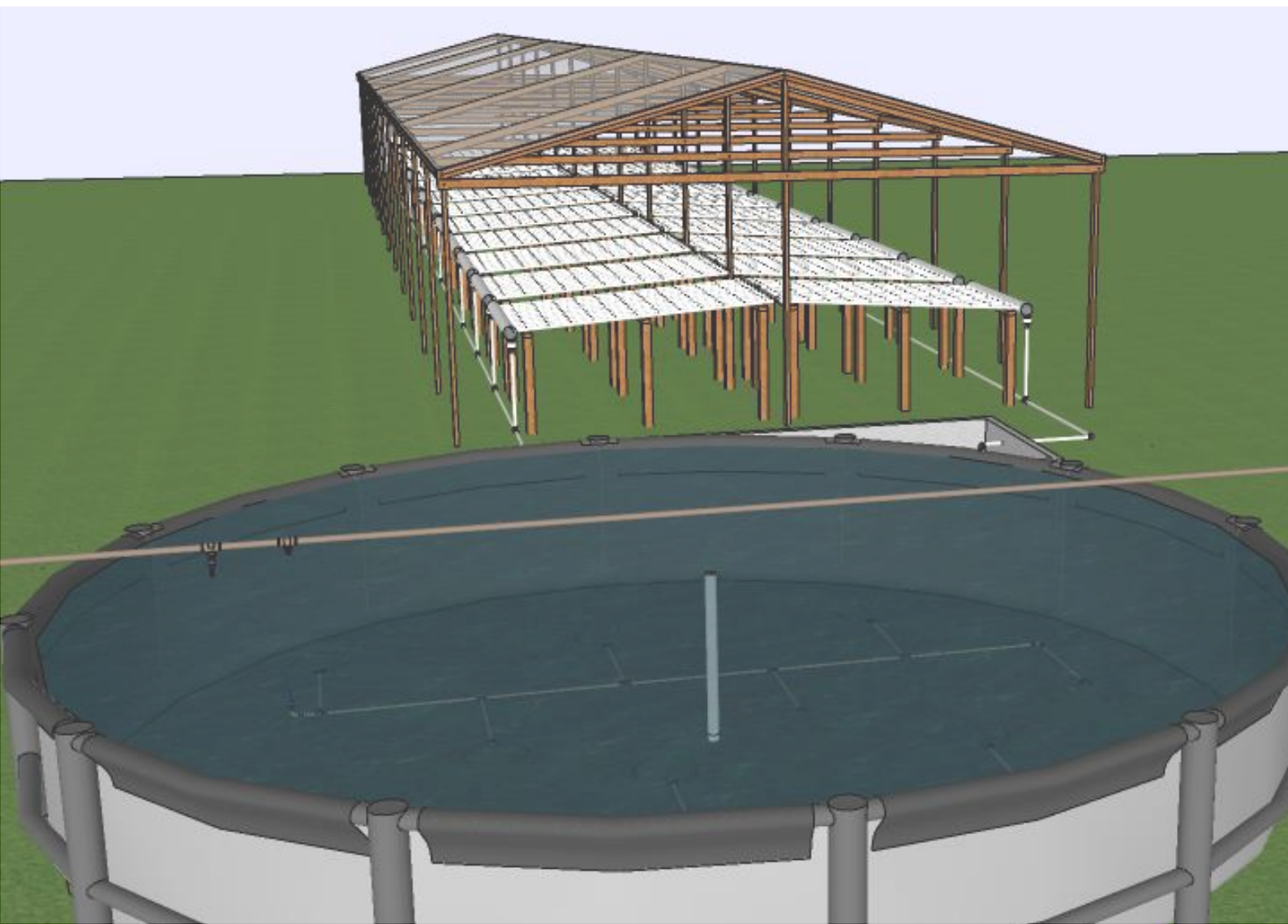


AQUAPONIA: UMA ALTERNATIVA PRODUTIVA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR



Autores

LUAN FREITAS ROCHA
LUCIANE MARÇAL OLIVEIRA ROCHA
MARCELO FERREIRA TORRES
MARCOS ANTÔNIO SOUZA DOS SANTOS

Castanhal, 2022

Dados para catalogação na fonte
Setor de Processamento Técnico Biblioteca
IFPA - Campus Castanhal

A656 Aquaponia: uma alternativa produtiva para a agricultura familiar / Luan Freitas Rocha, Luciane Marçal Oliveira Rocha, Marcelo Ferreira Torres, Marcos Antônio Souza dos Santos. – Castanhal, PA: IFPA; PPGRGEA, 2022.
29 p.; il. color.

ISBN:

1. Agricultura familiar. 2. Aquicultura. 3. Hortaliças. 4. Tilápia(Peixe) . 5. Alface. I. Rocha, Luan Freitas. II. Rocha, Luciane Marçal Oliveira. III. Torres, Marcelo Ferreira. IV. Santos, Marcos Antônio Souza dos. V. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará.

CDD: 630.5

Biblioteca/Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Bibliotecária Leontina da Cunha Nascimento – CRB-2: 970

Aquaponia: uma alternativa produtiva para a agricultura familiar

Realização

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento
Rural e Gestão e de Empreendimentos Alimentares

Revisão Técnica

Luciane Marçal Oliveira Rocha
Marcelo Ferreira Torres
Marcos Antônio Souza dos Santos

Ilustrações

Luan Freitas Rocha

Apoio



FICHA TÉCNICA

Autores

Luan Freitas Rocha

Engenheiro de Pesca

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Belém-PA.

Luciane Marçal Oliveira Rocha

Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Belém-PA.

Marcelo Ferreira Torres

Doutor em Desenvolvimento Socioambiental

Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará -
IFPA

Marcos Antônio Souza dos Santos

Doutor em Ciência animal

Docente na Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Belém-PA



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. CARACTERÍSTICA DAS ESPÉCIES CULTIVADAS	6
2.1 Tilápia.....	6
2.2 Alface.....	7
3. INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO SISTEMA AQUAPÔNICO	8
3.1 Layout.....	8
3.1.1 Tanque dos Peixes.....	9
3.1.2 Sistema de Tratamento da Água	9
3.1.3 Estufa.....	11
3.1.4 Bancadas Hidropônicas.....	12
3.1.5 Bancada de Germinação.....	14
3.1.6 Sistema de Bombeamento e Drenagem.....	14
3.1.7 Sistema de Aeração	15
3.1.8 Sistema Energético.....	17
4. MANEJO OPERACIONAL	17
4.1 Enchimento com água.....	17
4.2 Povoamento do sistema.....	18
4.3 Alimentação dos peixes	18
4.4 Manejo, transplântio e colheita das hortaliças	19
4.5 Capacidade estimada de produção do sistema	19
5.1 Investimento e Custeio	20
REFERENCIAS.....	25
APENDICES	26

APRESENTAÇÃO

A presente cartilha foi elaborada com intuito de expor informações sobre a técnica do cultivo integrado de peixes e vegetais denominada de aquaponia, com foco em um sistema desenvolvido para a agricultura familiar. Inicialmente apresenta-se a capacidade produtiva do empreendimento, seguida pela descrição das estruturas e componentes principais do sistema em questão, além das formas de operação e manejo dos organismos cultivados (tilápia e alface). Pretende-se com esta publicação disseminar conhecimentos sobre a técnica para que alcance a todos aqueles que têm interesse em conhecer sobre o assunto ou até mesmo montar o seu próprio empreendimento.

Os autores.

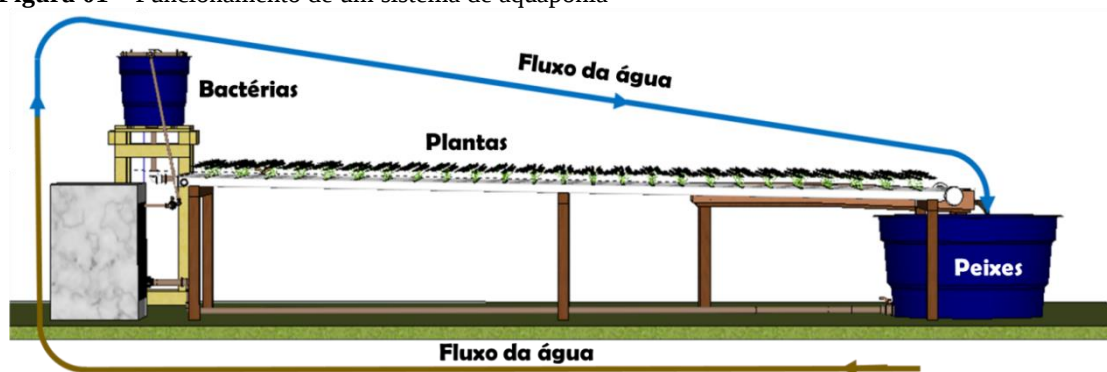


1. INTRODUÇÃO

De acordo com Castelanni et al. (2009), a palavra aquaponia vem da união entre duas outras: aquacultura (produção de seres aquáticos) e hidroponia (produção de plantas sem solo) e diz respeito à produção de ambos em um sistema biointegrado de modo que ocorram benefícios para os dois.

