

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA**

**MAURÍCIO DOS SANTOS PIRES DE SOUZA**

**CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA AQUAPÔNICO NA SERRA  
CATARINENSE COM ADAPTAÇÃO AO CLIMA FRIO**

**FLORIANÓPOLIS - SC  
2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA**

**MAURÍCIO DOS SANTOS PIRES DE SOUZA**

**CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA AQUAPÔNICO NA SERRA  
CATARINENSE COM ADAPTAÇÃO AO CLIMA FRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como exigência para obtenção do Diploma de  
Graduação em Zootecnia da Universidade Federal  
de Santa Catarina.

Orientador(a): Profa. Mônica Yumi Tsuzuki

**FLORIANÓPOLIS - SC  
2022**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Souza, Maurício dos Santos Pires de  
CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA AQUAPÔNICO NA SERRA  
CATARINENSE COM ADAPTAÇÃO AO CLIMA FRIO / Maurício dos  
Santos Pires de Souza ; orientadora, Mônica Yumi Tsuzuki,  
2022.

42 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agrárias, Graduação em Zootecnia, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Zootecnia. 2. Aquicultura. 3. Aquaponia . 4.  
Ambiência. 5. Tilápia. I. Tsuzuki, Mônica Yumi. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Zootecnia. III. Título.

# CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA AQUAPÔNICO NA SERRA CATARINENSE COM ADAPTAÇÃO AO CLIMA FRIO

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 15 de julho de 2022.

## Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Mônica Yumi Tsuzuki  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof., Dr. Diego Peres Netto  
Examinador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Daniele Cristina da Silva Kazama  
Examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

A minha família, que ao longo da graduação sempre esteve presente, me incentivando e apoiando minhas decisões.

A minha futura esposa, a qual compartilhou comigo toda a construção deste trabalho, bem como, foi a chave principal para a conclusão desta graduação.

Ao meu avô Osmar Pires de Souza (*In memoriam*), que ao longo da minha infância fez com que o amor pelo campo e a vontade de trabalhar no meio rural fossem aflorados.

A minha orientadora Professora Mônica Yumi Tsuzuki que durante o curso de Zootecnia conseguiu me encantar com o mundo da piscicultura. E ao longo de mais de um ano entre nossas conversas iniciais, construção do sistema e escrita, sempre manteve sua paciência e vontade de ensinar.

A todos os professores do curso de Zootecnia pelos ensinamentos passados durante meus cinco anos de graduação.

## RESUMO

Neste trabalho a busca por experiência prática dentro de uma produção animal sustentável foi o principal foco. Além disso, estar inserido diariamente dentro dela para visualizar os pontos fracos e fortes foi muito enriquecedor. O tema desenvolvido foi a construção total de um sistema aquapônico para produção de proteína animal (tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus*) e produção de espécie vegetal (Alface crespa, *Lactuca sativa var. crispa*), sendo montado em residência urbana na cidade de Lages na Serra Catarinense. O objetivo foi avaliar o desempenho desse tipo de sistema em região de clima frio, podendo assim recomendar ou não o seu uso. Para isso foi construído uma instalação adaptada ao clima, proporcionando menores variações de temperatura ao longo do dia, ao longo do projeto foi feito um controle de temperatura e qualidade de água. Buscou-se também avaliar o sistema em si, mostrando assim, melhorias que foram feitas durante o processo produtivo e melhorias que poderão ser feitas num futuro projeto.

