



AQUAPONIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NA REGIÃO AMAZÔNICA

Joana Paula de Souza Cornélio, Universidade Estadual de Santa Cruz,
joanapaula_aqui@hotmail.com

Resumo

A floresta amazônica é constantemente ameaçada pelo desmatamento humano, para implantação da agricultura tradicional. Nesse sentido é necessário o desenvolvimento de formas alternativas e sustentáveis de produção vegetal e animal. A aquaponia surge como uma alternativa para produção de alimentos, a qual é gerida pelo princípio da produção sustentável, com uma visão de respeito ao meio ambiente e atendimento as atuais demandas dos mercados consumidores mais conscientes e exigentes no que diz respeito às práticas voltadas a sustentabilidade. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o estado da arte, mediante revisão bibliográfica, sobre as pesquisas que testaram a aquaponia como um sistema de produção de alimentos na Amazônia, identificando quais as espécies de peixes e plantas utilizadas, as vantagens e desvantagens, bem como os avanços desse sistema de produção. Os resultados demonstraram que estudos sobre o uso de sistemas aquapônicos na Amazônia são incipientes. Os trabalhos foram realizados no Pará (83,33%) e Rondônia (16,66). As principais espécies de organismos aquáticos utilizados foram: tambaqui; e camarão amazônico. Já em relação aos vegetais utilizados temos: alface roxa; coentro; jambu; rúcula; almeirão; e o agrião. Concluímos que os sistemas aquapônicos podem ser utilizados como uma alternativa sustentável de produção de alimentos na Amazônia.

Palavras-chave: agricultura familiar, aquicultura; escassez hídrica, mudanças climáticas, desmatamento.

1. Introdução

No cenário atual de escassez hídrica que assola nosso país, atingindo inclusive regiões onde a falta d'água nunca foi um problema como a região amazônica, a busca por técnicas de produção agropecuária inovadoras é essencial para atender a demanda crescente por alimento e diminuir a velocidade de esgotamento de nossos recursos hídricos (Carneiro, 2015).

Nesse contexto, a Amazônia brasileira apresenta grande potencial para o desenvolvimento da aquicultura (Silva *et al.*, 2023) , que está relacionada à algumas características próprias como disponibilidade de recursos hídricos, clima favorável, espécies com excelente desempenho zootécnico, mão de obra e condições geográficas, sendo estes os fatores essenciais para o crescimento da atividade (Igarashi, 2021). Esse alto potencial reflete a necessidade da organização da produção dentro de uma perspectiva ecoeficiente, a fim de atender tanto a comercialização e a exportação em grande escala quanto à preservação do meio ambiente

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

(Miranda *et al.*, 2023), levando à necessidade de inovar cada vez mais as técnicas vinculadas à produção de organismos aquáticos (Hundley *et al.*, 2013).

É importante salientar que a aquicultura assim como outros sistemas de produção de alimentos, pode apresentar um consumo excessivo de água. Além disso, os efluentes desse sistema podem causar devastação de ambientes naturais, proliferação de doenças, redução de populações naturais de peixes nativos por meio da introdução de espécies exóticas e poluição dos reservatórios (Henry-Silva; Camargo, 2018; Macedo; Sipaúba-Tavares, 2018). Entretanto, apresentam uma elevada quantidade de nutrientes devido aos peixes assimilarem somente uma pequena proporção da ração ofertada (Ebeling; Timmons, 2012), assim, sugere-se reutilizar os efluentes em outras atividades agropecuárias (Ferri; Souza; Braz-Filho, 2018). A reutilização dos efluentes também pode garantir uma sustentabilidade econômica para o empreendimento (Silva *et al.*, 2018), devido ao elevado custo da ração (Sonoda; França; Cyrino, 2015) e a possibilidade da geração de uma receita adicional com agregação de valor aos alimentos produzidos de forma ambientalmente responsável.

Dentre os sistemas de produção que permitem o desenvolvimento e aplicações de novas tecnologias que otimizem a utilização de água e nutrientes, assim como minimizem os impactos ambientais, a aquaponia merece destaque por praticar uma aquicultura sustentável e proporcionar o cultivo de outros produtos também (Dalazen *et al.*, 2020). Conforme Miranda *et al.* (2023) a aquaponia consiste na criação de peixes com o cultivo de plantas em água, em um mesmo sistema, havendo uma troca de benefícios: a água da piscicultura abastece o sistema hidropônico por meio dos efluentes, quando as bactérias nitrificantes transformam a amônia tóxica em amônia não tóxica, sendo utilizados pelas plantas como nutrientes. Com a remoção dos agentes tóxicos, a água se torna adequada para o desenvolvimento dos peixes e retorna para as unidades de piscicultura (Goddek *et al.*, 2019).

Queiroz *et al.* (2017), afirmam que o maior desafio na fase atual de desenvolvimento da aquaponia no Brasil, e conseqüentemente na Amazônia, é assegurar que essa atividade venha contribuir diretamente para a produção intensiva de alimentos em áreas rurais e peri-urbanas (ganhos de produção e produtividade), para o desenvolvimento e validação de sistemas fechados e integrados, garantindo o uso múltiplo e racional dos recursos hídricos, a maximização no aproveitamento dos nutrientes e a conseqüente redução na geração de efluentes (ganhos ambientais), além de proporcionar mais oportunidades de emprego e renda (ganhos sociais e econômicos).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo verificar o estado da arte, mediante revisão bibliográfica, sobre as pesquisas que testaram a aquaponia como um sistema de produção de alimentos na Amazônia, identificando quais as espécies de peixes e plantas utilizadas, as vantagens e desvantagens, bem como os avanços desse sistema de produção. As informações desta revisão se justificam por proporcionar uma atualização do panorama dos últimos cinco anos sobre o uso da aquaponia com um sistema de produção de alimentos pode contribuir para

