

Etec ORLANDO QUAGLIATO
Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária

KAUAN BATISTA ALVES
MATHEUS GUILHERME SIENA ANDRADE
PEDRO MAXIMIANO NETO
RAFAEL ROSA VIEIRA
SINTHYA MONICK DE FREITAS NUNES

COMPARATIVO DA CULTURA DE RÚCULA EM
SISTEMA AQUAPÔNICO QUANTO A ESPÉCIE DE
PEIXE

Santa Cruz do Rio Pardo - SP

2023

**KAUAN BATISTA ALVES
MATHEUS GUILHERME SIENA ANDRADE
PEDRO MAXIMIANO NETO
RAFAEL ROSA VIEIRA
SINTHYA MONICK DE FREITAS NUNES**

**COMPARATIVO DA CULTURA DE RÚCULA EM SISTEMA
AQUAPÔNICO QUANTO A ESPÉCIE DE PEIXE**

Trabalho apresentado à Escola Técnica Estadual
“Orlando Quagliato” como requisito para obtenção
do título de Técnico em Agropecuária sob orientação
do Prof. Reginaldo Borges.

Santa Cruz do Rio Pardo - SP

2023

Folha de Aprovação

**KAUAN BATISTA ALVES
MATHEUS GUILHERME SIENA ANDRADE
PEDRO MAXIMIANO NETO
RAFAEL ROSA VIEIRA
SINTHYA MONICK DE FREITAS NUNES**

**COMPARATIVO DA CULTURA DE RÚCULA EM SISTEMA
AQUAPÔNICO QUANTO A ESPÉCIE DE PEIXE**

Aprovada em: _____ / _____ / _____

Conceito: _____

Banca de Validação:

_____ - Presidente da Banca

Professor Edson Suzuki

ETEC “Orlando Quagliato”

Orientador

Professor Luiz Alberto Beleze

ETEC “Orlando Quagliato”

Professor Ricardo Rosa

ETEC “Orlando Quagliato”

SANTA CRUZ DO RIO PARDO – SP
22 DE NOVEMBRO DE 2023.

Dedicatória

A todo aquele que de alguma maneira se fez campo e material para vivência, vindo daqueles que buscam verter suas condições em sabedoria e aprendizagem. Ao grande marco que aqui se encerra, pelo início de infindos mais.

Agradecimentos

Primordialmente, manifestamos gratidão ao divino que nos respaldou e acalentou, em muito além do curso agora concluído. Agradecemos também por nossas famílias e amigos pelo apoio e refúgio, no papel de estruturadores de nossos seres e cenários. Expressamos máxima consideração aos docentes e coordenadores, bem como à cooperativa dos alunos da ETEC Orlando Quagliato. Em especial, se reconhece a eminência dos professores Reginaldo Borges, Reginaldo Alves de Souza e Rodrigo Salaro pelas assistências prestadas ao projeto. Ademais, prestamos agradecimentos pelo suporte prestado por Haidê A. Rosa, bibliotecária e auxiliadora da elaboração do presente documento.

Epígrafe

Pois vejo vir vindo no vento

Cheiro de nova estação. (Regina, 1976.)

RESUMO

O presente trabalho tem caráter comparativo da cultura de rúcula em sistema aquapônico quanto a espécie de peixe empregada e discorrerá sobre o uso das linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*) da linhagem Gift e Carpa (*Cyprinus carpio*) de linhagem Húngara em sistemas para comparação de produtividade baseada nos resultados das rúculas (*Eruca sativa L.*) Donatella de folha larga, buscando explorar também a viabilidade de possibilidades e variações no método aquapônico. Sua experimentação prática foi realizada nas dependências do setor de piscicultura na sede rural da ETEC Orlando Quagliato, em período corrente do dia 06 de outubro de 2023 ao dia 01 de novembro do mesmo ano, a partir da inserção dos animais em seus respectivos sistemas. Recorreu-se antes e depois da experimentação à devidas teorias, que impõe ao trabalho o proveito de repertório bibliográfico pertinente. A realização do trabalho encontra pontos de inviabilidade e por fim, lega aos seus resultados uma série de observações quanto a cuidados necessários para a prática aquapônica. Reforça também a importância de pontos a serem visados por quem se interesse em utilizar da aquaponia.

Palavras-chave: Aquaponia; Carpas; Tilápias; Rúcula;

ABSTRACT

The present work has a comparative character of arugula culture in an aquaponic system in terms of the species of fish used and will discuss the use of tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains of the Gift strain and Carp (*Cyprinus carpio*) of the Hungarian strain in systems to compare productivity. based on the results of arugula (*Eruca sativa* L.) Donatella broadleaf, seeking to also explore the feasibility of possibilities and variations in the aquaponic method. Its practical experimentation was carried out on the premises of the fish farming sector at the rural headquarters of ETEC Orlando Quagliato, in the current period from October 6th, 2023, to November 1st of the same year, after inserting the animals into their respective systems. Before and after the experimentation, appropriate theories were used, which requires the work to take advantage of a relevant bibliographical repertoire. Conducting the work encounters points of unfeasibility and, finally, results in a series of observations regarding the required care for aquaponic practice. It also reinforces the importance of points to be addressed by anyone interested in using aquaponics.

Keywords: Aquaponics; Carp; Tilapia; Arugula;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Materiais utilizados.....	22
Figura 2: Montagem completa.....	23
Figura 3: Montagem completa, visão aérea	23
Figura 4: Tilápias inseridas em seu respectivo sistema, enumerado como 1	23
Figura 5: Carpas inseridas em seu respectivo sistema, enumerado como 2	23
Figura 6: Inserção das rúculas (Sistema 2, carpas)	24
Figura 7: Inserção das rúculas (Sistema 1, tilápias).....	24
Figura 8: Sombrite no sistema 1 (Tilápias).....	25
Figura 9: Sombrite no sistema 2 (Carpas)	25
Figura 10: Óbito de carpa com 360g	26
Figura 11: Óbito de carpa com 450g	26
Figura 12: Rúcula murcha; Carpa.....	28
Figura 13: Rúcula murcha: Tilápia.....	28
Figura 14: Vermes de sangue	28
Figura 15: Vermes de sangue	28
Figura 16: Amarelamento das rúculas	29
Figura 17: Plantas remanescentes do sistema 2, a exemplificar a ocorrência do amarelamento e murchamento antes da morte	30
Figura 18: Morte de seis tilápias dentre nove	30
Figura 19: Pesagem da produção das tilápias	33
Figura 20: Pesagem da produção das carpas	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Mudas – Sistema com tilápias	31
Gráfico 2: Mudas – Sistema com carpas	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Origens	13
2.2 A aquaponia no mundo moderno e contemporâneo	14
2.3 Incidência e abordagens da prática	15
2.4 Características dos sistemas de aquaponia	16
2.4.1. Principais pontos	16
2.4.1.1. Tanque de criação, bombas e sistemas de aeração	17
2.4.1.2. Filtragem: montagem e procedimentos	17
2.4.1.3. Cama de cultivo e estruturação apropriada em relação a cultura desenvolvida	18
2.5. Componentes da experimentação	19
2.5.1 Rúcula	19
2.5.2 Tilápia	20
2.5.3 Carpa	20
3. METODOLOGIA	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Montagem da estrutura	22
4.2 Peixamento	23
4.3 Acomodação das plantas	24
5. RELATOS DE OCORRÊNCIAS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	26
5.1. Resultados	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

O trabalho aqui introduzido discorre acerca da possibilidade de variação de espécies para emprego em sistemas de aquaponia de pequena escala, que ampliam os horizontes para a produção de alimentos saudáveis. Em tese, a aquaponia possibilita ao produtor o desenvolvimento de sua atividade em consonância com o meio ambiente, viabilizando o cultivo sustentável de variados vegetais. O presente trabalho objetiva, primordialmente, a observar o desenvolvimento do cultivo de rúcula em sistema hidropônico, notando também as diferenças entre as espécies de peixe empregadas, no caso do experimento, Tilápia (*Oreochromis niloticus*) de linhagem GIFT e Carpa (*Cyprinus carpio*) Húngara, dentro das dimensões do sistema instalado nas dependências da ETEC Orlando Quagliato.