**Palavras-chave:** Aquicultura; Aquaponia; Ambiência; Tilápia.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – CICLO DO NITROGÊNIO</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2 - MATURAÇÃO DO BIOFILTRO (ADAPTADO DE WYK 1999)</b>	<b>13</b>
<b>Figura 3 - CROQUI DO SISTEMA (AUTOR)</b>	<b>14</b>
<b>Figura 4 - CROQUI 3D INICIAL DA INSTALAÇÃO (AUTOR)</b>	<b>16</b>
<b>Figura 5 - CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA</b>	<b>17</b>
<b>Figura 6 - FECHAMENTO DA ESTRUTURA COM PLÁSTICO PARA ESTUFA</b>	<b>18</b>
<b>Figura 7 - DISPOSIÇÃO INICIAL DO SISTEMA RAS</b>	<b>18</b>
<b>Figura 8 - CONSTRUÇÃO INICIAL DO TANQUE</b>	<b>19</b>
<b>Figura 9 - PRIMEIRO DIA DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA RAS</b>	<b>19</b>
<b>Figura 10 - DETALHE DO DECANTADOR</b>	<b>20</b>
<b>Figura 11 - DETALHE DO FILTRO</b>	<b>20</b>
<b>Figura 12 - DETALHE DO ESTOQUE DE ÁGUA E BOMBA SUBMERSA</b>	<b>21</b>
<b>Figura 13 - ENTRADA DE ÁGUA NO SISTEMA HIDROPÔNICO</b>	<b>22</b>
<b>Figura 14 - SAÍDA DE ÁGUA NO SISTEMA HIDROPÔNICO</b>	<b>22</b>
<b>Figura 15 - SISTEMA VEGETAL EM FUNCIONAMENTO</b>	<b>23</b>
<b>Figura 16 - COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO</b>	<b>23</b>
<b>Figura 17 - MANEJO DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA</b>	<b>25</b>
<b>Figura 18 - TEMPERATURA DE ÁGUA</b>	<b>26</b>
<b>Figura 19 - PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO DO ALIMENTADOR</b>	<b>27</b>
<b>Figura 20 - ALIMENTADOR EM FUNCIONAMENTO</b>	<b>27</b>
<b>Figura 21 - ALEVINO DE TILÁPIA MORTO COM 6CM DE COMPRIMENTO</b>	<b>29</b>
<b>Figura 22 – TESTE DE FUNCIONAMENTO DOS AQUECEDORES</b>	<b>30</b>
<b>Figura 23 - AMOSTRA DE ÁGUA COM COLORAÇÃO VERDE</b>	<b>32</b>

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1 – QUANTIDADE DE RAÇÃO PARA TILÁPIAS</b>	<b>24</b>
<b>Quadro 2 – FORNECIMENTO DE RAÇÃO PARA TILÁPIAS POR TEMPERATURA</b>	<b>24</b>
<b>Quadro 3 – USO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS</b>	<b>33</b>
<b>Quadro 4 – GASTOS TOTAIS</b>	<b>34</b>
<b>Quadro 5 – CANAIS DE CONHECIMENTO SOBRE AQUAPONIA</b>	<b>38</b>

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>11</b>
<b>2.1 - PRODUÇÃO AQUÍCOLA E SUSTENTABILIDADE</b>	<b>11</b>
<b>2.2 – AQUAPONIA</b>	<b>12</b>
<b>2.2.1 - CONCEITO</b>	<b>12</b>
<b>2.2.2 – PARTES E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA</b>	<b>12</b>
<b>2.2.3 – ESCOLHA DE ESPÉCIES</b>	<b>14</b>
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>16</b>
<b>3.1 - MONTAGEM DO SISTEMA</b>	<b>16</b>
<b>3.1.1 - INSTALAÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>3.1.2 - ESCOLHA DE MATERIAIS</b>	<b>17</b>
<b>3.1.3 - SISTEMA RAS</b>	<b>19</b>
<b>3.1.4 - SISTEMA VEGETAL</b>	<b>21</b>
<b>3.2 - INÍCIO DA AQUAPONIA</b>	<b>22</b>
<b>3.3 - ALIMENTO E ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES</b>	<b>23</b>
<b>3.4 - MANEJO DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA</b>	<b>25</b>
<b>3.5 - ALIMENTADOR AUTOMÁTICO</b>	<b>26</b>
<b>4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>28</b>
<b>4.1 - MANUTENÇÃO DE SISTEMA</b>	<b>28</b>
<b>4.2 - SOBREVIVÊNCIA</b>	<b>28</b>
<b>4.3 - TEMPERATURA DE ÁGUA</b>	<b>29</b>
<b>4.4 - ÁGUA VERDE</b>	<b>31</b>
<b>4.5 - DANOS A ESTRUTURA</b>	<b>32</b>
<b>4.6 - CÁLCULO APROXIMADO DE CONSUMO DE ENERGIA</b>	<b>32</b>
<b>4.7 - CÁLCULO APROXIMADO DE RETORNO DE INVESTIMENTO</b>	<b>33</b>
<b>4.8 - FINALIZAÇÃO DO PROJETO</b>	<b>35</b>
<b>4.9 - MELHORIAS FUTURAS RECOMENDADAS</b>	<b>35</b>
<b>4.9.1 - AUMENTO DO SISTEMA VEGETAL</b>	<b>35</b>
<b>4.9.2 - FILTRO UV (Ultravioleta)</b>	<b>36</b>
<b>4.9.3 - AERADORES DE FUNDO E PLACAS SOLARES</b>	<b>36</b>
<b>4.9.4 - SOLTURA DE PEIXES LIMPADORES</b>	<b>36</b>
<b>4.9.5 - CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA E BOMBA SUBMERSA</b>	<b>37</b>
<b>4.9.6 - MANTA PERLON</b>	<b>37</b>
<b>4.10 - REDE DE CONHECIMENTO NÃO CONVENCIONAL UTILIZADA</b>	<b>38</b>
<b>5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>39</b>
<b>6 – CONCLUSÃO</b>	<b>40</b>
<b>7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>41</b>