Nesse sistema a ração é o principal insumo, visto que, os peixes ao se alimentarem, produzem excrementos que serão convertidos, por meio de bactérias, em nutrientes absorvíveis pelos vegetais (Figura 01).

Figura 01 – Funcionamento de um sistema de aquaponia



Fonte: Luan Rocha

O consumo dos nutrientes pelas plantas e a ação das bactérias são processos fundamentais para a filtração da água, garantindo as condições apropriadas para o desenvolvimento dos peixes. Dessa forma, o sistema apresenta-se como alternativa real para a produção de alimentos saudáveis e de maneira menos impactante ao meio ambiente (TYSON et al., 2011).

2. CARACTERÍSTICA DAS ESPÉCIES CULTIVADAS

2.1 Tilápia

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) (Figura 1) é uma espécie de origem africana e foi introduzida no Brasil em 1971, por intermédio do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) nos açudes do Nordeste, difundindo-se para todo o país (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994; CASTAGNOLLI, 1996).

Figura 1 – Representação da tilápia (*O. niloticus*).



Fonte: Panorama da aquicultura (1997).

No cenário nacional o cultivo de tilápias vem se destacando em algumas regiões do país como o nordeste, sul e sudeste, sendo a espécie de peixe mais produzida no ano de 2019, com cerca de 432 mil toneladas. Essa produção tornou o Brasil o 4º maior produtor da espécie no mundo (PEIXEBR, 2020).

Os fatores que possibilitam essa alta produção são: rápido crescimento (abate com cerca de seis meses), boa conversão alimentar, capacidade de assimilar tanto proteína de origem vegetal quanto animal, resistência às doenças e às condições ambientais dos sistemas intensivos de produção de peixes (manipulação, alta densidade e baixa qualidade da água) (NOGUEIRA e RODRIGUES, 2007).

Geralmente são comercializadas com peso acima de 600 gramas, sendo o cultivo realizado principalmente em sistemas intensivos e superintensivos com elevadas densidades de estocagem (BRITO et al., 2017). Nesse sentido, tornam-se candidatas ideais para sistemas de cultivos aquapônicos, e conforme Rakocy et al. (2006) é a espécie de peixe mais produzida neste modelo de sistema.

2.2 Alface

A alface da espécie *Lactuca sativa* L. (Figura 2) pertence à família Asteraceae. Esse vegetal tem sua origem na Ásia, mas há relatos que o mesmo foi utilizado por egípcios, gregos e romanos, sendo introduzido no Brasil pelos portugueses no século XVI (CHON et al., 2005).

Figura 2 – Representação da alface (*Lactuca sativa* L.)



Fonte: Luan Rocha.

No Brasil a alface é a espécie mais produzida, visto que é consumida em quase todo território, não havendo muitos fatores climáticos limitantes e no mercado nacional destaca-se a crespa com 70% de preferência, seguida pela americana, lisa e romana, havendo também cultivares roxa e com suas folhas frisadas (SÁTIRO et al., 2018).

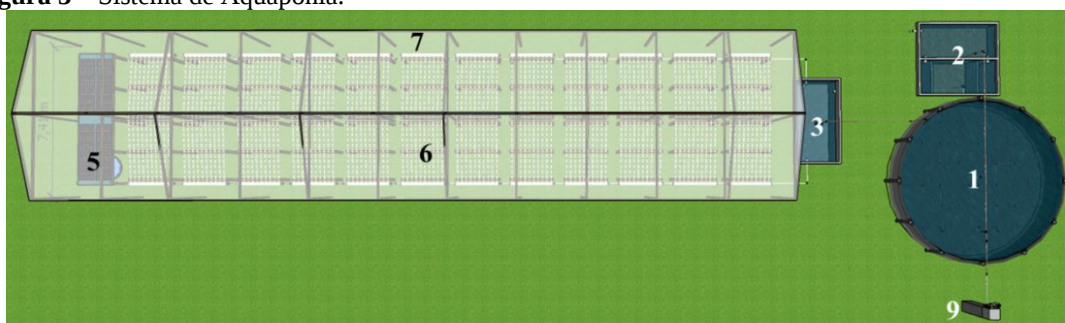
Em termos hidropônicos, é a planta cultivada em maior escala, principalmente pelo método NFT. Isso se deve à sua fácil adaptação ao sistema, no qual tem revelado alto rendimento e reduções de ciclo em relação ao cultivo no solo (OHSE et al., 2001).

3. INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO SISTEMA AQUAPÔNICO

3.1 Layout

O Sistema aquapônico proposto (Figura 3) ocupará uma área de 750 m² (50 m x 15 m), e está dividido em vários componentes, que de forma integrada proporcionam seu bom funcionamento. Os componentes são: Tanque dos peixes; Sistema de tratamento da água; Estufa; Bancada de Geminação; Bancada hidropônica; Sistema de bombeamento e drenagem; Sistema de aeração; Sistema energético.

Figura 3 – Sistema de Aquaponia.



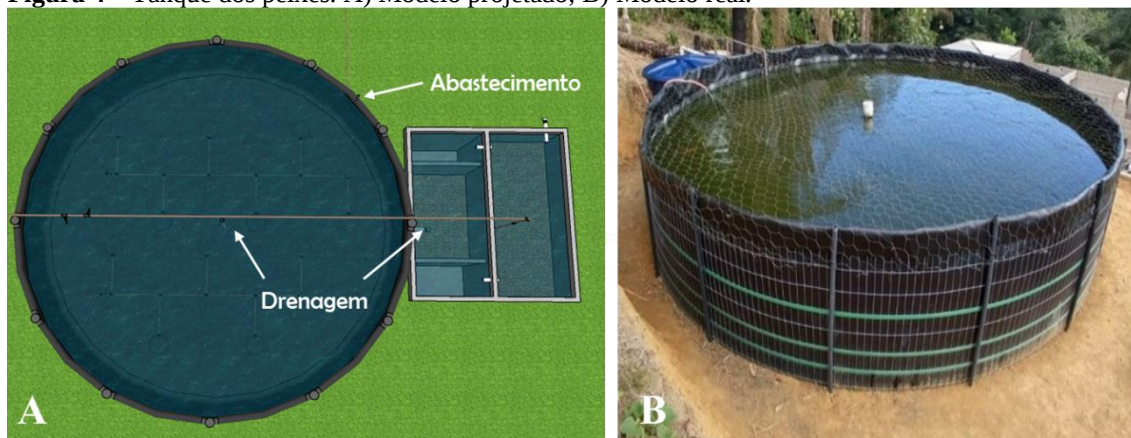
Nota: 1.Tanque dos peixes; 2.Sistema de filtragem; 3.Sump; 5.Bancada de germinação; 6.Bancadas hidropônicas; 8.Estufa; 9. Casa do soprador de ar.

Fonte: Luan Rocha

3.1.1 Tanque dos Peixes

O ambiente de cultivo dos peixes consiste em tanque circular de geomembrana de volume de 60 m^3 , com dreno central (tubo de 75 mm) e abastecimento tangencial (tubo de 25 mm) oriundo da água bombeada pelo sump (Figura 4).

Figura 4 – Tanque dos peixes. A) Modelo projetado; B) Modelo real.



Fonte: Luan Rocha

O tanque apresenta 8 m de diâmetro, com 1,2 m de altura, coluna d'água de 1 m e 20 cm de borda livre. Além disso, seu fundo é cônico, com a cota mais baixa convergindo para o centro, onde está localizada a tubulação de drenagem.

3.1.2 Sistema de Tratamento da Água

A água que sai do tanque dos peixes segue para o sistema de tratamento (Figura 5). Esse sistema é composto por uma cisterna de alvenaria com as seguintes dimensões: 4 metros de comprimento; 3,5 m de largura; e 1,5 m de profundidade, com 20 cm de borda.

Figura 5 – Dimensões cisterna de tratamento da água.

