Montagem e operação de um sistema de aquaponia: um estudo de caso de agricultura urbana para produção de jundiá (Rhamdia quelen) tilápia (Oreochromis niloticus) e alface (Lactuca sativa)**. 2017. Disponível em https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/172504/CARLOS%20EM%c3%8dLIO%20VIEIRA%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 12 de Set de 2023.

TELLO, F. A. Aquaponia e ciência. 2021. **Sistema aquapônico em casa**.

INTERFACE TECNOLÓGICA

Disponível em: https://cvtapinaje.com.br/wp-content/uploads/2021/06/FREDY-TELLO-3.3-Sistema-Aquaponico.pdf. Acesso em 21 de Set de 2923.