O segundo tópico aborda o referencial teórico, resultante da síntese de informações e teorias aplicadas aos assuntos pertinentes, derivada do trabalho de autores referenciados. Em sua amplitude aborda também, em meio aos subtópicos o viés histórico-originário da prática da aquaponia, bem como seus aspectos pertinentes para o cenário mundial atual. Disserta-se acerca dos benefícios da prática quando empregada na contemporaneidade, passando também por uma breve análise de abordagens mundo afora e suas condições para, por fim, teorizar sobre âmbito mais próximo do técnico estrutural, através da observação dos principais componentes estruturais do sistema.

O terceiro tópico se dá pela metodologia, trazendo uma descrição objetiva do espaço de experimentação, sua localização e componentes estruturais. Cita a quantidade a ser utilizada de peixes, bem como seu peso vivo. Explicita também o papel das plantas como principal parâmetro para a avaliação de produtividade final e a importância do filtro biológico. Especifica-se também acerca do modelo NFT, que caracteriza a estrutura empregada na experimentação.

Dedica-se o quarto tópico do presente trabalho à exposição de materiais e métodos, onde são especificadas listas de materiais empregados na elaboração do aspecto estrutural do trabalho, junto de descrições sucintas dos principais métodos referentes a montagem e peixamento, bem como da acomodação das plantas.

O quinto tópico advém de uma compilação de relatos relevantes ao desenvolver da pesquisa prática, bem como compreende a discussão de resultados. Apresentam-se aqui episódios ordenados cronologicamente, acompanhados de imagens e

citações de teorias para a construção de certa argumentação. Relata-se, como devido, os episódios imprevistos, suas fundamentações e contribui-se com a construção dos resultados, apresentados e ilustrados no subtópico de número 5.1.

Por fim, nas considerações finais, se inicia conclusivamente sobre a melhor alternativa de espécie em desempenho, com afirmativa vinda das observações do desenrolar das folhosas desse experimento científico. O presente trabalho deixa às suas considerações finais uma série de tópicos de caráter sugestivo e de recomendações, que almejam contornar aspectos contribuintes para resultados abaixo do ideal na prática da aquaponia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Origens

Embora exista a noção de que os métodos de *chinampas* já teriam sido empregados pelos Mayas, a metodologia encontra seu destaque nas sociedades astecas que dominaram parte de tal povo e mais tarde a desenvolveram em seu primor (Woodard, 2018). Sob perspectiva atual, para a maior parcela de autores, vigora o consenso de que métodos da aquaponia surgem através do povo Asteca. Os primeiros registros, essenciais em importância, se dão pelos chamados *chinampas astecas*, que consistiram em sistemas que usavam de barcas e ilhas artificiais postas sobre cursos d'água onde desenvolvia-se também a piscicultura. Tais estruturas encontravam-se sobre o Lago Texcoco, próximo ao ano de 1.200d.C, acomodando arrozais e a criação de peixes em consonância. (Araújo, 2015, *apud* Araújo, Cátia S. P. de; Fenzl, Norbert; Zarzar. Carlos Antônio, 2019)

Em virtude da vasta disponibilidade de água nos altiplanos das terras antigas do México e da necessidade de adaptação produtiva, Maurício Emerenciano elucida

Eles construíram jangadas com material flutuante, oriundo principalmente de gramíneas diversas como o junco, cobriram com terra dragada do fundo do lago e plantaram suas hortaliças. As plantas cresciam nessas ilhas flutuantes à medida que suas raízes se expandiam e alcançavam a água.

Inicialmente caçadores e coletores, deslocaram-se por volta do ano de 1325 para a zona central mexicana. No estudo historiográfico, são atribuídos a eles características marcantes de identidade cultural, artística, arquitetônica e religiosa. São creditados também por seus importantes sistemas de irrigação e se concretizam na história em uma jornada que compreende desde a nominação de tribo nômade até a alcunha de precursores de métodos de agricultura e cultivo que são ainda hoje aperfeiçoados, sobre a idônea herança do coletivo que se deu por dominador de grande parte da Mesoamérica (Sousa; Domingues, 2023.).

O povo Asteca lidou com grande ápice e adensamento demográfico, de modo que se estima que sua capital na ilha de Tenochtitlán tenha abrigado até 200 mil habitantes em seu ápice, por volta do século XV. Assim, ao desenvolverem os métodos de ilhas artificiais que se assemelham arcaicamente aos sistemas de aquaponia, os Astecas buscavam suprir a necessidade de alimento, abrigo e trabalho para um montante populacional tão significativo (Woodard, 2018.)

Acredita-se que a capital asteca de Tenochtitlan tenha sustentado uma população de até trezentas mil pessoas, o que seria cerca de cinco vezes o tamanho da Londres do rei Henrique na época. Pensa-se que os subúrbios imediatos de Tenochtitlan continham outros 200.000 humanos e, além disso, bem mais de um milhão residiam na grande área circundante, incluindo o maior vale central de 3.000 milhas quadradas do México. É amplamente assumido que a maioria dos alimentos consumidos por esta população veio em grande parte da extensa rede de canais e canteiros elevados de Chinampa, com 1.200 quilômetros quadrados, construída como infra-estrutura hidrológica e agrícola intercomunitária (Redclift 1987; Chapin 1988; Outerbridge 1987; Garavaglia 1992, *apud* Woodard, 2018.)

Assim, é trabalhada a percepção da prática aquapônica em contextos na História Antiga e a sua contribuição para os verteres atuais.

2.2. A aquaponia no mundo moderno e contemporâneo

É de valia ressaltar que em termos de modernidade e contemporaneidade a população mundial cresce exponencialmente. A insegurança alimentar já se apossa de dimensões globais, à medida em que se desenvolvem fatos tais como mudança climática, instabilidade econômica e competição crescente pelos recursos naturais que minguam em quantidade (FAO, 2016).

Os sistemas de aquaponia emergem então como alternativa promissora em meio ao contexto dado, haja vista que sua sustentabilidade é capaz de compreender os âmbitos ambientais, sociais e econômicos (ONU, 2015) também proporcionando aos seus adeptos a possibilidade de alimentação saudável, racionalização do uso de recursos e a viabilização de ganhos ambientais, sociais e econômicos (Queiroz *et al.*, 2017).

Sendo a aquicultura o segmento de produção do setor primário que mais cresce no Brasil, superando mesmo os segmentos da bovinocultura e da avicultura (Kubitza, 2015; *apud* Sátiro *et al.*, 2018), surge, pareada ao altíssimo potencial do país no cultivo de organismos aquáticos, a necessidade de manejar as possibilidades e implementações produtivas, a fim de contemplar, além da comercialização de grande escala, a preservação ambiental, que nesse caso se relaciona diretamente com os recursos hídricos. Assim, os métodos de produção nacionais são levados à necessidade de inovar cada vez mais em técnicas relacionadas aos organismos

aquáticos (Hundley *et al.*, 2013; *apud* Sátiro *et al.*, 2018) – com a aquaponia estando dentre essas técnicas.