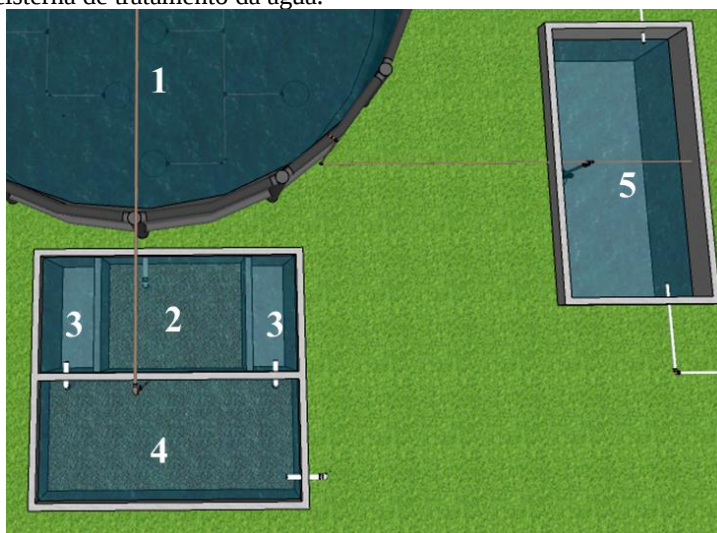


Fonte: Luan Rocha

Além disso, a cisterna apresenta três divisórias que funcionam como sistema de filtragem. A primeira é a que recebe a água dos peixes e tem função de filtragem mecânica. A segunda funciona como decantador. Já a terceira, opera como filtro biológico. Toda a tubulação desse sistema é de esgoto e 75 mm de espessura.

O fluxo da água segue o seguinte sentido: Filtro mecânico, decantação, filtro biológico e sump. Tanto o filtro mecânico, quanto o biológico apresentam uma camada de substrato (brita tipo 03), sendo que o primeiro possui 1,5 m³ e o segundo 3,5 m³ (Figura 6).

Figura 6 – Divisórias cisterna de tratamento da água.



Nota: 1.Tanque dos peixes; 2.Filtro mecânico; 3.Decantação; 4.Sump

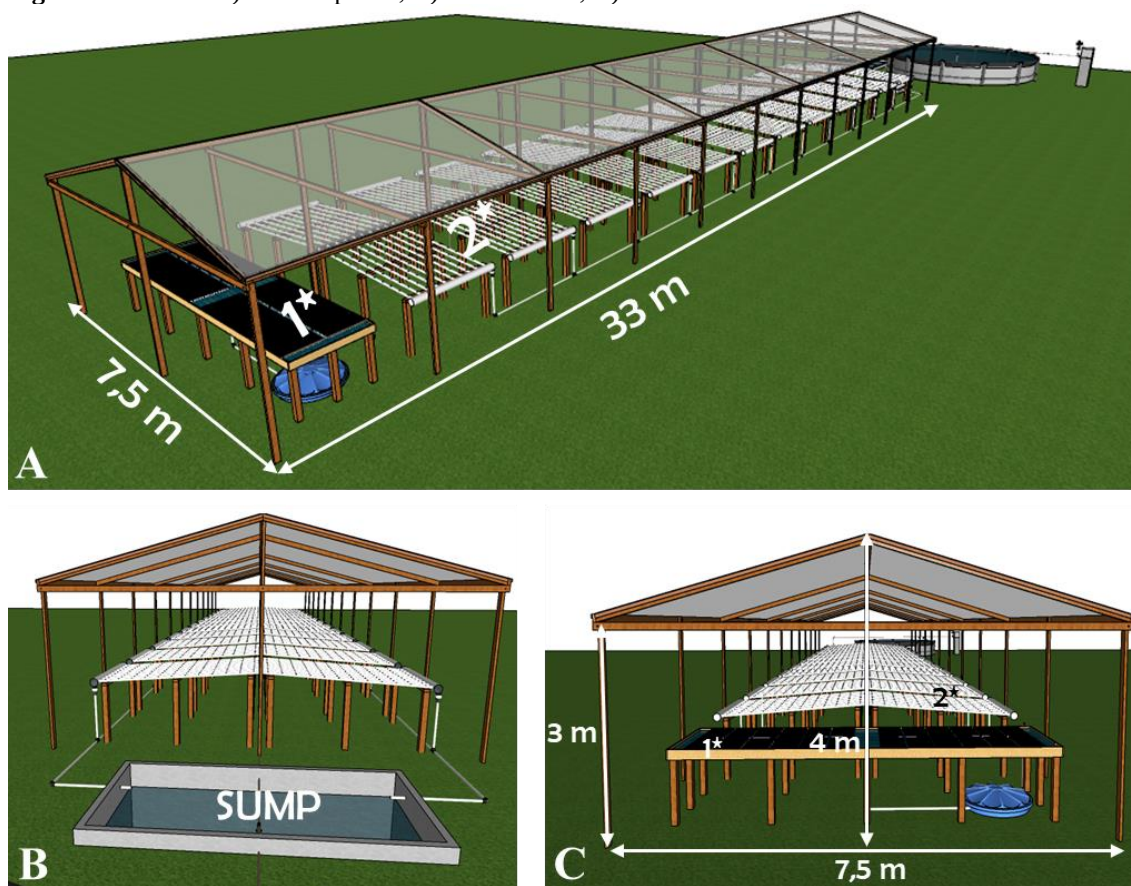
Fonte: Luan Rocha

O sump também é uma cisterna de alvenaria, com as seguintes dimensões: comprimento de 4,2 m; largura 2,2 m; e profundidade de 1,2 m, e 20 cm de borda. No entanto tem somente a função de reservar a água filtrada. Nesse ambiente, estará alocada a bomba submersa que abastecerá o tanque dos peixes e as bancadas hidropônicas.

3.1.3 Estufa

A estufa de madeira do tipo capela (Figura 8) abrigará todo o sistema de produção vegetal (bancadas hidropônicas e bancada de germinação), tendo como função protegê-lo de intempéries como chuva e vento, além de proporcionar um ambiente termicamente mais estável. Suas dimensões são 7,5 m de largura por 33 m de comprimento, pé-direito de 3 m e pilar central de 4 m (Tanto pé direito quanto pilar central estarão enterrados a 90 cm, visando mais estabilidade a estufa) com cobertura de plástico anti-UV de 150 micras de espessura.

Figura 8 – Estufa. A) Vista superior; B) Vista frontal; C) Vista traseira.



Nota: 1* Bancada de germinação; 2* Bancada hidropônica.

A estufa usará diferentes tipos de madeira, as quais estarão presas por parafusos ou pregos. O quadro 1 detalha as estruturas da estufa e sua respectiva peça de madeira.

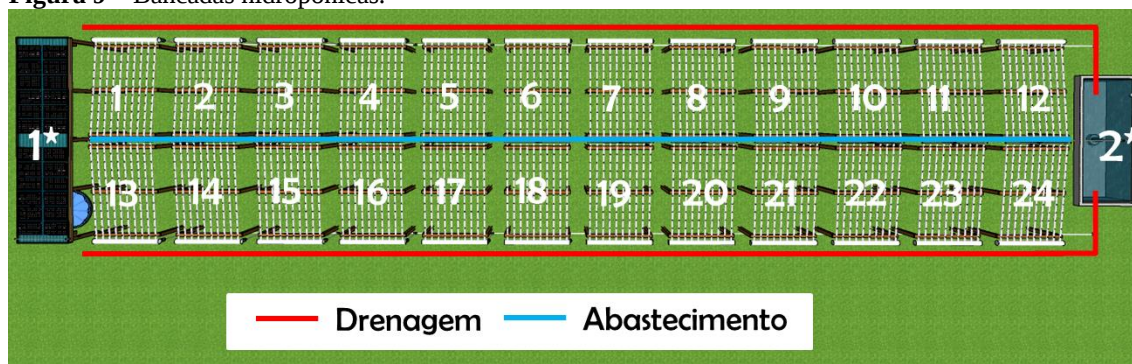
Quadro 1 – Estrutura da estufa com suas respectivas peças de madeira e atraco.

Estrutura	Tipo de Madeira	Atraco
Cumieira	Pernamanca	Parafuso
Pé Direito	Flechal	Parafuso
Pilar Central	Pernamanca	Parafuso
Telhado	Pernamanca	Prego
Viga Frontal	Pernamanca	Parafuso
Viga Lateral	Flechal	Parafuso
Plástico	Ripa	Prego

3.1.4 Bancadas Hidropônicas

A técnica utilizada nas bancadas hidropônicas é a do tipo NFT (Técnica do filme nutritivo). No total serão implementadas 24 bancadas paralelas, com 10 tubos de 3 m de comprimento em cada. Os tubos são de PVC de esgoto com 50 mm de espessura, (Figura 9).