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

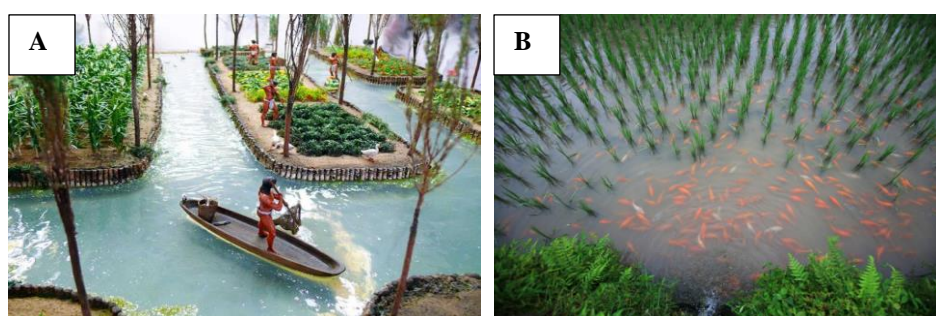
o fortalecimento da sustentabilidade ambiental, social e econômica na Amazônia, assim como nortear novas pesquisas acerca deste tema.

2. Fundamentação teórica

O crescimento da população mundial fez com que a demanda de alimentos aumentasse e, associado a isso, torna-se cada vez mais visível um cenário de escassez de água para o atendimento às necessidades agrícolas. Dentro desse contexto, a aquaponia passa a ser uma das possibilidades, visto que, nessa prática, a produção de alimentos é feita com a perda mínima de água e nutrientes (Hundley, 2013).

Apesar de ser uma terminologia nova, o conceito da utilização de resíduos e excrementos de peixes para fertilizar plantas existe há milênios, tendo sido implementado por civilizações antigas na Ásia e Américas do Sul (Somerville *et al*, 2014). De acordo com Emerenciano *et al.* (2015), os Astecas desenvolveram uma técnica chamada de Chinampas (Figura 1A), um tipo de agricultura sobre jangadas produzida com material flutuante sobre os lagos, onde as plantas cresciam, retirando do recurso hídrico os seus nutrientes. Também pela mesma altura os chineses criavam peixes em arrozais (Figura 1B), utilizando o mesmo princípio (Bocek, 2009).

Figura 1. A - Representação das Chinampas, método de aquaponia rudimentar feita pelos povos Astecas; B – Criação de peixes em arrozais na China.



Fonte: <https://aquaponiabrasil.wordpress.com/breve-historia-da-aquaponia/aztecas-chinampas/>.

A técnica de aquaponia é uma modalidade de produção de alimentos que permite cultivar peixes e vegetais em um único sistema. O termo “aquaponia” deriva da combinação entre as palavras “aquicultura” (produção de organismos aquáticos) e “hidroponia” (produção de plantas sem uso de solo). É uma forma de cultivo que funciona a partir da integração entre a criação de organismos aquáticos, principalmente peixes, e o cultivo de vegetais hidropônicos em um ambiente fechado de recirculação de água (Carneiro *et al.*, 2015; Rosa, 2020).



No sistema aquapônico ocorre uma troca de benefícios: a água da piscicultura abastece o sistema hidropônico por meio dos efluentes, quando as bactérias nitrificantes transformam a amônia tóxica em amônia não tóxica, sendo utilizados pelas plantas como nutrientes. Com a remoção dos agentes tóxicos, a água se torna adequada para o desenvolvimento os peixes e retorna para as unidades de piscicultura (Goddek *et al.*, 2019).

Sátiro *et al.* (2018) infere que o insumo fundamental na aquaponia é a ração, pois a partir da ingestão, digestão e excreção dos peixes, as bactérias fazem a conversão da excreta em nutrientes assimilados e absorvidos pelas plantas. De acordo com Carneiro *et al.* (2015) torna-se um fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que se relacionam por meio de ciclos biológicos naturais. Nesse ciclo, bactérias nitrificantes, as Nitrossomonas, transformam a amônia (NH₃) em nitrito (NO²⁻); posteriormente, as Nitrobacter transformam nitrito em nitrato (NO₃), forma do nitrogênio (N) mais absorvível pelas plantas, que tem papel importante na filtragem biológica da água, garantindo a homeostase do sistema e o bem-estar dos peixes (Silva, 2017).

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 (Love *et al.*, 2014; Goddek *et al.*, 2015). A literatura acadêmica brasileira ainda é pobre e incipiente sobre tema (Hundley; Navarro, 2013; Emerenciano *et al.*, 2015), sendo que apenas nos últimos anos pesquisadores de algumas universidades brasileiras e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) iniciaram suas pesquisas.

Conforme Rosa (2020), no Brasil, as principais técnicas de aquaponia utilizadas são: NFT (Nutrient film technique); DFT (Deep Film Technique); e MBT (Media Bed Technique). A descrição de cada método pode ser observada no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos principais métodos de aquaponia utilizadas no Brasil.

Métodos de cultivo aquapônico	Descrição
NFT (Nutrient Film Technique)	Consiste em um sistema onde as plantas são cultivadas em canaletas por onde passam filetes de água constantemente. É o mais indicado para uso comercial, pois o espaço utilizado pelo sistema pode ser mais bem aproveitado que outros métodos aquapônicos.
DFT (Deep Film Technique)	Nessa técnica, os tanques para criação de peixes encontram-se ligados a tanques retangulares “raceways” providos de placas de isopor para suporte das hortaliças.
MBT (Media Bed Technique)	O sistema de produção com substrato é um método mais popular entre os produtores de aquaponia em escala pequena. O substrato utilizado pode ser argila expandida, brita, restos de telhas e tijolos, entre outros.