Nota-se então a perpetuação dos resultados da prática e de sua excelência, que se consolidam como paralelos em relação aos benefícios usufruídos pelos seus pioneiros – os Astecas. Como supracitado, a aquaponia é um valioso recurso para lidar com o embate representado pela crescente necessidade de produção que acompanha o aumento populacional, tal como também fora em seus primórdios, quando realizada por esse povo da antiguidade nas ilhas artificiais chamadas de *chinampas*. Atualmente, o consumo de hortaliças vem aumentando também pelas tendências por mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores, o que reforça a inevitabilidade da busca pelo aumento, otimização e expansão da produção, que pode se satisfazer com a conciliação da aquicultura e horticultura (Potrich; Pinheiro; Schmidt; 2012).

Ainda que atestada sua importância, faz-se observável o fato de que a literatura didática e informativa sobre a aquaponia ainda é escassa no Brasil, com a ressalva de algumas publicações recentes (Alves *et al.*, 2015; Jordan, Geisenhoff, Oliveira, Santos & Martins, 2018; De Medeiros, Kautzmann & Taffarel, 2017; *apud* Sátiro *et al.*, 2018). No entanto, pesquisadores de universidades brasileiras e da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) vêm realizando ensaios e trabalhos experimentais sobre o assunto. Tal escassez é vista como contrária à situação de países do exterior, que já posicionam cientistas, pesquisadores e técnicas à disposição própria, expondo nomes tais como Buzby, West, Waterland & Lin e Knaus & Palms (Sátiro *et al.*, 2018) em seu rol de autores.

2.3. Incidência e abordagens da prática

Apesar de verter de práticas já difundidas há décadas no cenário produtivo mundial, como a aquicultura e a hidroponia, a prática de aquaponia começa a crescer em pesquisas e a apresentar resultados mais expressivos na última década, com ênfase em estudos dirigidos por pesquisadores da Universidade das Ilhas Virgens, nos EUA (Rakocy *et al.*, 2006, *apud* Duarte, 2018).

Segundo Queiroz *et al.*, as incertezas e características específicas inerentes da aquaponia necessitam de que sejam expostas e adotadas BPM's, sigla para "Boas práticas de manejo" em cada etapa do projeto – o que permitiria ao produtor maior

perícia e análise mais específica de seus resultados, assim permitindo tomadas de decisões com maior assertividade. Emerenciano *et al.* (2015) afirmam que a aquaponia comercial, apesar de não ter ainda emergido na atividade produtiva brasileira, já é realidade em outros países, tais como os EUA, Canadá, Austrália, Alemanha e França. Trabalham também com o nome da Aquaponia Kovalski, localizada em Curitiba, como exemplo para a atividade de consórcio de plantas e peixes, ainda que as iniciativas comerciais sejam isoladas e carente de divulgação ampla.

Vem à luz um elemento de muitíssima relevância para a aquaponia e seu crescimento mundial: o desenvolver das “backyard aquaponics” ou aquaponias de quintal, que consiste na prática domiciliar de sistemas de aquaponia reduzidos em dimensões. Tal fato se dá em consonância com a existência de empresas em países com maior incidência da atividade que se dedicam a prestar assessoria, consultoria e fornecimento de materiais para aquaponia de pequeno porte em residências (Hundley *et al.*, 2013, *apud* Silva *et al.*, 2021).

Quando relacionado ao âmbito educacional, é conveniente explicitar que o Laboratório de Pesquisa em Aquaponia da Embrapa Tabuleiros Costeiros (LAPAq), além de linhas de pesquisa, realiza também trabalho de capacitação de professores de ensino fundamental e médio, para que estes possam desenvolver em seus meios de trabalho sistemas compactos de aquaponia a serem utilizados como ferramentas didáticas auxiliares para o ensino nas áreas de biologia, química, matemática, física, meio ambiente e sustentabilidade (Carneiro *et al.*, 2015).

2.4. Características dos sistemas de aquaponia

2.4.1. Principais pontos

Compreendendo de maneira intrínseca o uso da aquicultura em seus desenvolvimentos, se torna inegável que tanto o sucesso da aquicultura quanto o de seu consórcio com a horticultura dependam de fatores tais como a qualidade da água de abastecimento, a regulamentação do alimento fornecido aos peixes, o tempo de residência dos resíduos dentro dos sistemas, das espécies selecionadas e da biomassa dos organismos (Henry-Silva & Camargo, 2008; *apud* Hundley; Navarro; 2013).

Assegurados os aspectos primariamente relacionados à aquicultura, relaciona-se então a sua integridade com o desenvolvimento da cultura consorciada. O aspecto vegetal do sistema é beneficiado através da circulação de água, que utiliza dos dejetos dos peixes como fertilizantes naturais para as plantas que são dispostas em modelo verossimilhante ao hidropônico, contribuindo para a manutenção do sistema ao filtrar e absorver nutrientes para manter a água adequada para o desenvolvimento da piscicultura (Soares, 2021).

Geralmente, quanto ao parâmetro estrutural, um sistema aquapônico é constituído por um tanque de peixes, decantador, filtro e um tabuleiro para a disposição do cultivo vegetal (Soares, 2021), de maneira que, segundo a Circular Técnica de número 72, sob autoria de Carneiro *et al.* (2015), apresentam-se como importantes as informações a seguir.

2.4.1.1. Tanque de criação, bombas e sistemas de aeração

Quanto ao tanque de criação de peixes, existe a recomendação de uso de tanques IBC - intermediate bulk container, de fácil aquisição. É importante também que os recipientes que serão empregados como tanques não tenham resíduos químicos, dada a possibilidade de comprometimento da produção por substâncias tóxicas. É logo em seguida recomendada a pintura do tanque, com tinta de cor escura que vete a entrada de luz solar e assim inviabilize o desenvolvimento de algas indesejadas – situação contornada nos casos de uso de caixas d'água de polietileno, adotado na realização do experimento prático do trabalho que aqui é embasado. É relatado também acerca do uso de bomba e sistema de aeração, necessários para promover o funcionamento e circulação do sistema, com sua capacidade de vazão determinada pelo volume útil da caixa utilizada como tanque.

2.4.1.2. Filtragem: montagem e procedimentos

Em relação ao filtro de sólidos – responsável por receber a água bombeada da caixa de criação de peixes e realizar a retirada de partículas orgânicas mais pesadas, evitando obstruções do sistema – explica-se que no modelo de sistema que fora desenvolvido por Carneiro *et al.* (2015), é possível que se elabore o filtro a partir de toneis plásticos sem histórico de armazenamento de substâncias tóxicas e do uso de um balde acoplado com seu fundo rente à tampa do tambor, entre a entrada e a saída de água, para fazer barramento e desvio do fluxo da água, em prol da decantação dos

sólidos mais pesados e sua retenção no filtro. Sugere-se também, como prática semanal, que seja suspensa a aeração por alguns minutos para que ocorra a decantação da matéria orgânica e manejo do sobrenadante, rico em nutrientes e reutilizável no próprio sistema.

Em seguida na organização estrutural do sistema, é dado o uso de um outro filtro para sólidos mais leves, em suspensão, que não foram retidos no processo de decantação. Aqui, utiliza-se um balde preenchido com pedaços de materiais como telas ou sombrites. No sistema descrito pelo trabalho de autoria de Carneiro e outros (2015), o segundo filtro é posicionado como bolsa em relação a tubulação de entrada anterior à posição das plantas, para combater a passagem de material residual fino que possa ter permanecido após o filtro de sólidos decantáveis.

