

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
FACULDADE DE MEDICINA VETERINARIA
CURSO DE ZOOTECNIA

ISABELA DE MOURA GÉA

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE
UMA AQUAPONIA NO DISTRITO DE BARRA GRANDE – MARAÚ – BA

UBERLÂNDIA
2023

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA AQUAPONIA NO DISTRITO DE BARRA GRANDE – MARAÚ – BA

Monografia apresentada à
Coordenação do Curso de
Graduação em Zootecnia da
Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito
parcial à obtenção do título de
Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Adriano
Pirtouscheg

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE
UMA AQUAPONIA NO DISTRITO DE BARRA GRANDE – MARAÚ – BA

Monografia aprovada como
requisito parcial à obtenção
do título de Zootecnista no
Curso de Graduação de
Zootecnia da Universidade
Federal de Uberlândia

Uberlândia, 2023

Prof. Dr. Adriano Pirtouscheg

Prof. Dr. Frederico A. Alcântara

Denis Douglas Pessoa

RESUMO

Palavras-chave: aquaponia, peixes, hortaliças, produção familiar, tilápia.

Atender a demanda crescente da população, com alimentos saudáveis e sustentáveis, requer avanços tecnológicos, isso está cada dia mais evidente. E os sistemas de aquaponia veem mostrando ótimos resultados pois, além de gerar renda, podem ser uma atividade com cultivos diversificados, que permitem segurança alimentar e nutricional, além dos já conhecidos benefícios ao meio ambiente. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica, para um futuro investimento em um sistema de aquaponia para cultivo de hortaliças (alface e cebolinha) consorciadas à produção de tilápias do Nilo, no distrito de Barra Grande, Marau – BA. A metodologia adotada neste trabalho está amparada nos procedimentos dos sistemas de aquaponia e na análise técnica e econômica com base nos custos de produção. O projeto, consiste em 4 caixas d'água de mil litros, para a produção das tilápias do Nilo e 2 bancadas hidropônicas, para produção de alface e cebolinha, com um planejamento que prevê a colheita semanal das hortaliças, o que garantirá o giro de caixa do projeto, e os ciclos dos peixes de acordo com a sazonalidade da região, planejando um maior número de despescas na época do verão. Do ponto de vista econômico o projeto se mostrou viável apresentando uma receita anual maior que seus custos, e gerando um bom lucro. O sistema de produção de tilápias do Nilo integrada à produção de hortaliças em sistema aquapônico apresentou uma receita total de R\$ 123.836,38 e custo total de R\$ 96.624,33, um saldo positivo de R\$ 27.212,05, gerando uma renda líquida ou lucro operacional de 21,97% da receita. Atendendo a demanda do mercado por um alimento saudável e de produção limpa, que não degrada o meio ambiente, livre de agrotóxicos.

ABSTRACT

Keywords: aquaponics, fish, vegetables, family production, tilapia

Meeting the growing demand of the population with healthy and sustainable food requires technological advancements, and this is becoming increasingly evident. Aquaponics systems have been showing excellent results, as they not only generate income but also serve as a diversified cultivation activity, ensuring food and nutritional security, in addition to the well-known environmental benefits. The present study aims to assess the technical and economic feasibility for a future investment in an aquaponics system for growing vegetables (lettuce and scallions) in conjunction with the production of Nile tilapia in the district of Barra Grande, Maraú – BA. The methodology adopted in this study is based on aquaponics system procedures and technical and economic analysis based on production costs. The project consists of 4 thousand-liter water tanks for Nile tilapia production and 2 hydroponic benches for lettuce and scallion production. The planning includes weekly harvesting of vegetables, ensuring the project's cash flow, and fish cycles according to the region's seasonality, planning for more harvests during the summer. The integrated system of Nile tilapia production with vegetable production in an aquaponic system showed a total revenue of R\$ 123,836.38 and a total cost of R\$ 96,624.33, resulting in a positive balance of R\$ 27,212.05, generating a net income or operational profit of 21.97% of revenue. From an economic perspective, the project proved to be viable, with an annual revenue exceeding its costs and generating profit. In this way, it meets the market demand for healthy and clean food that does not degrade the environment and is free of pesticides.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	7
2. Referencial teórico	9
- Aquaponia	
- Sistemas de produção de aquaponia	
- Princípios básicos da aquaponia	
- Dimensionamento do sistema	
- Análise de viabilidade econômica	
3. Metodologia	20
4. Resultados e Discussão	21
- Processo de produção	
- Desempenho técnico- econômico	
5. Conclusão	27
6. Referências bibliográficas	28

INTRODUÇÃO

Com um cenário de escassez hídrica que acomete todo o país, atingindo, inclusive, áreas em que a falta d'água nunca foi problema, a necessidade por técnicas de produção agropecuárias inovadoras é imprescindível para atender à crescente demanda por alimentos e mitigar a velocidade de esgotamento dos recursos naturais.

A aquaponia pode até ser chamada de a tecnologia do futuro, mas sua prática surgiu muito antes do que o termo em si. A aquaponia surgiu no México cerca de 1.000 A.C. com os Astecas. Os astecas cultivavam plantas terrestres sobre plataformas flutuantes nos lagos que continham os peixes, as conhecidas *Chinapas*. Recorreram à essa técnica devido à falta de água, em determinadas épocas, na região. Há relatos também, na China, Indonésia e Tailândia, países do leste asiático, eles cultivavam os peixes nos campos de plantação de arroz inundados (Donwoody, 2013. Emerenciano, 2018).

No entanto, foi apenas na década de 90 que houve avanços significativos na tecnologia da aquaponia. No Brasil, os estudos sobre aquaponia ainda são muito escassos. Em outros países como Israel, Austrália, Canadá, Estados Unidos e México os resultados das pesquisas tem sido satisfatórios. Na Alemanha, há uma fazenda aquapônica com uma produção de 35 toneladas de verduras e legumes e 25 toneladas de peixes por ano. Nos Estados Unidos já há produção aquapônica nos terraços nos topos de prédios, que além de todos os benefícios da aquaponia, há economia de tempo e transporte (carneiro et al., 2015; corso, 2010).

A aquaponia é a integração de dois cultivos, sendo um deles o RAS (sistema de produção de peixes em recirculação de água) e o outro a hidroponia (sistema de produção de hortaliças sem uso de solo). O sistema de recirculação, resulta em baixo consumo de água e melhor aproveitamento dos nutrientes, se assemelha ao processo de simbiose que ocorre na natureza. Os produtos oriundos da aquaponia ainda apresentam vantagens ao consumidor, devido à restrição ao uso de agrotóxicos, para que não ocorra o desequilíbrio do sistema, garantindo assim a qualidade e segurança dos alimentos.