Figura 9 – Bancadas hidropônicas.

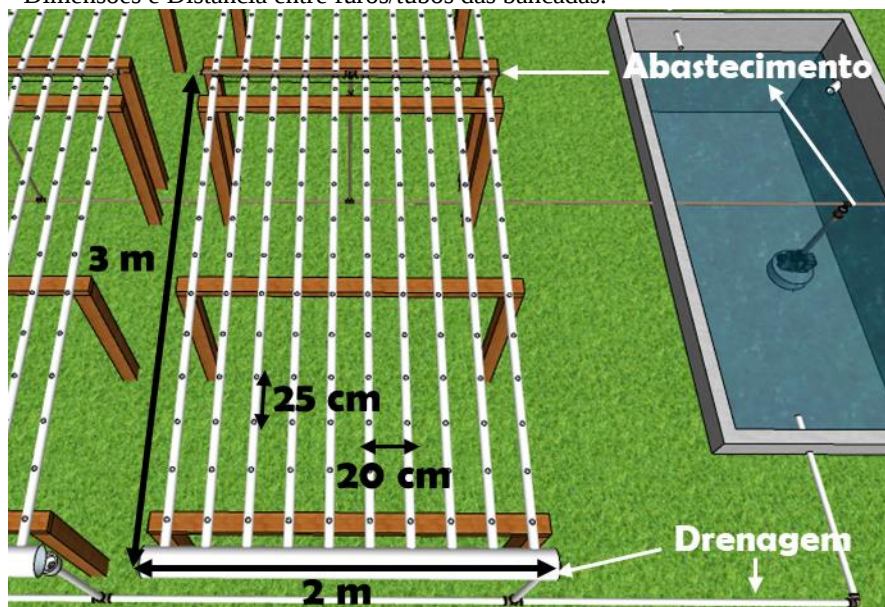


Nota: 1* Bancada de germinação; 2* SUMP.

Fonte: Luan Rocha

Os tubos estarão dispostos em forma paralela, apresentando distância de 25 cm entre os furos e 20 entre os tubos, gerando bancadas de 2 m de largura por 3 m de comprimento (Figura 10). Cada tubo apresenta 12 furos, totalizando 2.800 furos para crescimento vegetal.

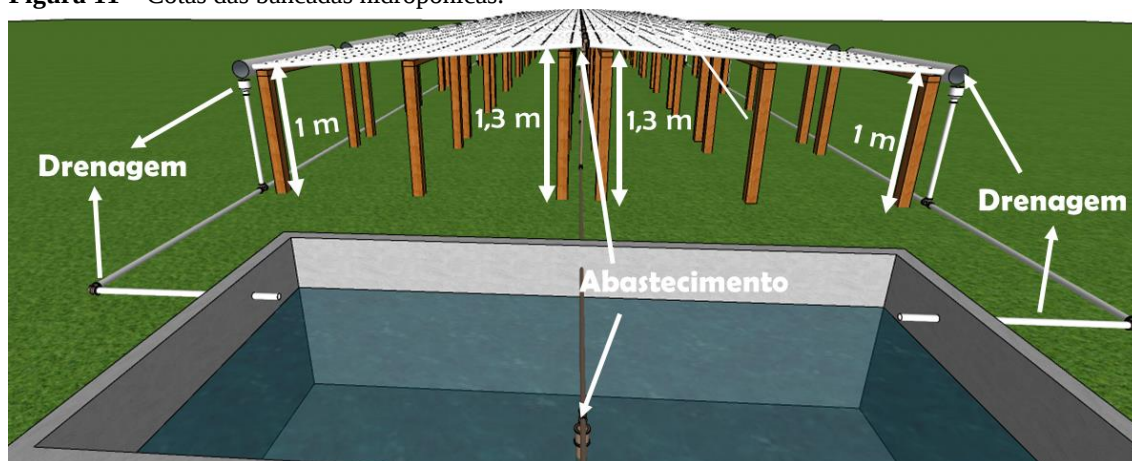
Figura 10 – Dimensões e Distancia entre furos/tubos das bancadas.



Fonte: Luan Rocha

Nestes tubos de PVC será bombeado o efluente filtrado proveniente do tanque dos peixes. Após passar pelas bancadas, retornará por gravidade para o sump através de tubulação de PVC de esgoto com 40 mm de espessura. Para que esse retorno ocorra por gravidade, o ponto mais alto da bancada apresenta altura de 1,3 m e o mais baixo 1 m (Figura 11).

Figura 11 – Cotas das bancadas hidropônicas.



Fonte: Luan Rocha

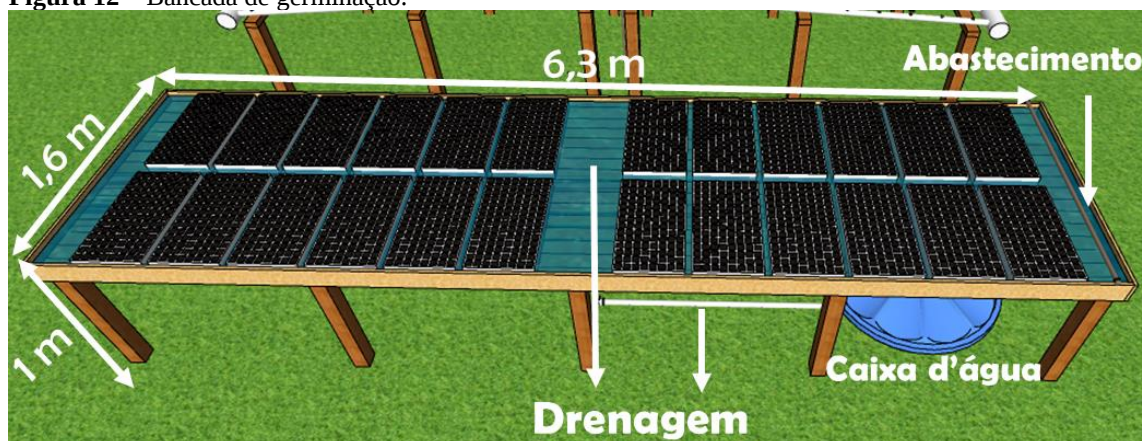
3.1.5 Bancada de Germinação

Diferente da bancada hidropônica, o ambiente de germinação utilizará a técnica de hidroponia para produção de mudas. Nesse sentido, opera de forma independente do restante do sistema.

Suas dimensões são: 6,3 m de comprimento; 1,6 m de largura e 1 metro de altura. Na parte inferior da bancada há uma caixa d'água de 1.000 litros que abriga a solução nutritiva para as mudas.

A solução é bombeada para bancada por meio de uma bomba submersa (vazão de 2.000 l/h), que funcionará em intervalos regulares de 30 minutos por meio de um temporizador analógico (Figura 09B), e retorna por gravidade para a caixa. A tubulação de abastecimento é de PVC hidráulica com 25 mm de espessura e a drenagem é de PVC esgoto com 40 mm de espessura (Figura 12).

Figura 12 – Bancada de germinação.



Fonte: Luan Rocha

O material que constitui a bancada é madeira revestida com plástico. No total, a bancada tem espaço para abrigar simultaneamente até 24 sementeiras com 200 células cada.

3.1.6 Sistema de Bombeamento e Drenagem

Para o bombeamento da água do sistema, será utilizada uma bomba submersa de vazão máxima de 20.000 litros/hora, a qual funcionará em intervalos regulares de 15 minutos por meio de um temporizador analógico (Figura 13), imersa no sump.

Figura 13 – Equipamentos de bombeamento. A) Bomba submersa; B) Temporizador analógico.



A tubulação usada para o bombeamento da água é do tipo hidráulica, com espessura de 40 mm reduzindo para 25 mm. Para regular a vazão tanto do tanque dos peixes, quanto das bancadas, cada saída apresenta um registro esfera.

O sistema de drenagem será todo por gravidade, por meio de tubulação de esgoto com 40 mm de espessura acoplada nas bancadas hidropônicas.

3.1.7 Sistema de Aeração

A aeração do sistema ocorrerá por meio de um compressor radial de 0,6 CV de potencia, conectado por meio de tubulações a mangueiras porosas (Figura 14), que ficarão imersas no tanque dos peixes. Somente no tanque dos peixes será utilizada as mangueiras. O filtro biológico será aerado por pequenos furos distribuídos na tubulação que conduzirá o ar.

