

**DANIEL CRISPIM BORBA COSTA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE AQUAPONIA PARA USO DE POVOS  
TRADICIONAIS DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO.**

**Recife  
Agosto/2025**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO**  
**BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE AQUAPONIA PARA USO DE POVOS**  
**TRADICIONAIS DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO.**

**DANIEL CRISPIM BORBA COSTA**

Relatório de Estágio Supervisionado  
Obrigatório apresentado à Universidade  
Federal Rural de Pernambuco como parte  
das exigências para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Pesca.

**Prof. Dr. Mateus Vitória Medeiros**  
**Orientador**

**Recife**  
**Agosto/2025**



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

C838i Costa, Daniel Crispim Borba.  
Implementação de sistema de aquaponia para uso  
de povos tradicionais do semiárido pernambucano /  
Daniel Crispim Borba Costa. – Recife, 2025.  
76 f.; il.

Orientador(a): Mateus Vitória Medeiros.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Bacharelado em Engenharia de Pesca, Recife, BR-  
PE, 2025.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Tilápia. 2. Soberania alimentar. 3. Nativos. 4.  
Tecnologia social 5. Engenharia de pesca. I.  
Medeiros, Mateus Vitória, orient. II. Título

CDD 639.3

## **RELAÇÃO DE ESTÁGIO REALIZADO**

NOME: DANIEL CRISPIM BORBA COSTA

MATRÍCULA: 200697161

CURSO: Bacharelado em Engenharia de Pesca

ORIENTADOR : Professor Doutor Mateus Vitória Medeiros

ESTABELECIMENTO DE ENSINO: Universidade Federal Rural de  
Pernambuco

## **ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO**

LOCAL DE REALIZAÇÃO: Sítio Folha Verde

ENDEREÇO: Aldeia Pankará Serrote dos Campos, s/n, Itacuruba (PE)

PERÍODO: 2025.1

CARGA HORÁRIA: 330h

SUPERVISOR : Engenheiro de Pesca, Gildo Arcenio Novaes

---

ORIENTADOR

---

CONCEDENTE

---

ESTAGIÁRIO

## DEDICATÓRIA

*“Dedico este trabalho a todos que estiveram ligados direta ou indiretamente à sua construção, a Deus, a minha família e amigos, a meu orientador, aos professores do curso de Engenharia de Pesca, ao Centro Cultural Brasil Alemanha - CCBA”*

## AGRADECIMENTOS

*“A ti todo poder, toda honra e toda glória”* por isso, gostaria de agradecer primeiramente a Deus por me conceder o dom da vida e ter trilhado o meu caminho até este presente momento, sem ele não seria quem sou nem chegaria onde estou. Finalizar um curso superior, algo quase inatingível para muitos, é impossível sem ti, Senhor. Em momentos de desilusão e descrença o Senhor me amparou e me deu forças para seguir em frente. Agradeço por ter me dado força e coragem para enfrentar, e superar, duas crises depressivas severas durante o curso. Por ter me permitido renascer após sofrer um acidente de moto durante o período de graduação, fazendo com que eu pudesse concluir este sonho, que se torna realidade por conta de ti.

Gostaria de agradecer a toda minha família, em especial aos meus pais, José Flávio de Souza Costa e Gilcéa Maria Borba, que sempre estiveram presentes na minha vida. Vocês são o meu alicerce emocional, são meus melhores amigos e os melhores pais que a vida poderia ter me presenteado. Agradeço, por serem uma fonte inesgotável de inspiração, tanto nos estudos quanto na vida, por terem me educado, ensinando valores corretos e justos, me amado e apoiado durante toda minha jornada na vida, por todos os conselhos e orientações, pelo amparo emocional, pelo simples fato de existirem em minha vida e se fazerem presentes nela, pelo suporte financeiro, por me amar incondicionalmente, pela infância maravilhosa que vocês puderam me proporcionar. Se na minha vida eu devo algo a alguém, podem ter certeza, que devo a vocês, toda fonte de alegria, de garra, de perseverança, de humildade, de bondade, de ternura, e outras inúmeras coisas boas da vida, de alguma forma, começou em vocês. A minha irmã Dara Flávia Borba Costa, por todo carinho e companheirismo, pelo conselhos, por todas as memórias afetivas que criamos juntos ao longo de nossa vida. A João Raoni, meu sobrinho amado, que veio ao mundo para alegrar e iluminar nossas vidas, um presente de Deus.

Agradecer a minha família por parte de mãe pelo amor e apoio que sempre me foi oferecido, a minha bisavó Maria Luiza da Conceição (em memória) e meu bisavô José Caetano dos Santos (em memória), por fugirem da seca, procurando condições melhores para sua família, a meu avô Faustino Teixeira Borba, o Paizinho (em memória) e a minha avó Izabel Maria Borba, por darem todo suporte emocional, financeiro, ético e moral para minha mãe, podendo assim me transferir esses valores ensinados por vocês a mim, por terem tomado a decisão de fugirem do interior para tentar a vida na capital; por terem sido fortes e

honestos, numa época em que o Brasil enfrentava uma ditadura e todas as consequências e mazelas advindas deste sistema de governo. A meus tios e tias, João Caetano dos Santos (em memória), Josefa Maria dos Santos (Tia Nenzinha), José Roberto Borba, Gilberto Borba, Gildete Borba (em memória), Marluce Pereira Borba, Rita Vasconcelos Borba, por me amarem e me apoiarem, em especial, meu tio avô, José Caetano Filho, por ser um norte ético e moral tanto no campo profissional quanto no campo pessoal, por compartilhar suas inúmeras histórias na sua carreira na marinha, desde as peripécias vividas na escola de aprendiz de marinheiro no Recife, as missões no Cruzador José Bonifácio e outras inúmeras embarcações e incontáveis portos que atracou, até seus tempos de secretário do ministro da defesa, em Brasília, onde firmou seu lar e viveu boa parte de sua vida, o senhor foi umas das pessoas que me fez escolher esse curso de graduação. Agradecer, também, ao meu tio avô Elpídio Caetano dos Santos (em memória), por todos os conselhos, desabafos, por me ensinar o valor do trabalho e da vida no campo, por compartilhar seu sonho de viver da terra, essa escolha que fiz, devo em parte, também, ao senhor, tenho certeza deve estar nesse momento, no plano que se encontra, comemorando essa conquista. A meus primos e primas Vitor Vasconcelos Borba, Rodrigo Vasconcelos Borba, Pedro Vasconcelos Borba, Ana Luisa, Rudii, João Pereira Borba, Tati, Caio Borba, Bruno Caetano, Saulo Caetano, Cristiano Santos, Cyntia Santos e Larissa Santos.

A minha família por parte de pai, a meu avô Jonas de Souza Costa (em memória) e minha avó Maria José Costa, por amarem, educarem, por prover, por ensinar valores justos e corretos a meu pai, para que assim ele pudesse me passar todo esse aprendizado vindo de vocês. Obrigado Vó Maria por ter insistido tanto na educação escolar dos seus filhos, e assim, de meu pai. Obrigado Vovô Jonas, por ter ensinado a meu pai, desde cedo, o valor do trabalho duro e da dedicação, agradeço também, por todas as pescarias que fizemos na praia de Peroba, meus primeiros contatos com o mundo aquático, que me tenha lembranças, partiu do senhor, se hoje sei tratar um peixe, fazer um arrasto, se tenho afinidade com o mar os rios e as criaturas que habitam neles, devo essa afinidade ao senhor, por todas as experiências que me proporcionou durante nosso tempo juntos aqui na terra; não tem um dia que não sinta sua falta, mas tenho certeza que um dia, iremos confraternizar nos mares dos reinos dos céus. Obrigado Vô, o senhor foi um dos responsáveis por escolher esse curso. Gostaria de agradecer, também, a meus tios e tias, Adriana de Souza Costa, Sandra de Souza Costa, José Fabio de Souza Costa, Fabrício de Souza Costa, Fabiana Costa, Lourdes de Souza Costa (em

memória) José Aristides de Souza Costa (em memória), José de Souza Costa, em memória, Jorge, em memória, e ao meu bisavô José Crispim, em memória.

Ao corpo de docentes da UFRPE-SEDE em especial às professoras e aos professores que compõem o corpo docente do curso de graduação de Engenharia de Pesca, sem a paixão pelo conhecimento que nos mostram todos os dias é o que inspira um discente a tornar-se um profissional com uma base tão sólida e diversificada. Em especial, gostaria de agradecer aos professores que me ajudaram diretamente a me tornar o profissional de hoje, a Maria do Carmo Soares, José Carlos, Ranilson de Souza Bezerra, Juliana Ferreira dos Santos, Ana Paula Guedes, Marny Pessoa e Gelcirene de Albuquerque Costa.

Ao meu orientador Mateus Vitória Medeiros, gostaria de expressar minha profunda gratidão, pela valiosa orientação prestada ao longo desta caminhada acadêmica. Agradeço, sinceramente, não apenas pelos ensinamentos técnicos e científicos transmitidos com dedicação e sabedoria, mas também pelos conselhos profissionais e pessoais que contribuíram significativamente para meu crescimento humano e intelectual. Sua amizade, paciência e apoio constante foram fundamentais nos momentos de dúvida e superação. Levo comigo, não só os conhecimentos adquiridos, mas também o exemplo de ética, comprometimento e generosidade, que certamente continuarão me inspirando, além dos muros da universidade.

Aos amigos e amigas que estiveram ao meu lado durante essa intensa e transformadora caminhada na graduação em Engenharia de Pesca, meu mais profundo e afetuoso agradecimento. Não foram apenas colegas de sala ou companheiros de estudo, foram verdadeiros pilares nos momentos em que o cansaço e as incertezas ameaçavam me fazer desistir. Juntos, dividimos madrugadas de provas e trabalhos, angústias e expectativas, mas também sorrisos sinceros, conversas que aqueceram a alma, abraços nos momentos certos e celebrações que marcaram para sempre nossos corações.

Aos que estiveram fora da universidade, mas nunca distantes do meu percurso, agradeço por me lembrarem quem eu sou para além da vida acadêmica. Obrigado por me acolherem em dias difíceis, por ouvirem meus desabafos, por me incentivarem a continuar, quando eu mesmo já duvidava. O apoio de vocês foi tão importante quanto qualquer aula ou disciplina vencida.

Essa trajetória teria sido incompleta, e muito mais solitária, sem a presença de cada um. Vocês foram família quando a saudade apertava, força quando faltava motivação e luz quando tudo parecia escuro. Levo comigo o carinho, o respeito e a imensa gratidão por termos nos encontrado nessa fase da vida. Que esses laços permaneçam, mesmo que nossos caminhos

sigam rumos diferentes. Obrigado por terem feito parte dessa conquista. Ela também é de vocês.

À querida comunidade de Itacuruba, deixo registrado meu mais sincero e emocionado agradecimento. Cheguei como um estudante em busca de aprendizado e encontrei muito mais do que isso: encontrei acolhimento, generosidade e uma sabedoria enraizada na terra e nas pessoas. Cada gesto de carinho, cada palavra amiga e cada partilha ao longo dessa vivência marcaram profundamente minha trajetória pessoal e profissional. Foi em Itacuruba que aprendi, com o povo, o verdadeiro sentido de coletividade, de resistência e de esperança. A todos vocês, que fizeram parte dessa jornada em Itacuruba, meu eterno agradecimento. Levo cada vivência com carinho e respeito, certo de que essas memórias me acompanharão para sempre.

De forma especial, agradeço à Luiza Eugênia Novaes, que me recebeu em sua casa com o coração aberto e fez daquele espaço um lar temporário cheio de afeto, respeito e cuidado. Sua generosidade tornou meus dias mais leves e acolhedores, e seu apoio foi essencial para que eu me sentisse em paz, mesmo estando longe da minha família.

Também agradeço de forma profunda ao Engenheiro de Pesca, Gildo Arsênio Novaes, que foi muito mais que um supervisor durante o estágio: um companheiro no desafio de idealizar, desenvolver e executar o projeto. Gratidão por acreditar, por caminhar junto.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao Centro Cultural Brasil-Alemanha (CCBA) pelo apoio incondicional, pela confiança depositada em meu trabalho e pela oportunidade de desenvolver este projeto em parceria com uma comunidade tão significativa como a Aldeia Pankará Serrote dos Campos.

Agradeço, em especial, ao diretor do CCBA, Christoph Ostendorf, pela sensibilidade, generosidade e visão de futuro que nortearam todo o processo. Sua capacidade de acreditar nas pessoas e fomentar conexões humanas e institucionais foi essencial para que este trabalho saísse do papel e se tornasse realidade.

O CCBA não apenas viabilizou a retomada do sistema de aquaponia, como também possibilitou uma experiência de aprendizado profundo, marcada pela troca de saberes, pelo engajamento coletivo e pela construção de soluções sustentáveis. Mais do que parceiros, foram verdadeiros aliados na missão de integrar ciência, cultura e transformação social.

## RESUMO

Este trabalho descreve as atividades desenvolvidas durante o Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO) do curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), realizado em parceria com o Centro Cultural Brasil-Alemanha (CCBA) e a comunidade indígena Pankará, situada na Aldeia Serrote dos Campos, município de Itacuruba – PE. O objetivo central do estágio foi a revitalização, ativação e operação de um sistema de aquaponia agroecológica como tecnologia social voltada à promoção da soberania alimentar, educação ambiental e produção sustentável no semiárido pernambucano.

O projeto foi executado em etapas sequenciais, contemplando o diagnóstico da estrutura existente, o reaproveitamento de materiais, a montagem dos componentes, a ciclagem biológica do sistema, o povoamento com Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), o cultivo de hortaliças em camas de cultivo e substratos alternativos, além da capacitação técnica dos comunitários envolvidos. O trabalho foi conduzido com base em princípios de baixo custo, autonomia local, sustentabilidade hídrica e valorização dos saberes tradicionais.

A metodologia incluiu o acompanhamento diário dos parâmetros de qualidade da água, manejo alimentar, monitoramento de mortalidade, além do registro fotográfico e anotações de campo. A atuação extensionista possibilitou, além dos ganhos produtivos diretos, a integração entre conhecimento técnico-científico e práticas culturais locais, fortalecendo a presença da universidade pública em territórios historicamente marginalizados. Apesar de desafios relacionados à logística, infraestrutura e escassez hídrica, o sistema operou com eficiência e apresentou bons resultados preliminares.

O presente relatório evidencia o potencial da aquaponia como estratégia viável e replicável em comunidades do semiárido, ao mesmo tempo em que contribui com a formação profissional do discente, ampliando sua vivência prática, sensibilidade social e capacidade de atuação interdisciplinar. A experiência reafirma a importância do diálogo entre ciência, cultura e território para a construção de soluções sustentáveis e inclusivas.

**Palavras-chave:** Tilápia, soberania alimentar, povos indígenas, tecnologia social, engenharia de pesca.



## ABSTRACT

This report presents the activities carried out during the Supervised Internship (ESO) of the Fisheries Engineering program at the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), conducted in partnership with the Brazil-Germany Cultural Center (CCBA) and the Pankará Indigenous Community, located in the Serrote dos Campos Village, municipality of Itacuruba, Pernambuco. The central objective of the internship was the revitalization, activation, and operation of an agroecological aquaponics system as a social technology aimed at promoting food sovereignty, environmental education, and sustainable production in the Brazilian semi-arid region.

The project was developed in sequential stages, including structural diagnostics, reuse of materials, system assembly, biological filtration cycling, stocking with Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), cultivation of vegetables in grow beds with alternative substrates, and technical training of community members. The work was guided by principles of low cost, local autonomy, water sustainability, and respect for traditional knowledge.

The methodology included daily monitoring of water quality parameters, feeding management, mortality tracking, photographic documentation, and field records. The extension approach enabled not only productive gains but also the integration of scientific knowledge with local cultural practices, strengthening the role of public universities in historically marginalized territories. Despite challenges related to logistics, infrastructure, and water scarcity, the system operated efficiently and showed promising preliminary results.

This report highlights aquaponics as a feasible and replicable strategy for semi-arid communities while also contributing to the student's professional training by enhancing hands-on experience, social sensitivity, and interdisciplinary skills. The experience reaffirms the importance of dialogue between science, culture, and territory in building sustainable and inclusive solutions.

**Keywords:** Tilapia fish, food sovereignty, indigenous peoples, social technology, fisheries engineering.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagem 1 - Mapa do estado de Pernambuco com marcação em vermelho da localização do município de Itacuruba -PE.....                                    | 19 |
| Imagem 2 - a) Imagem de satélite da cidade de Itacuruba-PE; b) Aldeia Indígena Pankará Serrote dos Campos e o Sítio Folha Verde.....                  | 20 |
| Imagem 3 - Imagem de satélite do Sítio Folha Verde e seus respectivos setores.....                                                                    | 23 |
| Imagem 4 - Planta baixa do sistema de aquaponia do CCBA-Itacuruba (PE).....                                                                           | 25 |
| Imagem 5 - Sistema de aquaponia, tanques e estufa do sistema.....                                                                                     | 25 |
| Imagem 6 - Filtro decantador do sistema de aquaponia CCBA-Itacuruba (PE).....                                                                         | 26 |
| Imagem 7 - Filtro biológico do sistema de aquaponia CCBA-Itacuruba (PE).....                                                                          | 27 |
| Imagem 8 - Espaço interno da estufa de aquaponia CCBA-Itacuruba (PE) com canaletas de NFT.....                                                        | 27 |
| Imagem 9 - a) Processo de revitalização das colunas da estufa; b) Fixação dos arames nas colunas da madeira.....                                      | 28 |
| Imagem 10 - Parte externa da estufa.....                                                                                                              | 29 |
| Imagem 11 - Processo de revitalização das canaletas de cultivo.....                                                                                   | 29 |
| Imagem 12 - a) Procedimento de revitalização das bancadas de cultivo; b) Início do posicionamento dos cavaletes; c) Posicionamento das canaletas..... | 30 |
| Imagem 13 - Canaletas de cultivo ao fim do processo de revitalização.....                                                                             | 31 |
| Imagem 14: a) Buraco nivelado; b) Acomodação do reservatório.....                                                                                     | 32 |
| Imagem 15 - a) Preenchimento do reservatório; b) Teste de fluxo.....                                                                                  | 32 |
| Imagem 16 - a) Procedimento de nivelamento; b) Cobertura do buraco; c) Procedimento finalizado.....                                                   | 33 |