Fonte: Elaborado pela autora.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

A aquaponia apresenta-se como alternativa real para a produção de alimentos de maneira menos impactante ao meio ambiente devido a suas características de sustentabilidade (Hundley, 2013). A mesma tem sido proposta como tecnologia eficiente, dentro do contexto de reúso da água, de mínima produção de resíduos, utilização de espaços e recursos naturais (Rakocy, 2007). Segundo Sático *et al.* (2019) 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 (Aquino e Assis, 2005).

Segundo Fujimoto (2015), o volume de água necessário para abastecer o sistema que é baixo quando comparado à aquicultura tradicional, cerca de 90%, já que, uma vez abastecido e em funcionamento, o sistema pode ficar por muitos meses sem trocar a água, sendo necessária somente a reposição da água perdida por evapotranspiração, preconizando a reutilização total da água, reduzindo o desperdício e a liberação de efluente no ambiente. Ademais, a aquaponia tem por princípio 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. Assim, dentro deste contexto sustentável, pequenos produtores podem produzir, por exemplo, peixes e hortaliças utilizando-se de tambores e caixas de água (Diver, 2006).

3. Metodologia

O estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura a qual aborda aspectos relacionados ao uso da aquaponia como uma alternativa sustentável no âmbito ambiental, social e econômico para produção de peixes e vegetais na região amazônica. Rother (2007) afirma que os estudos de revisão narrativa baseiam-se em publicações amplas apropriadas para descrever e discutir o desenvolvimento ou o 'estado da arte' de um determinado assunto, sob o ponto de vista teórico ou conceitual. São, portanto, textos que constituem a análise da literatura científica na interpretação e análise crítica do autor. Desta forma, a revisão narrativa é fundamental para a aquisição e atualização do conhecimento sobre uma pauta específica, trazendo novas ideias, métodos e subtemas que têm recebido maior ou menor destaque na literatura selecionada (Casarin *et al.*, 2020; Gondim *et al.*, 2022).

A pesquisa bibliográfica envolveu o levantamento de informações que relatassem sobre aspectos relacionados ao uso da aquapônia como uma alternativa sustentável para produção sustentável de alimentos na Amazônia e ocorreu entre julho e setembro de 2023. Para delinear o estudo foi estabelecida como critérios de inclusão, a necessidade de os artigos revisados serem publicados no máximo há cinco anos, disponíveis de forma integral e gratuitamente, e que, além disso, não se distanciassem do tema estabelecido. Já os critérios de exclusão foram a não disponibilidade dos trabalhos de forma integral e/ou aqueles que o assunto estivesse distante da proposta e artigos duplicados. As buscas foram realizadas nas bases de dados (Sci-



elo e Scopus). Para dimensionar a pesquisa, as palavras-chave utilizadas, em diferentes combinações, foram: agroecologia; agricultura familiar; aquicultura; escassez hídrica; mudanças climáticas.

4. Resultados

Foram encontrados inicialmente 24 trabalhos nas bases de dados utilizadas (SciELO e Scopus). Desses, foram excluídos 3, após a leitura dos títulos, 4 duplicados e 2 trabalhos de conclusão de curso. Logo, um total de 15 artigos foi selecionado para a leitura na íntegra e após análise e leitura minuciosa, selecionou-se 6 trabalhos que se adequaram a pesquisa e atenderam aos critérios de inclusão e exclusão e compuseram a amostra final. O Quadro 2 sintetiza os trabalhos que compuseram o estudo, destacando as informações sobre autor e ano, título e tipo de trabalho revisado.

Quadro 2. Descrição dos artigos selecionados para o estudo, segundo autor (es)/ano, título, tipo de trabalho e cidade/estado.

Autor/Ano	Título	Tipo de trabalho	Cidade/ Estado
Dalazen <i>et al.</i> (2019)	Avaliação econômica do sistema de Aquaponia familiar em Santarém, oeste do Pará.	Artigo científico	Santarém, PA
Santos (2020)	Avaliação do sistema de aquaponia com camarão da Amazônia (<i>Macrobrachium amazonicum</i> heller, 1862) no cultivo de mudas de alface (<i>Lactuca sativa</i>) em diferentes concentrações nutritivas.	Dissertação mestrado	Belém, PA
Sterzelecki <i>et al.</i> (2021)	Effects of hydroponic supplementation on Amazon river prawn (<i>Macrobrachium amazonicum</i> Heller, 1862) and lettuce seedling (<i>Lactuca sativa</i> L.) development in aquaponic system	Artigo científico	Belém, PA
Costa <i>et al.</i> (2022)	Residue from Açai Palm, <i>Euterpe oleracea</i> , as Substrate for Cilantro, <i>Coriandrum sativum</i> , Seedling Production in an Aquaponic System with Tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i>	Artigo científico	Belém, PA
Hoshina <i>et al.</i> (2022)	Subsídios para a aquaponia amazônica por meio do cultivo de jambu <i>Acmella oleracea</i> e alface <i>Lactuca sativa</i> com juvenis de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i>	Nota científica	Belém, PA
Oliveira <i>et al.</i> (2022)	Produção integrada de tambaqui com hortaliças em residência urbana	Artigo científico	Cacoal, RO

Fonte: Elaborado pela autora.



Dalazen *et al.* (2019) analisaram a viabilidade econômica da implantação de um módulo de sistema aquapônico de cunho familiar no oeste paraense, o qual teve como modelo de produção o setor de Aquaponia localizado no Complexo Agropecuário, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA/Campus Santarém.