2.4.1.3. Cama de cultivo e estruturação apropriada em relação a cultura desenvolvida

No que compete ao ambiente de cultivo das hortaliças, há a exploração de modelos de “camas” para os vegetais, com escolha a variar em função da espécie a ser cultivada:

Para as plantas que frutificam, sendo arbustivas de ciclo consideravelmente longo como pés de tomate e quiabo, utiliza-se como cama um recorte de 20cm de altura da parte superior do recipiente usado como caixa para a criação de peixes, preenchido por brita ou argila expandida como substrato. O substrato nesse caso esboça duas importantes funções: suporte para o enraizamento das plantas e para o desenvolvimento das bactérias nitrificantes, que se encarregam da assimilação da amônia produzida pelos peixes e de sua conversão em nitrato, que será assimilado pelos vegetais. Tal ambiente possibilita também o cultivo concomitante de outras hortaliças, como a alface, contanto que as maiores não as submetam a sombreamento. Plantas de ciclo curto devem ser evitadas, dado que elas proporcionam ao ambiente um acúmulo de raízes, que dificultaria o manejo. Um importante elemento deste ambiente é o sifão de sino, que sendo uma estrutura de canos ligada à parte central da cama, proporciona ciclos de enchimentos e esvaziamentos do ambiente, condição que possibilita a aeração de raízes, fundamental para a presença de bactérias. Por permitir o desenvolvimento de bactérias nitrificantes em seu substrato, esse ambiente também é denominado filtro biológico.

Como recomendação para o cultivo de folhosas como alface, rúcula e agrião, vê-se o ambiente de cultivo flutuante. É baseado em um novo container cortado com altura de 40cm preenchido por água em até 30cm de sua altura, quantidade que é delimitada e mantida por um flange posicionado do lado oposto à entrada, que recebe em sua superfície uma placa de isopor com orifícios circulares de diâmetro médio de 5cm e espaçamento dependente da espécie a ser cultivada. As alfaces, por exemplo, possibilitam com o seu espaçamento necessário a produção de até 25 pés por metro quadrado. As mudas são então posicionadas nessas aberturas, que devem ser preenchidas por copos plásticos com furos de adaptação que as permitam adequada sustentação e desenvolvimento radicular, sendo importante também que se dê atenção à necessidade de oxigenação esboçada pelas raízes, que faz relevante a necessidade de inserção de mangueiras que tragam a movimentação do ar para esse ambiente e também supram a demanda de oxigênio do tanque de peixes.

2.5. Componentes da experimentação

2.5.1. Rúcula

Nomeada cientificamente como *Eruca sativa*, é uma hortaliça folhosa com origem mediterrânea, relacionada à família *Brassicaceae*. Apresenta porte baixo, com folhas relativamente espessas e subdivididas, de cor verde clara e nervuras verde-arroxeadas. Trazida ao Brasil por imigrantes italianos, seu consumo se espalhou por várias regiões brasileiras, com destaque para o Sudoeste e o Sul (Souza Filho; Ganzo; Kreutzfeld, 2021, *apud* Soares, 2021).

O cultivo da rúcula no Brasil apresenta números expressivos, tendo o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geostatística e Educação (IBGE) exposto em 2017 a importância de 40.527 toneladas de rúcula produzidas em um pouco mais de vinte mil estabelecimentos agrários no país, no ano de 2016, fato que mostra a relevância econômica da produção de tal hortaliça no país. Trani *et. al.* (1992) expõe que, apesar de se desenvolver melhor durante as épocas de outono ou inverno, a rúcula tem sido cultivada amplamente em diversas regiões do país, em épocas menos específicas do ano, o que sugere que a planta apresente certa tolerância climática para além de suas condições ideal de cultivo.

Geralmente, exemplares de espécies aclimatados à hidroponia são recomendados para a aquaponia, dada a tolerância desses quanto a oscilações

nutricionais, que protege a planta de sintomas graves de deficiência nutritiva e a tolerância de altos teores de água em suas raízes (Carneiro et. al., 2015, *apud* Barbosa, 2021).

O planejamento dos sistemas deve observar necessidades e particularidades das plantas escolhidas, em tópicos como espaço, nutrição, aeração, hidratação, temperatura, radiação solar, e outros fatores. Alguns vegetais se adaptam bem a esse cultivo, estando a rúcula (*Eruca sativa*) entre estes. (Braz (2000), Pantanella (2010), Tyson (2007), Jones (2002); Rakocy (2007); Garcia-Ulloa (2005) e Ronzón-Ortega (2012), *apud* Hundley, 2013).

2.5.2. Tilápias

A tilápia do Nilo já toma a importância de peixe potencial na aquicultura brasileira, graças a qualidades como crescimento rápido, tolerância a baixas condições de água, boa conversão alimentar, boa adaptação, rusticidade e aceitação da ração, expressas desde sua fase larval (Hayashi *et. al.* (1995); Bacconi (2003), *apud* Cauduro, 2017). Segundo Massago *et. al.* (2010), as melhores linhagens de tilápia da contemporaneidade são a GIFT e a Supreme, que possuem melhoramento genético, reprodução e nutrição avançados, por um preço comercial viável, que as torna também as mais utilizadas em sistemas de aquaponia (Marengoni, 2006).

2.5.3. Carpas

As carpas húngaras (*Cyprinus carpio*) fazem parte do grupo de peixes mais cultivados mundialmente, presente em cerca de 40% da produção (FAO, 2005). São parte de uma linhagem com crescimento acelerado e fácil adaptação a condições de cativeiro, mas apresentam carne de sabor pouco apreciado pela população, segundo Poli *et. al.*, *apud* Corrêia *et. al.*, 2009. No Brasil, carpas também são utilizadas em sistemas de policultivo, associadas a outras espécies (Lima, 2013).

3. METODOLOGIA

O conjunto de métodos empregados para a experimentação acerca do tema desenvolvido no presente documento usa de dois sistemas de aquaponia instalados no setor de piscicultura, dependência da sede rural da ETEC Orlando Quagliato. Cada um dos sistemas emprega, em suma, uma caixa d'água de polietileno de 1000L com a função de acomodar os peixes, esboçando o papel de tanque de criação. Um

dos sistemas abriga em sua caixa a quantidade de 16 carpas, totalizando a importância de 9,4kg de peso vivo, cabendo ao outro acomodar o total de 17 tilápias, com peso equiparado. Tal elemento é conectado aos tambores de 200L que trabalham respectivamente, as funções de decantação, filtração e sump, assim é ligado às mudas de rúcula com idade inicial de 07 dias, dispostas em canaletas de 1,5m de comprimento com aberturas circulares de diâmetro de 10 cm, que as abrigam com o respaldo de copos plásticos adaptados, sendo alimentadas pelo efluente da aquaponia, caracterizando espaço de metodologia NFT. Segundo Cauduro (2017), a técnica NFT é a mais frequentemente empregada para sistemas de aquaponia, dispensando a presença de solo, assim mantendo maior higiene para as plantas, bem como contribuindo para uma menor incidência de pragas na produção.

Para ser mais bem assimilado pelas plantas, o efluente passa pelo filtro biológico, que contém um combinado de argila e estilhaços de cerâmica, buscando pela proliferação de bactérias nitrificantes e pela retenção de quaisquer dejetos remanescentes.