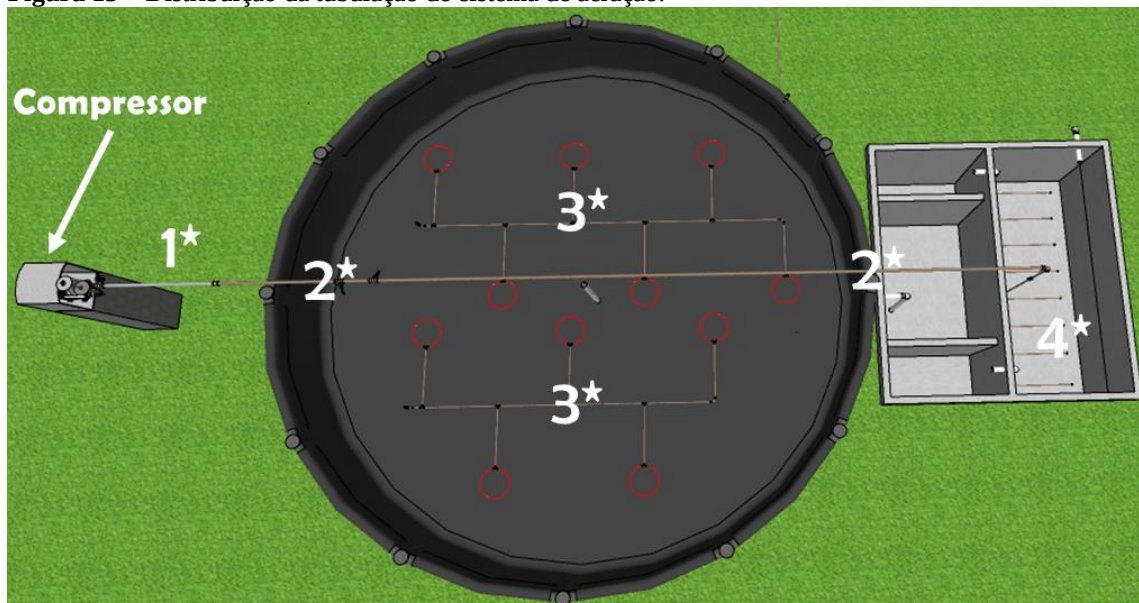
Figura 14 – Sistema de aeração. A) Compressor radial; B) Mangueira porosa.



A tubulação conectada ao compressor está dividida da seguinte forma: Linha central; Ramificação do tanque dos peixes; e Ramificação para o filtro biológico. A tubulação da linha central é de 40 mm de espessura, sendo que a primeira porção

conectada ao compressor (1,5 m) é de ferro galvanizado e a segunda de PVC hidráulico (Figura 15).

Figura 15 – Distribuição da tubulação do sistema de aeração.



Nota: 1* Tubulação de ferro; 2* Linha central; 3* Ramificação do tanque dos peixes; 4* Ramificação do filtro biológico.

Fonte: Luan Rocha

A ramificação para o tanque dos peixes (Figura 16) apresenta uma redução da tubulação para 25 mm, a qual é conectada com a linha central por meio de mangueira de PVC. Já a ramificação para o filtro biológico (Figura 17) apresenta somente uma redução de tubulação para 25 mm, que está distribuída no fundo da cisterna.

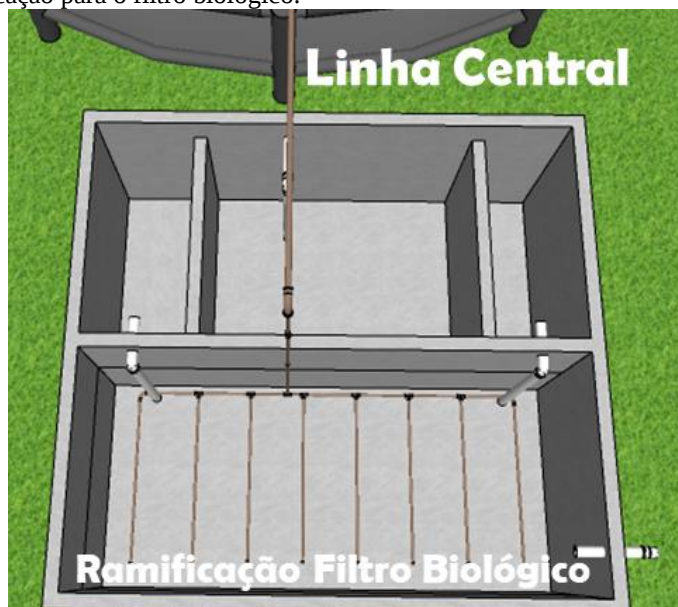
Figura 16 – Ramificação para o tanque dos peixes.



Nota: 1* Mangueira de PVC; 2* Mangueira porosa.

Fonte: Luan Rocha

Figura 17 – Ramificação para o filtro biológico.



Fonte: Luan Rocha

3.1.8 Sistema Energético

O abastecimento energético, para os equipamentos elétricos do sistema, ocorrerá por meio de energia elétrica fornecida pela rede local. No entanto, será utilizado um gerador de 3,75 kva e 3000 w para suprimento em ocasiões de falta.

Para melhor esclarecimento de informações elétricas no que tange: fiação, painel e/ou quadro, disjuntores, reversores, lâmpadas recomendamos a orientação de um profissional da área.

4. MANEJO OPERACIONAL

4.1 Enchimento com água

Após a montagem de todo o sistema, o mesmo já pode ser cheio com água. Caso a água utilizada seja do abastecimento municipal é necessário aguardar no mínimo 72 horas para inserção dos peixes no sistema, visto que esse é o tempo suficiente para que o cloro nela contida seja eliminado. Recomenda-se uma reposição semanal de 10 a 20% do volume total de água do sistema, pois se perde água por evaporação, evapotranspiração vegetal e pequenos vazamentos.

Quando o sistema estiver cheio, a bomba deve ser ligada para recirculação da água. Nesse momento é necessário atenção especial aos possíveis vazamentos que podem ser observados.

4.2 Povoamento do sistema

Serão utilizados 4.000 alevinos de tilápia a cada ciclo. Os peixes podem ser inseridos no sistema logo após todos os procedimentos citados anteriormente, no entanto é necessário um cuidado especial para diminuir as perdas que podem ser ocasionadas pelo choque na mudança de ambientes. Para isso deve-se iniciar o processo de aclimação, onde o saco plástico em que os peixes são transportados deve ficar flutuando na água do sistema por cerca de 30 minutos antes de ser aberto para que haja ajuste da temperatura (Figura 18).

Figura 18 – Processo de aclimação dos peixes no ambiente de cultivo.



Fonte: Luan Rocha

Em seguida deve ser feita introdução gradual da água do sistema no saco com os peixes para equilibrar os parâmetros químicos da água.

4.3 Alimentação dos peixes

A frequência alimentar pode variar de 2 a 5 vezes ao dia, conforme a tabela de arraçoamento (Tabela 2). É importante sempre manter atenção no comportamento dos peixes. Caso não haja interesse do organismo pelo alimento após 15 minutos, suspende-se a alimentação para que não haja sobras de ração. Sugerem-se biometrias quinzenais nos dois primeiros meses de cultivo e mensais após esse período. Dessa forma é possível um acompanhamento produtivo e ajustes de ração.

Tabela 2 – Tabela de arração para tilápia.

Peso Médio (g)	Ração (PB%)	Granulometria (mm)	Taxa de Alimentação por dia (% peso vivo)	Número de tratos por dia
0,5 - 7,0	55	farelada/pó	20,0 - 10,0	6
7,0 - 25,0	40	1,0 - 2,0	7,7 - 6,4	4
25 - 70	40	2,0 4,0	5,9 - 4,6	4
70 - 200	36	4,0 - 6,0	4,2 - 2,7	4
200 - 300	32	6,0	2,6 - 2,2	3
300 - 600	32	8,0	2,1 - 1,8	2

Fonte: Luan Rocha

4.4 Manejo, transplântio e colheita das hortaliças

O pleno funcionamento do filtro biológico ocorre entre 20 e 30 dias da introdução dos peixes. Portanto, no momento da introdução dos animais já é possível fazer a semeadura das primeiras mudas. Recomendam-se sementes de Alface peletizadas, dispostas em placas de isopor, com células de germinação e preenchidas por substrato inertes, como fibra de coco.

O transplante das mudas para o sistema ocorre entre 18 e 23 dias após a semeadura e finaliza entre 25 e 30 dias pós-transplante, totalizando cerca de 50 dias desde a semeadura.