A ONU estima que o crescimento populacional pode chegar a 8,5 bilhões em 2030, 9,7 bilhões em 2050, podendo apresentar um pico populacional em 2080 chegando a 10,4 bilhões de pessoas (ONU, 2022). Por isso, a demanda por alimentos é cada vez maior, não só em quantidade, mas, também, que o alimento seja seguro e que sua produção não agrida ao meio ambiente. Essas são exigências cada vez maiores dos consumidores. E a segurança alimentar (quantidade e qualidade do alimento) é tema cada vez mais recorrente e com a pandemia da COVID-19 aumentou a necessidade de saber a procedência do que é consumido.

De acordo com Edgerton (2009), é cada vez mais oportuno garantir um abastecimento diversificado e confiável de alimentos, que possam suportar o crescente aumento populacional e a consequente demanda por produtos de origem animal e vegetal. Segundo a FAO (2018), 60% dos principais estoques comerciais de peixes marinhos estão em recuperação, sobre explorados ou esgotados, o que se faz necessário a obtenção de alimentos oriundos de outras fontes. Então, nesse momento de crise ambiental e de sustentabilidade, a aquaponia se mostra como uma tendência a suprir essas demandas, como uma alternativa economicamente viável, sendo também ambiental e socialmente sustentável.

A aquaponia é uma tecnologia sustentável, que atende os três pilares da sustentabilidade (o econômico, o social e o ambiental). Não agride ao meio ambiente, pois tem um baixo consumo de água -por ser um sistema de recirculação, podendo a redução no consumo de água chegar a 90% quando comparado ao sistema tradicional de cultivo. Há mínima geração de efluente rico em nutrientes e, assim, evita a eutrofização de seus corpos receptores. É um alimento seguro sem uso de agrotóxicos. E pode ser instalado mesmo em pequenas áreas como quintais ou varandas. Podendo, ainda, se constituir em uma opção de renda.

Para realmente comprovar a viabilidade financeira é necessário considerar o maior número de variáveis possíveis relacionadas ao projeto e estimar alguns indicadores econômico-financeiros. E é indispensável fazer essa avaliação econômica antes da implementação do projeto, para alocar corretamente os recursos e obter o máximo de retorno (silva, 2008). E com isso minimizar as influências externas que podem tornar o projeto vulnerável.

A análise prévia de viabilidade econômica é um fator de extrema importância em qualquer atividade, para que haja os melhores resultados de produtividade e uso de recursos, assim como, retorno financeiro almejado. Dessa forma, faz-se necessário analisar a viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia no distrito de Barra Grande, Marau – BA, com característica de empreendimento familiar, para obtenção de indicadores que baseiem a tomada de decisão, por meio da mensuração de dados levantados a campo e avaliar o retorno econômico-financeiro da implantação do empreendimento aquapônico.

A grande maioria das produções aquapônicas no Brasil, ainda são de pequeno porte e com características de produção familiar, muitas delas dirigidas por pessoas que não possuem conhecimento técnico de produção e/ou de gestão financeira. Portanto muitas decisões são tomadas sem uma base técnica o que resulta, normalmente, em prejuízos financeiros. Um adequado planejamento, que inclui assistência técnica, pode evitar tais perdas.

Em virtude disso, esse trabalho se justifica a fim de demonstrar a importância da previa análise de viabilidade econômica como fator de extrema importância no desenvolvimento de qualquer atividade econômica em que se espera obter resultados positivos.

O presente estudo busca analisar a viabilidade econômico-financeira do projeto, baseando-se nos pontos de vista técnico, comercial e econômico.

- a. Caracterizar o sistema de produção de aquaponia;
- b. Estimar o valor dos investimentos necessários e os custos de produção, bem como, o valor da receita prevista;
- c. Realizar análises dos valores estimados que auxiliem na tomada de decisão de implantação do projeto na região.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. Aquaponia

A aquaponia é um sistema de produção de alimentos que une dois sistemas de produção, a aquicultura (produção de organismos aquáticos) com a hidroponia (produção de plantas sem uso de solo), em um ambiente com recirculação de água (RAS). As integrações mais comuns são entre peixes e hortaliças. Apesar de ser uma prática antiga, as pesquisas se intensificaram nas últimas décadas.

Figura 1 - Aquaponia em campos chineses de arroz e em chinampas no México.



Fonte: Calone, R. e Orsini, F.

Bernstein (2011) define a aquaponia como um sistema ambientalmente ecológico, em que há um crescimento de alimento agrupando os melhores atributos da aquicultura e da hidroponia, sem a necessidade de descarte de água ou qualquer uso de fertilizantes químicos.

Braz Filho (2000), ressalta as vantagens da aquaponia tais como: criação de peixes em sistema intensivo e de recirculação de água com alto controle da qualidade da água, minimização de resíduos orgânicos provenientes da aquicultura, redução de proliferação de algas e fungos (que podem conferir sabor desagradável aos peixes) além de obtenção de vários ciclos ao ano.

A aquaponia se mostra como uma boa alternativa de sistema de produção, pois por ser um sistema fechado em recirculação, há o reuso dos efluentes dos peixes, após um processo de filtragem mecânica e biológica e, em sequência, a água é redirecionada ao cultivo de vegetais.

Os peixes liberam suas excretas que são ricas em matéria orgânica, principalmente nitrogênio e fósforo, esse efluente é redirecionado ao filtro mecânico, no qual ocorre a decantação das partículas maiores e segue o fluxo para o filtro biológico onde ocorre a bioconversão dos compostos nitrogenados. A água segue para os cultivos vegetais e, em sequência, retorna ao tanque dos peixes.

No Brasil existem atualmente três grandes produtores comerciais de aquaponia, a Aquanature localizada em São Paulo, a AQP Brasil no Rio Grande do Sul e a Beegreem em Minas Gerais. Entre os pequenos produtores, 34% estão localizados no Nordeste do país e são em sua grande maioria produções familiares ou para estudo. Atualmente as fazendas urbanas produzem cerca de 20% do alimento do mundo beneficiando 800 milhões de pessoas. (pessoa, 2020). O conceito de fazendas urbanas é uma produção de alimentos dentro dos centros urbanos, há fazendas de frutas, de aquaponia, de hortaliças.

Segundo Carneiro et al. (2015), apesar de ainda ser pouco difundida a prática de aquaponia no Brasil, há expectativa de que essa forma sustentável de produção de alimentos torne-se, em breve, uma prática popular, baseando-se no seu rápido desenvolvimento nas últimas duas décadas.

No entanto, a aquaponia exige conhecimentos específicos para um correto funcionamento de todo o sistema, para sucesso de suas produções, sejam elas de fins comerciais, de consumo ou educativos. Torna-se necessário ter um conhecimento básico dos três principais sistemas que compõem a aquaponia, que são: os peixes, os vegetais e os micro-organismos. É imprescindível que haja o equilíbrio entre eles.