Do desenvolver do sistema será feita análise de progressão através de observações, tendo como parâmetro para resultados o desenvolvimento das rúculas quanto aos sistemas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Montagem da estrutura

Para o preparo dos dois sistemas foi utilizada uma lista de materiais, dada por: 1 unidade de adesivo em frasco, 2 unidades de bomba de aquário 1000L/hr, 6 unidades de bombonas de 200L, 2 unidades de caixa d'água de 1000L, 6 unidades de canaletas (do tipo utilizado em sistemas hidropônicos) com 1,5 metros, 16 unidades de adaptador soldável com flange 50mm, 4 unidades de adaptador soldável curto 50mm, 10 unidades de joelho soldável de 90° 50mm, 36 unidades de lajota de concreto, 6 metros de mangueira transparente 12.6mm, 2 unidades de lixa P220, 4 unidades de registro soldável em esfera 50mm, 2 unidades de TE 12.6mm, 2 unidades de TE soldável 50mm, 6 metros de cano PVC 50mm, como mostrado na figura 1.

Figura 1: Materiais utilizados.



Fonte: Autores, 2023

Os sistemas foram estabelecidos após sua montagem completa, que levou aproximadamente 4 semanas para ser concluída. O período de elaboração se deu do dia 21 de agosto ao dia 18 de setembro de 2023, resultante nas estruturas ilustradas pelas imagens 2 e 3, sistemas de aquaponia de método NFT (Nutrient Film Technique), feitos para funcionar de maneira que uma lâmina do efluente nutricional percorra cada uma das canaletas dispostas acima das caixas, a alcançar e nutrir as raízes das mudas a serem dispostas.

Figura 2: Montagem completa.

Figura 3: Montagem completa, visão aérea



Fonte: Autores, 2023



Fonte: Autores, 2023

4.2 Peixamento

Realizou-se o manejo de captura de tilápias e carpas dos tanques nas dependências da ETEC Orlando Quagliato, nos dias 15 de setembro e 03 de outubro de 2023, seguido por seu transporte para caixas provisórias de 1000L, a depender do término da montagem dos sistemas. Esperava-se também pelo recebimento das mudas de rúcula (*Eruca sativa*) folha larga, de linhagem Donatella a serem empregadas no experimento.

O manejo de inserção dos peixes nas caixas de polietileno ocorreu no dia 06 de outubro de 2023, ilustrado pelas imagens 4 e 5. Totalizaram-se em 15 carpas e 16 tilápias, havendo também a retirada de uma tilápia que apresentou ferimentos com potencial para o desenvolvimento de infecções que poderiam se generalizar entre os peixes da caixa.

Figura 4: Tilápias inseridas em seu respectivo sistema, enumerado como 1.



Fonte: Autores, 2023

Figura 5: Carpas inseridas em seu respectivo sistema, enumerado como 2.



Fonte: Autores, 2023

4.3. Acomodação das plantas

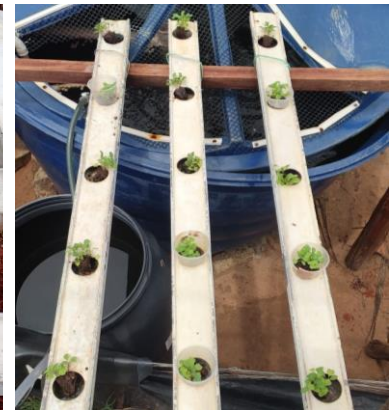
No dia 09 de outubro de 2023 ocorreu a inserção de mudas de Rúcula Donatella em ambos os sistemas, como exposto pelas figuras 6 e 7, fornecidas por uma empresa regional já conceituada na produção de vegetais em mudas, na ausência de plantas próprias para o sistema hidropônico. Foram recebidas em um total de trinta mudas, distribuídas de maneira que cada sistema tenha recebido 15 dessas. Quando recebidas, tinham em média 4cm em altura e 7 dias pós saída do viveiro inicial. Antes de postas nos copos do sistema, em busca de maior exposição e melhor alcance do líquido nutricional nas raízes, fez-se a retirada de parte do substrato que as cobriam por lavagem delicada.

Figura 6: Inserção das rúculas (sist. 2, carpas).



Fonte: Autores, 2023

Figura 7: Inserção das rúculas (sist. 1, tilápias).



Fonte: Autores, 2023

Posteriormente, no dia 26 de outubro, tentando por amenizar a intensidade dos raios solares para as mudas remanescentes, fez-se a colocação de sombrite 30% por cima de ambos os sistemas, vistos nas imagens 8 e 9.

Figura 8: Sombrite no sistema 1 (Tilápias) Figura 9: Sombrite no sistema 2 (Carpas)



Fonte: Autores, 2023



Fonte: Autores, 2023

5. RELATOS DE OCORRÊNCIAS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No dia 07 de outubro de 2023 ocorreu um óbito de uma carpa de 0,360, que pulou da caixa de água, trespassando-a, por questões de stress atribuído à mudança de ambiente e falta de oxigenação da água (teorizado após sinais como a subida dos animais a superfície, atribuída a oxigenação deficiente), como mostra a figura 10. No dia seguinte, 8 de outubro, houve mais um óbito com as mesmas características, dessa vez de uma carpa com 0.450g, vide figura 11.

Figura 10: Óbito de carpa com 360g



Fonte: Autores, 2023

Figura 11: Óbito de carpa com 450g



Fonte: Autores, 2023

Encontra-se exposta na teoria de Silva et. al. (2021), aplicada a tilápias, a possibilidade de que a causa dos frequentes óbitos durante o funcionamento dos sistemas sejam resultados de um arraçoamento deficiente, que também se converte na possibilidade de um desbalanceamento nutricional e de estresse, que reduz as taxas de crescimento e a taxa de conversão alimentar dos peixes, além de propiciar a

concentração de resíduos sólidos de suspensão dados pelas sobras de ração não consumida.

Relatou-se no dia 09 de outubro a percepção de um comportamento insólito ocorrendo nas tilápias, descrito pelos experimentadores como “quando mexíamos a água próxima a elas, não esboçavam reações, fato incomum para a espécie”. De acordo com o material teórico de Fernando e Ludmilla Kubitza, sugere-se que o comportamento letárgico em tilápias seja um dos principais sinais clínicos de manifestação da bactéria *Streptococcus sp.* O agente citado tem sua transmissão como horizontal (de peixe para peixe), também incluindo em sua exteriorização sintomática a aparição de lesões que vão de áreas despigmentadas para lesões mais definidas. São fatores agravantes de sua presença em sistemas de aquicultura os manejos inadequados da qualidade da água e da nutrição dos animais.

Iniciou-se então, de acordo com uma recomendação do professor Reginaldo A. de Souza (ativo no setor da piscicultura) um tratamento que consistiu na diluição de 1,9 ml do antibiótico Enrofloxacina à 10% (Mogiflox ®) em 100ml de água, misturado em 130g de ração, iniciado no dia 10 de outubro de 2023, destinado ao combate dos sintomas apresentados pelos animais, até então sem atribuição de agente causador específico. No entanto, foi necessário o corte da medicação no dia 13, pelo fato dos peixes não estarem ingerindo alimento – problema atribuído ao progresso da enfermidade. A partir da tarde do dia 13 de outubro de 2023 o fornecimento do medicamento se deu como totalmente interrompido. Ainda com base nos estudos dos Kubitza, abre-se a perspectiva de que a abstenção alimentar dos peixes é vindoura do avanço da bactéria *Streptococcus sp.*, como também a visão de que a administração de medicamentos em ração é válida e indicada apenas para reduzir a mortalidade em lotes de casos menos severos, mas se torna contraindicada em casos mais graves, quando o uso se torna indiscriminado e estimula o aumento da resistência bacteriana. Enfim, os autores também ressaltam a importância da realização de um antibiograma para a escolha do antibiótico com maior eficácia, administrado por um profissional.