Nesse sentido, é interessante que a semeadura ocorra de forma planejada, para que o transplante sempre ocorra após a colheita das hortaliças que já estavam crescendo no sistema. Desse modo os ciclos acontecerão de forma mensal e o sistema sempre terá hortaliças.

4.5 Capacidade estimada de produção do sistema

A capacidade estimada de produção desse sistema é de 4.018 kg de peixe e 12.036 maços de hortaliças por ano. O ciclo animal ocorre duas vezes por ano (2.009 kg/ciclo) e o vegetal é mensal (1.003 maços/ciclo). O sistema apresenta esse porte para que todo o manejo empregado seja de cunho familiar.

Os indicadores produtivos animal e vegetal estão dispostos na tabela 3 e 4.

Tabela 3 – Indicadores de desempenho zootécnico para tilápia (*Oreochromis niloticus*)

Item	Unidade	Valor
Número de peixes/ciclo	Unidade	4.000
Peso Inicial	g	2
Peso de Comercialização	g	530
Produtividade	kg/m ³	40
Duração do Ciclo Produtivo	Meses	6
Ciclos por Ano	Número	2
Taxa de Sobrevivência	%	90
Conversão Alimentar	-	1,5:1
Ração	%PB	32, 36, 40 e 55

Fonte: Luan Rocha.

Tabela 4 – Indicadores de produtividade vegetal obtido no estudo de alface (*Lactuca sativa* L.).

Item	Unidade	Valor
Tempo de Berçário	Dias	20
Tempo de Terminação	Dias	30
Tempo de Ciclo	Dias	50
Ciclos por Mês	número	1
Ciclos por Ano	número	12
Produtividade	furos/maço	2,9:1
Variedades de Alface Cultivadas	Crespa e Roxa	2

Fonte: Luan Rocha.

5. RECEITAS E DESPESAS

5.1 Investimento e Custeio

É importante salientar que o orçamento do sistema foi levantado durante os meses de junho a agosto de 2021 em casas de produtos agrícolas e materiais de construção em Ananindeua, optando sempre pelo menor preço praticado. Quando não disponível no local, considerou-se o valor de mercado da empresa fornecedora somado ao frete.

Nesse sentido, para instalar o sistema, é necessário um montante de R\$ 46.072,97. Dentre as estruturas do sistema, os que apresentam maior custo de instalação é a estufa, seguida com as diárias de montagem do sistema e as bancadas hidropônicas. Os três itens correspondem a aproximadamente 41% do orçamento (Tabela 5).

Tabela 5 – Custo de implantação do sistema aquapônico.

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor total (R\$)	%
Estufa	Unidade	1	7.692,17	7.692,17	16,7%
Montagem das estruturas	Diária	30	200,00	6.000,00	13,0%
Bancada hidropônica	Unidade	1	5.141,10	5.141,10	11,2%
Sump e abastecimento	Unidade	1	4.857,97	4.857,97	10,5%
Tanque: tubos e conexões ¹	Unidade	1	4.078,58	4.078,58	8,9%
Licenciamento Ambiental e Elaboração de projeto ²	Verba	1	3.576,05	3.576,05	7,8%
Sistema de filtragem ³	Unidade	1	3.420,06	3.420,06	7,4%
Soprador e saída de ar ⁴	Unidade	1	3.044,80	3.044,80	6,6%
Gerador	Unidade	1	2.268,89	2.268,89	4,9%
Bancada de germinação	Unidade	1	2.192,06	2.192,06	4,8%
Cobertura do tanque dos peixes e Sistema de tratamento de água	Unidade	1	2.005,95	2.005,95	4,4%
Utensílios para o manejo animal e vegetal	Unidade	1	664,30	664,30	1,4%
Outros custos	Verba	1	536,41	536,41	1,2%
Condutivímetro A51	Unidade	1	394,62	394,62	0,9%
Instalações elétricas	Serviço	1	200,00	200,00	0,4%
Total				46.072,97	100

Nota: (1) Volume total do tanque de 60m³ e volume útil de 50m³, além de tubos e conexões para drenagem; (2) 8% do investimento do projeto; (3) Sistema de filtragem feito com decantação e filtro mecânico com 5m³ de brita; (4) 1 compressor radial 0,64cv, tubos, conexões e mangueira microporosa de ½ polegada interna.

Fonte: Luan Rocha

No presente trabalho, o custo efetivo anual à produção é de R\$ 48.348,89 sendo a ração animal o item de maior representatividade no custeio (46,8%), seguido pela mão-de-obra do agricultor (27,3%), e mudas e nutrição vegetal (11,8%) (Tabela 6).

Tabela 6 – Composição do custo efetivo anual do sistema aquapônico.

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	%
Ração Animal	Kg	6.150	3,68	22.606,00	46,8
Mão-de-obra ¹	Salário	12	1.100,00	13.200,00	27,3
Mudas e Nutrição Vegetal	Verba			5.722,35	11,8
Energia elétrica ²	Kwh	4.461	0,70	3.122,58	6,5
Formas jovens de Peixes	Milheiro	8	330,00	2.640,00	5,5
Kits de Água	Verba			737,96	1,5
Diaristas Despesa	Verba			320,00	0,7
COE - Custo Operacional Efetivo (R\$)				48.348,89	100

Nota: (1) O valor da mão-de-obra é referente ao pagamento do agricultor pela jornada de trabalho desempenhada no manejo do sistema; (2) Tarifa paga na propriedade do estudo e caso. Através dela foi calculado o gasto energético para 1 compressor radial de 0,64cv; 1 bomba submersa de 20.000 l/h e 1 bomba submersa de 2.000 l/h.

Fonte: Luan Rocha.

Além dos custos efetivos a produção, devem ser contabilizados os custos referentes aos encargos sociais da mão-de-obra e a depreciação de bens de capital e também os custos relativos aos juros anuais do capital referente ao investimento, uso alternativo da terra, juros sobre investimentos em infraestrutura e de capital de giro.

O produtor necessita levar esses custos em consideração para que o projeto apresente saúde financeira em longo prazo, principalmente no que se refere à depreciação dos equipamentos e/ou maquinários, para que ao término da vida útil possua o recurso para substituí-lo.

A tabela 7 aborda com detalhes esses custos e o montante anual que implicam no valor do projeto.

Tabela 7 – Composição dos demais custos anuais do sistema aquapônico.

Discriminação	Valor Total (R\$)
Depreciação Anual (R\$)	5.382,02
Encargos sociais (direitos + seguridade rural)	1.676,40
Outras despesas	1.450,47
Remuneração do capital de giro	1.450,50
Juros sobre o capital investido	344,40
Arrendamento da terra (0,1ha)	283,91
Total (R\$)	10.587,70

Fonte: Luan Rocha.

5.2 Receitas

Os preços de comercialização do maço vegetal e kg animal, é o praticado na Região Metropolitana de Belém. Nesse sentido, o maço da alface crespa sai a R\$ 2,00; o da alface roxa a R\$ 2,50; e o kg da tilápia a R\$ 14,27.

Com esses preços de comercialização o projeto proporciona ao agricultor indicadores de rentabilidade positivos. A tabela 8 exhibe com detalhes esses indicadores.

Tabela 8 – Indicadores produtivos e de rentabilidade do sistema aquapônico.

Indicador Produtivo e de Rentabilidade	Unidade	Produto		
		Tilápia	Alface Crespa	Alface Roxa
Produção	kg e maço	4.018	8.036	4.000
Ponto de Nivelamento	kg e maço	2.839	5.678	2.826
Preço de Comercialização	R\$	14,27	2,00	2,50
Receita Bruta	R\$	57.333,81	16.072,00	10.000,00
Participação Receita Bruta	%	69	19	12
Custo Total de Produção	R\$	10,08	1,41	1,77

Fonte: Luan Rocha.

Conforme a tabela é possível observar que a venda da tilápia é responsável por quase 70% da receita do projeto, então o valor de comercialização desse produto terá forte impacto no sucesso financeiro do empreendimento. Outro fator importante de ser comentado é o ponto de nivelamento da produção, ou seja, o que for produzido e comercializado além do que consta na tabela é lucro para o produtor.

Diante desse cenário, o sistema proporciona ao agricultor recuperar o recurso investido em um período de 1,9 anos, gerando um lucro anual de R\$ 24.469,21, que quando distribuídos mensalmente somam R\$ 2.039,10. Além disso, como a mão de obra utilizada no manejo do sistema é do agricultor, o mesmo poderá utilizar esse valor somado ao lucro operacional mensal, gerando então uma renda familiar mensal de R\$ 3.278,80 (Tabela 9).