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagem 17 - a) Ferramentas; b) Procedimentos de nivelamento e terraplanagem; c) Finalização.....                                                          | 33 |
| Imagem 18 - a) Confeção da cobertura; b) Acomodação da cobertura para o filtro biológico.....                                                             | 34 |
| Imagem 19 - a) Tela de sombreamento dobrada; b) Enrolamento da tela de sombreamento; c) Amarração da tela para manutenção do formato.....                 | 35 |
| Imagem 20 - Mídias biológicas confeccionadas com sombrite.....                                                                                            | 36 |
| Imagem 21 - a) Escavação para posicionamento da tubulação; b) Tubulação posicionada; c) Mangueira porosa confeccionada para o posicionamento.....         | 36 |
| Imagem 22 - a) Ajuste de posicionamento da mangueira aeradora; b) Ajuste do nível do filtro biológico; c) Aeração em pleno funcionamento.....             | 37 |
| Imagem 23 - a) Tubulação para direcionamento do fluxo; b) Joelho 90° perfurado para evitar efeito sifão.....                                              | 37 |
| Imagem 24 - Ajuste finalizado no filtro decantador.....                                                                                                   | 38 |
| Imagem 25 - Aparato de filtragem confeccionado.....                                                                                                       | 39 |
| Imagem 26: a) Retirada de perifiton aderido ao fundo do tanque b) Descarte da água contida no tanque de cultivo.....                                      | 39 |
| Imagem 27 - Ciclagem do sistema.....                                                                                                                      | 40 |
| Imagem 28: Processo de fluxo adaptado para ciclagem.....                                                                                                  | 41 |
| Imagem 29 - a) Muda de manjerição recém transplantada; b) Desenvolvimento radicular do manjerição; c) Desenvolvimento com 2 semanas de transplantado..... | 42 |
| Imagem 30 - a) Processo de refinamento da matéria orgânica; b) Revolvimento da matéria seca; c) Homogeneização da mistura para refinamento.....           | 43 |
| Imagem 31 - a) Plantio de sementes em bandeja de germinação; b) Pós germinação nas bandejas; c) Transplântio para canaletas berçário.....                 | 44 |

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagem 32 - Preenchimento inicial das canaletas berçário.....                                                                                                                     | 46 |
| Imagem 33 - Aferição de parâmetro de qualidade de água.....                                                                                                                       | 48 |
| Imagem 34 - Procedimento de limpeza do filtro decantador.....                                                                                                                     | 47 |
| Imagem 35 - Histórico pluviométrico Itacuruba.....                                                                                                                                | 50 |
| Imagem 36 - Gráfico do histórico pluviométrico Itacuruba.....                                                                                                                     | 50 |
| Imagem 37 - Estimativas de pegada hídrica nos sistemas de engorda e aquaponia.....                                                                                                | 52 |
| Imagem 38: a)Preenchimento do sistema b) Arraçoamento c) procedimento de troca parcial de água.....                                                                               | 54 |
| Imagem 39 - a) Retirada dos alevinos da fazenda COOPERVALE b) Estocagem em sacos de transporte.....                                                                               | 55 |
| Imagem 40 - a) Transporte; b) Estocagem dos sacos com alevinos no sistema de engorda.....                                                                                         | 55 |
| Imagem 41: a) Aclimação b) Abertura dos sacos de transporte c) Soltura dos alevinos.....                                                                                          | 56 |
| Imagem 42 - a) Recepção; c) Pesagem do lote de Tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) para pós-processamento; c) Pesagem individual de exemplar de tilápia do Nilo..... | 56 |
| Imagem 43: a) Secagem dos peixes; b) Processo de filetagem e espalme.....                                                                                                         | 57 |
| Imagem 44 - a) Processo de espalme e filetagem b) Pesagem do produto.....                                                                                                         | 58 |
| Imagem 45 - a) Defumador; b) Processo de defumação; c) Pescado defumado.....                                                                                                      | 58 |
| Imagem 46 - Planilha de acompanhamento durante o cultivo.....                                                                                                                     | 60 |
| Imagem 47 - Parâmetros de qualidade da água acompanhados durante o cultivo.....                                                                                                   | 60 |
| Imagem 48 - Produção de hortaliças no Sistema de Aquaponia.....                                                                                                                   | 62 |

## LISTA DE APÊNDICES

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| APÊNDICE A - GRÁFICO HISTÓRICO PLUVIOMÉTRICO ITACURUBA-PE.....                         | 67 |
| APÊNDICE B - PLANILHA HISTÓRICO PLUVIOMÉTRICO ITACURUBA-PE.....                        | 68 |
| APÊNDICE C - PROTOCOLO DE MANEJO DO SISTEMA DE ENGORDA.....                            | 69 |
| APÊNDICE D - PROTOCOLO DE MANEJO DO SISTEMA DE AQUAPONIA.....                          | 72 |
| APÊNDICE E - PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS NO SISTEMA DE AQUAPONIA.....                       | 76 |
| APÊNDICE F - ESTIMATIVAS DE PEGADA HÍDRICA NOS SISTEMAS DE ENGORDA<br>E AQUAPONIA..... | 78 |
| APÊNDICE G - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA ACOMPANHADOS<br>DURANTE O CULTIVO.....    | 80 |
| APÊNDICE H - DESEMPENHO ZOOTÉCNICO.....                                                | 83 |

## SUMÁRIO

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                         | 16 |
| <b>2. LOCAL DO ESTÁGIO</b>                   | 18 |
| 2.1 - ITACURUBA                              | 18 |
| 2.2 - ALDEIA SERROTE DOS CAMPOS              | 19 |
| 2.3 - CENTRO CULTURAL BRASIL-ALEMANHA (CCBA) | 21 |
| 2.3 - SÍTIO FOLHA VERDE                      | 22 |
| <b>3. SISTEMA DE AQUAPONIA</b>               | 24 |
| 3.1 - DESCRIÇÃO DETALHADA DO SISTEMA         | 24 |
| <b>4. REATIVAÇÃO DO SISTEMA</b>              | 28 |
| 4.1 - REVITALIZAÇÃO DA ESTUFA                | 28 |
| 4.2 - REVITALIZAÇÃO DAS BANCADAS DE CULTIVO  | 29 |
| 4.3 - REVITALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO          | 31 |
| 4.4 - AJUSTES NO FILTRO BIOLÓGICO            | 34 |
| 4.5 - AJUSTES NO FILTRO DECANTADOR           | 37 |
| <b>5. ATIVAÇÃO DO SISTEMA</b>                | 39 |
| 5.1 - CICLAGEM DO SISTEMA                    | 39 |
| 5.2 - PREPARO DE MUDAS                       | 41 |
| 5.3 - TESTES DE FLUXO                        | 44 |
| 5.4 - POVOAMENTO                             | 45 |
| 5.5 - PLANTIO                                | 45 |
| 5.6 - MANEJO                                 | 47 |
| <b>6. PEGADA HÍDRICA</b>                     | 49 |
| 6.1 - DADOS METEOROLÓGICOS                   | 49 |
| 6.1.1 - Pluviometria                         | 49 |
| 6.1.2 - Evaporação                           | 50 |
| 6.2 - DADOS DE CULTIVO                       | 51 |
| 6.3 - CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA              | 51 |
| <b>7. ATIVIDADES COMPLEMENTARES</b>          | 53 |
| 7.1 - DEMANDAS OPERACIONAIS DO ESPAÇO        | 53 |
| 7.2 - AQUISIÇÃO DE ALEVINOS                  | 54 |

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| 7.3 - PÓS PROCESSAMENTO DE PESCADO.....    | 56        |
| <b>8. DESAFIOS ENCONTRADOS.....</b>        | <b>59</b> |
| <b>9. ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO.....</b>  | <b>59</b> |
| 9.1 - PLANILHAS DE ACOMPANHAMENTO.....     | 59        |
| 9.2 - DESEMPENHO ZOOTÉCNICO.....           | 61        |
| 9.3 - DESEMPENHO FITOTÉCNICO.....          | 61        |
| 9.1 - PROTOCOLOS DE MANEJO.....            | 62        |
| <b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>       | <b>62</b> |
| <b>11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b> | <b>64</b> |
| <b>12. APÊNDICES.....</b>                  | <b>67</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A piscicultura tem se consolidado como uma das principais atividades de produção de proteína animal no Brasil, desempenhando papel estratégico na segurança alimentar e no desenvolvimento socioeconômico regional. No estado de Pernambuco, essa atividade ganhou destaque com o cultivo intensivo da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), espécie exótica amplamente difundida em sistemas semi-intensivos e intensivos devido à sua rusticidade, bom desempenho zootécnico, tolerância a variações de qualidade de água e alta aceitação no mercado consumidor. Segundo dados do Anuário da Piscicultura (PEIXE BR, 2022), Pernambuco produziu aproximadamente 28,9 mil toneladas de tilápia em 2022, o que demonstra o avanço da aquicultura como vetor de desenvolvimento produtivo.

Apesar do crescimento do setor aquícola, sua expansão em regiões semiáridas, como o Sertão de Pernambuco, é limitada por fatores ambientais e estruturais, entre eles: escassez de água, alta evaporação, irregularidade pluviométrica, degradação do solo e limitações no acesso a tecnologias apropriadas. O município de Itacuruba, localizado no Sertão de Itaparica, apresenta média anual de precipitação inferior a 350 mm e temperaturas elevadas, o que acentua o déficit hídrico regional (APAC, 2020). As características do solo, predominantemente raso e de baixa fertilidade, somadas à vulnerabilidade socioeconômica da população, impõem barreiras à implementação de sistemas produtivos convencionais e sustentáveis de forma autônoma.

Nesse cenário, destaca-se a necessidade de adoção de tecnologias adaptadas ao semiárido e que garantam o uso eficiente dos recursos naturais. Entre essas alternativas está a aquaponia, um sistema de produção integrada que combina a piscicultura com a hidroponia, formando um ciclo simbiótico e fechado, no qual os resíduos metabólicos dos peixes são convertidos por bactérias nitrificantes em nutrientes assimiláveis pelas plantas. As raízes das plantas, por sua vez, auxiliam na filtragem da água, que retorna purificada para o cultivo dos peixes, promovendo a recirculação. Essa tecnologia se apresenta como uma estratégia produtiva viável para o semiárido por permitir economia hídrica superior a 90% em comparação com sistemas convencionais, eliminar o uso de fertilizantes sintéticos e possibilitar produção simultânea de proteína animal e hortaliças em espaços reduzidos (RAKOCY et al., 2006; EMBRAPA, 2017).



A relevância da aquaponia se intensifica diante dos desafios relacionados à insegurança alimentar e nutricional e ao êxodo rural, fenômenos presentes de maneira intensa nas comunidades tradicionais do interior nordestino. De acordo com o Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia (Rede PENSSAN, 2022), mais de 33 milhões de brasileiros convivem com a fome, sendo as populações indígenas, ribeirinhas e camponesas as mais afetadas. A perda da autonomia produtiva, o desmonte de políticas públicas voltadas à agricultura familiar e a dependência de alimentos processados oriundos de centros urbanos contribuem para a erosão das culturas alimentares e do modo de vida das populações tradicionais.

Ao lado disso, o êxodo rural tem contribuído para o esvaziamento das comunidades e o abandono das práticas produtivas ancestrais. A ausência de infraestrutura, acesso limitado à educação técnica, falta de acesso à terra e à água e escassez de oportunidades para a juventude no campo intensificam a migração para as cidades, onde novas vulnerabilidades sociais se acumulam (SANTOS, 2019; IBGE, 2023). Nesse contexto, experiências de tecnologias sociais sustentáveis, adaptadas à realidade local e construídas com base no protagonismo das comunidades, tornam-se ferramentas de resistência e permanência no território.

É nesse contexto que se insere o projeto idealizado pelo Centro Cultural Brasil-Alemanha (CCBA) para a Aldeia Indígena Pankará Serrote dos Campos, localizada no município de Itacuruba. O CCBA é uma organização da sociedade civil fundada em 1990 por ex-bolsistas da Alemanha, com forte atuação na área de educação ambiental, energias renováveis, tecnologias sociais e intercâmbio cultural. Em 2020, o CCBA propôs a construção de um sistema de aquaponia agroecológica na aldeia, como forma de promover educação ambiental, fortalecer a produção de alimentos e fomentar a soberania alimentar indígena por meio de práticas sustentáveis. Apesar da construção da estrutura física, o sistema permaneceu inativo por cerca de quatro anos.

A parceria entre CCBA e o laboratório de Aquaponia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) iniciou em novembro de 2024, quando representantes do CCBA visitaram o estande da UFRPE na Exposição de Animais no Parque de Exposições do Cordeiro, em Recife, e conheceram o projeto de extensão universitária em aquaponia. A partir desse encontro, iniciaram-se as conversas para revitalização do sistema de aquaponia e a possibilidade da elaboração do Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO) em Itacuruba.

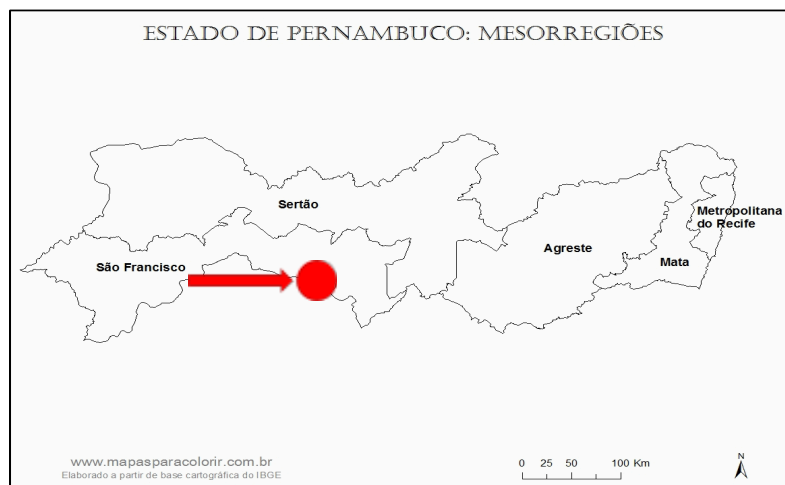
Este relatório técnico apresenta de forma detalhada todas as etapas do ESO, realizado em Itacuruba, incluindo o diagnóstico inicial da estrutura, as estratégias de revitalização, montagem, ciclagem, povoamento, cultivo, manejo, capacitação comunitária, controle da qualidade da água e resultados alcançados. O objetivo geral do trabalho foi implementar e acompanhar o funcionamento de um sistema de aquaponia agroecológica adaptado às condições do semiárido pernambucano, promovendo a soberania alimentar da Aldeia Pankará e o fortalecimento da produção de base comunitária por meio de tecnologias sustentáveis e socialmente apropriadas.

## **2. LOCAL DO ESTÁGIO**

### **2.1 - ITACURUBA**

Itacuruba é um município do estado de Pernambuco (Imagem 1), situado na região Nordeste do país, localizado na região do Sertão de Itaparica, a 437 km da capital do Estado, Recife. O nome “Itacuruba” provém do tupi antigo itakuruba, que significa “grão de pedra, seixo”, através da composição de itá (pedra) e kuruba (grão). Segundo o último censo realizado pelo IBGE, em 2022, possuía 4284 habitantes, porém, a população estimada para 2025 é de 4490. Possui um território total de 436.528 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 9,96 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE 2025). Segundo o IBGE (2025), apenas 23,44 % da população é empregada formalmente (1004 pessoas), e em maior parte a sua população é de origem indígena ou quilombola. Ainda segundo o IBGE, em 2010 o PIB per capita do município era de R\$7.624,86 totalizando uma proporção de pobres de 61,23%, atualmente, em 2025, o PIB per capita é de R\$14.220,22 .

**Imagem 1: Mapa do estado de Pernambuco com marcação em vermelho da localização do município de Itacuruba - PE.**



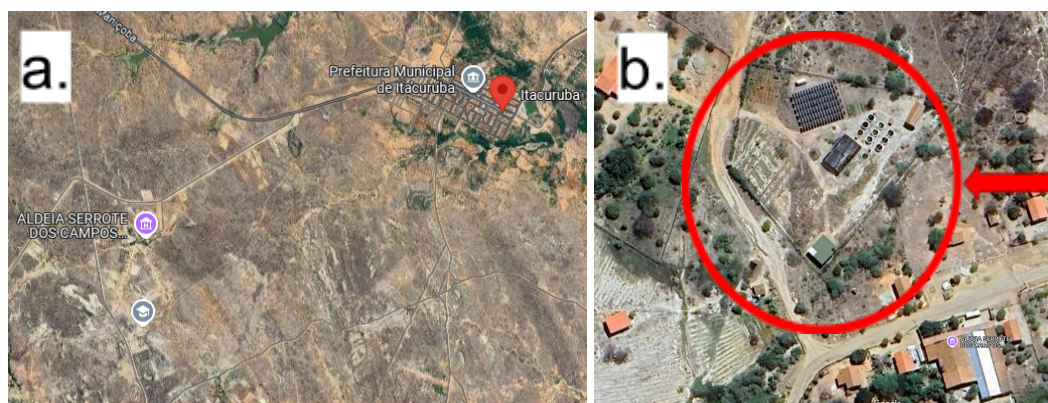
**Fonte: Google Maps**

O município está localizado às margens do Rio São Francisco, por se situar no Sertão pernambucano, apresenta clima predominante é semiárido com temperaturas médias entre 25-27 °C e média de índice pluviométrico nos últimos 30 anos de 584mm, porém, ao analisar-se os últimos 20 anos a média se dá em 320,23 mm (APAC) (Apêndice B). Além disso o município conta com o apoio do MPA e do Governo Federal e do Governo do Estado de Pernambuco para o desenvolvimento da produção de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*), segundo a Associação Brasileira de Piscicultura o estado produziu, em 2022, 28,9 mil toneladas do peixe (PEIXE BR, 2022), a região conta com análises econômicas de desenvolvimento realizadas pela Embrapa (2010-2011), além de estar incluída na “Rota da Tilápia” ação visa promover o turismo e economia de 17 municípios ao longo do lago da região de Itaparica produtores do pescado.

## 2.2- ALDEIA SERROTE DOS CAMPOS

A Aldeia Pankará Serrote dos Campos está localizada no município de Itacuruba, no Sertão de Itaparica, região semiárida do estado de Pernambuco . Trata-se de uma comunidade indígena pertencente ao povo Pankará, grupo étnico de matriz Tupi-Tronco Macro-Jê, que possui presença histórica no território entre o norte da Bahia e o oeste de Pernambuco. Os Pankará têm lutado, nas últimas décadas, pelo reconhecimento oficial de sua identidade étnica, suas práticas culturais e, sobretudo, pela demarcação de seu território tradicional.

**Imagem 2: a) Imagem de satélite da cidade de Itacuruba-PE; b) Aldeia Indígena Pankará Serrote dos Campos e o Sítio Folha Verde.**



**Fonte: Google Maps.**

A história da aldeia (Imagem 2) está diretamente ligada ao processo de remoção forçada vivido pela população local na década de 1980, durante a construção da Barragem de Itaparica, no Rio São Francisco. A inundação causada pelo lago da barragem desalojou centenas de famílias indígenas e ribeirinhas, fragmentando suas comunidades e rompendo laços socioterritoriais construídos há gerações. Muitos Pankarás foram deslocados compulsoriamente para áreas não reconhecidas oficialmente como território indígena, enfrentando condições precárias de moradia e acesso a políticas públicas básicas. A formação da Aldeia Serrote dos Campos resultou da rearticulação de parte desses grupos, que resistiram à desagregação cultural e passaram a reivindicar sua identidade originária, fundando a aldeia como espaço de reconexão com sua ancestralidade e com os modos de vida tradicionais.

Atualmente, a comunidade desenvolve diversas atividades de base agroecológica, como cultivo de hortaliças, extrativismo vegetal e práticas de autoconsumo, além de ações voltadas à educação, espiritualidade e preservação da memória coletiva. As famílias vivem em contexto de vulnerabilidade hídrica, em um ambiente marcado pela escassez de chuva, solos pouco férteis e acesso limitado à infraestrutura pública. Mesmo diante dessas adversidades, o povo Pankará tem fortalecido sua organização política e suas alianças institucionais, buscando autonomia, visibilidade e respeito aos seus direitos constitucionais.