Deu-se na manhã do dia 13 de outubro de 2023 um incidente que acometeu o setor que abrigou o experimento, mais especificamente dado pela descarga elétrica de um raio que acabou por atingir o poste que fornecia energia para o sistema aqui documentado. A ocorrência de uma manutenção tardia, feita ao entardecer do dia 14, culminou no processo de murchagem de todas as mudas, vistas nas imagens 12 e 13.

Tal verter se deu por conta da impossibilidade de ciclagem e circulação d'água no sistema, dada pela inoperância das bombas elétricas, que também gerou o surgimento de vermes de sangue nas bombas de decantador e filtro de ambos os sistemas, vide as imagens 14 e 15. Em uma publicação do curso Mestre dos Lagos, feita em 2021, a presença das *bloodworms* é descrita como indicadora da necessidade de correção no sistema, desenvolvendo-se por fatores como a falta de oxigênio na água, manutenção interrompida e excesso de matéria orgânica. Dada tal situação, ocorreu a troca de 50% da água dos sistemas e a higienização contra os vermes no dia 16 de outubro de 2023.

Figura 12: Rúcula murcha; sist. 2



Fonte: Autores, 2023

Figura 13: Rúcula murcha: sist. 1



Fonte: Autores, 2023

Figura 14: Vermes de sangue



Fonte: Autores, 2023

Figura 15: Vermes de sangue



Fontes: Autores, 2023

No dia 17 de outubro de 2023, decorreu a morte de mais uma carpa com 0,490g que pulou da caixa por aparentes fatores de stress e falta de oxigenação da água. No mesmo dia houve a reposição das plantas com mudas de rúcula de mesmo tipo em relação às iniciais, com cerca de 15 dias.

As mudas se desenvolveram com primor em ambos os sistemas, com uma pequena diferença de vigor e tamanho no sistema com tilápias, que apresentou as plantas com melhor desenvolvimento. Foi assim até o dia 24 de outubro de 2023,

quando começou a se observar a falta de crescimento das raízes de duas mudas do sistema com carpas e logo o amarelamento nas folhas de outras duas rúculas do mesmo sistema. Pouco mais tarde, no sistema com tilápias, observou-se também o amarelamento foliar de duas plantas, ocorrência ilustrada na imagem 16.

Figura 16: Amarelamento das rúculas



Fonte: Autores, 2023

No dia 24 de outubro de 2023 sucedeu-se um corte de energia geral na escola que submeteu ambos os sistemas a cinco horas sem energia elétrica, período suficiente para prejudicar e fomentar o murchamento das mudas já fragilizadas e suas consequentes mortes nos dias seguintes, atribuídas à ausência da circulação de água durante o corte elétrico, como expresso na imagem 17. Além do prejuízo imposto pelo perecer das plantas, o sistema lidou também com a morte de 06 tilápias por falta de oxigenação e pela provável manifestação bacteriana por *Streptococcus sp*, fortalecida pela instabilidade dos sistemas, que já vinha enfraquecendo-as anteriormente, como visto na imagem 18.

Figura 17: Plantas remanescentes do sistema 2,
a exemplificar a ocorrência do amarelamento
e murchamento antes da morte.



Fonte: Autores, 2023

Figura 18: Morte de seis tilápias dentre nove.



Fonte: Autores, 2023

No dia 29 fora realizada a troca de 60% da água de ambos os sistemas, como também a purificação do decantador e do filtro de ambas as estruturas de experimentação.

Dos dias que sucederam tais episódios até o dia 30 de outubro de 2023 ocorreram mortes e secagens de mais mudas, restando com vigor mediano uma média de apenas duas rúculas por sistema.

De acordo com as circunstâncias propostas para o experimento, finalizou-se o teste no dia 01 de novembro de 2023, de modo que houve a colheita e pesa das rúculas, com 30 dias de vida e 15 dias no sistema em funcionamento. Assim, pode-se afirmar de acordo com as observações que as produtividades em ambos os sistemas

não foram ideais para a atividade. No entanto, ainda sim fora possível observar certas diferenças entre os desenvolvimentos dos sistemas.

5.1. Resultados

Buscando se ater a temática, apresenta-se a preponderância do sistema de tilápias em relação ao de carpas, por diferenças que conseguiram transparecer em meio aos problemas do experimento e tornarem-se significativas.

O sistema em consórcio com as carpas obteve um resultado menor em comparação ao consórcio das tilápias, de maneira que, através de cálculos, o sistema com carpas mostrou aproveitamento de colheita de 73,3%, enquanto o sistema com tilápias obteve aproveitamento total de 80%.

Gráfico 1: Mudas - Sistema com Tilápias



Fonte: Autores, 2023.

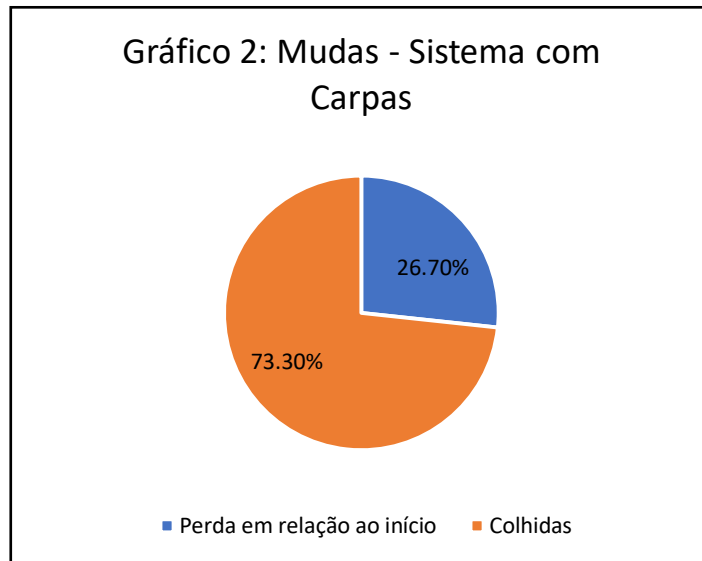
O cálculo realizado para a obtenção das porcentagens do primeiro gráfico se dá por:

15 ----- 100% (15 = total inicial de mudas)

12 ----- X (12 = mudas colhidas ao fim do experimento)

$X = 1200/15 = 80\%$, Onde X é a porcentagem que representa a significância colhida no sistema 1.

Gráfico 2: Mudanças - Sistema com Carpas



Fonte: Autores, 2023.

O cálculo das porcentagens para o gráfico 2 é representado por:

15 ----- 100% (15 = total inicial de mudas)

11 ----- X (11 = mudas colhidas ao fim do experimento)

$X = 1100/15 = 73,3\%$, Onde X é a porcentagem que representa a significância colhida no sistema 2.

A diferença de peso de produção entre os sistemas foi de 5 gramas, sendo que o consorciado de tilápias gerou uma produção de 30 gramas, como representado na figura 19, em comparação ao de carpas que obteve 25 gramas de produtividade, demonstrado na figura 20. Tais dados foram apurados a partir da pesagem vindoura da junção das mudas remanescentes em cada um dos sistemas.

Figura 19: Produção das tilápias (sist. 1)

Figura 20: Produção das carpas (sist.2)



Fonte: Autores, 2023



Fonte: Autores, 2023

O desenvolver de uma comparação feita em período mais longo foi dado como inviável, a começar pelas instabilidades enfrentadas na experimentação. Mesmo com a ocorrência de mortes e imprevistos, o sistema 1, contendo tilápias, mostrou manter com melhor nutrição e aparência seus exemplares de plantas, por um período um pouco mais notável em relação ao sistema 2. O primeiro sistema resultou também na produção com maior significância na pesagem final.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas pesagens finais e porcentagens resultantes, as tilápias mostram resultados superiores em massa nas plantas, com uma colheita 6,7% mais expressiva que a colheita do sistema que utilizou de carpas. Portanto, usando do comparativo entre os rendimentos de cada sistema, se mostra mais proveitoso o uso de tilápias nos sistemas de aquaponia.