Tabela 9 – Indicadores econômicos do sistema aquapônico.

Indicador Econômico	Unidade	Sistema Aquapônico
Lucro Operacional Anual	R\$	24.469,21
Lucro Operacional Mensal	R\$	2.039,10
Renda Familiar Mensal	R\$	3.278,80
Retorno do Investimento	Anos	1,9

Fonte: Luan Rocha.

6. CONSIDERAÇÕES

Embora o sistema proposto apresente um investimento inicial elevado e os maiores custos de produção destinados a compra da ração, o mesmo mostrou-se viável do ponto de vista econômico, com rentabilidade mensal para o investidor de cerca de 3 salários mínimos e com retorno do investimento estimado em 1,9 ano, o que torna a aquaponia uma alternativa real para fonte de renda da agricultura familiar.

Considera-se, entretanto, pertinente salientar a importância da capacitação técnica do produtor, a fim de garantir êxito no manejo deste tipo de sistema produtivo, visto que este texto não substitui um curso específico.



REFERENCIAS

BRITO, J. M.; PONTES, T. C.; TSUJI, K. M.; ARAÚJO, F. E.; RICHTER, B. L. Automação na tilapicultura: revisão de literatura. **Nutri Time – Revista Eletrônica**. Vol. 14, Nº 03, maio/jun. de 2017.

CASTAGNOLLI, N. **Aquicultura para o ano 2000**. Brasília: CNPq, 95p. 1996.

CASTELLANI, D.; ABIMORAD, E.G.; CAMARGO, A.F.M. Aquaponia: aproveitamento do efluente do berçário secundário do camarão-daamazônia (*Macrobrachium amazonicum*) para produção de alface (*Lactuca sativa*) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*) hidropônicos. **Bioikos**, v.23, n.2, p.65-75, 2009.

CHON, S. U.; JANG, H. G.; KIM, D. K.; KIM, Y. M.; BOO, H. O.; KIM, Y. J. Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. **Scientia Horticulturae**, v. 106, n. 3, p. 309-317, 2005.

PANORAMA DA AQUICULTURA, 1997. **Disponível em:** < <https://panoramadaaquicultura.com.br/cultivo-de-tilapia-e-tema-de-ciclo-de-debates-no-parana/>>. **Acesso em:** 5 de março de 2020.

NOGUEIRA, A. C.; RODRIGUES, T. **Criação de tilápias em tanques-rede**. Salvador: SEBRAE Bahia, 23 p. 2007.

OHSE, S. et al. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 181-185, 2001.

PEIXE BR, 2020. **Disponível em:** <<https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2019/>>. **Acesso em:** 5 de março de 2020.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Ed. MMA/IBAMA, 195p. Brasília. 1994.

RAKOCY, J. E.; LOSORDO, T. M.; MASSER, M. P. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics: integrating fish and plant culture. **Southern Regional Aquaculture Center Publications**, Mississippi, n. 454, 16 p. 2006.

SÁTIRO, T. M.; NETO, K. X. C. R.; DELPRETE, S. E. Aquaponia: sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. v.11, p.17, 2018.

TYSON, R.V.; TREADWELL, D.D.; SIMONNE, E.H. Opportunities and Challenges to Sustainability. **Hortscience**, 21: 6-13, 2011.

APENDICES

Lista de materiais para construção do sistema de aquaponia:

Materiais Estufa	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Arruela 3/8"	Unidade	R\$ 0,20	144	R\$ 28,80
Barra rosca 3/8" com 1 metro de comprimento	Unidade	R\$ 8,00	12	R\$ 96,00
Flechal 4 metros de comprimento	Unidade	R\$ 70,00	26	R\$ 1.820,00
Flechal 6 metros de comprimento	Unidade	R\$ 100,00	11	R\$ 1.100,00
Pacote de Prego 3x9 - 1 kg	Unidade	R\$ 20,00	1	R\$ 20,00
Pacote de Prego Ripa - 1 kg	Unidade	R\$ 17,00	2	R\$ 34,00
Pernamanca 5 metros de comprimento	Unidade	R\$ 31,70	12	R\$ 380,40
Pernamanca 6 metros de comprimento	Unidade	R\$ 42,00	35	R\$ 1.470,00
Plástico Transparente para estufa 10x60 metros x 150 micras	Metros	R\$ 43,33	35	R\$ 1.516,67
Porca sextavada 3/8"	Unidade	R\$ 0,30	144	R\$ 43,20
Ripa 4 metros de comprimento	Unidade	R\$ 6,50	23	R\$ 149,50
Sombrite 3 x 50 metros monofilamento 50%	Metros	R\$ 15,20	68	R\$ 1.033,60
TOTAL	R\$	7.692,17		

Materiais Bancada de Germinação	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Adaptador Rosca Externa para Mangueira de 3/4"	Unidade	R\$ 1,50	1	R\$ 1,50
Adaptador Roscável com Anel Para Caixa D'água 3/4"	Unidade	R\$ 3,60	1	R\$ 3,60
Adaptador Soldável Curto Bolsa e Rosca para Registro 25 x 3/4"	Unidade	R\$ 0,75	1	R\$ 0,75
Bandeja Para Semeadura de Isopor 200 Células	Unidade	R\$ 15,21	30	R\$ 456,42
Bomba Submersa 2000 Litros Por Hora 110v	Unidade	R\$ 158,00	1	R\$ 158,00
Caixa d'água 500 litros	Unidade	R\$ 255,00	1	R\$ 255,00
Cap 25 Soldável	Unidade	R\$ 1,20	1	R\$ 1,20
Curva 90° Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 3,00	1	R\$ 3,00
Joelho 90° Esgoto 40 mm	Unidade	R\$ 1,40	1	R\$ 1,40
Luva 25mm x 3/4" hidraulico	Unidade	R\$ 1,60	1	R\$ 1,60
Mangueira Cristal 3/4"	Metros	R\$ 3,50	2	R\$ 7,00
Pernamanca 6 metros de comprimento	Unidade	R\$ 42,00	5	R\$ 210,00
Registro Esfera Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 6,50	1	R\$ 6,50
Ripão 6 metros de comprimento	Unidade	R\$ 13,50	6	R\$ 81,00
Tábua 6 metros de comprimento	Unidade	R\$ 40,00	23	R\$ 920,00
Timer Analógico Bivolt	Unidade	R\$ 35,00	2	R\$ 70,00
Tubo Esgoto 6 m - 40 mm	Unidade	R\$ 18,38	0,5	R\$ 9,19
Tubo Soldável 6 m - 25 mm	Unidade	R\$ 11,80	0,5	R\$ 5,90
TOTAL	R\$	2.192,06		

Materiais Bancadas Hidroponicas	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Cap 50 Esgoto	Unidade	R\$ 1,40	240	R\$ 336,00
Joelho 90° esgoto 40 mm	Unidade	R\$ 1,75	4	R\$ 7,00
Pacote de Pregos 3x9 - 1 kg	Unidade	R\$ 20,00	1	R\$ 20,00
Pernamanca 6 metros de comprimento	Unidade	R\$ 13,50	63	R\$ 850,50
Redução Esgoto 100x50 mm	Unidade	R\$ 7,00	24	R\$ 168,00
Redução Esgoto 50x40 mm	Unidade	R\$ 2,50	24	R\$ 60,00
Tê Esgoto 40 mm	Unidade	R\$ 1,25	22	R\$ 27,50
Tubo Esgoto 6 m - 100 mm	Vara	R\$ 47,48	8	R\$ 379,87
Tubo Esgoto 6 m - 40 mm	Vara	R\$ 18,38	11	R\$ 202,22
Tubo Esgoto 6 m - 50 mm	Vara	R\$ 25,75	120	R\$ 3.090,00
TOTAL	R\$			5.141,10