Nos últimos anos, a comunidade passou a enfrentar uma nova ameaça em seu território: a possibilidade da instalação de uma usina nuclear em Itacuruba, proposta prevista no Plano Nacional de Energia e considerada prioritária por setores do governo federal (CIMI, 2021). A proposta tem gerado grande apreensão entre os povos indígenas, quilombolas,

ribeirinhos e agricultores familiares da região. A construção de um empreendimento dessa magnitude impactaria diretamente os modos de vida locais, o equilíbrio ambiental do bioma caatinga e o acesso ao rio São Francisco, afetando de forma irreversível a segurança, a saúde e a soberania das comunidades que dependem do território para sobreviver.

Para os Pankarás, a possível instalação da usina representa um novo ciclo de violação de direitos, com riscos reais de nova remoção forçada, contaminação radioativa, perda do território sagrado e ruptura dos processos de reterritorialização conquistados com tanto esforço. Em resposta a essa ameaça, a aldeia tem se mobilizado junto a organizações indígenas, movimentos socioambientais e universidades, reivindicando o direito à consulta prévia, livre e informada, conforme assegura a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) (CÉU-UFBA, 2020), da qual o Brasil é signatário.

Assim, a Aldeia Serrote dos Campos representa não apenas um território físico, mas um símbolo de resistência e reconstrução identitária. Ao implementar ações como a aquaponia agroecológica, em parceria com a universidade e organizações da sociedade civil, a comunidade reafirma sua capacidade de inovar sem abrir mão de suas raízes, promovendo soluções sustentáveis baseadas na valorização da cultura, da biodiversidade e do conhecimento tradicional.

### 2.3 - CENTRO CULTURAL BRASIL-ALEMANHA (CCBA)

O Centro Cultural Brasil-Alemanha (CCBA, 2025) atua, desde 1999, como uma organização não governamental reconhecida e apoiada pelo governo alemão. Ao longo de sua trajetória, o CCBA tem sido um importante articulador de projetos voltados ao fortalecimento da soberania alimentar, energias renováveis e tecnologias sociais em comunidades tradicionais do semiárido brasileiro.

Entre 2018 e 2020, a organização implementou um conjunto de ações integradas que combinavam sistemas de aquaponia, energia solar fotovoltaica e armazenamento de alimentos em diversas localidades, como Pesqueira, Brejo da Madre de Deus, Afogados da Ingazeira e Itacuruba, todas em Pernambuco. Essas experiências buscavam construir sítios produtivos autônomos, com a presença de tanques para criação de peixes, produção agrícola, energia solar e estruturas de refrigeração alimentadas por fontes sustentáveis, um modelo que viria a inspirar o projeto executado posteriormente na Aldeia Pankará Serrote dos Campos.

O vínculo entre o CCBA e a comunidade indígena Pankará se iniciou a partir de uma reunião interétnica de povos tradicionais em Itacuruba, onde representantes da comunidade, Jorge e Lucélia, relataram as dificuldades enfrentadas com o alto custo energético para manter o funcionamento da adutora de água, construída com esforço coletivo da própria aldeia. A Fundação Nacional do Índio (FUNAI) oferecia apoio técnico para o tratamento da água, mas a manutenção do sistema e o pagamento da energia elétrica recaíam integralmente sobre a comunidade.

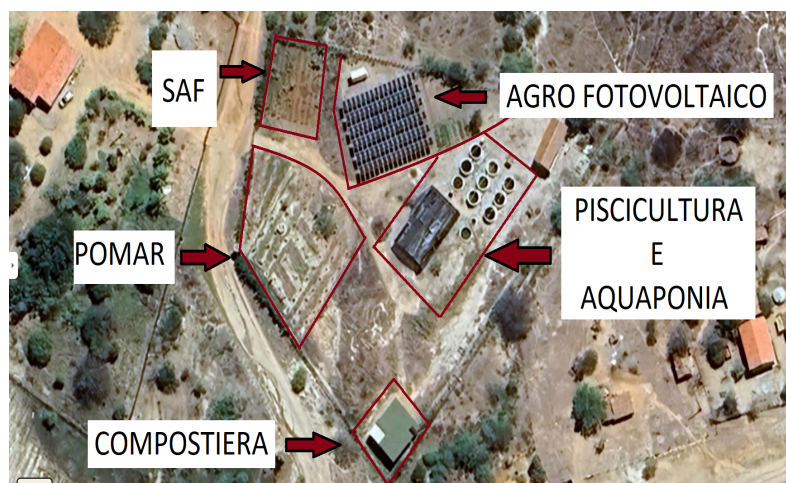
Diante desse desafio, o CCBA articulou parcerias com empresas privadas, como a Atmospha Energia, com o intuito de viabilizar a instalação de um sistema de geração de energia solar dentro do território indígena, associado a um espaço produtivo agroecológico comunitário. A partir dessa proposta, surgiu o projeto integrado que incluía: tanques para piscicultura, sistema agro-fotovoltaico, composteira, hortas e reuso de água.

Para viabilizar tecnicamente a implementação, o CCBA estabeleceu contato com estudantes, pesquisadores e profissionais voluntários com experiência em aquaponia, agroecologia, engenharia de pesca e extensão rural. Esse esforço colaborativo foi essencial para a concretização do projeto na aldeia, reforçando o papel do CCBA como ponte entre o conhecimento técnico-científico e os saberes tradicionais.

#### 2.4 - SÍTIO FOLHA VERDE

O Sítio Folha Verde é um espaço produtivo situado na aldeia indígena Pankará Serrote dos Campos o espaço surgiu por meio da ação do Centro Cultural Brasil-Alemanha (CCBA) junto à Aldeia Pankará que reafirma o uso da terra por meio das comunidades tradicionais. A propriedade de 6.858 m<sup>2</sup> possui 5 setores, o SAF, o pomar, a composteira, o sistema Agro Fotovoltaico e o respectivo sistema de piscicultura e aquaponia (Imagem 3).

**Imagem 3: Imagem de satélite do Sítio Folha Verde e seus respectivos setores.**



**Fonte: Google Maps.**

O sistema agroflorestal (SAF) é uma área de 258 m<sup>2</sup> que é destinado ao cultivo integrado de plantas e vegetais como: Umburana de cheiro, Manjerição, Alfavaca, Feijão Andú, Hortelã Graúda, Feijão Azuki. A irrigação é feita, majoritariamente, por fitas de gotejamento, e por irrigação via bombeamento, utilizando uma bomba de 1,5 cv auto aspirante, que possibilita a utilização da água do rejeito da produção piscícola para fertirrigação.

O pomar é outro setor de 528 m<sup>2</sup> que é destinado ao plantio de árvores frutíferas, como acerola, caju e banana. O setor possui sistema de irrigação de fitas, e assim como a SAF, possui um sistema de irrigação via bombeamento, utilizando uma bomba de 1,5 cv auto aspirante, que possibilita a utilização da água do rejeito da produção piscícola para fertirrigação.

A composteira é o setor destinado a produção de bio chorume, a partir do processo de compostagem, que é realizado com os resíduos orgânicos do projeto, assim como, é destinado, também, a produção de fibra e pó de coco, além de, produção de substrato de plantio orgânico. O aporte de resíduos são provenientes dos restos de poda e capinagem do terreno, casca de coco, um problema, do ponto de vista residual na área, devido às grandes monoculturas de coco na região, e dejetos dos tanques de engorda e aquaponia.

O sistema Agro Fotovoltaico é um setor destinado a produção de energia limpa, onde as placas solares são posicionadas a uma altura de 2,1 m do chão, o que promove um

sombreamento da área abaixo das placas, que é destinada a cultivo de vegetais diversos como feijão, morango, melão, pimenta e pimentão.

O sistema de piscicultura e de aquaponia compreendem o quinto setor da propriedade, onde seis tanques de 10 mil litros são destinados à engorda de alevinos e juvenis de Tilápia do Nilo em um sistema estático com aeração, onde são realizadas trocas parciais de águas de <20% ao dia prática que justifica devido à escassez hídrica da região assim como falta de estrutura para um abastecimento de qualidade e que suprisse a demanda de água local. A água do rejeito do sistema de engorda é destinada a um reservatório de 5 mil litros, onde é ligada uma bomba de 1,5 cv que quando acionada promove a fertirrigação para o SAF e para o pomar.

E, por fim, o sistema de aquaponia, sua estrutura conta com dois tanques de 10 mil litros, um filtro decantador de 7 mil litros e um filtro biológico de mil litros, uma estufa de 12x8 m e um reservatório de 2 mil litros (descrito no item 3).

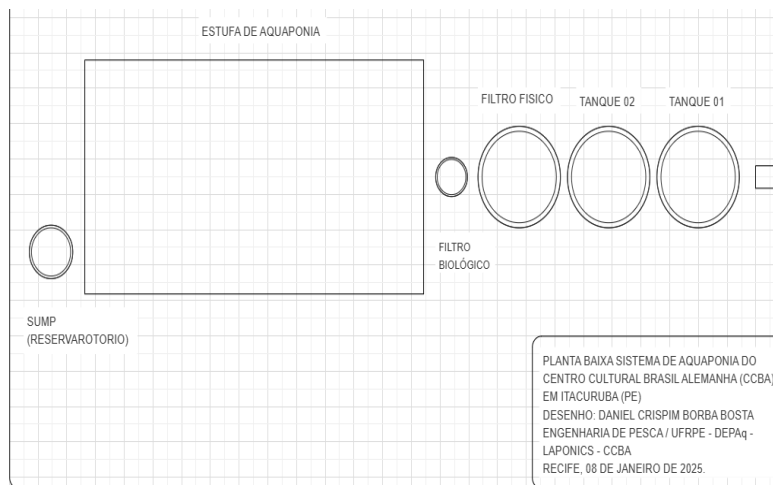
### **3. SISTEMA DE AQUAPONIA**

#### **3.1 - DESCRIÇÃO DETALHADA DO SISTEMA DE AQUAPONIA**

O sistema (Imagem 4), conta com aeração feita por mangueira porosa e um soprador, com dois tanques circulares de 10 mil litros, dividindo a mesma tubulação de saída, de forma que, por gravidade a água contida nos tanques escoam para uma bacia decantadora, que, por sua vez, será direcionada para um filtro biológico, que terá uma bomba submersa.



**Imagem 4: Planta baixa do sistema de aquaponia do CCBA-Itacuruba (PE).**



**Fonte: Autor (2025).**

A bomba abasteceria o sistema de hidroponia, com pulsos de 15 min, e a água que flui no sistema de NFT será recolhida, por gravidade, em uma caixa de 2 mil litros (Imagem 5) com uma bomba submersa que retornará a água para os tanques.

Apesar do formato cilindro-cônico o fluxo de água dentro dos tanques de cultivo se dá de uma forma perpendicular à parede do tanque (Imagem 5), o que diminui a eficiência do movimento de vortex desejado para que os sólidos em suspensão decantem para o centro do tanque de cultivo.

**Imagem 5: Sistema de aquaponia, tanques e estufa do sistema.**



**Fonte: Autor (2025).**

O sistema de drenagem é feito por um cano de 100mm, que encontra-se sem uma devida proteção que impeça a passagem dos peixes para os tanques de filtragem. Assim como nos tanques de cultivo, o filtro decantador (Imagem 6) recebe a água drenada dos tanques por uma tubulação com saída perpendicular à parede do tanque.

**Imagem 6: Filtro decantador do sistema de aquaponia CCBA-Itacuruba (PE).**



**Fonte: Autor (2025).**

O filtro biológico (Imagem 7), não possuía mídia biológica para a colonização das bactérias nitrificantes, as quais são responsáveis pela ciclagem da amônia excretada pelos peixes em nitrato, que por sua vez, é uma forma assimilável pelas plantas que serão cultivadas na estufa. Além disso, uma cobertura no filtro, que reduzisse ou cessasse a incidência solar, pode promover um ganho na colonização de bactérias nitrificantes, tendo em vista que tais organismos são fotossensíveis.

As canaletas de cultivo (NFT), por sua vez, são muito flexíveis, possibilitando irregularidades na declividade desejada (Imagem 8), podendo gerar bolsões de água onde o fluxo poderia ser diminuído, ou até mesmo interrompido, podendo vir levar a uma perda de água do sistema. Além disso, a declividade das canaletas é um ponto que necessita de uma atenção maior, tendo em vista que, a declividade recomendada para cultivos em regime de NFT é de 8-10%.

**Imagem 7: Filtro biológico do sistema de aquaponia CCBA-Itacuruba (PE).**



**Fonte: Autor (2025).**

A aquaponia acoplada é um sistema de produção integrado de peixes e plantas, onde a água de cultivo dos peixes está em constante circulação na zona de cultivo vegetal, é um sistema mais simples, porém, desafiador, no sentido de se conseguir manter os parâmetros de água na qualidade ideal tanto para os peixes quanto para as plantas. O sistema do espaço, apesar de haver a necessidade de ativação de duas bombas, é um sistema projetado e idealizado para funcionar na modalidade acoplada.

**Imagem 8: Espaço interno da estufa de aquaponia CCBA-Itacuruba (PE) com canaletas de NFT.**



**Fonte: Autor (2025).**

## 4. REVITALIZAÇÃO DO SISTEMA

### 4.1 - REVITALIZAÇÃO DA ESTUFA

Devido à forte incidência de ventos, os sombrites que revestiam a estrutura da estufa se romperam, sendo necessária a reposição e o devido ajuste na estrutura para que não ocorresse esse problema novamente. Pensando nisso, foram instaladas estacas de madeira na posição vertical, para a realização da instalação foi necessário parafusar as estacas a estruturas, utilizando um parafuso 3mm x 25mm por estaca preso por uma porca e uma arruela de pressão (Imagem 9).

**Imagem 9: a) Processo de revitalização das colunas da estufa; b) Fixação dos arames nas colunas da madeira.**



**Fonte: Autor (2025).**

Após o procedimento, a ação seguinte foi entre laçar um arame entre as estacas de madeira, de modo que ficasse esticado e se prolongasse de um canto a outro da estrutura, sendo o ponto de início da amarração a coluna lateral até a coluna oposta da mesma face da estufa. Foram utilizados 3 pedaços para serem fixados nas colunas e pedaços de 10cm de arame 0,5mm para fixar o arame de 2mm nas estacas de madeira (Imagem 9).

Na segunda fase dos procedimentos, seria necessário transpassar arames de 2mm no teto da estrutura. A forma que o arame foi alocado se situava entre duas vigas metálicas da estrutura, nesse espaço seriam transpassados dois fios de arame, que foram amarrados. Após os procedimentos, se fez possível a instalação da tela de sombreamento para revestir a estufa. Devido a magnitude da tarefa foi articulado um mutirão com os moradores da aldeia, para a



aplicação e costura das telas, ao final da ação a estufa estava pronta para operação novamente (Imagem 10).

**Imagem 10: Parte externa da estufa.**



**Fonte: Autor (2025).**

#### 4.2 - REVITALIZAÇÃO DAS BANCADAS DE CULTIVO

Após a aplicação do novo sombrite na estufa, tornou-se viável a revitalização do sistema NFT da aquaponia, que havia sido desmontado para os procedimentos realizados para reformar a estufa. O sistema contava com 5 bancadas sendo 4 destinadas a finalização e 1 para o desenvolvimento de mudas e/ou micro-verdes. Cada bancada conta com 7 canaletas de cultivo e uma canaleta de coleta posicionada na parte terminal das canaletas de cultivo (Imagem 11).

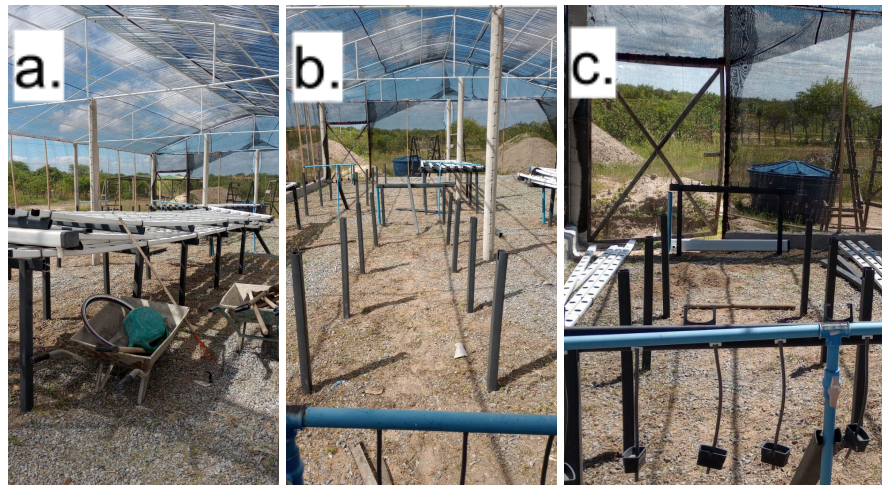
**Imagem 11: Processo de revitalização das canaletas de cultivo.**



**Fonte: Autor (2025).**

Para a reativação do sistema NFT foi preciso realocar 8 estacas de fixação da bancada de cultivo de finalização de mudas. Para tal atividade foi utilizada uma picareta, uma enxada e uma pá. O espaçamento utilizado entre as estacas foi de 1 m e com profundidade variável, dependendo do posicionamento da mesma na bancada, sempre respeitando a inclinação de 8%. Após a fixação das estacas, e apoios horizontais, foi possível reposicionar as canaletas de cultivo nas bancadas (Imagem 12).

**Imagem 12: a) Procedimento de revitalização das bancadas de cultivo; b) Início do posicionamento dos cavaletes; c) Posicionamento das canaletas.**

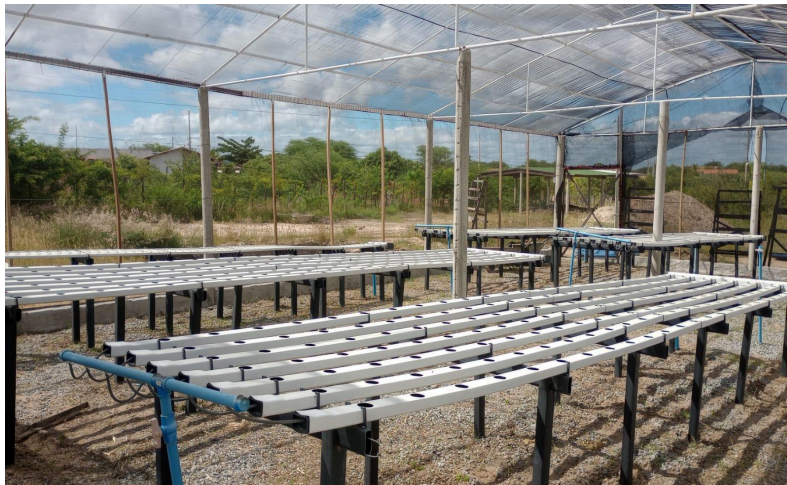


**Fonte: Autor (2025).**

As canaletas foram distribuídas, respeitando um espaçamento de 15 cm entre cada, para garantir o espaçamento adequado, foram utilizadas presilhas de poliuretano para a fixação parcial das canaletas. Após o reposicionamento das canaletas de cultivo foi realizada a colocação da canaleta de coleta de forma que a drenagem se conectasse à tubulação de coleta que é responsável por drenar a água até o reservatório do sistema.