1. Sistemas de produção de aquaponia

Para classificar um sistema de produção devemos primeiramente observar se o sistema de cultivo vegetal será vertical ou horizontal (Figura2), os sistemas verticais são menos utilizados, mas são uma boa opção quando há pouco espaço. Neste caso, deve-se atentar à luminosidade e à necessidade de bombas d'água mais potentes. Os sistemas horizontais se subdividem em três tipos de sistemas. Camas de cultivo (barrel ponics systems) (Figura 3), canaletas NFT (nutrient film technique) (Figura 4) ou flutuantes DWC (floating – deep water culture) (Figura 5).

Figura 2 - Aquaponia em sistema de cultivo horizontal e vertical



Foto: Divulgação

Figura 3 – Cama de cultivo com cascalho



Fonte: Somos Verdes (2020)

Figura 4: Sistema de cultivo em canaletas NFT



Fonte: 3D Warehouse

Figura 5: Sistema de Floating (flutuação)



Fonte: Aquaponia Brasil

Neste trabalho abordaremos o sistema de cultivo tipo canaletas NFT (figura 4). Escolhemos esse tipo de cultivo devido a algumas vantagens, tais como, facilidade de instalação, custos dos materiais e ainda devido a uma característica de troca de calor que o sistema NFT apresenta. Esta troca de calor se dá devido ao constante fluxo da lâmina d'água pelas canaletas, que devido à grande área de contato com o ar, se perde calor. Tal característica deve ser considerada devido a região do estudo ser uma área de altas temperaturas o ano todo.

Por ser um cultivo integrado a cultura secundária (vegetais) se beneficia da cultura primária (peixes). O que resulta em benefícios para as culturas e ao meio ambiente. O NFT é um método hidropônico que consiste em tubos horizontais, cada qual com fluxo laminar de água rica em nutrientes, proveniente dos tanques dos peixes. Nesse modelo de sistema as raízes das plantas são acomodadas nas canaletas de cultivo, na qual ficam parcialmente embebidas pela água que é rica em nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas (somerville et al., 2014).

De acordo com Carneiro et al. (2015), é o sistema mais indicado ao cultivo de folhosas (alface e cebolinha), devido a facilidade no cultivo e colheita e por eliminar o processo de lavagem pós-colheita, evitando assim mais gastos com mão-de-obra, além de agradar ao consumidor final.

2. Princípios básicos da aquaponia

Um sistema de aquaponia é composto por três componentes básicos: tanque de produção de peixes em recirculação de fluxo contínuo, filtro biológico e cultivo hidropônico. Cada componente requer conhecimento técnico específico de acordo com as suas características.

A técnica consiste em manter a água em fluxo contínuo: a água que sai do tanque dos peixes (efluente rico em matéria orgânica), tem que ser tratada pelo filtro biológico (micro-organismos) a fim de transformar a matéria orgânica proveniente dos restos dos alimentos dos peixes e de suas excretas em alimento para as plantas. Este processo ocorre naturalmente na natureza, mas é necessário conhecimento técnico para manter esse ecossistema em perfeito equilíbrio e, portanto, exige compreensão dos elementos biológicos envolvidos no cultivo (canastra, 2017).

As principais desvantagens do sistema são: dependência de energia elétrica e dependência dos conhecimentos básicos em biologia, piscicultura, agronomia e engenharia hidráulica (carneiro et al., 2015). O controle de pragas tem de ser natural, pois segundo Hallam (2013) nenhum produto químico deve ser adicionado ou pulverizado, uma vez que tal fato acarretaria a morte dos peixes. A construção de estufas, o uso de produtos naturais e a introdução de insetos benéficos - tais como as joaninhas - são recursos que, eventualmente, auxiliarão para que o equilíbrio natural seja alcançado.

3. Princípios Biológicos

Partindo do princípio do equilíbrio entre os componentes do sistema e por ser um sistema fechado. É imprescindível atentar-se à entrada de ração no sistema, pois ela é o insumo mais importante. Afinal os peixes, ao se alimentarem da ração, produzirão suas excretas. Estas, por sua vez, junto aos restos das rações, após conversão biológica, nutrem as plantas.

Há um fluxo contínuo de nutrientes entre os organismos que estão relacionados por meio dos ciclos biológicos, dos quais destaca-se o ciclo do nitrogênio.

A ciclo do nitrogênio, ocorre naturalmente na natureza, mas ocorre de forma mais lenta no solo. Bactérias nitrificantes dos gêneros nitrosomonas e nitrobacter são as responsáveis pela conversão de amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-) e esse em nitrato (NO_3^-). (Figura 6).

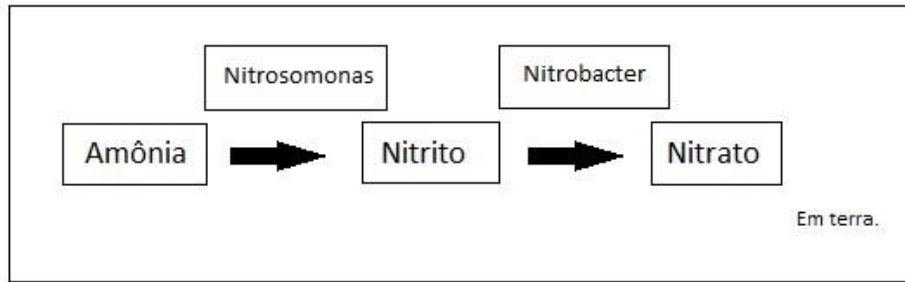
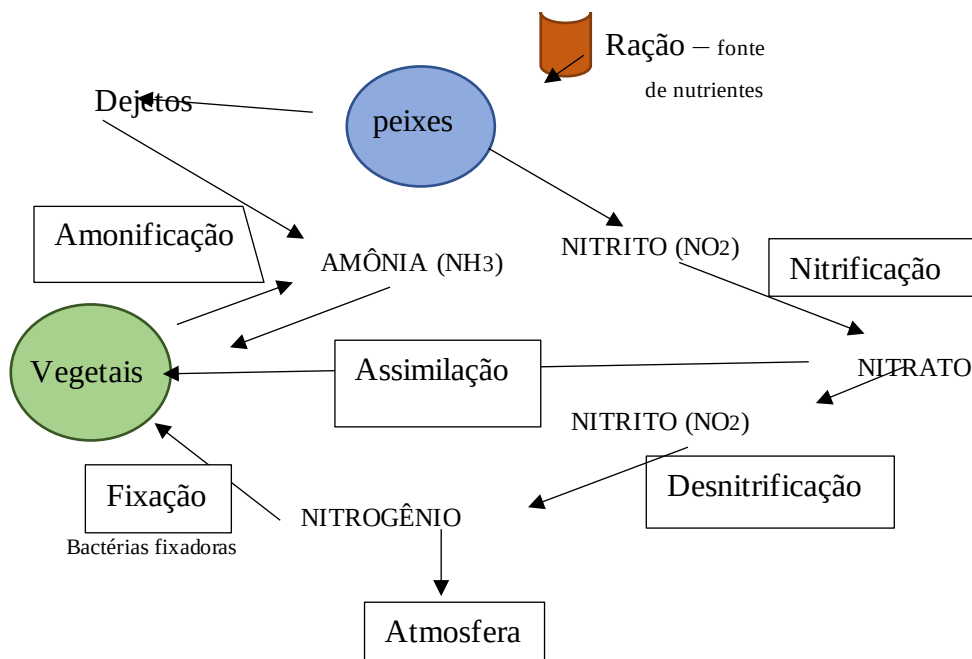


Figura 6: Ciclo do nitrogênio em terra.