Para levantamento dos dados, a hortaliça utilizada no sistema aquapônico foi a alface roxa (*Lactuca sativa* L. var. pira roxa), adquiridas em sistema de produção tradicional, nas proximidades da cede municipal de Santarém, sendo o tambaqui (*Colossoma macropomum*) a espécie de peixe proposta para ser cultivada em conjunto com a hortaliça. A proporção considerada nesse sistema foi de 60 peixes para 198 mudas de alfaces por ciclo desta hortaliça. Além disso, o ciclo de produção da *L. sativa* teve duração de 30 dias, de modo que para cada ciclo anual de produção de tambaqui, foi considerado 11 ciclos da cultura agrícola em questão.

Para avaliação de investimento os autores consideraram três cenários (preço de comercialização da alface R\$ 2,00, 2,50 e 3,00), e as análises financeiras elaboradas por meio de cálculos de volumes de investimentos necessários para a instalação da aquaponia mediante a entrada das receitas e das despesas. Dessa forma, Dalazen *et al.* (2019) afirmam que dentre os custos de implantação, 59,44% está vinculado à montagem do sistema aquapônico e 40,60% destinado à construção da estufa de produção vegetal. Os autores destacam que a mão de obra e a energia elétrica foram os itens que mais remuneraram o custo de produção, com 32,58 e 30,62%, respectivamente. Além disso, para todos os cenários os índices de viabilidade apontam que a atividade é atrativa para investimentos, com Taxa Interna de Retorno entre 11,06 e 53,55%, Valor Presente Líquido variando de R\$ 213,06 e 16.788,39 e Tempo de Retorno do Investimento entre 2 a 8 anos.

Os autores concluíram que o sistema analisado mostrou-se viável do ponto de vista econômico nos três cenários propostos, todavia, sugerem a formulação de políticas públicas que busquem reduzir os valores das taxas com energia elétrica para o pequeno produtor, visando estimular o desenvolvimento dessa atividade, promover maior geração de renda e aumentar a produção de alimentos de forma sustentável no estado do Pará.

Em outra pesquisa, realizada por Santos (2020), foi avaliado o desenvolvimento de mudas de alface em sistema aquapônico elaborado com efluentes da carcinicultura de água doce de *Macrobrachium amazonicum* em diferentes concentrações nutritivas. Para tal, os autores utilizaram a alface Veneranda e quatro concentrações nutritivas (0%, 20%, 46% e 100%), com três repetições. O autor monitorou dados meteorológicos no interior e exterior do ambiente protegido, assim como, os dados de amostragem para análise de água. Além disso, foram mensurados os dados morfométricos, zootécnicos e o desempenho produtivo do camarão. Para as plantas foram mensuradas as características de crescimento da cultura de mudas de alface a altura, o número de folhas, a matéria fresca e seca, assim como o comprimento das mudas.



Os resultados para os animais observaram que os tratamentos com efluentes da carcinicultura com 20% de nutrientes comerciais apresentaram melhores desempenhos para o comprimento, peso final e ganho de peso, enquanto para o tratamento com 0% de nutrientes comerciais apresentou melhor desempenho somente para taxa de sobrevivência, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros produtivos dos camarões cultivados em sistema aquapônico com efluentes da carcinicultura de água doce em diferentes concentrações nutritivas (0%, 20%, 46% e 100% de nutrientes comerciais).

Parâmetros	0%	20%	46%	100%
Sobrevivência (%)	90,83 ^a	86,7 ^{ab}	81,7 ^{ab}	49,1 ^b
Comprimento inicial (cm) e peso (g)		5,59 ± 0,16	1,37 ± 0,13	
Comprimento final (cm)	6,85 ± 0,10 ^a	7,02 ± 0,11 ^a	6,34 ± 0,13 ^b	6,11 ± 0,14 ^b
Peso final (g)	2,28 ± 0,09 ^a	2,43 ± 0,10 ^a	1,87 ± 0,11 ^b	1,66 ± 0,10 ^b
Ganho de peso (g)	0,91±0,09 ^a	1,06±0,10 ^a	0,50 ± 0,11 ^b	0,28 ± 0,10 ^b

Fonte: Adaptado de Santos (2020).

Para as plantas os tratamentos com efluentes da carcinicultura com 100% e 20% de solução comercial apresentaram os melhores resultados para massa fresca total, da parte aérea, massa seca total e comprimento parte aérea, respectivamente, comparando com os tratamentos com 0% nutrientes comerciais apresentou o desempenho inferior aos demais.

Tabela 2. Massa fresca total, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca total em (g planta⁻¹), comprimento total (CT), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) em cm, em sistema aquapônico com efluentes da carcinicultura de água doce em diferentes concentrações nutritivas (0%, 20%, 46% e 100% de nutrientes comerciais).

Parâmetros	0%	20%	46%	100%
Massa fresca total (g)	0,99 ± 0,040 ^c	1,60 ± 0,051 ^b	1,51±0,049 ^b	1,81±0,062 ^a
Massa seca total (g)	0,044± 0,005 ^b	0,075± 0,003 ^a	0,074± 0,008 ^a	0,083± 0,004 ^a
Comprimento total (cm)	21,21 ± 0,40 ^b	23,37 ± 0,50 ^a	22,00 ± 0,33 ^{ab}	22,53 ± 0,32 ^{ab}
Massa fresca da parte aérea (g)	0,81 ± 0,04 ^c	1,34 ± 0,04 ^b	1,22 ± 0,03 ^b	1,61 ± 0,05 ^a
Comprimento da parte aérea (cm)	8,39 ± 0,18 ^c	12,03 ± 0,19 ^b	11,89 ± 0,15 ^b	13,08 ± 0,19 ^a
Massa fresca da raiz (g)	0,16 ± 0,008 ^c	0,26 ± 0,014 ^a	0,29 ± 0,020 ^a	0,21 ± 0,012 ^b
Comprimento da raiz (cm)	12,82 ± 0,32 ^a	11,34 ± 0,41 ^b	10,11 ± 0,27 ^{bc}	9,45 ± 0,26 ^c

Fonte: Adaptado de Santos (2020).