Em suma, o desenvolvimento do presente trabalho também conclui que, antes de quaisquer cotações e planejamentos, é importante conferir atentamente quesitos práticos, em todos os pontos. Como visto em teoria e confirmado pelo desenrolar desse trabalho, a aplicação da aquaponia pode dar-se como viável, contanto que se dê a devida asseguração e ponderação acerca de fatores como:

- A disponibilidade e estabilidade de rede elétrica, que pode ser alcançada através do uso de geradores específicos para as estruturas de seu desenvolvimento, bem como a de água sempre corrente e em devido volume, de maneira a evitar problemas graves como o enfraquecimento progressivo das plantas e a proliferação indevida de seres (como os vermes de sangue que se fizeram presentes na prática relatada);
- O acesso a animais de boa qualidade. Mostra-se imprescindível o uso de peixes de lotes íntegros e saúde adequada, relacionados a parte competente à aquicultura dos sistemas. Também na prática, em relação às espécies, confirmaram-se os atributos que fazem da tilápia a melhor opção e justificam o seu amplo uso entre os produtores (Contini, Belo, Branquinho, 2020), como a rusticidade, a alta tolerância ao manejo e a boa conversão alimentar;
- A preferência pelo emprego de mudas adaptadas ao sistema de hidroponia, ausentes no presente trabalho dada a falta de vendedores que trabalhassem com essas plantas em específico;
- O estudo da prática e de seus manejos, sendo importante para o funcionamento em pleno potencial de um sistema de aquaponia;

- A efetivação do período necessário para a proliferação de bactérias contribuintes para a nitrificação. Que, segundo Sommerville *et. al.* (2014), deve ser desenvolvida em um período variante de três a cinco semanas no período inicial, logo após a construção do sistema, antes de sequer inserir os primeiros peixes e plantas;
- A consciência da dinâmica de autobalanceamento progressivo no funcionamento do sistema. Segundo Savidov (2004), passados seis meses de seu funcionamento, a operação se torna mais fácil e tem ganho significativo em produtividade. É enfrentada nos primeiros meses a necessidade de certo planejamento, para suprir a imaturidade ainda presente na produção;
- Cuidados e verificações referentes à qualidade de água com certa assiduidade, de modo a evitar prejuízos a ambos os componentes vivos centrais do sistema, peixes e plantas;
- A prontidão em desembolsar um valor de custo inicial – a variar de acordo com a dimensão do sistema e do reuso de materiais, quando viável. Segundo Nanda Melonio (2012), a depender de dimensões, devem ser especuladas as possibilidades de gastos com terraplenagens, construção de coberturas, mesas, bancadas e sistemas como os hidráulicos e elétricos;
- A receptividade do mercado/público-alvo em relação aos produtos aquapônicos, diretamente relacionada à possibilidade de lucro e retorno com o comércio dos cultivos. O pequeno produtor pode agregar valor ao seu produto pelo caráter sustentável e orgânico de sua produção, buscando também expor aos clientes a vantagem de prover fornecimento minimamente ou nada dependente de condições climáticas. Ao atingir o patamar de uma produção constante, passa a ser uma opção a elaboração de contratos de fornecimento de médio e longo prazo (Castro, 2019);

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Cátia Sílvia Pereira de; FENZL, Norbert; ZARZAR, Carlos Antônio. Guia Didático: Interligando saberes e sabores, pág. 81. In: ARAÚJO, Cátia Sílvia Pereira de. **A aquaponia: desafios e oportunidades para a produção de peixes e hortaliças no estado do Pará - Estudo de caso: Projetos de Aquaponia no Município de Bragança-Pará**, Belém-PA, 137f, Fev-2019. Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, Núcleo do Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/12210>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

BARBOSA, Phillipe Thiago Leite. **Produção de tilápia-do-nilo em sistema aquapônico: diferentes volumes e integração com tecnologia de bioflocos (bft) em policultivo com camarão**. Tese apresentada como requisito para obtenção do título de doutor em Ciência Animal. Área de Concentração: Produção Animal. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2021, 85f. Disponível em <file:///C:/Users/sinth/Downloads/Tese%20Phillipe.pdf>. Acesso em 14 de novembro de 2023.

CARNEIRO, Paulo César Falanghe; MORAIS, Carlos Adriano Rocha Silva; NUNES, Maria Urbana Corrêa; MARIA, Alexandre Nizio; FUJIMOTO, Rodrigo Yudi. **Montagem e Operação de um Sistema Familiar de Aquaponia para Produção de Peixes e Hortaliças. Circular Técnica 72**, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE. Dezembro, 2015. ISSN 1678-1945. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144938/1/CT-72.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

CARNEIRO, Paulo César Falanghe; MORAIS, Carlos Adriano Rocha Silva; NUNES, Maria Urbana Corrêa; MARIA, Alexandre Nizio; FUJIMOTO, Rodrigo Yudi. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracaju, SE. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 27 p. II. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1937, 189). Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142630/1/Doc-189.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

CASTRO, Marcial Pereira Saboya de. **Plano de negócio para uma empresa de aquaponia no rio de Janeiro**. 2019. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro. Rio de Janeiro - UFRJ/ Escola Politécnica. VI, 78 p. Disponível em <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10029096.pdf>. Acesso em: 05 de novembro de 2023.

CAUDURO, Cecília Larruscaim. **Crescimento da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) em sistema de aquaponia**, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Aquicultura. Uruguaiana, RS – Universidade Federal do Pampa, 28p. Disponível em <https://repositorio.unipampa.edu.br/bitstream/riu/3389/1/CECÍLIA%20CAUDURO.pdf>. Acesso em 28 de outubro de 2023.

CONTINI, Gilvan Gonçalves; BELO, Luciano Rodrigues; BRANQUINHO, Rodrigo Gomes. Produção consorciada de tilápias e vegetais em sistema de aquaponia 1. **Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 41, n. 1-2, p. 41–46, 2020. Disponível em <https://doi.org/10.25066/agrotec.v41i1-2.49804>. Acesso em: 07 de novembro de 2023.

CORRÊIA, Viviani; RADÜNZ NETO, João; LAZZARI, Rafael; VEIVERBERG, Cátia Aline; BERGAMIN, Giovani Taffarel; PEDRON, Fabio de Araújo; FERREIRA, Cristiano Costenaro; EMANUELLI, Tatiana; RIBEIRO, Cristiane Portes. **Crescimento de jundiá e carpa húngara criados em sistema de recirculação de água**, 2009. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.5, p.1533-1539, ISSN 0103-8478. Disponível em <https://www.scielo.br/j/cr/a/6BHhXvrXL68MrQ9mhFvWvLL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 14 de novembro de 2023.