Fonte: autoral

A amônia é um composto tóxico e por isso é necessária sua conversão pelas bactérias nitrificantes. Esta conversão torna os nutrientes assimiláveis pelas plantas. E por sua vez, o consumo de nutrientes pelas plantas, realiza a filtragem da água, garantindo o apropriado desenvolvimento dos peixes, (carneiro. et. al. 2015) (Figura 7).



O ciclo do nitrogênio na água ocorre de forma mais rápida, quando comparado ao seu ciclo no solo. Ele é essencial para a manutenção do sistema de aquaponia, pois ocorre dentro do filtro biológico e libera as substâncias importantes para o sistema hidropônico. Por isso é de grande importância fazer o correto dimensionamento do biofiltro, atentando-se à área para colonização das bactérias.

Podemos considerar como regra geral, 100 litros de mídia filtrante (Figura 8) para 400 gr de ração por dia, considerando uma ração com 40% de proteína bruta, pois quanto maior o percentual de proteína maior será o percentual de nitrogênio. No sistema de aquaponia tipo NFT isso suporta cerca de 20 pés de alface/m². Devido ao processo de nitrificação que ocorre na aquaponia. Os peixes liberam suas excretas ricas em amônia, que é convertida em nitrito pelas nitrosomonas e, por sua vez, é transformada em nitrato pelas nitrobacter e esse nitrato é absorvido pelas plantas, (pessoa, 2020)



Figura 8: mídia filtrante

Sendo o nitrogênio, o nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas e sabendo-se que sua forma de absorção preferida é o nitrato, a compreensão e o manejo adequado das colônias de bactérias são de extrema importância para aquaponia (tokuyama et al., 2004). É necessário respeitar a maturação do biofiltro e os picos respectivos de amônia, nitrito e nitrato. É um processo que ocorre de forma natural, mas que pode ser induzido com águas já colonizadas. Estima-se que entre 20 e 40 dias após a entrada dos peixes no sistema, já é possível introduzir as plantas, pois a maturação do biofiltro já terá ocorrido.

As bactérias heterotróficas por sua vez, estão presentes no sistema e se alimentam através da degradação de matéria orgânica (canastra, 2017), isso é benéfico às plantas pois desse processo resulta o carbono orgânico, que é a energia usada por elas.

Um dos pontos críticos na aquaponia é o pH. O pH atua diretamente sobre os processos de permeabilidade celular interferindo, portanto, no equilíbrio osmoiônico entre o organismo e o meio ambiente e consequentemente no seu equilíbrio interno.

Para os peixes, quanto menor o pH, maior a perda de íons para o ambiente, devido ao afrouxamento das brânquias. O pH ideal para os peixes de água doce de interesse econômico, é na faixa de 7 a 8, que também é uma ótima faixa para as bactérias nitrificantes. Para as plantas cultivadas na hidroponia, portanto, o pH ideal é na faixa de 5,5 e 6,5. Recomenda-se, então, que a aquaponia mantenha seu sistema, com pH na faixa de 6,5 e 7,0 satisfazendo assim, todos os elementos contidos no sistema (braz filho, 2000).

É preciso atentar a alguns fatores que influenciam o pH da água como a alta concentração de vegetais em decomposição, pois aumenta a geração de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos, deixando a água ácida. E no caso do pH mais alcalino acima de 7,5 o amônio torna-se mais tóxico. Por isso além de monitorar o pH, também é preciso monitorar a alcalinidade e dureza (pessoa, 2020).

É preciso se atentar também a outros parâmetros de qualidade da água, tais como, temperatura, oxigênio dissolvido, transparência, turbidez, salinidade e condutividade elétrica. Podemos relacionar a temperatura com a quantidade de arraçoamentos, sabendo-se que em baixas temperaturas os peixes se alimentam menos. O ideal é que se monitore a temperatura durante todo o ano, duas vezes ao dia, durante a manhã e à tarde, a fim de se obter a curva de comportamento térmico.

O oxigênio dissolvido (OD) ideal é de no mínimo 4 mg/L, é introduzido no sistema de forma direta por difusão através dos ventos e de forma indireta por meio da fotossíntese e aeração artificial. Alguns fatores que influenciam no consumo de oxigênio são: a temperatura da água, pois quanto maior a temperatura menor a concentração de oxigênio, no entanto quanto maior a temperatura da água maior o consumo de oxigênio devido às exigências metabólicas, outro fator que aumenta a exigência metabólica é a alimentação (fiorucci; filho. 2005).

O consumo de oxigênio por peixes alimentados é cerca de 520 mg/H/Kg (miligramas/hora/quilograma de peixe), enquanto o consumo de oxigênio por peixes em jejum é de 380 mg/H/Kg. O tamanho (fase) dos peixes também influencia no consumo de oxigênio. Alevinos de tilápias do Nilo de 50g consomem cerca de 312mg/H/Kg, enquanto tilápias do Nilo de 350g consomem 108mg/H/Kg. E a temperatura também afeta ao consumo de oxigênio. Em uma temperatura de 10° C o consumo de oxigênio é de 60mg/H/Kg e a uma temperatura de 28° C o consumo de oxigênio é de 276mg/H/Kg (pessoa, 2020)

A principal causa de turbidez na aquaponia ocorre devido ao excesso de aeração e consequente suspensão de sedimentos. As principais consequências são restrição da entrada de luz, irritação das brânquias pelas partículas suspensas o que dificulta as trocas gasosas (queiroz, 2017).