Ao final, todas as bancadas já estavam posicionadas, niveladas e conectadas à rede de abastecimento e drenagem. Foram realizados três testes de fluxo com duração de 15 minutos cada, para certificar que o trânsito da água se daria de forma adequada dentro das canaletas de cultivo. Após os testes, não foi observado nenhum desnível irregular, que acarretasse em uma diminuição da velocidade da água, nas canaletas de cultivo e de coleta, assim como, problemas de vazamentos. Após o restauro e alocação das bancadas do sistema NFT (Imagem 13) da aquaponia foi possível dirigir os esforços a alocação da caixa d'água de 2000L que servirá de reservatório.

**Imagem 13: Canaletas de cultivo ao fim do processo de revitalização.**



**Fonte: Autor (2025).**

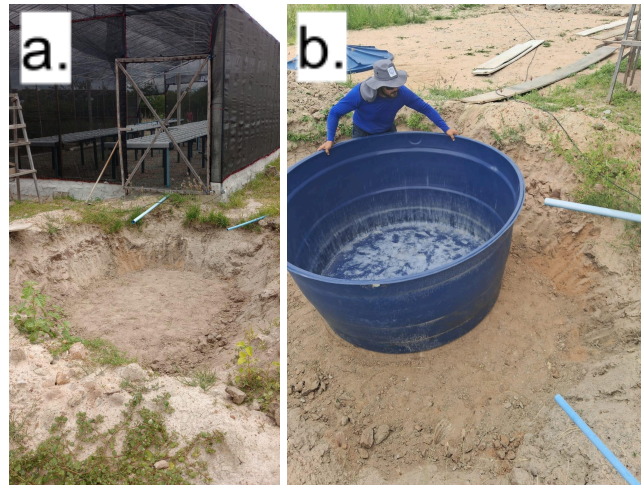
#### **4.3 - REVITALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO**

Como primeiro passo foi preciso redimensionar o buraco em que seria comportada a caixa d'água. O buraco inicial foi escavado com muita proximidade da porta de saída da estufa; com isso, com a alocação da caixa com a sua respectiva tampa impediria da porta ser totalmente aberta, além de dificultar o tráfego de pessoas no local, com isso foi utilizado o material para corrigir a posição do buraco no terreno.

Feito as devidas correções ao posicionamento do buraco, foi feito um ensaio do local em que seria posicionada a caixa, durante o processo, foi constatada a necessidade de se estender a tubulação para que fosse conectado ao reservatório. Além disso, observou-se a necessidade de peneirar a areia que cobriria o fundo do buraco, para evitar que houvesse algo que pudesse comprometer a estrutura da caixa d'água. Foram peneirados dois carros de mãos de areia, que foram espalhados, após este procedimento o buraco foi molhado para a compactação do solo (Imagem 14).



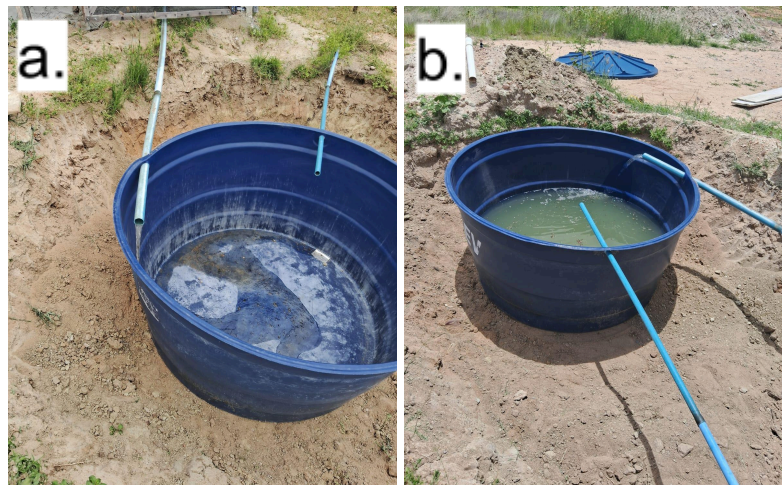
**Imagem 14: a) Buraco nivelado; b) Acomodação do reservatório .**



**Fonte: Autor (2025).**

Com o buraco, destinado a conter a caixa d'água, seco, e a tubulação devidamente adicionada, foi possível dar continuidade a tarefa de posicionamento do reservatório. Foi posicionada a caixa de forma que as tubulações de coleta e retorno pudessem transpor os furos feitos na caixa para receber tais tubulações. Com isso notou-se uma necessidade de se colocar um joelho de 45° ou fazer uma leve dobra na tubulação de coleta (tubo PVC 50mm).

**Imagem 15: a) Preenchimento do reservatório; b) Teste de fluxo.**



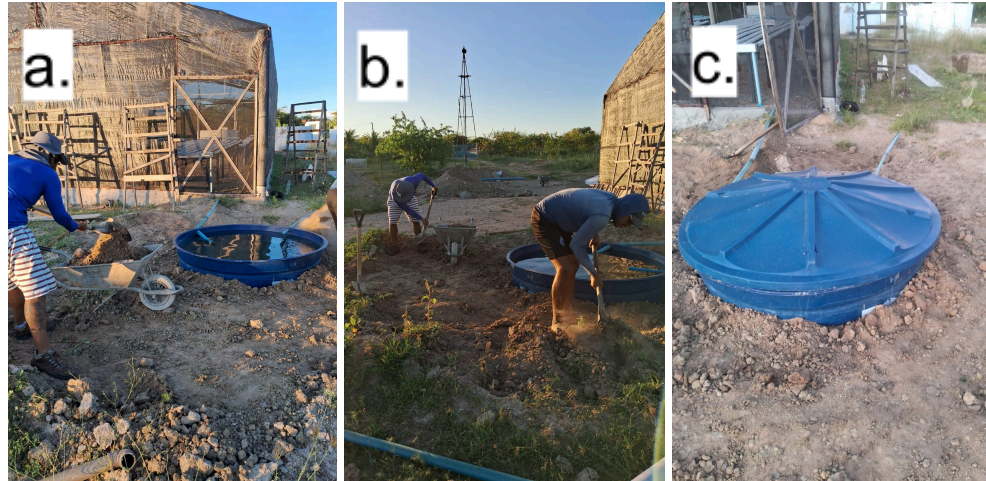
**Fonte: Autor (2025).**

Finalizado o processo de posicionar a caixa com a respectiva tubulação, foi realizado um teste de fluxo (Imagem 15), com a finalidade de encher o reservatório, para assim poder preencher o restante da vala com areia, sem que causasse uma deformação nas paredes da caixa, prejudicando sua integridade estrutural. Com essa ação foi possível instalar a bomba no



filtro biológico e observar o sistema com o fluxo funcionando, além disso foi possível identificar alguns vazamentos na junção da parte terminal de algumas canaletas de coleta, que foram imediatamente solucionados corrigindo o encaixe das peças.

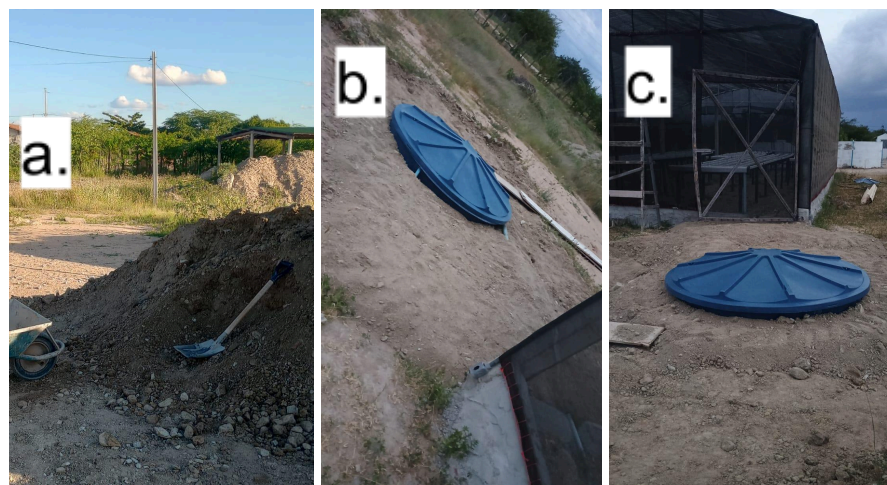
**Imagem 16: a) Procedimento de nivelamento; b) Cobertura do buraco; c) Procedimento finalizado.**



**Fonte: Autor (2025).**

Com o intuito de finalizar o recobrimento das tubulações do sistema, assim como terraplanar corrigindo o desnível entre a saída da estufa e o chão, a área foi recoberta e molhada para aumentar o grau de compactação do solo e posteriormente, quando seco, passar pelo processo de terraplanagem. Ao ser preenchido com água, uma parte da área próximo a caixa cedeu causando alguns desníveis no terreno, por isso foi preciso preencher com mais terra novamente e repetir o processo até que o nível adequado fosse alcançado (Imagem 17).

**Imagem 17: a) Ferramentas; b) Procedimentos de nivelamento e terraplanagem; c) Finalização**



**Fonte: Autor (2025).**

Ao atingir a compactação ideal, foram necessários pequenos ajustes para corrigir o desnível da saída da estufa em relação ao terreno. Após o procedimento, toda terra havia sido compactada, podendo receber uma última camada de terra peneirada, para a posterior terraplanagem. Foi feito um revolvimento da terra adicional que, posteriormente, foi peneirada e distribuída. Por fim, foi possível realizar o processo de terraplanagem. Onde concluiu-se junto ao nivelamento da saída da estufa com o terreno (Imagem 17). Por fim, promoveu-se mais um teste de fluxo, para analisar a variação do nível da água no filtro biológico, em diferentes vazões para compreender, com mais propriedade, o funcionamento do sistema.

### 3.4 - AJUSTES DO FILTRO BIOLÓGICO

Devido aos aspectos fisiológicos das bactérias nitrificantes, do gênero *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*, que colonizam o biofiltro foi necessária a construção de uma cobertura provisória para o filtro biológico, tendo em vista que, as bactérias nitrificantes que colonizam o biofiltro são fotossensíveis. A cobertura ficou com o formato circular com 1,5m de diâmetro, e foi apoiada no topo do filtro biológico, para a cobertura do filtro biológico foi utilizada uma peça de sombrite antigo que foi dobrada ao meio e envolvida com um arame, para a fixação do sombrite ao arame utilizou-se linha e agulha para pontuar toda a borda da cobertura envolvendo o arame em uma dobra do sombrite. (Imagem 18).

**Imagem 18: a) Confeção da cobertura; b) Acomodação da cobertura para o filtro biológico.**



**Fonte: Autor (2025).**

Após a devida acomodação da cobertura do filtro biológico, os esforços foram destinados à produção de mídias biológicas, devido aos valores praticados pelo mercado pelas

mídias biológicas comerciais, e a baixa disponibilidade de fornecedores de insumos de objetos que possam ser utilizados como tal. A produção foi realizada utilizando peças de sombrites, que haviam sobrado da antiga cobertura da estufa da aquaponia.

**Imagem 19: a) Tela de sombreamento dobrada; b) Enrolamento da tela de sombreamento; c) Amarração da tela para manutenção do formato.**

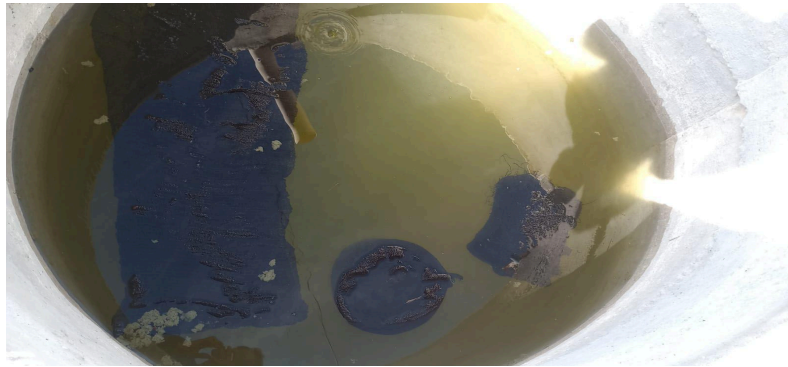


**Fonte: Autor (2025).**

Cada peça de sombrite foi estendida sobre o chão e recortadas de forma que ficassem retangulares, ou quadradas. Ao finalizar os recortes, as peças foram dobradas longitudinalmente de forma que a largura não ultrapasse 40 cm. Em seguida, dobram-se em formato circular, e para garantir que o formato se mantivesse, costuraram-se as bordas laterais e a borda do final da dobra. Para a costura foi utilizada uma agulha de 10 cm de alumínio, uma linha multifilamento na cor preta, realizaram-se dois pontos de costura um consistia em prender a porção terminal da dobra ao rolo de sombrite, a segunda costura foi realizada transpassando das camadas externas até as camadas internas do rolo de sombrite, possibilitando que o formato circular se mantivesse (Imagem 19).



**Imagem 20: Mídias biológicas confeccionadas com sombrite.**



**Fonte: Autor (2025).**

Ao confeccionar 10 mídias alternativas, foi dada a fase de teste de flutuabilidade das mesmas. Ao depositá-las sobre a água, as mídias apresentaram uma certa flutuabilidade, por cerca de 48h, após esse período ocorreu uma afundamento das mesmas; então foi amarrado aos rolos do sombrite, garrafas pet para promover a flutuabilidade ideal, mesmo com a colonização e com o fluxo da cascata que alimenta o filtro biológico (Imagem 20).

Como ação adicional, para promover uma maior eficiência do filtro biológico, foi adicionado um ponto de aeração, tendo em vista que as bactérias nitrificantes são bactérias aeróbias, logo promover aeração dentro do filtro biológico além de possibilitar uma colonização eficiente, auxilia no processo de nitrificação (Imagem 21).

**Imagem 21: a) Escavação para posicionamento da tubulação; b) Tubulação posicionada; c) Mangueira porosa confeccionada para o posicionamento.**

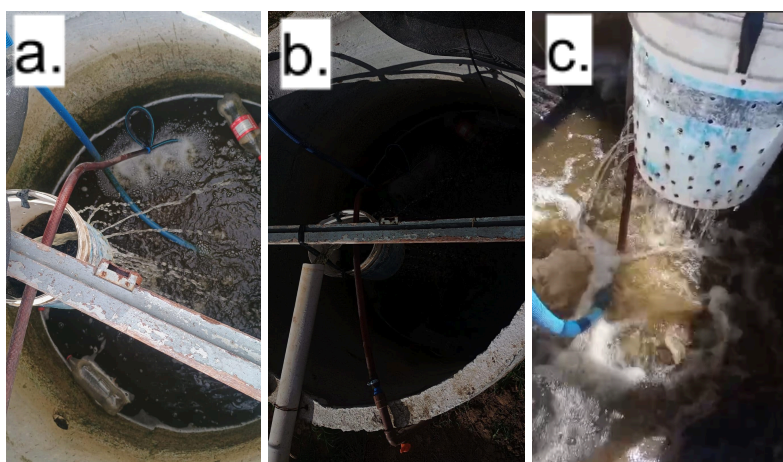


**Fonte: Autor (2025).**

A ação foi realizada estendendo a tubulação da aeração para a região lateral do filtro biológico, a tubulação de 50mm, foi escavada contornando o filtro decantador do sistema. Foi

necessária a utilização de enxadas e picaretas, assim como 2 varas de cano de 50mm e um joelho de 45° para a tubulação. Na extremidade foi conectado um redutor 50mm/20mm, um registro de 20mm e uma mangueira de 1,2m de comprimento. Na porção terminal da mangueira, foi encaixada uma mangueira porosa em formato de trevo (Imagem 22).

**Imagem 22: a) Ajuste de posicionamento da mangueira aeradora; b) Ajuste do nível do filtro biológico; c) Aeração em pleno funcionamento.**

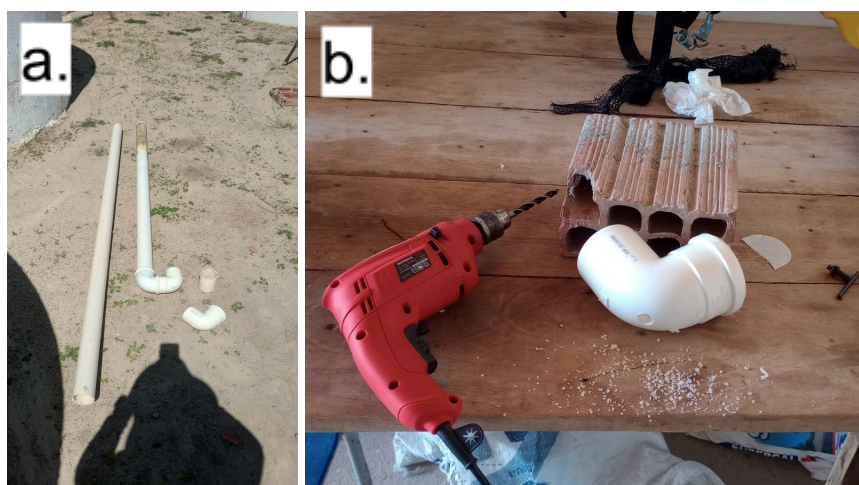


**Fonte: Autor (2025).**

### 3.5 - AJUSTES NO FILTRO DECANTADOR

Para promover eficiência na decantação das partículas sólidas em suspensão na água do cultivo em recirculação, o fluxo de entrada de água no filtro foi ajustado. O cano que é interligado aos tanques, é responsável pelo nivelamento da água nos tanques. Este possui a saída de alimentação do filtro decantador posicionado na porção superior, criando um efeito cascata, que suspende os sólidos no interior da estrutura e gera um fluxo desordenado.

**Imagem 23: a) Tubulação decantador; b) Joelho 90° perfurado para evitar efeito sifão.**



**Fonte: Autor (2025).**

Assim, o cano recebeu a adição de um joelho perfurado para evitar o que ocorresse um efeito sifão, dos tanques para o filtro decantador, e uma vara de cano de 75mm de 1,8m de comprimento com um joelho acoplado na porção terminal (Imagem 23). O joelho posicionado ao final da barra de cano, tem como intuito direcionar a água de um modo tal que com o fluxo contínuo, a entrada de água promoveria um movimento de vortex no interior do filtro decantado, aumentando a eficiência na sedimentação das partículas sólidas em suspensão advinda dos tanques de cultivo (Imagem 24).

**Imagem 24: Ajuste finalizado no filtro decantador.**



**Fonte: Autor (2025).**

Para evitar a deposição excessiva de matéria orgânica, dentro do filtro biológico, foi adicionada uma estrutura provisória para sustentar um balde de 20L perfurado preenchido com uma peça de sombrite que sobrou da antiga cobertura da estufa, o aparato foi confeccionado, utilizando uma furadeira com uma broca de 8mm perfurou-se as paredes laterais assim como a parede inferior do balde, possibilitando o trânsito da água, sem impedimento do fluxo, e o sombrite serve como filtro. O aparato foi confeccionado tendo como referência o sistema da Embrapa (CARNEIRO et. al. 2015), em que se utiliza um balde preenchido com manta acrílica para reter as partículas sólidas em suspensão que transpassam o filtro decantador (Imagem 25).