DOMINGUES, Joelza Ester. Publicado em Ensinar História. **Chinampas, os produtivos campos de cultivo dos astecas**. Julho de 2022. Disponível em <https://ensinarhistoria.com.br/chinampas-os-produtivos-campos-de-cultivo-dos-astecas/>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

DUARTE, Paulo Matheus Rebello. **Projeto de um sistema de aquaponia para regiões urbanas do sul do Brasil**. 2018. 71f. Projeto de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Rio Grande, como parte dos requisitos necessários à graduação em Engenharia Agroindustrial Agroquímica – Santo Antônio da Patrulha, RS. Disponível em https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/conteudo_digital/df28a0348b5714b18e39a8b767f74298.pdf. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

EMERENCIANO, Maurício Gustavo Coelho. Green Technologies, coluna Aquaculture Brasil, pág. 58, 2018. **Aquaponia: uma breve história**, Disponível em <https://www.aquaculturebrasil.com/coluna/228/aquaponia:-uma-breve-historia>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

EMERENCIANO, Maurício Gustavo Coelho; PINHO, Sara; MELLO, Giovanni Lemos de; MOLINARI, Diego; BLUM, Marcos. **Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura**. **Panorama da Aquicultura**. n. 147, p. 24–35, 2015. Disponível em <https://panoramadaaquicultura.com.br/aquaponia-uma-alternativa-de-diversificacao-na-aquicultura/>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **The state of World fisheries and aquaculture 2022 - Towards blue transformation**. Roma, 2022. Disponível em <https://www.fao.org/3/cc0461en/online/cc0461en.html>. Acesso em: 20 de setembro de 2023

HUNDLEY, Guilherme Crispim; NAVARRO, Rodrigo Diana. **Aquaponia: a integração entre piscicultura e a hidroponia**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v. 3, n. 2, dez., p. 52-61, 2013. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142630/1/Doc-189.pdf>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

HUNDLEY, Guilherme Crispim. **Aquaponia, uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjerição (*Ocimum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de de água e nutrientes.** Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2013. Disponível em https://bdm.unb.br/bitstream/10483/5977/1/2013_GuilhermeCrispimHundley.pdf. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo agropecuário 2017: características gerais das produções agropecuária e extrativista, segundo a cor ou raça do produtor e recortes territoriais específicos.** 2022, Rio de Janeiro, RJ. ID: 3101, ISSN: 01036157, Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73101>. Acesso em 14 de novembro de 2023.

KUBITZA, Fernando; KUBITZA, Ludmilla M. M. **Principais Parasitoses e Doenças em Tilápias.** Laranjeiras, RJ, 2000. Disponível em <https://panoramadaaquicultura.com.br/principais-parasitoses-e-doencas-em-tilapias/>. Acesso em 07 de novembro de 2023.

LIMA, Adriana Ferreira. **Sistemas de produção de peixes**, Livro: Piscicultura de Água Doce, 2013, EMBRAPA. Capítulo 3, p97-108. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1082294/1/cap.3.pdf>. Acesso em 28 de setembro de 2023.

MARENGONI, Nilton Garcia. **Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem.** Archivos de Zootecnia, v.55, n.210, p.127-138, 2006. Disponível em <https://www.redalyc.org/pdf/495/49521001.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2023.

MASSAGO, Haluko; *et al.* **Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*.** Revista Acadêmica de Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v.8, n.4, p.397-403, 2010. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/321280132_Crescimento_de_quatro_linhagens_de_tilapia_Oreochromis_niloticus. Acesso em 14 de novembro de 2023.

MELONIO, Nanda. Publicado em ((O Eco)). **Hidroponia: conheça os prós e contra nesse tipo de cultivo.** Rio de Janeiro – RJ, maio de 2012. Disponível em <https://oeco.org.br/noticias/25959-hidroponia-conheca-os-pros-e-contra-nesse-tipo-de-cultivo/>. Acesso em 06 de novembro de 2023.

MESTRE DOS LAGOS, blog do curso. **Larva vermelha (bloodworms).** 2023. Disponível em <https://www.mestredoslagos.com.br/post/larva-vermelha-bloodworms>. Acesso em 01 de novembro de 2023.

ONU (Organização das Nações Unidas). **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável.** Brasília - DF, 2015. Disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

POTRICH, Ani Caroline G.; PINHEIRO, Renes Rossi; SCHMIDT, Denise. **Alface hidropônica como alternativa de produção de alimentos de forma sustentável**. Goiânia, out./nov. 2012, 13 pág. Disponível em <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/alface.pdf>. Acesso em: 25 de setembro de 2023.

QUEIROZ, Julio Ferraz de; FREATO, Thiago Archangelo; LUIZ, Alfredo José Barreto; ISHIKAWA, Márcia Mayumi; FRIGUETTO, Rosa Toyoko Shiraisi. **Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2017. 29 p. – (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, ISSN 1516-4961; 113). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178041/1/2018DC01.pdf>. Acesso em: 23 de setembro de 2023.

REGINA, Elis, **Como nossos pais**. “Falso Brillhante”, Phonogram, 1976. Composição por Belchior. 4:22min, música.

SÁTIRO, Thaise Mota; NETO, Kélvia Xavier Costa Ramos; DELPRETE, Sâmila Esteves. **Aquaponia: sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável**. Rev. Bras. Eng. Pesca 11(1): 38-54, jan. 2018. Disponível em <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/1513>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

SAVIDOV, Nick. **Evaluation and Development of Aquaponics Production and Product Market Capabilities in Alberta**. Ids Initiatives Fund Final Report Project #679056201, August 17, 2004. 190f. Disponível em <https://backyardaquaponics.com/Travis/Evaluation-and-Development-of-Aquaponics-Production-and-Product-Market-Capabilities-in-Alberta.pdf>. Acesso em 05 de novembro de 2023.

SILVA, José Cícero Rodrigues da; LIMA, Lucas Matheus Paz; ARAÚJO, Vitor Emanuel Ferreira Melo de; SILVA, José Werverton Pereira da; CERQUEIRA, Danilo César Oliveira de. **Aquaponia voltada à produção de tilápia do Nilo**. Congresso Nacional de Educação – CONEDU. **Anais...**, 7º. Murici – AL: IFAL, 2021. Disponível em; https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2021/TRABALHO_EV150_MD1_SA114_ID2073_28072021132552.pdf. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

SOARES, Jaqueline Aparecida Batista. **Produção de rúcula em sistema aquapônico no cerrado**. 2021. 57f. Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de mestre em ciências agrárias - agronomia no Programa de Pós- Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Área de Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado. Rio Verde, Goiás. Disponível em <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2126/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DE%20R%C3%9ACULA%20EM%20SISTEMA%20AQUAP%C3%94NICO%20NO%20CERRADO.pdf>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

SOMMERVILLE, Christopher; COHEN, Moti; PANTANELLA, Edoardo; STANKUS, Austin; LOVATELLI, Alessandro. **Small-scale aquaponic food production –**

Integrated fish and plant farming. FAO fisheries and aquaculture technical paper, 589, Romas, 2014. 288f. Disponível em <https://www.fao.org/3/i4021e/i4021e.pdf>. Acesso em 07 de novembro de 2023.

SOUSA, Rainer Gonçalves. Publicado em História do mundo, site da Rede Omnia. **O Segredo dos Astecas.** Goiânia – GO, 2023. Disponível em <https://www.historiadomundo.com.br/asteca/segredo-asteca.htm>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

TRANI, Paulo Espíndola; FORNASIER, João Baptista; LISBÃO, Rogério Salles. **Cultura da rúcula. Boletim técnico de número 146,** Governo do estado de São Paulo Sp, Secretaria de Agricultura e Abastecimento - Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária, Instituto Agrônômico. Campinas, SP, 1992. Disponível em <https://www.iac.sp.gov.br/media/publicacoes/iacbt146.pdf>. Acesso em 14 de novembro de 2023.

WOODARD, Spencer. Publicado em Phytognosis. **Chinampa: pre-colombian raised-bed hydrological agriculture.** Califórnia, E.U.A., março de 2018. Disponível em <http://regenerag.org/blog/2018/3/28/chinampa-pre-colombian-raised-bed-hydrological-agriculture>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.