A transparência está relacionada à capacidade de penetração de luz na água e é importante pois esta correlacionada aos plânctons (zoo e fito), uma vez que os fitoplanctons são grandes aliados na adição de oxigênio ao sistema. Baixa transparência (menos que 30 cm), há excesso de plânctons, o que resulta na oscilação na quantidade de oxigênio dissolvido. Podemos resolver este problema obstruindo a entrada de luz (lima, et. al. 2013)

A salinidade é a quantidade de sais dissolvidos. Usa-se sal (Na Cl) no transporte afim de diminuir o estresse. (kubitza, 2007) Tilápias do do Nilo apresentam um bom crescimento com salinidade de 10 a 12 ppm ou g/l.

A condutividade elétrica é uma forma de avaliar a concentração de nutrientes no ecossistema aquático. Altos valores de condutividade podem indicar altas taxas de decomposição de matéria orgânica, parâmetro para quantidade de nutrientes disponíveis (EMBRAPA).

4. Dimensionamento do sistema

Ao se pensar em um sistema de aquaponia, temos que nos atentar a alguns pontos, básicos para o correto dimensionamento do sistema. Já definidos os objetivos de produção e tipo de mercado – atacado e varejo - damos início a quantificação dos peixes e áreas para cultivo das plantas. A qualidade da ração e o nível de aeração do sistema também devem ser observados.

Os peixes não consomem toda a ração ofertada. Devemos considerar que se forem ofertados 100Kg de ração, contendo 90% de sólidos, cerca de 25% ou mais, não serão aproveitados pelos peixes, ou seja, cerca de 30Kg, não serão consumidos e estarão como sólidos no sistema. Desses 30Kg de sólidos, 15Kg vão se decantar pois, são partículas com mais de 100 micras, por isso é necessário que o decantador possua pelo menos 25% do volume do tanque de produção dos peixes. Dos 15 Kg restantes em suspensão, 50% (7,5 Kg) serão retidos no filtro por possuírem mais de 40 micras. Apenas 7,5 Kg são partículas com menos de 40 micras e é nessa porção que atuam os micro-organismos (pessoa, 2020).

Podemos considerar como regra geral, que se ofertarmos de 60 a 100gr de ração/m²/dia (40% de proteína bruta), podemos produzir cerca de 300 alevinos de tilápias do

Nilo com peso médio de 2g, que geram nutrientes suficientes para manter um sistema de 1m² de alface (folhosa de baixa exigência nutricional) (pessoa, 2020).

Apesar de não haver um consenso, quanto ao dimensionamento do sistema por suas diversas variáveis. Há um consenso de que o cultivo vegetal demanda maior área e por apresentar ciclos curtos, cerca de 35 dias, pode-se considerar que a parte vegetal representa a parte de maior importância econômica do sistema. Uma vez que o ciclo dos peixes é mais longo e conseqüentemente são menos ciclos ao ano.

5. Análise de viabilidade econômica

Atualmente com os diversos recursos tecnológicos e oportunidades de investimentos, faz-se necessário que o empreendedor realize uma análise de viabilidade técnica e econômica, a fim de ter informações que baseie sua tomada de decisão, aproveitando as oportunidades do mercado. De maneira bem simplificada o custo do sistema tem que ser menor que o preço de venda.

Partindo desse pressuposto a viabilidade econômico-financeira se inicia com a análise de mercado. Deve-se optar por um sistema com baixo custo e rápido retorno financeiro, baseando-se em estimativas realistas para a venda e confiabilidade do levantamento dos custos.

Segundo Bezerra (1995) a viabilidade econômica está baseada na correta tomada de decisão do investimento. Já a análise financeira busca investigar o retorno sobre o investimento (fontenele; vasconcelos, 2006).

O estudo de mercado representa um conjunto de atividades orientadas a fim de prever a venda e preço dos produtos, com objetivo de estimar as receitas futuras (clemente et, al., 1998). A análise oferta e demanda é, basicamente, a quantidade de um determinado produto/período requerido pelo mercado e em que os produtores preveem vender por um preço e período pré-estipulado (rebelatto, 2004).

O estudo de custos, para Bach e Lopes (2007), é uma das mais nobres e importantes atividades da gestão financeira. Baseando se em três razões primárias da contabilidade que são: determinação do lucro, controle das operações e demais recursos produtivos e tomada de decisão (bruni; famá, 2004).

METODOLOGIA

Para avaliar a viabilidade técnico e econômica da implantação do sistema aquapônico, usamos dados da literatura referente, dando ênfase em obter os dados relativos aos indicadores de produção, custos, receita e lucro, que auxiliassem na tomada de decisão.

A avaliação foi feita a partir do planejamento de um projeto de aquaponia em que haverá o cultivo de tilápias do Nilo e de hortaliças, alface e cebolinha, em um sistema intensivo. Se viável o projeto será conduzido no distrito de Barra Grande, Maraú- BA. A análise de desempenho econômico considerou um ano de produção, composto por 18 ciclos de produção de hortaliças - sendo que, a cada semana 4 perfis hidropônicos serão ocupados com 100 mudas de alface e 80 mudas de cebolinha – os ciclos das hortaliças são de 35 dias e consideramos mais 2 dias para limpeza e desinfecção dos perfis. E os ciclos das tilápias do Nilo serão de 5,5 ciclos/ano, sendo introduzidos lotes intercalados, contemplando 5 a 6 lotes/ano.

Para fazer esta análise de desempenho econômico foram adotados os seguintes procedimentos: descrição do processo de produção e tecnologia a ser utilizada, inventário e levantamento de insumos e mão de obra à produção de peixes e hortaliças.

Os preços dos bens de capital fixo e dos insumos foram orçados no mercado de Barra Grande, mas devido as dificuldades de opção da região, foram considerados preços obtidos na internet no segundo semestre de 2023, já considerando o frete para a região. Para cada item, foram pesquisadas três fontes de informação e depois calculada a média. Os preços da produção obtida foram baseados no valor estimado de venda desses produtos na região.

Com base nessas informações, foram analisados: o custo operacional de produção e os resultados econômicos da atividade. Na planilha de cálculo, dividiram-se os custos em fixos e variáveis.

O custo operacional foi calculado através da soma dos custos fixos e custos variáveis, ou seja, é o valor necessário para manter o sistema funcionando.

Por sua vez, os custos fixos consideram mão de obra, depreciação/manutenção de instalações, veículos, máquinas, equipamentos, e os custos variáveis foram considerados as reposições de mudas de hortaliças e de juvenis de tilápias do Nilo, alimentação dos peixes, entre outros.

O cálculo do custo da energia elétrica foi realizado com base nas lâmpadas fluorescentes (2 unidades de 40 watts) utilizadas no sistema e a bomba submersa (370W). No cálculo da depreciação utilizou-se o método linear, que considera a depreciação como a relação entre o valor do bem e seu período de vida útil provável. Esta foi estimada para cada um dos bens de capital fixo segundo suas características e intensidade de uso. Não foi considerado valor residual.