Assim, o autor concluiu que os tratamentos com 100% e 20% de solução nutritiva apresentaram os melhores resultados para crescimento das mudas de alface, suprimindo as carências nutricionais do vegetal, sem comprometer o desenvolvimento da planta e do animal.

Sterzelecki *et al.* (2021) avaliaram os efeitos da diminuição da concentração de solução hidropônica comercial (tratamentos 0%, 20%, 46% e 100%) na qualidade da água (compostos de nitrogênio, fosfato, condutividade, pH e oxigênio dissolvido), para camarão amazônico,

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Macrobrachium amazonicum, e alface, *Lactuca sativa*, desenvolvimento de plântulas durante 18 dias.

Os autores encontraram que a solução hidropônica aumentou significativamente a amônia e nitrato totais em tanques de criação, até $60,4 \pm 10,3 \text{ mg L}^{-1}$ e $394 \pm 53,7 \text{ mg L}^{-1}$ (média \pm SEM) respectivamente em 100%. Esses níveis tóxicos de nitrogênio e outros componentes (oligoelementos) provavelmente presentes na solução diminuiu o crescimento e a sobrevivência do camarão do rio Amazonas pela metade quando suplementada com 46% e 100%, respectivamente. Além disso, Sterzelecki *et al.* (2021) afirmam que independentemente do tratamento nos primeiros 14 dias após a semeadura, não foi observada alteração significativa no crescimento da alface, porém 18 dias após a semeadura com solução 100% houve aumento no número de folhas, altura, frescor massa e comprimento da planta foram observados.

Estes resultados indicam que os resíduos de *M. amazonicum* podem fornecer nutrientes necessidades para alface até 14 dias após a semeadura, devendo posteriormente ser adicionado um nutriente. Os autores recomendam suplementar a água com uma solução hidropônica a 20% para não afetar o desenvolvimento do camarão do rio Amazonas e para aumentar o crescimento de mudas de alface.

No estudo realizado por Costa *et al.* (2022) foi verificado os efeitos da utilização de resíduo de *Euterpe oleracea* como substrato para produção de mudas de *Coriandrum sativum* em sistema aquapônico com tambaqui, *Colossoma macropomum*. Para isto, foram avaliadas cinco misturas de resíduos de *Euterpe oleracea* (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) com fibra de coco, nutridas por águas residuárias aquapônicas, onde foram analisados a qualidade da água, o desempenho dos peixes e das plantas durante um experimento de 18 dias.

Conforme Costa *et al.* (2022), embora a amônia total tenha diminuído de $5,17 \text{ mg L}^{-1}$ para $0,64 \text{ mg L}^{-1}$, o nitrito e o nitrato não excederam 1 mg L^{-1} e 3 mg L^{-1} , respectivamente. Com relação ao desempenho zootécnico os autores inferem que o ganho médio de peso de *C. macropomum* foi de 118,79 g e obteve alta assimilação alimentar, com conversão alimentar de 0,86. As médias de hematócrito sanguíneo ($30,20 \pm 5,99\%$) e glicose ($59,5 \pm 10,06 \text{ mg dL}^{-1}$) indicam bom estado fisiológico de *C. macropomum*.

O uso da mistura de resíduos de *Euterpe oleracea* a 50% diminuiu pela metade a massa fresca total de *Coriandrum sativum*, para $1,12 \pm 0,30 \text{ g}$, mas não diminuiu a massa seca ($p > 0,05$). Quando a mistura ficou acima de 25%, o comprimento da planta e da folha foram 8 cm e 3 cm menores, respectivamente, e o número de folhas e o diâmetro da base do caule foram reduzidos em 34% e 40%, respectivamente.

Desta forma, os autores concluíram que o desempenho das mudas de *Coriandrum sativum* indica que a mistura de resíduos de *Euterpe oleracea* acima de 25% deve ser evitada. Costa *et al.* (2022) sugerem que mais estudos são necessários para verificar os efeitos do processamento do substrato (como fermentado, aquecido, micro-ondas e embebido) nas proprie-



dades químicas e físicas da mistura de meios de crescimento e no desempenho das mudas em sistemas aquapônicos.

Hoshina *et al.* (2022) realizaram um estudo para identificar os índices produtivos da criação de juvenis de tambaqui com as hortaliças jambu e alface em um sistema aquapônico, bem como a análise das variáveis da qualidade de água, para fornecer subsídios técnicos e científicos para o desenvolvimento da sustentabilidade ambiental na aquicultura amazônica.

Assim, no experimento, a aquaponia foi composta em um sistema “nutrient film technique” (NFT) com um tanque de piscicultura, dois decantadores e um reservatório, em que havia uma bomba submersa para abastecer a bancada de germinação e a bancada hidropônica, em seguida, a água retornava para o tanque de piscicultura por gravidade.

As variáveis físicas e químicas da água do tanque de piscicultura e do reservatório foram monitoradas diariamente. O experimento teve duração de 60 dias para as plantas (30 na bancada de germinação e 30 dias na bancada hidropônica) e 90 dias para o tambaqui. As plantas e os peixes foram analisados para o desempenho produtivo.