**Imagem 25: Aparato de filtragem confeccionado.**



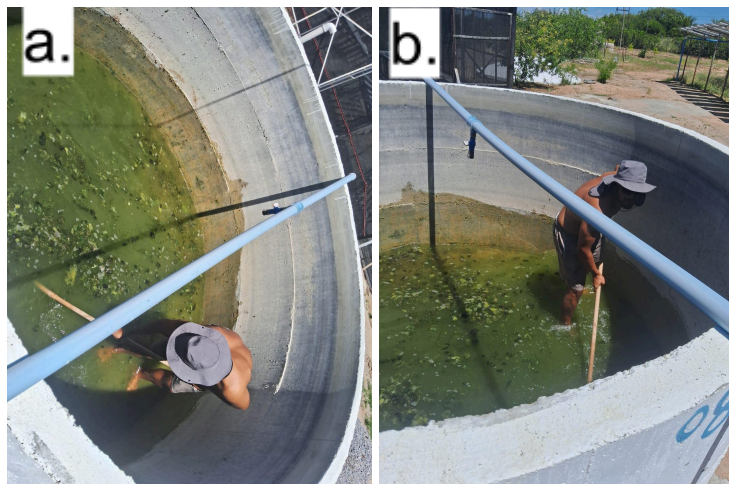
**Fonte: Autor (2025).**

## **5. ATIVAÇÃO DO SISTEMA**

### **5.1 - CICLAGEM**

Encerradas as atividades desenvolvidas para a revitalização da aquaponia, o sistema se encontrava apto para promover o fluxo da água e a maturação do biofiltro. Para possibilitar a colonização das bactérias nitrificantes, nas mídias biológicas confeccionadas previamente, fazer-se-ia necessário promover uma ciclagem.

**Imagem 26: a) Retirada de perifiton aderido ao fundo do tanque; b) Descarte da água contida no tanque de cultivo.**



**Fonte: Autor (2025).**

Porém pelo tempo que a água que estava estocada nos tanques, sem a devida renovação, promoveu-se um afloramento de fitoplâncton e perifiton. O cúmulo foi limpo com vassourão sendo esfregado nas paredes internas dos tanques, em seguida a água foi descartada. Porém a matéria orgânica foi destinada a compostagem para posteriormente, ser

utilizada na fabricação de substrato de plantio para as germinações de sementes e povoamento da estufa do sistema (Imagem 26).

**Imagem 27: Ciclagem do sistema.**



**Fonte: Autor (2025).**

A ciclagem foi realizada apenas com uma bomba, modelo Hsbao 9000L/h, instalada no filtro biológico, promovendo um fluxo da água diretamente para o tanque 08 do sistema, possibilitando assim, um fluxo constante da água do tanque de cultivo para o filtro decantado e, por sua vez, para o filtro que se encontrava a bomba submersa. A conexão foi realizada por meio de uma mangueira de irrigação de 32mm e 5m de comprimento (Imagem 27).

Após atestar o fluxo d'água, foi estipulado ser adicionado cerca de 60L de água do rejeito dos tanques de engorda, todos os dias, com o intuito de promover um incremento de nitrogênio para a colonização do sistema de aquaponia. O sistema se manteve assim durante 22 dias, onde por meio de teste colorimétrico Labcon de nitrato, pudesse observar a presença do composto na água do sistema, o que indica êxito na colonização do biofiltro, por meio das bactérias nitrificantes (Imagem 28).



**Imagem 28: Processo de fluxo adaptado para ciclagem.**



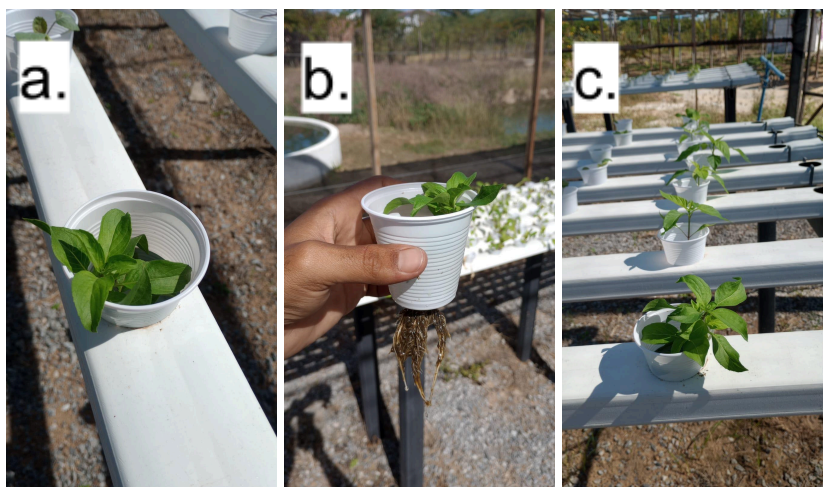
**Fonte: Autor (2025).**

## **5.2 - PREPARO DE MUDAS**

O preparo de mudas para abastecer a estufa da aquaponia é uma etapa necessária para a ativação do sistema de aquaponia. A forma de plantio, germinação ou estacaria, define o manejo. No caso das espécies selecionadas para o cultivo, foram as seguintes: coentro, cebolinha, alface americana, rúcula, salsa, couve manteiga e manjeriço. Dentre estas, apenas o manjeriço foi adicionado às canaletas de cultivo por meio de estacaria; as demais espécies foram cultivadas desde a semente em bandejas de germinação até atingirem um tamanho razoável para a devida transferência ao sistema de cultivo aquapônico.

Para o preparo das mudas do Manjeriço foram retirados 5 ramos do vegetal, que está plantado no SAF do Sítio Folha Verde. Após a retirada com uma tesoura de poda, utilizou-se uma faca para remover a camada superficial dos talos dos ramos. Após o procedimento, as mudas eram acomodadas em copos para o plantio direto nas canaletas de finalização do sistema, onde, em uma semana, era visível o início do desenvolvimento do sistema radicular, e em duas semanas, o sistema radicular já estava consolidado e as mudas apresentavam crescimento. A partir das mudas plantadas foram feitas novas estacarias para preencher o sistema. Ao todo foram 25 mudas e foram colhidos 10 pés de manjeriço (Imagem 29).

**Imagem 29: a) Muda de manjeriço recém transplantada; b) Desenvolvimento radicular do manjeriço; c) Desenvolvimento com 2 semanas de transplantado.**

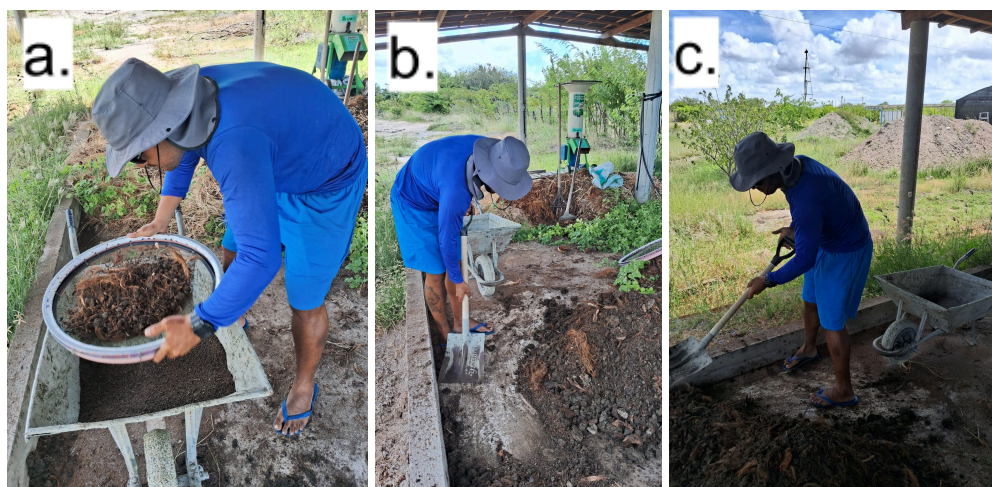


**Fonte: Autor (2025).**

Já o preparo das mudas de coentro, cebolinha, alface americana, rúcula, salsa e couve manteiga foram realizadas a partir da germinação de sementes adquiridas. Para que fosse possível realizar o plantio destas nas bandejas de germinação, era necessária a produção de substrato. Com isso, foi realizada uma limpeza no filtro decantador do sistema de engorda e a matéria orgânica foi separada da composteira do projeto, além desta, a matéria orgânica proveniente da limpeza do sistema de aquaponia, realizada para possibilitar o início da ciclagem, foi, também, adicionada à mistura. Após 4 dias de secagem ao sol, sendo revolvida duas vezes ao dia, a matéria estava, enfim, sem excesso de umidade, possibilitando o peneiramento.

Passado o processo de secagem, a matéria foi misturada com pó de coco advindo do sistema de compostagem, onde era peneirado por cima da matéria orgânica seca; ao final do procedimento, a mistura foi revolvida com uma pá, e peneirada novamente em um carro de mão, onde, por fim, obteve-se o substrato para plantio das sementes (Imagem 30).

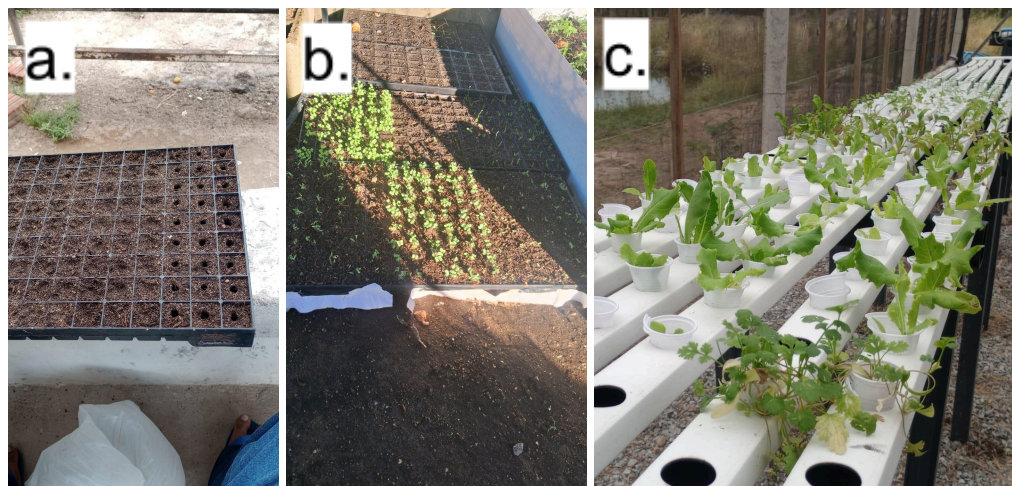
**Imagem 30: a) Processo de refinamento da matéria orgânica; b) Revolvimento da matéria seca; c) homogeneização da mistura para refinamento.**



**Fonte: Autor (2025).**

Passado o processo de preparo do substrato, realizaram-se as germinações. Para isso, utilizaram-se bandejas de germinação de 162 células onde foram preenchidas com o substrato produzido, foram feitos orifícios de aproximadamente 2-3 cm de profundidade para a deposição das sementes. O protocolo de germinação adotado foi de plantio semanal, porém, para iniciar com o primeiro plantio nas canaletas, foram preparadas 2 bandejas de germinação com 54 células para cada cultura, mencionadas anteriormente, que necessitavam passar pelo processo de germinação. As bandejas foram acomodadas na composteira do projeto, onde recebiam irrigação intermitente durante o dia, durante três semanas possibilitando o plantio nas canaletas de cultivo do sistema de aquaponia. Durante o tempo do estágio foram plantadas 5 bandejas de germinação que resultaram em células de hortaliças sendo: 134 de coentro, 74 de cebolinha, 83 de alface americana, 103 de rúcula, 49 de salsa e 137 de couve manteiga (Imagem 31).

**Imagem 31: a) Plantio de sementes em bandeja de germinação; b) Pós germinação nas bandejas; c) Transplântio para canaletas berçário.**



**Fonte: Autor (2025).**

### 5.3 - TESTES DE FLUXO

Passado o tempo necessário para a ciclagem do sistema ser concluída com êxito, foi possível iniciar o fluxo por completo no sistema. A ativação do fluxo completo deu-se a partir da instalação de 2 bombas do modelo Ocean Tech 20.000 L/h 220V, instaladas no filtro biológico, cuja a função era abastecer o sistema de canaletas de cultivo da estufa; e no reservatório do sistema de aquaponia, na qual transferia a água do reservatório novamente para os tanques de cultivo.

A linha de bombas submersas da Ocean Tech possuem controladores de fluxo eletrônicos, o que possibilita ajustar a vazão das duas bombas conforme haja mudança de nível onde se encontram, no caso, biofiltro e reservatório do sistema.

Conforme o nível de água do filtro biológico se deslocava o fluxo do controlador era ajustado de uma forma tal, que o nível do reservatório permanecesse inalterado, com a bomba que se encontrava no sump trabalhando na potência máxima. Foram necessários 2 dias com o sistema rodando para certificar que o fluxo encontrava-se ajustado da maneira correta; por fim, os níveis adotados no controlador de fluxo digital nas bombas instaladas no biofiltro e reservatório foram, respectivamente, nível 10 (nível máximo, vazão 20.000 L/h) e nível 5 (nível intermediário, vazão 10.000 L/h).



#### 5.4 - POVOAMENTO

O ajuste de fluxo ideal para a manutenção do nível ideal de coluna d'água em todos os componentes do sistema, possibilitou a devida ativação do sistema, preenchendo-o com peixes e plantas.

Assim foi programado o povoamento do sistemas com a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a escolha da espécie deu-se pelo fato de haver todo um pacote tecnológico e elos da cadeia produtiva desenvolvidos na região direcionadas para a espécie. Além disso, o sistema de engorda possuía exemplares estocados no tanque 06 do sistema, um total de 700 peixes de peso médio de 310g. Estes indivíduos foram utilizados para o povoamento do sistema de aquaponia.

Como não se havia noção da quantidade prévia de peixes estocados no tanque de engorda, o procedimento de povoamento foi acompanhado por uma contagem total do lote de peixes, assim como uma biometria parcial para nortear dados como adensamento, biomassa total, crescimento, Fator de Conversão Alimentar (FCA), cálculo de ração e adequar o manejo de qualidade de água de acordo com a fase do cultivo.

#### 5.5 - PLANTIO

O plantio nas canaletas de cultivo do sistema foi realizado das seguintes maneiras: Plantio direto, no caso das mudas de Manjerição onde a produção de mudas se dava no próprio sistema via estacaria; Plantio indireto, onde as sementes foram germinadas previamente em bandejas para então, posteriormente, virem a ser povoadas no sistema, caso das mudas de coentro, cebolinha, alface americana, rúcula, salsa e couve manteiga (Imagem 30).

No plantio direto, os ramos do vegetal eram introduzidos na canaleta destinada a produção de mudas, onde após duas semanas viram a serem transferidas para as canaletas de finalização onde eram colhidas para o consumo da população adjacente ao projeto, os habitantes da aldeia.

**Imagem 32: Preenchimento inicial das canaletas berçário**



**Fonte: Autor (2025).**

Já no plantio indireto, como dito anteriormente, era realizado o plantio prévio das sementes em bandejas de germinação onde em 2-4 semanas eram removidas para o plantio nas canaletas do berçário. Para a introdução era necessária a remoção do excesso de substrato aderido nas raízes das mudas. O procedimento era realizado com um balde preenchido com água onde as raízes das mudas foram submergidas e, delicadamente remexiam-se as raízes a fim de desprenderem-se do substrato (Imagem 31). As mudas de alface, couve manteiga e rúcula, em particular, além do processo citado, devem-se passar por uma repicagem, onde individualizam-se as mudas, tal procedimento surge diante do plantio de sementes não peletizadas, que no ato não se consegue individualizar as sementes ocasionando em múltiplas germinações em uma única célula da bandeja.

Tanto no plantio direto, quanto no, indireto foram alocadas em copos plásticos, por não haver as cestas de plantio adequadas para o cultivo. Tanto na fase berçário quanto na fase de finalização foram alocados em copos de 50 e 150 ml, respectivamente. Ao final do ciclo, os copos foram doados a membros da comunidade da Aldeia que trabalham com reciclados.

Ao final do estágio alocaram-se 626 células ao todo, produzindo 134 de coentro, 74 de cebolinha, 83 de alface americana, 103 de rúcula, 49 de salsa e 137 de couve manteiga.



## 5.6 - MANEJO

O manejo diário do sistema de aquaponia, foi baseado no Manual de Boas Práticas de Manejo (BPM) em Aquaponia, EMBRAPA (2017). O qual afirma que o manejo visa a produção ligada ao bem estar animal. Apesar do direcionamento da literatura, as práticas realizadas foram adaptadas à realidade local onde se insere o sistema.

Como início das atividades, observavam-se os níveis de água nos tanques, filtros e reservatórios. Caso houvesse necessidade, os níveis do filtro biológico e do reservatório do sistema eram ajustados, com modificações nos controladores de vazão das bombas; salvo quando o nível de ambos estavam desregulados, era indicação de necessidade de abastecimento de água no sistema ou que houve um superabastecimento no sistema, seja por chuvas ou por manejo equivocado, as ações eram tomadas quando os níveis estavam abaixo do estipulado ou acima, respectivamente.

Caso houvesse uma elevação do nível da coluna d'água dos tanques, era necessário promover a abertura do registro localizado na base do cano nivelador, ao fazer-se a abertura é acionada uma “descarga” onde a água do inferior dos tanques é sugada com pressão, realizando a limpeza dos sólidos decantados no tanque. O ato da descarga era feito duas vezes ao dia, salvo em dias de manutenção do sistema.

A segunda etapa de verificação era a do fluxo nas bancadas de cultivo dentro da estufa do sistema. Era checado o fluxo de cada canaleta, caso fosse notada uma obstrução fazia-se uma limpeza na mangueira de no condutor conectado a ela. A verificação, também, era realizada diariamente.

O arraçoamento, para encaixar-se com o arraçoamento já praticado no sistema de engorda, era realizado cinco vezes ao dia, baseado na percentagem de 2,2% da biomassa total, tendo em vista que os peixes deram entrada no sistema com 310g. O percentual adotado baseia-se no Manual de criação de tilápias em tanques-rede (SENAR, 2018). A atividade era promovida a lanço, também, era realizada diariamente.

A mensuração e registro dos parâmetros de qualidade de água era outra atividade promovida diariamente, para os valores ph, condutividade, temperatura e oxigênio dissolvido. A medição era realizada através do multiparâmetro. Já a concentração de amônia total e

amônia tóxica eram mensuradas e registradas em um intervalo de 2 dias utilizando teste colorimétrico (Imagem 33).

**Imagem 33: Aferição de parâmetro de qualidade de água.**



**Fonte: Autor (2025).**

Diariamente era realizado um asseio no filtro decantador, removendo as partículas sólidas que floculam. A ação era realizada com o auxílio de um balde ou uma basquete onde esse excesso de matéria orgânica era eliminado do sistema. Já a limpeza propriamente dita, realizada com vassoura, pá e balde, era promovida a cada quinze dias onde era eliminada todo o excesso de matéria orgânica retida no filtro decantador.

A limpeza do aparato de filtragem construído com balde e sombrite ocorria a cada dois dias, onde utilizava-se uma bucha para limpar tanto as paredes internas do balde, assim como, a peça de sombrite que preenche o interior do balde.

Toda semana realizava-se o plantio de sementes em bandeja de germinação, com o intuito de promover, mais a frente, um plantio semanal das canaletas de cultivo. Além disso, semanalmente promovia-se uma limpeza no terreno próximo ao sistema, evitando a proliferação de ervas daninhas; aliado a isso realizava-se uma limpeza de ervas daninhas no interior da estufa, também semanalmente, as atividades foram realizadas com o auxílio de enxada e com as mãos, respectivamente.