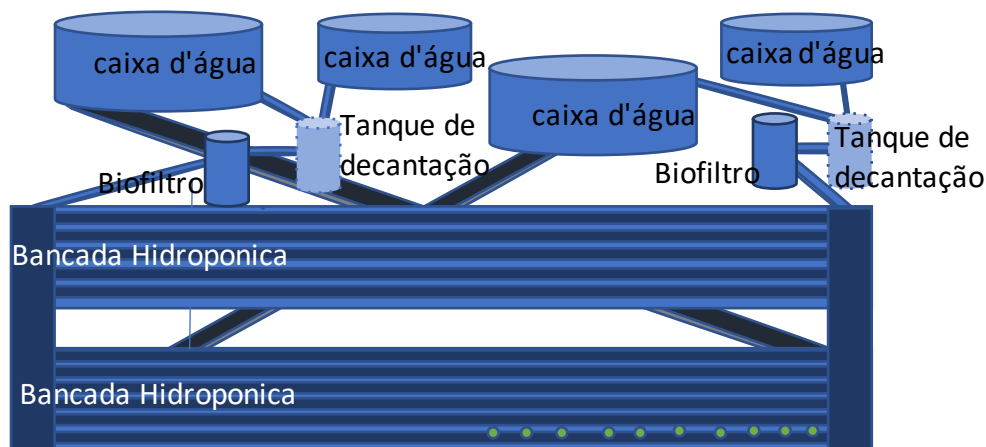
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Processo de produção

O sistema de produção foi mensurado com base em um sistema intensivo de engorda de tilápias do Nilo e uma hidroponia de alface e cebolinhas. O sistema de engorda de tilápias do Nilo é composto por quatro caixas D'água de plástico com capacidade de 1 mil litros cada uma. Todas as quatro caixas D'água estão acopladas a 2 filtros cada, sendo um mecânico e o outro biológico. Ligados a duas bancadas hidropônicas, conforme descrito por (Crivellini et al., 2004; Crivellini et al., 2009).

No sistema, a água proveniente dos tanques de criação de peixes, passará por gravidade para o filtro mecânico, ficando no mínimo 20 minutos para decantar e seguirá para o biofiltro contendo as biomídias e para a hidroponia até alcançar o tanque coletor. Deste tanque, com o auxílio de uma bomba submersa, a água será lançada no tanque de criação. O sistema hidropônico para o cultivo de alfaces e cebolinha será instalado em formato de bancadas, serão 2 bancadas com 8 canos, totalizando 392 furos em cada bancada. As bancadas deverão ser instaladas com 2% de declividade para a água circular a uma velocidade máxima de 20m/s. O sistema será instalado dessa forma pois é benéfico para as plantas. Auxiliará no fortalecimento da planta e, também, para os peixes, pois quanto maior o nível de recirculação com renovação da água, tanto melhor. O ideal é que haja, no mínimo, uma troca de água completa a cada hora.

Figura 9 – Esquema de instalação do sistema de produção hidropônico de produção de tilápias do Nilo integrado à produção de hortaliças



Fonte: autoria própria

A reposição das perdas de água, que é mínima, será realizada por meio de um galão de 20 litros. Essas perdas ocorrem devido à evaporação, ao consumo das plantas e dos peixes, e podem ser causadas, também, por eventuais entupimentos. Dessa forma, o nível da água será mantido no tanque de criação por reposições diárias após verificação do nível e fluxo da água nos perfis hidropônicos e retirada de plantas mortas, a fim de evitar entupimentos, tais verificações são essenciais para evitar o possível transbordamento de água e necessidade de reposição.

A água utilizada no sistema será proveniente de um poço semiartesiano, livre de qualquer tratamento químico. O monitoramento de sua qualidade será realizado com um medidor multi-parâmetros digital. Alguns parâmetros como o pH, deverão ser monitorados diariamente e este deve se manter na faixa de 6,5 a 7,5, sabendo que 7,5 é o ideal para as plantas, mas limitante às tilápias do Nilo. A condutividade elétrica também será observada, pois esta é uma forma de avaliar a concentração de nutrientes contidos na água ou mesmo algum indício de problemas com eutrofização dela.

O fotoperíodo médio estimado é de 12 horas, com incidência indireta dos raios solares no tanque criatório. Haverá, também, o controle da temperatura que deverá ser mantida em 26°C durante todo período, com o uso de um termostato.

Será necessário observar as plantas, para a identificação de qualquer sinal de deficiência nutricional e, se necessário, fazer a suplementação. Deverão ser retirados os peixes mortos e executada a limpeza parcial de todo o sistema diariamente, já as caixas d'água, bombonas de decantação e biofiltro deverão ser observadas diariamente e realizar a limpeza quinzenalmente, ou quando necessário.

Serão colocados 98 juvenis de tilápias do Nilo, com peso médio inicial de 0,100g, na caixa d'água. A alimentação será efetuada com ração balanceada, com 40% de proteína bruta, oferecida duas vezes ao dia, na proporção inicial de 4,5% da biomassa. A densidade inicial será de 9,8 kg/m³ e densidade final estimada é de 20,5 kg/m³. Estima-se que para atingir o peso médio de 800gr para comercialização serão necessários 135 dias. Será feita uma biometria semanal com auxílio de paquímetro e balança digital e após avaliação, se necessária, será feita a separação de lotes mais homogêneos e ajuste da quantidade de ração.

Após 40 dias da maturação do sistema, iniciar-se-á a segunda etapa, com a introdução das hortaliças. As alfaces deverão ser introduzidas no sistema hidropônico, com as mudas apresentando 3 a 5 folhas e média de 5 cm de altura e a mudas de cebolinha apresentando de 4 a 6 folhas e média de 4 cm.

As alfaces e cebolinhas serão cultivadas a fim de se obter colheitas semanais, o ciclo de ambas dura cerca de 35 dias. A cada semana serão cultivadas cerca de 110 mudas de alface e 95 de cebolinha, considerando as perdas, serão obtidas a cada colheita semanal, 100 alfaces e 90 cebolinhas.

O planejamento da produção dos peixes será em revezamento, visando a época de despesca e a sazonalidade da região. Portanto, supondo que o lote 1 (L1) será introduzido no dia 01/01, na caixa 1 e será vendido na 2ª quinzena de maio do mesmo ano. O lote 2 (L2) será introduzido no dia 23/05, também na caixa 1, respeitando o vazio sanitário e será vendido na 1ª semana de setembro. O lote 3 (L3) entrará na caixa 2, no início de junho e será vendido em novembro. O lote 4 (L4) entrará para o sistema, na caixa 3, na 2ª quinzena de julho e será vendido no início de dezembro. O lote 5 entrará para a caixa 4, na 1ª quinzena de agosto e será vendido em dezembro. Assim, com esse planejamento ocorrerá a despesca de 1 lote/mês em maio, setembro e novembro; e 2 lotes em dezembro do ano 1.