O tambaqui apresentou rusticidade em relação ao manejo e uma conversão alimentar satisfatória. A alface apresentou crescimento inferior quando comparado com outros sistemas de produção, e o jambu apresentou crescimento satisfatório mostrando potencial de ser utilizado na aquaponia amazônica. O desempenho dos peixes e vegetais pode ser observado na Tabela 3. Todavia, ambas as plantas apresentaram deficiência de cálcio e potássio, podendo ser notada visualmente nas suas folhas (Figura 2): *A. oleracea* (7,85 e 9,78) e *L. sativa* (11,93 e 11,47). Com isso, os autores recomendam a utilização de fertilizantes minerais para otimizar a produção, principalmente para o jambu, que se mostrou potencial a ser explorado em uma aquaponia amazônica.

Tabela 3. Desempenho de crescimento de *Acmella oleracea* e *Lactuca sativa*, em integração com juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* por 90 dias.

Variáveis	Tambaqui <i>C. macropomum</i>	
Sobrevivência (%)	100 ± 0,0	
Ganho em peso individual (g)	0,078 ± 0,071	
Ganho da biomassa total (kg)	2,8 ± 0,25	
Conversão alimentar	1,5 ± 0,2	
Variáveis	<i>A. oleracea</i>	<i>L. sativa</i>
Sobrevivência (%)	100,00	100,00
Ganho de biomassa ind. (g)	76,42 ± 27,63	57,24 ± 33,18
Ganho de biomassa total (kg)	10,54 ± 6,82	7,89 ± 4,5
Peso médio da parte aérea (g)	63,70 ± 21,57	59,84 ± 24,63

Fonte: Adaptado de Hoshina *et al.* (2022).

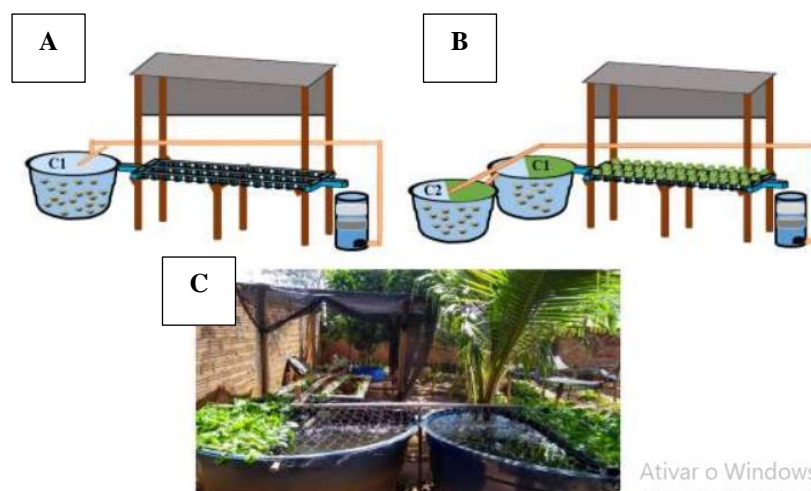


Segundo os autores, o cultivo de jambu e alface não afetou a criação de juvenis de tambaqui, todavia, a alface apresentou resultados de crescimento insatisfatórios quando comparados com outros sistemas de produção, diferente do que ocorreu com o jambu, que mostrou potencial a ser utilizado na aquaponia amazônica. Os mesmos recomendam realizar uma suplementação mineral para suprir a deficiência de potássio e cálcio das espécies de plantas, para evitar a clorose foliar e otimizar o seu desempenho produtivo.

Oliveira *et al.* (2022) realizou um estudo com intuito de demonstrar de maneira clara e objetiva para a população, a possibilidade de produzir peixes e hortaliças em pequenos espaços, principalmente nos centros urbanos, além de levar informações sobre o desenvolvimento e cultivo das hortaliças e dos peixes, para que aumente o interesse nessa modalidade de produção de alimentos saudáveis e de baixo custo. Para a realização do experimento os autores utilizaram a espécie de peixe tambaqui (*Colossoma macropomum*) e as hortaliças alface (*Lactuca sativa*), rúcula (*Eruca vesicaria* ssp. *Sativa*), almeirão (*Cichorium intybus* sub sp. *Intybus*) e o agrião (*Nasturtium officinale*).

O experimento foi dividido em duas fases: a primeira fase, denominada fase de aclimação dos animais e criação de um ambiente aquático propício para criação e produção das hortaliças, que foi realizada durante os meses de janeiro, fevereiro e março (Figura 2A). Já a segunda fase ocorreu após o período de três meses. Nesta fase foi inserida uma segunda caixa plástica no sistema (Figura 2B).

Figura 2. Protótipos do sistema de aquaponia na primeira (A) e segunda (B) fases dos experimentos. (C) Imagem mostrando o sistema instalado e em funcionamento na residência modelo.

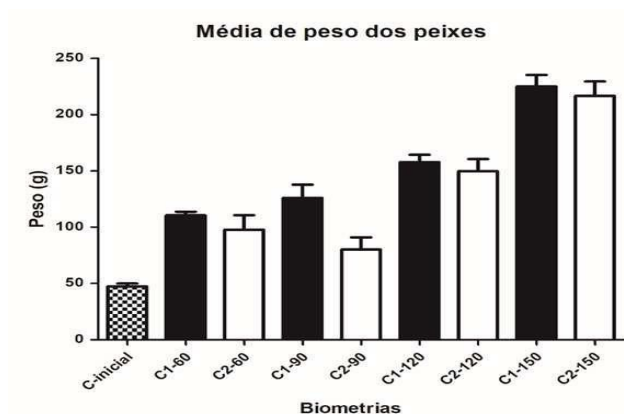


Fonte: Oliveira *et al.* (2022).