Mensalmente realizava-se a biometria dos animais estocados nos tanques de cultivo, onde 5% da população estocada inicialmente era pesada e a partir do peso obtido era construída uma média. Os dados eram coletados e registrados, para posteriormente serem

utilizados para o cálculo da ração ofertada, assim como o cálculo da quantidade ofertada por porção. Assim como era realizado a limpeza dos filtros decantadores e biológicos (Imagem 34).

**Imagem 34: Procedimento de limpeza do filtro decantador**



**Fonte: Autor (2025).**

## **6. PEGADA HÍDRICA**

### **6.1 - DADOS METEOROLÓGICOS (Pluviometria e Precipitação)**

#### **6.1.1 - Pluviometria:**

Para a obtenção de uma Precipitação Média Anual (P.M.A), foram tratados dados de pluviometria dos anos de 2005 a 2025 (APAC, 2025). A partir dos dados fornecidos, foi realizado um cálculo de valor médio para estipular a média de precipitação de cada ano (Imagem 35). Após a contabilização, os dados obtidos foram utilizados para estipular a PMA do município de Itacuruba-PE.

Imagem 35: Histórico pluviométrico Itacuruba.

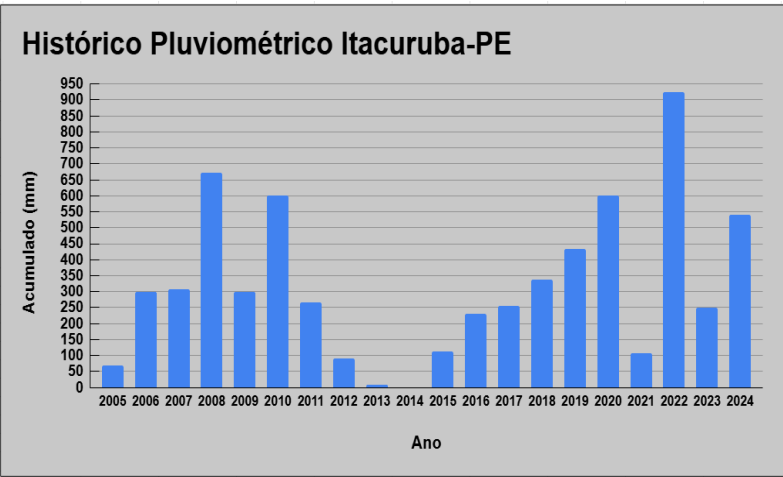
| Histórico Pluviométrico Itacuruba-PE |                   |        |                           |        |        |
|--------------------------------------|-------------------|--------|---------------------------|--------|--------|
| Ano                                  | Precipitação (mm) |        |                           |        |        |
|                                      | Anual             | Total  | Média dos últimos 20 anos | Maximo | Mínimo |
| 2005                                 | 67,9              | 6405,6 | 320,28                    | 923,4  | 0      |
| 2006                                 | 298,1             |        |                           |        |        |
| 2007                                 | 307,3             |        |                           |        |        |
| 2008                                 | 673,2             |        |                           |        |        |
| 2009                                 | 300,1             |        |                           |        |        |
| 2010                                 | 599,9             |        |                           |        |        |
| 2011                                 | 267,2             |        |                           |        |        |
| 2012                                 | 90,8              |        |                           |        |        |
| 2013                                 | 9,2               |        |                           |        |        |
| 2014                                 | 0                 |        |                           |        |        |
| 2015                                 | 112,5             |        |                           |        |        |
| 2016                                 | 230,1             |        |                           |        |        |
| 2017                                 | 255               |        |                           |        |        |
| 2018                                 | 336,5             |        |                           |        |        |
| 2019                                 | 435               |        |                           |        |        |
| 2020                                 | 601,5             |        |                           |        |        |
| 2021                                 | 108,5             |        |                           |        |        |
| 2022                                 | 923,4             |        |                           |        |        |
| 2023                                 | 249,5             |        |                           |        |        |
| 2024                                 | 539,9             |        |                           |        |        |

Fonte: APAC (2025)

Fonte: Autor (2025).

Ao final, pode-se gerar um gráfico de PMA, para cada ano, dos últimos vinte anos do município, assim como uma tabela com as informações e da PMA dos últimos 20 anos, assim como, os valores máximos e mínimos desse período (Imagem 36).

Imagem 36: Gráfico do histórico pluviométrico Itacuruba.



Fonte: Autor (2025).

6.1.2 - Evaporação

Os dados de evaporação foram adaptados com dados do município de Belém de São Francisco, situado a 35 km do município de Itacuruba, o mais próximo dentre os municípios

citados no Atlas Climatológico do Estado de Pernambuco (APAC, 2020) o valor de evaporação potencial anual do município é de 1667,6 mm.

O segundo passo foi calcular a área de superfície dos tanques utilizados no Sítio Folha Verde, que foram devidamente medidos e então, calculada a área superficial com base no diâmetro do tanque circular. A medida interna do tanque é de 3,00m, logo a área superficial é de 14,75m.

A partir do valor da Evaporação Média anual (EMA), e do valor encontrado da área superficial dos tanques circulares, foi calculada uma média mensal anual e por ciclo da evaporação média dos tanques de engorda do projeto, assim como, dos tanques da aquaponia.

## 6.2 - DADOS DE CULTIVO

Para os cálculos de pegada hídrica, também, foram conferidas a utilização e descartes água do sistema de aquaponia, assim como, o sistema de engorda. Durante um mês foi mensurado e observado, as trocas de água realizadas nos dois sistemas, assim como, descartes pontuais devido a manutenções, por exemplo.

Para o sistema de engorda, foi mensurado a variação da altura da coluna d'água quando ocorrida a TPA dos tanques. A partir disso, encontrou-se uma média de 14cm de variação na altura da coluna d'água, esse valor representa 10% da altura total da coluna de água no tanque. As TPA's eram realizadas uma no início da manhã e outra ao final do expediente da tarde, totalizando um volume de 20% de troca de água diária.

Já para a aquaponia, a medição foi feita com base no tempo em que se levava entre as limpezas do filtro decantador, tendo em vista que para a limpeza do mesmo é necessário que se faça o esvaziamento por completo para que a limpeza seja realizada de forma eficiente, no formato atual, onde o componente não possui um sistema de drenagem e a limpeza é realizada através de bombeamento.

## 6.3 - CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA

Para a realização do cálculo da pegada hídrica foram utilizados, tanto, os dados meteorológicos, quanto, os dados do cultivo. Com isso, pode-se estipular o uso de água do cultivo em diferentes dimensões e estágios. Para os tanques de engorda foram calculadas as quantidades para um tanque, seis tanques (sistema completo) e dois tanques. Já para a

aquaponia foram calculados os resultados para um tanque e para dois tanques (sistema completo). A partir dos resultados obtidos, construiu-se uma tabela de pegada hídrica para cada sistema e uma tabela comparativa entre eles (Imagem 37).

**Imagem 37 : Estimativas de Pegada Hídrica nos Sistemas de Engorda e Aquaponia.**

| Engorda Pegada Hídrica                 |               |              |               |                 | Aquaponia Pegada Hídrica            |               |              |               |                 | BIBLAS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TROÇAS DE ÁGUA EM LITROS POR TANQUE    |               |              |               |                 | TROÇAS DE ÁGUA EM LITROS POR TANQUE |               |              |               |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Volume Tanque                          | Troça de água | Total Diário | Total Semanal | Total por Ciclo | Volume                              | Troça de água | Total Diário | Total Semanal | Total por Ciclo |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10000                                  | 20,00%        | 2000         | 14000         | 80000           | 40000                               | 5m / 15 dias  | 10000        | 100,00%       | 10000           |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TROÇAS DE ÁGUA EM LITROS COM 6 TANQUES |               |              |               |                 | TROÇAS DE ÁGUA EM LITROS DO SISTEMA |               |              |               |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Volume Tanque                          | Troça de água | Total Diário | Total Semanal | Total por Ciclo | Volume                              | Troça de água | Total Diário | Total Semanal | Total por Ciclo |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60000                                  | 20,00%        | 12000        | 84000         | 504000          | 30000                               | 5m / 15 dias  | 30000        | 100,00%       | 30000           |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TROÇAS DE ÁGUA EM LITROS COM 2 TANQUES |               |              |               |                 | EVAPORAÇÃO (m³)                     |               |              |               |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Volume Tanque                          | Troça de água | Total Diário | Total Semanal | Total por Ciclo | Área                                | E.M.A (mm)    | E.M.A.T      | E.M.W.T       | E.M.C.T         |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20000                                  | 20,00%        | 4000         | 28000         | 170000          | 7,088                               | 1987,8        | 11,919       | 0,985         | 7,879           |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| EVAPORAÇÃO (m³)                        |               |              |               |                 | Área                                | E.M.A (mm)    | E.M.A.S      | E.M.W.S       | E.M.C.S         |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Área                                   | E.M.A (mm)    | E.M.A.T      | E.M.W.T       | E.M.C.T         | 14,175                              | 1987,8        | 11,919       | 0,985         | 7,879           |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRECIPITAÇÃO (m³)                      |               |              |               |                 | PRECIPITAÇÃO (m³)                   |               |              |               |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Área                                   | E.M.A (mm)    | E.M.A.T      | E.M.W.T       | E.M.C.T         | Área                                | P.M.A (mm)    | P.M.A.T      | P.M.W.T       | P.M.C.T         |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7,088                                  | 1987,8        | 11,919       | 0,985         | 7,879           | 7,088                               | 300,200       | 2098,865     | 188,165       | 1913,323        |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 42,525                                 | 1987,8        | 70,815       | 0,985         | 42,525          | Área                                | P.M.A (mm)    | P.M.A.S      | P.M.W.S       | P.M.C.S         |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Área                                   | E.M.A (mm)    | E.M.A.T      | E.M.W.T       | E.M.C.T         | 14,175                              | 300,200       | 4258,960     | 375,321       | 3933,946        |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CONSUMO (EM LITROS)                    |               |              |               |                 | CONSUMO (EM LITROS)                 |               |              |               |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Área                                   | P.M.A (mm)    | P.M.A.T      | P.M.W.T       | P.M.C.T         | T.A.C.T                             | E.M.C.T       | P.M.C.T      | C.T.T         |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7,088                                  | 300,200       | 2098,865     | 188,165       | 1913,323        | 40000                               | 7879,41       | 1913,323     | 40000,000     |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 42,525                                 | 300,200       | 10494,800    | 104,948       | 9079,800        | T.A.S.C                             | E.M.S.C       | P.M.S.C      | C.T.S         |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Área                                   | P.M.A (mm)    | P.M.A.T      | P.M.W.T       | P.M.C.T         | 80000                               | 15788,82      | 3028,946     | 9079,174      |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CONSUMO (EM LITROS)                    |               |              |               |                 | Engorda x Aquaponia                 |               |              |               |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| T.A.C.T                                | E.M.C.T       | P.M.C.T      | C.T.T         |                 | C.T.T.E                             | C.T.T.A       | DIFERENÇA    | Percentil     |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40000                                  | 7879,41       | 1913,323     | 40000,000     |                 | 40488,007                           | 40395,007     | 40000,000    | 10,205%       |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| T.A.S.C                                | E.M.S.C       | P.M.S.C      | C.T.S         |                 | C.T.S.E                             | C.T.S.A       | DIFERENÇA    | Percentil     |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 280000                                 | 42781,400     | 9079,800     | 2728198,500   |                 | 2728198,500                         | 9079,800      | 2000000,000  | 9,402%        |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| T.A.C.D.T                              | E.M.C.D.T     | P.M.C.D.T    | C.T.D.T       |                 | C.T.D.T.E                           | C.T.D.T.A     | DIFERENÇA    | Percentil     |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 80000                                  | 15788,82      | 3028,946     | 9079,174      |                 | 80012,014                           | 9079,174      | 68942,840    | 9,374%        |                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Fonte: Autor (2025).**

O cálculo da pegada hídrica foi realizado em diversas etapas até chegar ao resultado final de consumo de água de ambos os sistemas para assim poder fazer uma comparação entre o consumo do sistema de engorda e o de aquaponia.

Para o cálculo do consumo de água do sistema de engorda foi realizada uma multiplicação básica entre o percentual de água que era trocado de água dos tanques pelo volume dos mesmos, sendo assim, foi calculado o consumo diário. Com o resultado do consumo diário foi calculado o consumo semanal, multiplicando o valor por 7 e 31 respectivamente. Para o cálculo de consumo por ciclo, foi multiplicado o valor do consumo mensal por oito, devido ao fato do período de cultivo durar 8 meses. Os resultados foram calculados para um, dois e seis tanques.

Já para o sistema de aquaponia foi computada a litragem do filtro decantador, que era esvaziado por completo a cada quinze dias; esse valor foi dividido por quinze para obtenção do valor de consumo de água por dia. A partir do consumo diário, multiplicado por sete, foi calculado o consumo semanal. Com o valor do consumo semanal, multiplicado por quatro foi encontrado o consumo mensal. E com o valor do consumo mensal, multiplicado por oito foi obtido o consumo por ciclo. Os cálculos foram realizados para um e dois tanques.



Para o cálculo da evaporação, do sistema de engorda e aquaponia, foi calculada a área dos tanques de cultivo, de 3m de diâmetro, com a fórmula da área do círculo  $\pi * R^2$ , a partir do resultado obtido foi possível calcular a evaporação média anual, multiplicando-o com o valor de evaporação média da região, 1667,6 mm. A partir do resultado de evaporação média anual foi calculada a evaporação mensal, dividindo o valor por doze. Com a média de evaporação mensal foi calculada a evaporação por ciclo, multiplicando o valor por oito. Os resultados para o sistema de engorda foram calculados para um, dois e seis tanques, já para o sistema de aquaponia foram calculados para um e dois tanques.

Para o cálculo da precipitação, do sistema de engorda e de aquaponia, foram utilizados os valores da área dos tanques, previamente calculados, e multiplicado pela precipitação média anual do município de Itacuruba 320,28 mm, através da multiplicação destes valores, e o valor obtido multiplicado por mil foi obtida a média de precipitação anual em litros. Com o valor da média de precipitação anual, dividido por doze, foi calculado o valor da média de precipitação mensal. Com o valor da média mensal multiplicado por oito foi obtida a média de precipitação por ciclo. Os resultados para o sistema de engorda foram calculados para um, dois e seis tanques, já para o sistema de aquaponia foram calculados para um e dois tanques.

Com os valores de consumo de água por ciclo e evaporação por ciclo, o resultado obtido foi subtraído do valor de precipitação por ciclo, foi obtido a estimativa de consumo de água em litros do sistema. Os resultados para o sistema de engorda foram calculados para um, dois e seis tanques, já para o sistema de aquaponia foram calculados para um e dois tanques.

Com os resultados obtidos, foi realizada uma comparação entre o consumo de água por tanque, por sistema total, e um comparativo entre dois tanques entre o sistema de engorda e aquaponia.

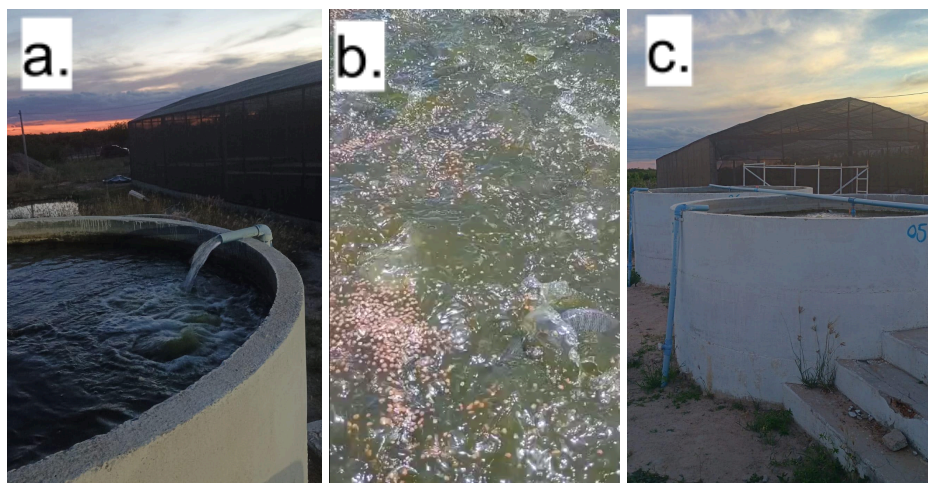
## **7. ATIVIDADES COMPLEMENTARES**

### **7.1 - DEMANDAS OPERACIONAIS DO ESPAÇO**

Aliado às demandas citadas acima, foi feito, também, o acompanhamento e arraçãoamento dos seis tanques circulares destinados a engorda de Tilápias do Nilo (*Oreochromis Niloticus*), avaliando e corrigindo a quantidade de ração a depender da resposta dos animais. Além de realizar as Trocas de Água Parciais (TPA) diariamente, todas essas

práticas aliadas promovem uma melhor qualidade da água do cultivo que acarretam em melhores índices de produtividade (Imagem 38).

**Imagem 38: a) Preenchimento do sistema b) Arraçoamento c) procedimento de troca parcial de água.**



**Fonte: Acervo pessoal.**

Somados às atividades realizadas durante os dias, foram realizados acompanhamentos no sistema de irrigação, direcionando a água do rejeito da produção dos tanques de engorda, possibilitando uma fertirrigação nos espaços destinados ao plantio como a SAF o Pomar e o Sistema Agro Fotovoltaico.

## 7.2 - AQUISIÇÃO DE ALEVINOS

Houve também, uma visita técnica à produção de alevinos da COOPERVALE para fazer a aquisição de mil alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para o povoamento do sistema de piscicultura.

Enquanto esperava-se a sinalização para buscar os alevinos, foi remendada uma peça de sombrite antiga, que era utilizada para recobrir a estufa de aquaponia; o intuito era produzir uma espécie de tanque rede, para que, posteriormente, fossem estocados os alevinos, facilitando a repicagem após um mês de cultivo. Apesar do esforço, não houve tempo hábil suficiente para finalizar a confecção do tanque rede.

A equipe dirigiu-se à COOPERVALE para adquirir o milheiro de tilápias, onde pode-se acompanhar a retirada dos alevinos, e sua devida estocagem, em sacos de transporte preenchidos com ar comprimido em cilindro (Imagem 39).

**Imagem 39: a) Retirada dos alevinos da fazenda COOPERVALE; b) Estocagem em sacos de transporte.**



**Fonte: Autor (2025).**

Ao todo, foram estocados em 3 sacos de transporte, os quais foram cuidadosamente organizados, em uma caixa de polietileno, para o transporte até o espaço do CCBA. Ao retornar às 10h30min foi iniciado o processo de aclimação, onde os três sacos de transporte foram alocados no tanque 01 por cerca de 30 min, passado esse tempo os sacos foram abertos e adicionados pequenas porções de água (não mais que 500ml) a cada 5 min durante 30 min, após esse tempo, os alevinos foram liberados na água de cultivo, onde permaneceram em observação até o dia seguinte, quando poderia ser feita a primeira alimentação (Imagem 40).