Desempenho técnico-econômico

Os valores médios dos parâmetros mensurados no sistema de criação de tilápias do Nilo integrada à produção de alfaces e cebolinhas são apresentados na Tabela 1. Esses dados referem-se aos parâmetros mensurados para o ciclo.

Tabela 1 - Valores médios dos parâmetros analisados no sistema de criação de tilápias do Nilo integrada à produção de alfaces e cebolinhas em sistema hidropônico, aos 5 e 130 dias.

PARÂMETROS	DIA 5	DIA 130
Número de espécimes (Un.)	66	60
Densidade (Kg/m³)	6,6	20,5

Peso médio (gramas)	10	780
GANHO DE PESO DIÁRIO (gramas)	0,7	0,55
Sobrevivência (%)	93	100

Os dados da tabela supõem que os 66 peixes serão colocados no tanque aos 5 dias, na densidade de 6,6 kg/m³, terão peso médio de 10gr e obterão ganho médio de peso diário de 0,7 gr. Na segunda etapa, aos 130 dias, os peixes serão mantidos na densidade de 20,5 kg/m³, atingirão o peso médio final de 780g. O ganho médio de peso diário será de 0,55 gramas.

A tabela dois mostra a quantidade e os valores das produções previstas de tilápias do Nilo e de hortaliças.

Tabela 2 – Quantidade, valor unitário e receita total da produção de tilápias do Nilo em alta densidade, integrada à produção de alfaces e cebolinha em sistema aquapônico.

Produto	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Receita Total (R\$)
eixes	kg	1.633,23	28,30	46.220,38
hortaliças	pés	14.112,00	5,50	77.616,00
Total				123.836,38

A produção prevista para um ano é de 1.633,23 quilogramas de tilápias do Nilo com 6 ciclos completos e 14.112 pés de hortaliças, sendo 18 ciclos de hortaliças. No mercado local, foi feito a média dos valores dos diversos cortes de tilápias do Nilo e se chegou ao valor de R\$ 28,30, já o preço obtido por pé de alface e, também, da cebolinha foi de R\$ 5,50. A colheita prevista das hortaliças será semanal, sendo colhidos 100 pés de alface e 90 de cebolinha o que garante um giro de caixa necessário a manutenção do sistema.

Na Tabela 3, encontram-se relacionados os bens de capital fixo com suas respectivas quantidades e/ou unidades de medida, estimativa de vida útil, valor atual, valor da depreciação anual e manutenção. Esses bens compreendem os equipamentos necessários à produção das tilápias do Nilo e das alfaces. Os bens de capital fixo compreendem as instalações e os equipamentos necessários à produção das tilápias do Nilo e das hortaliças.

Tabela 3 - Equipamentos a serem utilizados na produção integrada de tilápias do Nilo e hortaliças no sistema aquapônico.

Especificação	Quantidade	Vida útil (anos)	Valor Total R\$	Depreciação anual	Manutenção (5% Valor Total)
----------------------	-------------------	-------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------------------

Bancada Hidroponica - Aquanature	2	10	5794,00	579,40	434,55
Balança - WH-A08 (50kg)	1	5	17,00	3,40	2,55
Balde para arraçãoamento	1	1	8,00	8,00	1,20
Bombona - ecocaixas 200 L	4	3	880,00	293,34	44,00
Bomba de alta pressão - Ferrari Acquapump 370w/220V	2	5	171,00	34,20	25,65
Caixa D'água - Fortlev 1000L	4	10	1156,00	115,60	43,35
Disco de Sechi	1	5	73,00	14,60	10,95
Medidor multiparâmetros - AKROM-KR86021	1	10	1950,00	195,00	292,50
Paletes	5	3	49,00	16,34	1,47
Puça - Engepesca malha 8mm	1	5	65,80	13,16	9,87
TOTAL			10.164,00	1.209,44	866,09

Os bens de capital fixo, apresentados na Tabela 3, correspondem a um investimento total no valor de R\$ 10.164,00 e os custos de depreciação são de R\$ 1.209,44 e os de manutenção R\$ 866,09.

Tabela 4: Custos anuais da criação de tilápias do Nilo integrada à produção de hortaliças em sistema de aquaponia

Itens	Quantidade	Valor total (R\$)	Participação no custo total
Custos Fixos			
Mão de obra		36.600,00	
Depreciação		1.209,44	
Subtotal		37.809,44	60,87%
Custos variáveis			
Manutenção		866,09	
Juvenis de tilápias do Nilo	2.328 un	1.396,80	
Kit análise de água	1und	179,00	
Biomidias MBBR1	100L	750,00	
Argila expandida	50L	35,90	
Ração	2.468,15 Kg	10.867,10	
Mudas de hortaliças	14.400 un	22.320,00	
Energia elétrica	19.649,13 Kw	22.400,00	

Subtotal	58.814,89	39,13%
Custo total	96.624,33	100,00

O custo da produção da criação de tilápias do Nilo integrado à produção de hortaliças em sistema hidropônico é apresentado na Tabela 4.

O valor do custo de produção da atividade é apresentado na tabela 4. O custo está dividido em variável e fixo, separando os gastos com insumos do custo dos bens de capital fixo usados na produção.

Na tabela 4, encontra-se especificada a quantidade e/ou unidade de medida e o valor total de cada item consumido. Além disso, também é apresentado o percentual de participação no custo fixo e do custo variável no custo total de produção. As informações mostram que a criação de tilápias do Nilo integrada à produção de hortaliças em sistema aquapônico apresentou uma receita total de R\$ 123.836,38 e custo total de R\$ 96.624,33, sendo R\$ 58.814,89 relativos ao custo variável e R\$ 37.809,44 ao custo fixo. Em valores relativos, o custo variável participou com 39,13% do custo total e o fixo, com 60,87%. Quando se compara o valor da receita em relação ao custo total constatou-se que apresentou um saldo positivo de R\$ 27.212,05, gerando uma renda líquida ou lucro operacional de 21,97% da receita.

CONCLUSÃO

Tendo-se como base as mensurações da pesquisa e a análise de seus dados, pode-se afirmar que sob o ponto de vista econômico, a criação de tilápias do Nilo integrada à produção de alfaces e cebolinha em sistema aquapônico apresenta-se viável.

O modelo configura-se como uma alternativa para melhorar a fonte de renda, pois permitirá: a produção de peixes e hortaliças de alta qualidade e livres de contaminações e de aditivos químicos, a reutilização da água e a adaptação de espaço em sua instalação. Esse sistema não provocará danos ao meio-ambiente por meio da eliminação de efluentes ou da proliferação de peixes exóticos em meios naturais.