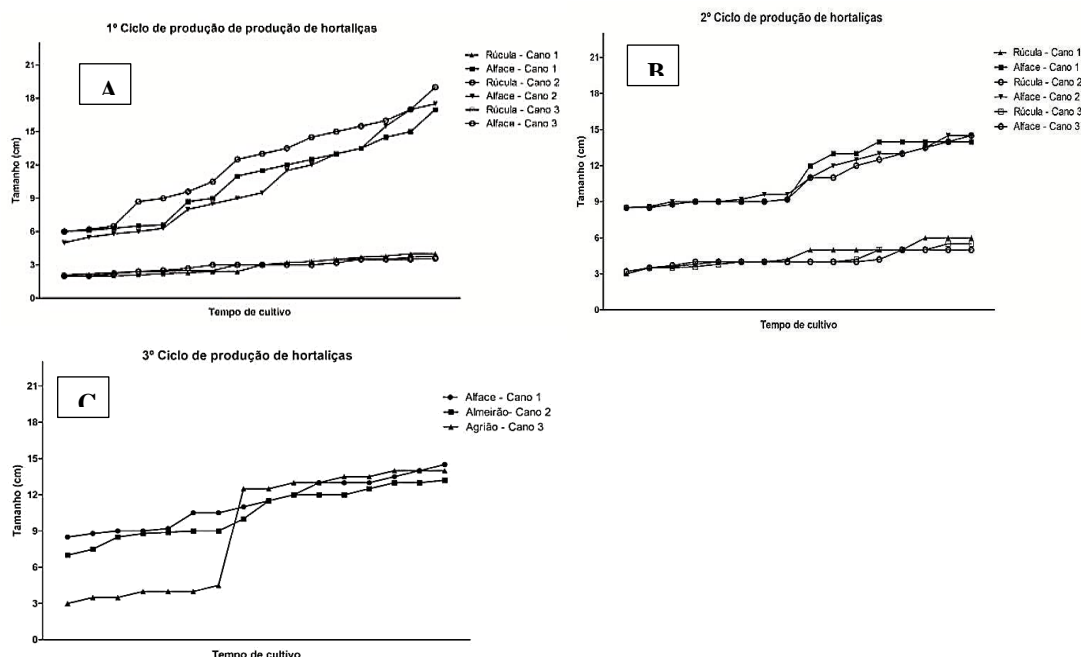
Conforme os autores, os dados coletados mostraram bons resultados quanto ao crescimento dos peixes (Figura 3) e das hortaliças (Figura 4), trazendo informação sobre o desenvolvimento e cultivo em sistemas aquapônicos urbanos de baixo custo.

Figura 3. Média de peso dos peixes da caixa 1 (C1) e caixa 2 (C2) ao longo dos dias experimentais (60, 90, 120 e 150 dias).



Fonte: Oliveira *et al.* (2022).

Figura 4. Ciclos de produção de hortaliças: A- Crescimento da alface e rúcula de acordo com o tamanho em cm e o tempo de cultivo; B - Crescimento da alface e rúcula de acordo com o tamanho em cm e o tempo de cultivo.



Fonte: Oliveira *et al.* (2022)

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Oliveira *et al.* (2022) concluíram que quanto à utilização do tambaqui em sistemas aquapônicos, foi possível determinar que a alta densidade de animais por m³ interfere no desenvolvimento, assim a estocagem final de 20 peixes por m³ é a densidade mais eficiente para este tipo de sistema. Os autores afirmam que o sistema de aquaponia testado caracterizou-se em um sistema sustentável e econômico de produção de alimentos.

5. Conclusões

De acordo com os trabalhos revisados podemos inferir que estudos sobre o uso de sistemas aquapônicos na Amazônia são incipientes, mesmo se configurando numa alternativa que atenda a sustentabilidade ambiental, social e econômica da população amazônica tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais. Dos seis trabalhos revisados, 83,33% foram realizados no estado do Pará (Santarém e Belém) por pesquisadores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA/Campus e da Universidade Federal Rural da Amazônia. Já 16,66 foi realizado em Rondônia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (Cacoal). As principais espécies de organismos aquáticos utilizados foram: tambaqui (*Colossoma macropomum*); e camarão amazônico (*Macrobrachium amazonicum*). Já em relação aos vegetais utilizados temos: alface roxa (*Lactuca sativa*); coentro (*Coriandrum sativum*); jambu (*Acmella oleracea*); rúcula (*Eruca vesicaria* ssp. *Sativa*); almeirão (*Cichorium intybus* sub sp. *Intybus*); e o agrião (*Nasturtium officinale*).

Considerando-se apenas o uso da água, a aquaponia pode ser considerada a atividade mais eficiente no que diz respeito à produção de alimentos, em termos de quantidade de produtos produzidos por volume de água. Os trabalhos demonstraram que o uso da aquaponia foi eficiente para produção de peixes e camarão, que pôde ser verificado a partir de dados de desempenho zootécnico. Todavia, são necessários ajustes quanto ao tempo de uso da água proveniente da produção dos organismos aquáticos ao cultivo de alguns vegetais, devido à carência de nutrientes que ocorreram após determinado tempo de cultivo sendo necessário realizar uma suplementação mineral para suprir a deficiência dos nutrientes visando melhorar o desempenho produtivo.

Foi possível constatar que nos sistemas aquapônicos utilizados, a água circula de tal maneira que os resíduos sólidos são filtrados e tratados biologicamente para que as plantas utilizem os nutrientes disponíveis. Dessa forma, o baixo custo com adubos também pode ser observado, pois são os peixes que proporcionam solução nutritiva para os vegetais. Além disso, os dejetos aproveitados no sistema e não direcionados ao ambiente, diminui a quantidade de efluentes lançados em corpos d'água naturais.

Outra questão que observamos, foi que 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 também são reduzidas

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

em razão da recirculação de água, que, conseqüentemente, evita sua proliferação, o que poderia levar à extinção de espécies nativas. Assim, concluímos que os sistemas aquapônicos podem ser utilizados como uma alternativa sustentável de produção de alimentos na Amazônia.