**Imagem 40: a) Transporte; b) Estocagem dos sacos com alevinos no sistema de engorda.**



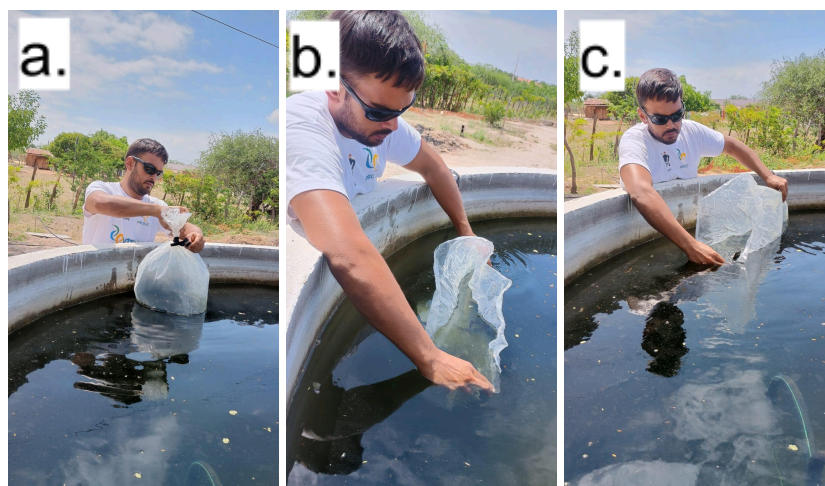
**Fonte: Autor (2025).**

Uma vez finalizado o processo de aclimação, calculou-se a quantidade de ração diária ofertada às formas jovens estocadas no tanque 01 assim, como a taxa de arraçoamento.



Os peixes estocados tinham em média 5g, sendo a biomassa total do sistema de 5kg, será ofertado 8% da biomassa total totalizando 330g que serão divididos em 3 porções de 110g, e a janela de alimentação será das 6h às 16h (Imagem 41).

**Imagem 41: a) Aclimatação; b) Abertura dos sacos de transporte; c) Soltura dos alevinos.**



Fonte: Autor (2025).

### 7.3 - PÓS PROCESSAMENTO DE PESCADO

Durante o período de realização do estágio, em cinco momentos, dias, diferentes os esforços foram concentrados no pós processamento de uma carga total de cerca de 1000 kg de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

**Imagem 42: a) Recepção; b) Pesagem do lote de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para pós-processamento; c) Pesagem individual de exemplar de tilápia do Nilo.**



Fonte: Autor (2025).

Ao serem recebidos, os peixes foram devidamente pesados, e em seguida, passaram pelo processo de lavagem, evisceração e descamação; ao fim do procedimento os peixes foram novamente pesados. Após a segunda pesagem, o lote passou por mais três modalidades de pós processamento do pescado: salga, filetagem e espalme (Imagem 42).

Os peixes que eram salgados eram estendidos em um varal, onde passavam cerca de 1h:30min expostos ao vento e sol, sendo alternada a porção do corpo (ventral e dorsal) que era exposta em intervalos de 45 minutos (Imagem 43).

**Imagem 43: a) Secagem dos peixes; b) Processo de filetagem e espalme.**



**Fonte: Acervo pessoal.**

Os peixes filetados passaram por um corte borboleta, onde o filé é retirado da parte dorsal em direção a ventral, permitindo a união dos dois filés pela pele da região ventral. Enquanto os peixes espalmados eram cortados ao meio no eixo anteroposterior (Imagem 44). Ao final, todos os exemplares foram embalados e estocados em um freezer.

Aliada às demandas citadas acima, foi realizada, também, uma defumação de 15 kg de peixes que haviam sido pós-processados, com o intuito da venda, para cobertura de custos operacionais pontuais do espaço do projeto.



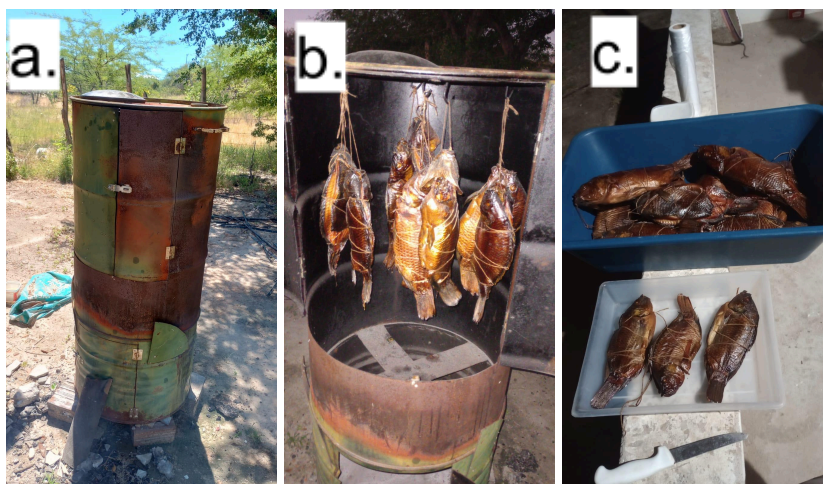
**Imagem 44: a) Processo de espalme e filetagem; b) Pesagem do produto.**



**Fonte: Autor (2025).**

Assim, foi preparada uma salmoura com concentração de 30% onde o pescado permaneceu submerso durante 2h, após o procedimento os exemplares foram amarrados com barbante e pendurados na defumadora. O processo de defumação deu-se por meio da queima da madeira de algaroba, onde manteve-se a temperatura da defumadora entre 80-90 °C durante 6h. Ao concluído o processo, esperado o tempo para que o pescado atingisse a temperatura ambiente, os indivíduos foram embalados e resfriados para a posterior comercialização (Imagem 45).

**Imagem 45: a) Defumador; b) Processo de defumação; c) Pescado defumado.**



**Fonte: Autor (2025).**



## **8. DESAFIOS ENCONTRADOS**

Durante a execução da revitalização surgiram algumas demandas que não haviam sido previstas: 1. Em diversos pontos da tubulação ocorreram obstruções devido ao tempo de inatividade do sistema; 2. Elaboração de mídias biológicas a partir de sombrite antigo, amarrado a uma garrafa pet para ter a fluvariabilidade adequada; 3. Adaptação requerida para o filtro decantador, que havia sido desenvolvido inicialmente para criar um efeito cascata; 4. Aquisição de insumos voltados para a aquaponia e/ou hidroponia como bombas submersas, suplementação, kits colorimétricos para o acompanhamento de qualidade de água e ferramentas como redes e puçás. Aliado a isso, observou-se algumas demandas adicionais a nível operacional, como o acompanhamento de parâmetros de qualidade de água e a obtenção de dados relativos ao cultivo.

Já no período de operação, surgiram demandas de acordo com a observação de falhas operacionais ou mau funcionamento dos componentes do sistema, como o aparato de filtragem que foi adicionado logo após a saída do filtro decantador, preenchido com sombrite, por não haver material filtrante comercial disponível; o fornecimento de energia, apesar de não acontecer com frequência, oscilava ou era interrompido periodicamente, o que ocasionou em uma mortalidade de cerca de 5% do plantel durante um episódio de falta de fornecimento; utilizar copos plásticos como cesta de plantio nas canaletas de cultivo, tanto nas de berçário quanto nas de finalização; mão de obra qualificada para realizar o transplante das bandejas de germinação para as canaletas; a aquisição de calcário dolomítico e quelato de ferro para a suplementação das plantas cultivadas.

## **9. ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO**

### **9.1 - PLANILHAS DE ACOMPANHAMENTO**

Diante da dinâmica do manejo do projeto, observou-se uma necessidade da criação de tabelas de cultivo e de parâmetros de qualidade de água. Tais documentos são imprescindíveis para nortear o produtor a adequar a criação seguindo as Boas Práticas de Manejo (BPM).

As planilhas de acompanhamento do cultivo visam o acompanhamento dos seguintes parâmetros da parte da piscicultura: mortalidade, peso médio, número de indivíduos, taxa de arrastamento, cálculo de ração, porcentagem de arrastamento adaptado a temperatura (Imagem 46). Já da parte da hidroponia do sistema foram listados os seguintes parâmetros:

número de células de germinação; número de células acomodadas nas canaletas berçário; número de células acomodadas nas canaletas de finalização; número e percentual de células ocupadas na bancada de berçário; número e percentual de células ocupadas na bancada de berçário e percentual de povoamento total na estufa.

**Imagem 46 : Planilha de acompanhamento durante o cultivo.**

| Aquaquim CCBA Pankari - Biometrias |            |                |                |             |                   |                      |
|------------------------------------|------------|----------------|----------------|-------------|-------------------|----------------------|
| Tabela 7                           |            |                |                |             |                   |                      |
| Data                               | Quantidade | Peso total (g) | peso médio (g) | Mortalidade | Exatidão data (g) | Exatidão redução (g) |
| 21/05                              | 350        | 100300         | 310            | 0           | 2387              | 477,4                |
| 23/05/2023                         | 340        | 100390         | 310            | 1           | 2180,13           | 474,0                |
| 25/05/2023                         | 340        | 107780         | 310            | 1           | 2173,58           | 474,7                |
| 29/05/2023                         | 347        | 107570         | 310            | 1           | 2168,54           | 473,3                |
| 01/06/2023                         | 340        | 107280         | 310            | 1           | 2159,72           | 471,9                |
| 21/06/2023                         | 330        | 110920         | 442            | 38          | 1174,83           | 373,9                |
| <b>Atual</b>                       | <b>310</b> | <b>115920</b>  | <b>422</b>     | <b>36</b>   | <b>1174,83</b>    | <b>373,9</b>         |
|                                    |            |                |                |             |                   |                      |
| Aquaquim CCBA Pankari - Biometrias |            |                |                |             |                   |                      |
| Tabela 8                           |            |                |                |             |                   |                      |
| Data                               | Quantidade | Peso total (g) | peso médio (g) | Mortalidade | Exatidão data (g) | Exatidão redução (g) |
| 21/05                              | 350        | 100300         | 310            | 0           | 2387              | 477,4                |
| 23/05/2023                         | 340        | 107780         | 310            | 2           | 2173,58           | 474,7                |
| 21/06/2023                         | 325        | 142025         | 437            | 23          | 1888,35           | 397,7                |
| <b>Atual</b>                       | <b>325</b> | <b>142025</b>  | <b>437</b>     | <b>23</b>   | <b>1888,35</b>    | <b>397,7</b>         |

**Fonte: Autor (2025).**

Já a planilha de controle e acompanhamento da qualidade de água era feita através de multiparâmetro e teste colorimétricos, os parâmetros mensurados foram: pH, OD, CE, temperatura, amônia total, amônia tóxica e alcalinidade (Imagem 47).

**Imagem 47: Parâmetros de Qualidade da Água Acompanhados Durante o Cultivo.**

QUALIDADE DE ÁGUA - SISTEMA DE AQUAPONIA PANKARA

PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA

| DATA       | Temp. | pH   | DO (mg/L) | Condut. | Amônia | Amônia tot. | DBS |                                      |
|------------|-------|------|-----------|---------|--------|-------------|-----|--------------------------------------|
| POVOAMENTO |       |      |           |         |        |             |     |                                      |
| 11/05/2024 | 20,1  | 6,05 | 0,1       | 478     | -      | -           | -   |                                      |
| 13/05/2024 | 20,2  | 6,06 | 0,1       | 477     | -      | -           | -   |                                      |
| 14/05/2024 | 20,4  | 6,09 | 0,2       | 249     | 3,2    | 0,025       | -   |                                      |
| 15/05/2024 | 20,1  | 6,07 | 0,2       | 250     | -      | -           | -   |                                      |
| 16/05/2024 | 20,4  | 6,08 | 0,3       | 274     | -      | -           | -   |                                      |
| 18/05/2024 | 20,3  | 7,23 | 0,3       | 330     | 3,3    | 0,020       | -   |                                      |
| 20/05/2024 | 20,6  | 6,06 | 0,48      | 467     | -      | -           | -   | AMPOLO 100% CUSTÓDIO                 |
| 21/05/2024 | 20,2  | 7,12 | 0,3       | 368     | -      | -           | -   |                                      |
| 23/05/2024 | 20,1  | 7,12 | 0,2       | 401     | 6,3    | 0,044       | -   |                                      |
| 24/05/2024 | 20,1  | 7,09 | 0,2       | 400     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 25/05/2024 | 20,3  | 7,09 | 0,2       | 446     | 6,3    | 0,075       | -   |                                      |
| 26/05/2024 | 20,4  | 7,07 | 0,2       | 506     | -      | -           | -   | TUBO 1 AMPOLO 100% CUSTÓDIO          |
| 28/05/2024 | 20,7  | 7,08 | 0,2       | 485     | -      | -           | -   |                                      |
| 29/05/2024 | 20,3  | 7,16 | 0,3       | 420     | -      | -           | -   | AMPOLO 100% CUSTÓDIO                 |
| 09/06/2024 | 20,2  | 7,1  | 0,2       | 448     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 10/06/2024 | 20,2  | 7,08 | 0,2       | 447     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 11/06/2024 | 20,1  | 7,06 | 0,2       | 416     | 6,3    | 0,090       | -   |                                      |
| 12/06/2024 | 20,2  | 7,18 | 0,2       | 467     | -      | -           | -   |                                      |
| 13/06/2024 | 20,3  | 7,20 | 0,3       | 560     | -      | -           | -   |                                      |
| 14/06/2024 | 20,7  | 7,16 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | TUBO 1 AMPOLO 100% CUSTÓDIO          |
| 15/06/2024 | 20,3  | 7,12 | 0,3       | 572     | -      | -           | -   |                                      |
| 16/06/2024 | 20,3  | 7,12 | 0,3       | 572     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 17/06/2024 | 20,3  | 7,07 | 0,3       | 586     | 6,3    | 0,097       | -   | PELOUS                               |
| 18/06/2024 | 20,4  | 7,09 | 0,2       | 586     | -      | -           | -   |                                      |
| 19/06/2024 | 20,4  | 7,09 | 0,2       | 586     | 6,3    | 0,097       | -   |                                      |
| 20/06/2024 | 20,3  | 6,07 | 0,3       | 594     | -      | -           | -   | PELOUS 1 TUBO 1 AMPOLO 100% CUSTÓDIO |
| 21/06/2024 | 20,3  | 6,07 | 0,3       | 594     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 22/06/2024 | 20,3  | 6,07 | 0,4       | 606     | 1,2    | 0,006       | -   |                                      |
| 23/06/2024 | 20,3  | 6,07 | 0,4       | 606     | -      | -           | -   | AMPOLO 100% CUSTÓDIO                 |
| 24/06/2024 | 20,3  | 6,07 | 0,4       | 606     | -      | -           | -   |                                      |
| 25/06/2024 | 20,4  | 6,06 | 0,3       | 580     | 1,2    | 0,006       | -   |                                      |
| 26/06/2024 | 20,4  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 27/06/2024 | 20,4  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 28/06/2024 | 20,4  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 29/06/2024 | 20,4  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 30/06/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 01/07/2024 | 20,4  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 02/07/2024 | 20,4  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 03/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 04/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 05/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 06/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 07/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 08/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 09/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 10/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 11/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 12/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 13/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 14/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 15/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 16/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 17/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 18/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 19/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 20/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 21/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 22/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 23/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 24/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 25/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 26/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 27/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 28/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 29/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 30/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 31/07/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 01/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 02/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 03/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 04/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 05/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 06/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 07/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 08/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 09/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 10/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 11/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 12/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 13/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 14/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 15/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 16/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 17/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 18/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 19/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 20/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 21/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 22/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 23/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 24/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 25/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 26/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 27/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 28/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 29/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 30/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 31/08/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 01/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 02/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 03/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 04/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 05/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 06/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 07/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 08/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 09/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 10/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 11/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 12/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 13/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 14/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 15/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 16/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 17/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 18/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 19/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 20/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 21/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 22/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 23/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 24/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 25/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 26/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 27/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 28/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 29/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 30/09/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 01/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 02/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 03/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 04/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 05/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 06/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 07/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 08/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 09/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 10/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 11/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 12/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 13/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 14/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 15/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 16/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 17/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 18/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 19/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 20/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 21/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 22/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 23/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 24/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 25/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 26/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 27/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 28/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 29/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 30/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 31/10/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 01/11/2024 | 20,3  | 6,06 | 0,3       | 580     | -      | -           | -   | PELOUS                               |
| 02/11/2024 | 20,3  | 6    |           |         |        |             |     |                                      |

**Fonte: Autor (2025).**

## 9.2 - DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Para o desempenho zootécnico foi criada uma tabela com as informações obtidas via biometria realizada uma vez a cada trinta dias com pelo menos 5% dos indivíduos estocados inicialmente (EMBRAPA 2017).

A partir do ganho de peso mensal, mortalidade e consumo de ração e água foram calculadas informações como o Fator de Conversão Alimentar (FCA), ganho de peso médio diário, semanal, mensal e porcentagem de mortalidade. Com os resultados obtidos foi criada uma tabela discriminando tais valores.

O cálculo do FCA é a razão entre o ganho de biomassa total do sistema pela quantidade de ração ofertada. Com isso, foi calculada a diferença entre o peso médio inicial e o peso médio final para obter o valor do ganho de biomassa total do sistema. Foi calculada a quantidade de ração ofertada durante o período de crescimento, foram utilizadas como base as informações das tabelas de acompanhamento do sistema. A partir das informações obtidas foi encontrado a razão entre os valores, o FCA.

O ganho de peso médio diário e semanal foram calculados, a partir dos dados de peso médio, que, por sua vez, foram obtidos através de biometria mensal, com os dados do peso médio obtido foi calculada a diferença do peso médio inicial e do peso médio da da biometria mensal. Com isso, obtém-se o ganho de peso médio mensal o valor dividia-se em 4 e em 31 para a obtenção dos valores de ganho de peso médio semanal e diário, respectivamente.

A porcentagem de mortalidade foi calculada através dos dados de mortalidades registrados na tabela de acompanhamento, a partir da soma total dos valores de mortalidade do sistema foi encontrada a razão entre o valor de mortalidade total e a população total de cada tanque.

## 9.3 - DESEMPENHO FITOTÉCNICO

O desempenho fitotécnico foi mensurado a partir dos dados obtidos com os registros da tabela de acompanhamento da estufa (Imagem 48), onde foi mensurada o total de plantas introduzidas no sistema, assim como o tempo de permanência de cada nas diferentes fases do cultivo, além do total de perdas do sistema.