Materiais Sump e Abastecimento das Bancadas Hidroponicas	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Adaptador Soldável Curto Bolsa e Rosca 50 x 1.1/2"	Unidade	R\$ 1,40	2	R\$ 2,80
Ocean Tech Bomba 20000l/h Ac-20000 110v	Unidade	R\$ 1.229,00	1	R\$ 1.229,00
Bucha de Redução Soldável Longa 50x25 mm	Unidade	R\$ 2,60	1	R\$ 2,60
Tijolo	Unidade	R\$ 0,72	831	R\$ 593,87
Cimento	m³	R\$ 41,90	25	R\$ 1.032,52
Areia Fina	m³	R\$ 108,89	1	R\$ 136,54
Areia Grossa	m³	R\$ 153,90	0,2	R\$ 36,81
Rebotec	kg	R\$ 6,69	39	R\$ 258,23
Tela Malha Pop de Ferro 20x20 3x2m 3,4mm - Gerdau	Unidade	R\$ 180,00	2	R\$ 415,80
Seixo	m³	R\$ 222,22	0,3	R\$ 61,60
Cap Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 1,20	24	R\$ 28,80
Curva Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 3,00	3	R\$ 9,00
Registro Esfera 25 mm	Unidade	R\$ 6,50	13	R\$ 84,50
Adaptador Soldável Curto Bolsa e Rosca 50 x 1.1/2"	Unidade	R\$ 1,40	1	R\$ 1,40
Tê Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 1,30	24	R\$ 31,20
Tubo Injetor com 300 mm de mangueira	Unidade	R\$ 3,00	240	R\$ 720,00
Tubo Soldável 6 m - 25 mm	Vara	R\$ 11,80	12	R\$ 141,60
Tubo Soldável 6 m - 50 mm	Vara	R\$ 80,00	0,5	R\$ 40,00
União Soldável 50 mm	Unidade	R\$ 31,70	1	R\$ 31,70
TOTAL	R\$			4.857,97

Materiais Tanque: Tubos e Conexões	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Adaptador Rosca Externa para Mangueira de 3/4"	Unidade	R\$ 1,50	2	R\$ 3,00
Adaptador Soldável Curto Bolsa e Rosca 25 x 3/4"	Unidade	R\$ 0,75	11	R\$ 8,25
Arame Ovalado 15x17"	Metros	R\$ 0,95	277	R\$ 264,26
Bolsão PEAD de 60 m3 com 0,8 mm	Unidade	R\$ 3.420,00	1	R\$ 3.420,00

Catraca para arame liso galvanizada - Micro	Unidade	R\$ 10,11	11	R\$ 111,21
Curva Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 3,00	4	R\$ 12,00
Joelho Esgoto 75 mm	Unidade	R\$ 5,50	2	R\$ 11,00
Luva 25mm x 3/4" hidraulico	Unidade	R\$ 1,60	2	R\$ 3,20
Mangueira Cristal 3/4"	Metros	R\$ 3,50	4	R\$ 14,00
Mangueira Porosa Difusora 3/4' Polegada Aerotube	Metros	R\$ 31,00	11	R\$ 341,00
Abraçadeira de ferro 1"	Unidade	R\$ 1,50	22	R\$ 33,00
Pernamanca 6 metros de comprimento	Unidade	R\$ 42,00	4	R\$ 168,00
Registro para mangueira 25 mm	Unidade	R\$ 8,90	2	R\$ 17,80
Tê Com Rosca Interna 3/4" Irrigacao Mangueira	Unidade	R\$ 1,50	11	R\$ 16,50
Tê Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 1,30	9	R\$ 11,70
Tubo Esgoto 6 m - 100 mm	Unidade	R\$ 47,48	1	R\$ 47,48
Tubo Esgoto 6 m - 75 mm	Unidade	R\$ 44,53	1,2	R\$ 53,44
Tubo Soldável 6 m - 25 mm	Unidade	R\$ 11,80	3,1	R\$ 36,97
TOTAL	R\$			4.572,81

Materiais Compressor e saída de ar	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Adaptador Soldável Curto Bolsa e Rosca 40 x 1.1/4"	Unidade	R\$ 2,25	2	R\$ 4,50
Adaptador Soldável Longo 40 x 25mm	Unidade	R\$ 4,40	1	R\$ 4,40
Cap Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 1,20	8,0	R\$ 9,60
Colar Tomada abraçadeira PVC com travas 40mmX3/4	Unidade	R\$ 16,80	2	R\$ 33,60
Compressor Radial Mono Estágio Motor Monofásico 0,6 CV	Unidade	R\$ 1.827,89	1	R\$ 1.827,89
Curva Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 3,00	2,0	R\$ 6,00
Curva Soldável 40 mm	Unidade	R\$ 16,00	2	R\$ 32,00
Filtro de entrada de Ar 7AS5 191 1.1/4"	Unidade	R\$ 268,29	1	R\$ 268,29
Luva em ferro galvanizado com rosca e solda 40mm x 1.1/4"	Unidade	R\$ 28,40	1	R\$ 28,40
Niple duplo ferro galvanizado 1.1/4"	Unidade	R\$ 38,90	1	R\$ 38,90
Registro Esfera 25 mm	Unidade	R\$ 6,50	1	R\$ 6,50
Tê Soldável 25 mm	Unidade	R\$ 1,30	7,0	R\$ 9,10
Tubo ferro galvanizado com rosca em 1.1/4" de 1,5m 3,00mm	Unidade	R\$ 150,00	1	R\$ 150,00
Tubo Soldável 6 m - 25 mm	Vara	R\$ 11,80	3,0	R\$ 35,40
Tubo Soldável 6 m - 40 mm	Vara	R\$ 48,00	2	R\$ 96,00
TOTAL	R\$			2.550,58

Materiais Sistema de Filtragem	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Brita Tipo 03	m³	R\$ 400,00	5	R\$ 2.000,00
Joelho Esgoto 75 mm	Unidade	R\$ 5,50	2,0	R\$ 11,00
Tijolo	Unidade	R\$ 0,72	384,0	R\$ 274,56
Cimento	m³	R\$ 41,90	12,1	R\$ 508,58
Areia Fina	m³	R\$ 108,89	0,7	R\$ 79,36
Areia Grossa	m³	R\$ 153,90	0,1	R\$ 17,02
Rebotec	kg	R\$ 6,69	20,3	R\$ 135,80

Tela Malha Pop de Ferro 20x20 3x2m 3,4mm - Gerdau	Unidade	R\$ 180,00	1,5	R\$ 277,20
Seixo	m³	R\$ 222,22	0,2	R\$ 41,07
Tubo Esgoto 6 m - 75 mm	Unidade	R\$ 44,53	1,7	R\$ 75,48
TOTAL	R\$	3.420,06		

Materiais Grupo gerador	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Gerador De Energia 3,75kva 3000w 4 Tempos Partida Eletrica	Unidade	R\$ 2.006,89	1	R\$ 2.006,89
Quadro simples + Cabeamento + Disjuntor	Unidade	R\$ 262,00	1	R\$ 262,00
TOTAL	R\$	2.268,89		

Materiais da Cobertura do tanque dos peixes e tratamento de água	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Arame Ovalado 15x17"	Metros	R\$ 0,95	88	R\$ 83,60
Lona plastica Azul 10x15 metros	Unidade	R\$ 600,00	1	R\$ 600,00
Pernamanca 6 metros de comprimento	Unidade	R\$ 42,00	7,2	R\$ 301,00
Pacote de Pregos tipo Grampo - 1 kg	Unidade	R\$ 21,00	1	R\$ 21,00
Rede Tela Anti Pássaros Pombos Aves Malha 3cm	m²	R\$ 8,33	120	R\$ 1.000,00
TOTAL	R\$	2.005,60		

Utensílios para o Manejo animal e vegetal	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Ak51 Medidor Condutividade + Sol Calibração 12,88 Ms/cm	Unidade	R\$ 394,62	1	R\$ 394,62
Balança Digital De Precisão Cozinha SF400	Unidade	R\$ 60,00	2	R\$ 120,00
Balde Plastico 20 Litros	Unidade	R\$ 10,90	8	R\$ 87,20
Escova Sanitária Lavatina Bola Com Suporte Vassouras Dalcin	Unidade	R\$ 15,00	4	R\$ 60,00
Passaguá Comum Em Alumínio P	Unidade	R\$ 30,00	2	R\$ 60,00
Rede despesca fio 20mm sem saco 10mm 2 m altura 10 m comprimento	Unidade	R\$ 313,50	1	R\$ 313,50
Tubo Soldável 6 m - 25 mm	Unidade	R\$ 11,80	2	R\$ 23,60
TOTAL	R\$	1.058,92		

Serviço	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Licenciamento Ambiental e Elaboração de projeto (8% valor projeto)	Unidade	R\$ 105,89	1	R\$ 105,89
Montagem das estruturas (Mão-de-obra não-técnica)	Diária	R\$ 100,00	30	R\$ 3.000,00
Eletricista	Serviço	R\$ 200,00	1	R\$ 200,00
Pedreiro	Diária	R\$ 100,00	30	R\$ 000,00
Outros custos (1,5%)		R\$ 15,88	1	R\$ 15,88
TOTAL	R\$	6.321,78		