Diante do exposto, sugerem-se novos estudos que empreguem e teste a tecnologia da aquaponia na produção de alimentos tanto na zona urbana, quanto pela agricultura familiar, testando o uso de outras espécies de peixes nativos e observando o tempo de abastecimento da água nos cultivos vegetais, o tipo de ração ofertada aos peixes e camarões, densidade de estocagem e a quantidade de planta a ser cultivada.

6. Referências bibliográficas

- AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. **Agroecologia, princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Embrapa, Brasília, DF, 2005. 23p.
- BOCEK, A. Introduction to Fish Culture in Rice Paddies. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Auburn University, 2009.
- CARNEIRO, P.C.F. *et al.* Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.
- CASARIN, S.T. *et al.* Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health. **Journal of Nursing and Health**, v.10, n.5., 2020.
- COSTA, J.A.S. *et al.* Residue from Açai Palm, *Euterpe oleracea*, as Substrate for Cilantro, *Coriandrum sativum*, Seedling Production in an Aquaponic System with Tambaqui, *Colosoma macropomum*. **Agriculture**, n. 12, v. 1555, p.1-9, 2022.
- DALAZEN, G.B. *et al.* Avaliação econômica do sistema de Aquaponia familiar em Santarém, oeste do Pará. **Agroecossistemas**, v. 11, n. 2, p. 40 – 56, 2019.
- DIVER, S. Aquaponics – Integration of hydroponics with aquaculture. Publication n°. IP 163. ATTRA, **National Sustainable Agriculture Information Service**, 2006.
- EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B. **Recirculating aquaculture**. Nova York: Cayuga Aqua Ventures, 2012.
- EMERENCIANO, M. G. C. *et al.* Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 24-35, 2015.
- FERRI, L. S.; SOUZA, W. ; BRAZ FILHO, M.S. P. Tendências e tecnologias sustentáveis na aquicultura: recirculação, aquaponia e bioflocos. Incaper Revista, v.9, p. 66-78, 2018.
- FUJIMOTO, R. Y. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. p. 27
- GODDEK, S. *et al.* Aquaponics food production systems: combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future. **Springer: Nature**, 2019.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

GONDIM, F.M.L. *et al.* A utilização do prontuário eletrônico odontológico: revisão narrativa da literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. 1-10, 2022.

HENRY-SILVA, G. G; CAMARGO, A. F. M. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas—relato de caso. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 1, p. 163-173, 2018.

HUNDLEY, G. C. **Aquaponia: uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de recirculação de água e nutrientes.** 2013. 57 f. Monografia (Graduação em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

HUNDLEY, G. C.; Navarro, R. D. Aquaponia: Integração piscicultura e a hidroponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.3, p.52-61, 2013.

IGARASHI, M. A. Panorama da aquicultura no Japão e perspectivas de desenvolvimento da atividade no Brasil. **Holos**, n37, v.1, p.1-18, 2021.

LOVE DC. *et al.* Commercial aquaponics production and profitability: findings from na International survey. **Aquaculture**, v. 435, p. 67-74, 2014.

OLIVEIRA, G.F. *et al.* Produção integrada de tambaqui com hortaliças em residência urbana. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p. 1-17, 2022.

QUEIROZ, J. F. *et al.* Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia. Documentos n. 113. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2017.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do instituto de Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149- 163, 2018.

MIRANDA, I.C.*et al.* Propostas didáticas em aquicultura para o currículo da educação do campo na região amazônica. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v.8, p.1-23, 2023.

RAKOCY, J. E. Tem guidelines for aquaponic systems. **Aquaponics Journal**, v.17, 2007.

ROSA, L.O.G.C. **Macroprojeto: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de biologia.** 2020.141p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

ROTHER, E. T. Revisão Sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, v.20, n. 2, p.5-6, 2007.

SANTOS, G.R. **Avaliação do sistema de aquaponia com camarão da Amazônia (*Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862) no cultivo de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes concentrações nutritivas.** 2020.55p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2020.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

SÁTIRO, T.M. *et al.* Aquaponia: sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.11, n.1, p.38-54, 2018.

SILVA, J. S. *et al.* Comportamento de preços de hortaliças folhosas na região metropolitana de Belém, estado do Pará. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 14, n. 26, p. 206-213, 2017.

SILVA, W. L. M. *et al.* Sustentabilidade na aquicultura: dimensões social, econômica e ambiental—uma revisão de literatura. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio ambiente**, v. 20, n. 1, 2018.

SILVA, F. N. L. *et al.* (2023). Checklist, capacitação e tecnologias sociais na piscicultura. In Romão-Torres, E.P., *et al.* (Orgs.). *Extensão no Marajó: experiências exitosas do IFPA Campus Breves* (pp. 73- 92). Belém - PA: Editora IFPA.

SONODA, D. Y.; FRANÇA, E. D.; CYRINO, J. E. P. Modelo de preço de ração para peixe no período de 2001 a 2015. **Revista IPecege**, v. 2, n. 3, p. 57-71, 2016.

SOMERVILLE, C. *et al.* Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No._589*. Rome, FAO, 262 pp., 2014.

STERZELECKI, F.C. *et al.* Effects of hydroponic supplementation on Amazon River prawn (*Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862) and lettuce seedling (*Lactuca sativa* L.) development in aquaponic system. **Aquaculture**, v.543, p.1-5, 2020.

THOSHINA, T.N. *et al.* Subsídios para a aquaponia amazônica por meio do cultivo de jambu *Acmella oleracea* e alface *Lactuca sativa* com juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum*. **Biota Amazônia**, v. 12, n. 1, p. 66-71, 2022.