**Imagem 48: Produção de hortaliças no Sistema de Aquaponia.**

| Vegetais da Estufa Pankará |            |                    |                       |                  |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|----------------------------|------------|--------------------|-----------------------|------------------|-------|--------|------------------|---------------------|--------------|--|--|--|--|--|
| ESPÉCIE                    | GERMINAÇÃO | BERÇÁRIO           | FINALIZAÇÃO           | CÉLULAS OCUPADAS | TOTAL | VAZIAS | BERÇÁRIO OCUPADO | FINALIZAÇÃO OCUPADO | TOTAL ESTUFA |  |  |  |  |  |
| ALFACE                     | 25/04      | 27/05 - 56 Pés     | 16/06 - 28 Pés        | 28               | 522   | 578    | 43,75%           | 49,43%              | 47,45%       |  |  |  |  |  |
|                            | 26/05      |                    |                       | 28               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            |            |                    |                       |                  |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
| RÚCULA                     | 25/04      | 29/05 - 35 Células | 25/06 49 Células      | 49               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            | 26/05      | 19/06 - 27 Células |                       | 27               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            |            |                    |                       |                  |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
| COENTRO                    | 25/04      | -                  | 30/05 - 41 Células    | 41               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            | 26/05      | 19/06 - 27 Células |                       | 27               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            | 02/06      | 15/06 - 66 Células |                       | 66               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
| COUVE                      | 25/04      | -                  | 27/05 - 39 Pés        | 39               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            | 25/04      | -                  | 03-04/06 - 32+ 66 Pés | 98               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            | 26/05      |                    |                       |                  |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
| SALSA                      | 25/04      | 01/06 - 34 Células | 25/06 - 32 Células    | 32               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            | 26/05      | 15/06 - 17 Células |                       | 17               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            |            |                    |                       |                  |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
| CEBOLINHA                  | 25/04      | 01/06 - 52 Células | 25/06 - 49 Células    | 49               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            | 26/05      |                    |                       |                  |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            |            |                    |                       |                  |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
| MANJERICÃO                 | 25/05      |                    | 25/05 - 1 Ramo        | 1                |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            | 10/06      |                    | 10/06 - 10 Ramos      | 10               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
|                            | 25/06      | 25/06 - 10 ramos   |                       | 10               |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
| CÉLULAS BERÇÁRIO           | 400        |                    |                       |                  |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |
| CÉLULAS FINALIZAÇÃO        | 700        |                    |                       |                  |       |        |                  |                     |              |  |  |  |  |  |

**Fonte: Autor (2025).**

#### 9.4 - PROTOCOLOS DE MANEJO

A partir da observação do trato periódico do sistema de engorda e de aquaponia, foram gerados dois documentos protocolando tais ações, com a finalidade de nortear futuros estagiários e funcionários do espaço.

Os protocolos de manejo, além de diminuir a possibilidade de falha operacional, também, adequam o trato diário às BPM. As atividades listadas nos protocolos podem ser consultadas nos apêndices C e D.

### 10. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do estágio supervisionado obrigatório, no curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por meio da revitalização e operacionalização de um sistema de aquaponia agroecológica na Aldeia Indígena Pankará Serrote dos Campos, em Itacuruba (PE), permitiu uma vivência técnica, social e cultural profunda, integrando conhecimentos acadêmicos com saberes tradicionais e práticas comunitárias.

Durante o desenvolvimento das atividades, foi possível identificar, avaliar e solucionar problemas técnicos relacionados ao funcionamento do sistema, como a ciclagem do biofiltro, o controle da qualidade da água, o manejo zootécnico da tilápia e o desempenho fitotécnico das hortaliças cultivadas. Além da dimensão técnica, o projeto envolveu práticas de educação ambiental, reaproveitamento de materiais e fortalecimento da autonomia comunitária,

demonstrando a aplicabilidade da aquaponia como tecnologia social adaptável ao semiárido brasileiro.

O projeto evidenciou que a aquaponia, quando implementada com base em princípios agroecológicos, pode se constituir em uma ferramenta eficaz de soberania alimentar, contribuindo para a produção local de alimentos saudáveis e para o uso racional dos recursos hídricos em regiões de escassez. A integração entre peixe e planta, o reaproveitamento de resíduos e o uso de estruturas simples e reaproveitadas reforçam o caráter sustentável e acessível da tecnologia, especialmente quando associada a processos formativos e participativos junto à comunidade beneficiada.

Além disso, a experiência mostrou que a atuação extensionista da universidade pública, possui grande potencial transformador, sobretudo quando realizada em parceria com organizações da sociedade civil, como o Centro Cultural Brasil-Alemanha (CCBA), e com comunidades tradicionais. A aproximação entre a universidade e o território gerou trocas de saberes e práticas, fortaleceu laços institucionais e permitiu que o conhecimento técnico saísse do campo teórico para impactar positivamente a vida das pessoas envolvidas.

Também se constatou que, para além dos resultados tangíveis como produção de peixe e hortaliças, o sistema de aquaponia serviu como instrumento pedagógico e de estímulo à permanência das famílias no campo. Diante do avanço do êxodo rural, da insegurança alimentar e da degradação ambiental, iniciativas como esta se mostram fundamentais para promover o protagonismo dos povos tradicionais, o fortalecimento da produção autônoma e a reconstrução das relações entre o ser humano e o ambiente.

Por fim, este trabalho demonstrou que é possível integrar engenharia, agroecologia, educação e cultura em um único projeto, respeitando a realidade local, valorizando a biodiversidade e contribuindo com soluções concretas e replicáveis. Os desafios enfrentados ao longo do percurso, como as limitações de infraestrutura e a necessidade de adaptação de métodos ao contexto local, também serviram como fonte de aprendizado e crescimento profissional. Dessa forma, este estágio representou, não apenas o cumprimento de uma exigência curricular, como também, uma contribuição real para a construção de um futuro mais justo, resiliente e sustentável no semiárido pernambucano.

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. *Atlas climatológico do Estado de Pernambuco*. Recife: APAC, 2020. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. *Atlas climatológico do Estado de Pernambuco: normais climatológicas 1991–2020*. Recife: APAC, 2020. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/images/webAtlas-Climatologico-do-Estado-de-Pernambuco-APAC.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2025b.

APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. *Climatologia por município – Pernambuco*. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>. Acesso em: 1 jul. 2025e.

APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. *Monitoramento pluviométrico – APAC*. Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php#>. Acesso em: 1 jul. 2025a.

BOYD, C. E. *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn: Auburn University, 1998.

CARACTERÍSTICAS fluviais da rede de drenagem do riacho do Boi - município de Itacuruba, semiárido de Pernambuco. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2023/trabalhos/3/342-100.html>. Acesso em: 1 jul. 2025.

COSTA, D. F.; MEDEIROS, M. V. *Implantação de sistemas de aquaponia em comunidades tradicionais do semiárido*. Revista Brasileira de Extensão Universitária, v. 12, n. 2, p. 45–60, 2023.

DA SILVA, M. S. B. DE M. J. D. G. L. T. DE L. B. L. S. B. DE S. I. I. S. SÁ, T. G. F. *Clima e água de chuva no semiárido*. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/159649/1/OPB1515.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2025.

ELLIOTT, D. G. *Water quality in recirculating aquaculture systems*. [S.l: s.n.], [s.d.].



EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Boas práticas de manejo em aquaponia: guia prático para agricultores*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2017.

EMBRAPA. *Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco: diagnóstico dos solos*. Recife: Embrapa Solos, 2010.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Right to food and food sovereignty*. Rome: FAO, 2006. Disponível em: <https://www.fao.org/right-to-food>. Acesso em: 10 jun. 2025.

HISTÓRIA. Disponível em: <https://itacuruba.pe.gov.br/historia/>. Acesso em: 1 jul. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2022: resultados preliminares*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Normais climatológicas do Brasil: 1981–2010*. Brasília: INMET, 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/normais/NORMAISCLIMATOLOGICAS.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2025d.

ITACURUBA (PE). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/itacuruba.html>. Acesso em: 1 jul. 2025.

LIMA, R. R. de; SANTOS, C. A.; FERREIRA, M. S. *Agroecologia no semiárido: saberes tradicionais e tecnologias sociais*. Recife: Editora UFPE, 2021.

NO TITLE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/itacuruba/panorama>. Acesso em: 1 jul. 2025.

OLIVEIRA, A. L. et al. *Produção de mudas em substratos orgânicos alternativos*. Revista Verde, v. 11, n. 3, p. 25–32, 2016.

PEIXE BR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. *Anuário da piscicultura 2022*. São Paulo: PEIXE BR, 2022. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

PENSSAN – REDE BRASILEIRA DE PESQUISA EM SOBERANIA E SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. *II Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil*. São Paulo: Rede PENSSAN, 2022. Disponível em: <https://olheparaafome.com.br/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

RAKOCY, J. E.; MASSER, M. P.; LOSORDO, T. M. *Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics — integrating fish and plant culture*. Southern Regional Aquaculture Center, Publication No. 454, 2006.

RAKOCY, J. E. et al. *Aquaponic systems for integrated fish and plant farming*. FAO Fisheries Technical Paper, 589, 2006. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i4021e/i4021e.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SANTOS, M. C. dos. *Território e êxodo rural no semiárido nordestino: vulnerabilidades e estratégias de permanência*. Revista GeoNordeste, Aracaju, v. 34, n. 2, p. 85–104, 2019.

SENAR – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. *Manual de criação de tilápias em tanques-rede*. Brasília: SENAR, 2018.

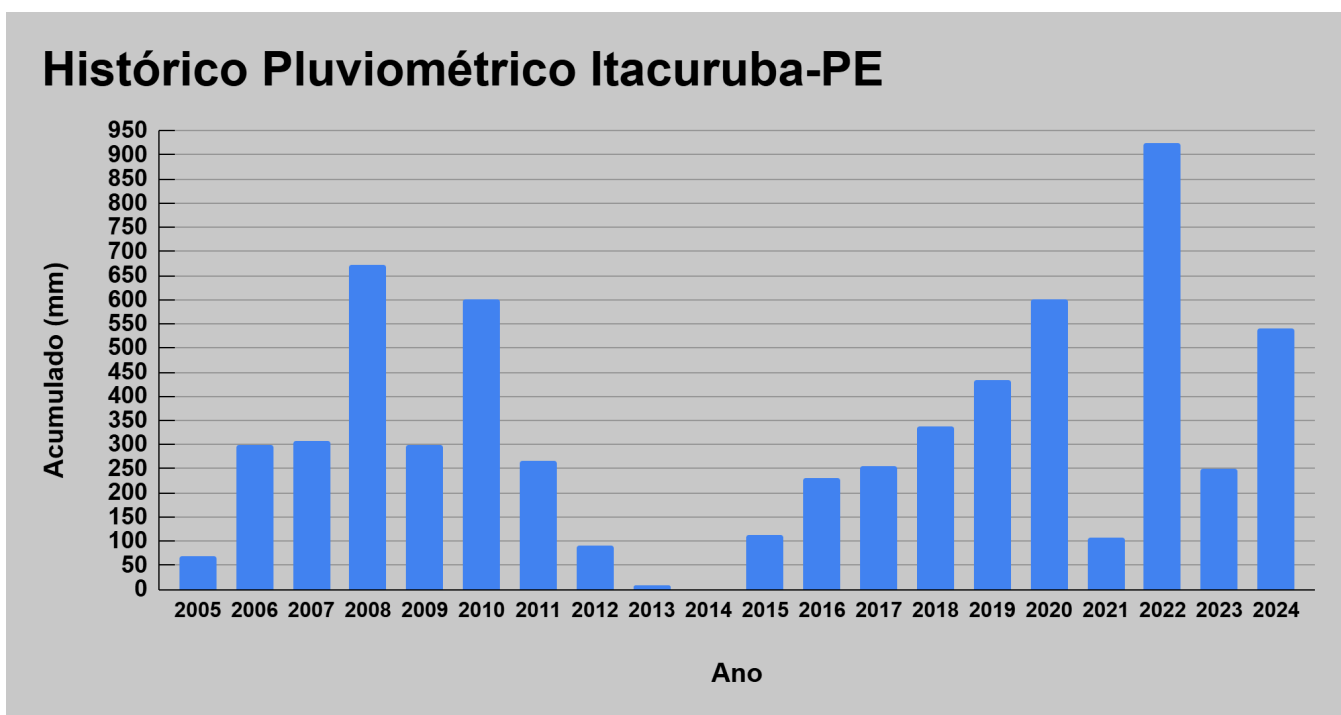
SILVA, A. D. *Instruções para cálculo de evapotranspiração*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. Disponível em: [https://docs.ufpr.br/~andre.dhs/TH027/Instru%C3%A7%C3%B5es\\_Evapotranspira%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://docs.ufpr.br/~andre.dhs/TH027/Instru%C3%A7%C3%B5es_Evapotranspira%C3%A7%C3%A3o.pdf). Acesso em: 1 jul. 2025c.

SPEZIA, A. *O povo Pankará Serrote dos Campos e as Usinas Nucleares*. Disponível em: <https://cimi.org.br/2021/04/o-povo-pankara-serrote-dos-campos-e-as-usinas-nucleares/>. Acesso em: 1 jul. 2025.

TAVARES, T. M. *Aquaponia: um sistema integrado de produção de peixes e hortaliças*. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2020.

## 12. APÊNDICES

### APÊNDICE A - GRÁFICO HISTÓRICO PLUVIOMÉTRICO ITACURUBA-PE



APÊNDICE B - PLANILHA HISTÓRICO PLUVIOMÉTRICO ITACURUBA-PE

# Histórico Pluviométrico Itacuruba-PE

| Ano         | Precipitação (mm) |        |                           |        |        |
|-------------|-------------------|--------|---------------------------|--------|--------|
|             | Anual             | Total  | Média dos últimos 20 anos | Máximo | Mínimo |
| 2005        | 67,9              | 6405,6 | 320,28                    | 923,4  | 0      |
| 2006        | 298,1             |        |                           |        |        |
| 2007        | 307,3             |        |                           |        |        |
| 2008        | 673,2             |        |                           |        |        |
| 2009        | 300,1             |        |                           |        |        |
| 2010        | 599,9             |        |                           |        |        |
| 2011        | 267,2             |        |                           |        |        |
| 2012        | 90,8              |        |                           |        |        |
| 2013        | 9,2               |        |                           |        |        |
| 2014        | 0                 |        |                           |        |        |
| 2015        | 112,5             |        |                           |        |        |
| 2016        | 230,1             |        |                           |        |        |
| 2017        | 255               |        |                           |        |        |
| 2018        | 336,5             |        |                           |        |        |
| 2019        | 435               |        |                           |        |        |
| 2020        | 601,5             |        |                           |        |        |
| 2021        | 108,5             |        |                           |        |        |
| 2022        | 923,4             |        |                           |        |        |
| 2023        | 249,5             |        |                           |        |        |
| 2024        | 539,9             |        |                           |        |        |
| Fonte: APAC |                   |        |                           |        |        |

## **Protocolo de Manejo Sistema de Engorda**

### **Atividades Diárias**

#### **1. Verificação dos Níveis de Água nos Tanques**

- Conferir visualmente o nível de água de cada tanque de engorda.
- Caso haja perda por evaporação ou vazamento, reabastecer utilizando água decantada ou da fonte controlada.

#### **2. Descarga Parcial dos Tanques**

- Realizar descarga de **10% do volume total de água** duas vezes ao dia para renovação parcial e remoção de detritos acumulados no fundo.
- Horários sugeridos: **07h00 e 16h30**.

#### **3. Alimentação dos Peixes**

- Distribuir a ração nos seguintes horários:

- **08h00**

- **10h00**

- **12h00**

- **14h00**

- **16h00**

- Acompanhar o consumo e evitar sobras excessivas que possam degradar a qualidade da água.

#### **4. Registro dos Parâmetros de Qualidade da Água**

- Medir diariamente a temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica.
- Registrar os dados em planilha apropriada para controle técnico.
- **Duas vezes por semana**, realizar teste de amônia total e amônia tóxica, preferencialmente no final do expediente.

### **Atividades Mensais**

#### **1. Biometria dos Peixes**

- Selecionar amostras representativas de cada tanque para medição de peso e comprimento.
- Utilizar balança e régua de ictiometria para registro dos dados.

#### **2. Cálculo da Taxa de Crescimento**

- Determinar o crescimento médio dos peixes no período com base na biometria.

#### **3. Cálculo da Ração (TAD – Taxa de Alimentação Diária)**

- Ajustar a quantidade de ração oferecida com base na média de peso corporal dos peixes.
- Exemplo: 3% da biomassa total (ajustável conforme fase).



#### 4. Cálculo do Fator de Conversão Alimentar (FCA)

##### **Observações Gerais**

- Os manejos devem ser registrados em planilhas ou cadernos próprios, com data, hora e nome do responsável.
- Recomenda-se manter o controle rigoroso da qualidade da água, especialmente em dias de altas temperaturas.
- O protocolo poderá ser ajustado conforme a densidade de estocagem, qualidade da ração e metas zootécnicas.

## **Protocolo de Manejo Aquaponia**

### **Atividades Diárias**

#### **❖ Verificação do Fluxo nas Canaletas**

- Observar o fluxo de água nas canaletas de cultivo.
- Em caso de entupimento, remover resíduos ou obstruções manualmente.

#### **❖ Verificação dos Níveis dos Componentes**

- Conferir o nível de água dos tanques de criação, filtro decantador, biofiltro e reservatório.
- Corrigir desníveis ajustando a posição das estruturas ou completando o volume.

#### **❖ Remoção de Matéria Orgânica do Filtro Decantador**

- Retirar o excesso acumulado de sólidos no filtro decantador.
- Descartar o material diretamente na composteira, para uso futuro como substrato.

#### **❖ Descarga Programada dos Tanques**

- Abrir o registro de base do tubo nivelador do decantador para promover a limpeza dos tanques.
- Executar a descarga em ponto de coleta seguro ou direcioná-la à composteira.

#### ❖ **Limpeza do Sombrite**

- Lavar o sombrite dos filtros (decantador e biológico) para evitar acúmulo de sólidos e algas.

#### ❖ **Alimentação dos Peixes**

- Realizar a alimentação nos seguintes horários: 8h, 10h, 12h, 14h e 16h.
- Monitorar o consumo e comportamento dos peixes.

#### ❖ **Análise de Parâmetros da Água**

- Analisar O.D, E.C e pH todos os dias.
- Realizar análise da amônia **duas vezes por semana**, ao final do expediente (segunda e quinta, por exemplo).

#### ❖ **Descarga Final e Nova Remoção de Sólidos**

- Após a última alimentação, retirar novamente o excesso de sólidos do decantador.
- Realizar nova descarga rápida para renovação parcial do sistema.

### **Atividades Quinzenais**

#### ❖ **Limpeza Completa dos Filtros (Decantador e Biológico)**

- Remover completamente os meios filtrantes e lavar com água do próprio sistema.

#### ❖ **Capina Interna da Estufa**

- Remover manualmente ervas daninhas e detritos do piso e entorno das canaletas.

#### ❖ **Plantio de Sementes**

- Realizar a semeadura em bandejas com substrato preparado e hidratado.

#### ❖ **Transplante para Canaletas Berçário**

- Transferir mudas em estágio inicial para as primeiras canaletas do sistema.

#### ❖ **Transplante para Canaletas de Finalização**

- Mudas bem desenvolvidas são realocadas para as canaletas finais, próximas da colheita.

#### ❖ **Preparo de Substrato**

- Misturar matéria orgânica da composteira com areia lavada ou outro material disponível.
- Armazenar em local seco e arejado.

#### ❖ **Suplementação Nutricional**

- Aplicar **quelato de ferro** e **calcário agrícola** no reservatório, conforme dosagem recomendada.

### **Atividades Mensais**

#### ❖ **Biometria dos Peixes**

- Coletar amostras aleatórias para pesagem e medição dos peixes.

#### ❖ **Cálculo de Ração**

- Ajustar a quantidade de alimento com base no peso médio dos peixes e taxa alimentar diária (TAD).

#### ➤ **Cálculo de Crescimento**

- Estimar o ganho de peso diário/mensal (g/dia) com base nas biometrias anteriores.

#### ❖ **Cálculo do Fator de Conversão Alimentar (FCA)**

- Avaliar a eficiência alimentar do sistema

#### **Observações Gerais**

- ❖ **Todos os registros de manejo devem ser anotados em planilhas impressas ou digitais**, para acompanhamento técnico e tomada de decisão.
- ❖ O protocolo pode ser adaptado conforme a estação do ano, disponibilidade de insumos ou ajustes técnicos.