A colheita semanal e consecutiva entrada contínua de recurso financeiro, obtida pelas hortaliças, será essencial ao sucesso do projeto, pois irá permitir um giro de caixa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BACH, D. B.; LOPES, M. A. Estudo de viabilidade economica do cultivo da babosa (Aloe vera L.). **Ciencias e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1136-1144, 2007.

BERNSTEIN, S. **Aquaponic gardening**: step-by-step guide to raising vegetables and fish together. 2nd ed. Gabriola Island:New Society Publishers, 2011.

BEZERRA DA SILVA, M. **Planejamento financeiro para o setor de construção civil**. São Paulo: EPUSP, 1995. 47 p.

BRAZ FILHO, M. S. P. **Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água**. 200. 41 f. Monografia (especialização) - Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, 2000.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de custos e formação de preços**. São Paulo: Atlas, 2004. 551p.

Calone, R. e Orsini, F. (2022). **“Aquaponics: a promising tool for environmental friendly farming.”** Front. Young Minds. 10:707801. DOI: 10.3389/frym.2022.707801.

CANASTRA, I. I. O. **Aquaponia**: construção de um sistema de aquaponia a uma escala modelo e elaboração de um manual didático. 2017. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2017.

CARNEIRO, P.C.F. et al. **Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais**. Macapá, 2015. 683–706p. v 2 .

CARNEIRO P. C. F.; . et. al. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 27 p. II. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1937, 189). 1. Peixe. 2. Produção vegetal. 3. Alimento. I. Carneiro, Paulo César Falanghe. II. Moraes, Carlos Adriano Rocha Silva. III. Nunes, Maria Urbana Corrêa. IV. Maria, Alexandre Nizio. V. Fujimoto, Rodrigo Yudi. VI. Título. VII. Séries. CDD 639.31 (21. ed.)

Corso, M.N. **Uso de sistemas com recirculação em aquicultura**. Porto alegre. 2010. 36 p.
CARNEIRO, P. C. F. et al. **Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais**. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. S. (org.). **Aquicultura no Brasil**: novas perspectivas. São Carlos: Editora Pedro & João, 2015, 201. 429p.

CLEMENTE, A. et al. **Projetos empresariais e públicos**. São Paulo: Atlas, 1998.
CRIVELANTI, L. Z.; DIAS, E. A.; DUARTE, A. B.; GARCEZ, P. M.; REZENDE, B. J.; RIBEIRO, N. S. **Manutenção de um aquário amazonense plantado com utilização de biofiltro externo**. In: ENCONTRO DE ANIMAIS SELVAGENS, 3º, 2004, Poços de Caldas, MG. Anais... Poços de Caldas: PUC Minas, Poços de Caldas, 2004.

CRIVELENTI, L. Z.; BORIN, S.; SILVA, N. R. **Piscicultura superintensiva associada à hidroponia em sistema de recirculação de água.** Archives of Veterinary Science, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 109-116, 2009.

DONWOODY, R. K. **Aquaponics and hydroponics:** the effects of nutrient source and hydroponics subsystem design on sweet basil production. Missouri: University of Central Missouri, 2013.

EDGERTON, M. D. Increasing crop productivity to meet global needs for feed, food, and fuel. **Plant Physiology**, Rockville, v. 149, p. 7-13, 2009.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A IMPORTÂNCIA DE MONITORAR A QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA INSTRUÇÕES TÉCNICAS.** Embrapa Amazônia Ocidental Ministério da Agricultura e do Abastecimento Rodovia AM 010, Km 29, Caixa Postal 319, CEP 69011-970, Manaus-AM

EMERENCIANO, Mauricio. **Aquaponia: uma breve história.** **Aquaculture, brasil**, p.58, Maio/Abril2018

FIORUCCI, A. R., FILHO, E.B.; **A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos.** Química e Sociedade, Química nova na escola. Nº 22. Novembro 2005.

FONTENELE, R. E.; VASCONCELOS, O. N. **Viabilidade financeira e econômica de projetos de saneamento: aplicação ao sistema de abastecimento da cidade de Minha, no Ceará.** In: ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. Anais Fortaleza, 2006. 8p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The States of world fishers and aquaculture:** meeting the sustainable development goals. Rome: FAO, 2018

HALLAM, M. **Living the Dream! 4 day commercial and small farm training manual.** Australian Edition, 2013.

KUBITZA, Fernando, **A versatilidade do sal na piscicultura.** Panorama da Aquicultura, Setembro/Outubro, 2007. Acesso em: http://www.aquaimagem.com.br/aquagenetica/site/wp-content/uso_sal_piscicultura.pdf, 10/06/23.

LIMA, A. F.; et. Al, **Qualidade da água – Piscicultura familiar.** EMBRAPA, junho 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **População mundial chegará a 8 bilhões em novembro de 2022:** 11 de Junho. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/189756-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-chegar%C3%A1-8-bilh%C3%B5es-em-novembro-de-2022> Acesso em: 04/07/2023.

PESSOA, W. V. N. (Curso de **Aquaponia**, oferecido pelo **Campus de Vitória de Santo Antão**, pelo Prof. Dr. Wily Vila Nova Pessoa, no período de 02/07 a 09/07/2020, com carga horária de 24 horas. **Disponível em:** ava.ifpe.edu.br/ava

QUEIROZ, Julio Ferraz de. **Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia.** (Julio Ferraz Queiroz, Thiago Archangelo Freato, Alfredo José Barreto Luiz, Márcia Mayumi Ishikawa, Rosa Toyoko Shiraishi Friguetto. Jaguariúna): Embrapa Meio Ambiente, 2017. 29 p. – (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, ISSN 1516-4961; 113). 1. BPM 2. Qualidade da água 3. Filtragem 4. Digestibilidade 5. Desempenho zootécnico 6. Agentes patogênicos 7. Hortaliças 8. Controle de pragas 9. Avaliação econômica I. Freato, Thiago Archangelo, II. Luiz, Alfredo José Barreto. III. Ishikawa, Márcia Mayumi. IV. Friguetto, Rosa Toyoko Shiraishi. V. Título. VI. Série. CDD 639.31

REBELATTO, D. **Projeto de investimento:** com estudo de caso completo na area de serviços. Barueri: Manole, 2004. 329 p.

SILVA, J. R. **Análise de viabilidade economica da produção de peixes em tanque-rede no reservatório de Itaipu.** 2018, 158f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SOMERVILLE, C. et al. **Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming.** Rome, 2014. 262p. (FAO fishers and Aquaculture Technical Paper No. 589).

TOKUYAMA, T. et al. Nitrosomonas communis strain YNSRA, na ammonia-oxidizing bacterium, isolated from the rhizoplane in na aquaponics plant. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Osaka, v. 98, n. 4, p. 309-312, 2004.