## 1 – INTRODUÇÃO

Há muitos anos, o conceito de sustentabilidade ganha espaço no nosso cotidiano, sendo que, para muitos, é a forma adequada de usar aquilo que o ambiente nos proporciona, seus recursos renováveis ou não renováveis. Para atender o fator sustentável, o uso dos recursos deve ser sempre menor que a quantidade disponível no meio ambiente. Em consonância com este termo, vem o desenvolvimento sustentável, buscando uma maior produção ou beneficiamento de recursos, para atender a necessidade da geração presente, pensando sempre na geração futura, para que esta também consiga suprir suas necessidades.

A aquaponia tem como objetivo a produção de alimento vegetal e animal em apenas um sistema, combinando assim, a aquicultura, que é cultivo de organismos aquáticos, com a hidroponia, que se caracteriza pelo cultivo de plantas sob lâmina da água. Essa forma de cultivo não tem uma origem exata aceita pelo mundo, assim como outras tecnologias utilizadas na antiguidade. Especula-se uma relação com o povo Asteca, civilização do México, por volta de 1.000 a.C., que cultivava plantas sob ilhas submersas em lagos rasos, ou ao sul da China, com suas vastas plantações de arroz irrigado.

Hoje ainda usamos este antigo modo de cultivo em inúmeros locais. Europa, Ásia, Austrália, Estados Unidos e México apresentam grande influência sob números de produção em aquaponia pelo mundo, sendo relacionados também com a produção de insumos e desenvolvimento de tecnologias mais avançadas, mostrando assim um panorama mais difundido do que no Brasil. Nestes países é comum achar grandes propriedades produtivas, já no Brasil, pequenas e médias produções são a maioria, mostrando um atraso em relação ao desenvolvimento desta tecnologia.

Apesar disso, o Brasil vem expandindo cada vez mais estudos nessa área, trazendo dados e números zootécnicos e agrônômicos. Devido ser uma área multidisciplinar e complexa, com muitos fatores técnicos para o seu sucesso, esta forma de cultivo não está associada somente a área rural com produção familiar ou

industrial, mas pode estar presente em meio urbano com baixa produção de peixes e vegetais, ou como o aquarismo, sendo descrito assim como uma forma de lazer ou até mesmo didática, podendo ser usada como ferramenta de ensino (CARNEIRO, 2014).

Sendo assim, a aquaponia é uma grande alternativa para cultivo de alimento, visando a sustentabilidade, uma vez que a produção por área é maior que em outros cultivos, podendo produzir tanto proteína animal como plantas de uso geral, e os nutrientes são utilizados e aproveitados de um cultivo para outro, além do mais, se for construído em sistema fechado, acaba utilizando menos água que sistemas de aquicultura tradicionais. (RAKOCY et al., 2006).

A Serra Catarinense apresenta um grande potencial para produção de tilápias em aquaponia, muitas propriedades de agricultura familiar já apresentam produção de peixes em açudes ou tanques escavados, bem como, utilizam horta para produção vegetal. Sendo assim podem associar estes dois processos em um só, diminuindo a área dedicada e produzindo de maneira mais sustentável. Caso seja um sistema construído com microclima, estes produtores podem contornar a situação da queda de crescimento no clima frio, ou seja, manter peixes com ganho de peso e alto metabolismo até mesmo no inverno.

### **Objetivo Geral**

- Avaliar o desenvolvimento de peixes, tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) associados à produção de alface-crespa (*Lactuca sativa var. crispata*) em sistema de aquaponia fechado, em região de clima frio na Serra Catarinense.

### **Objetivos Específicos**

- Construção da instalação animal e vegetal e de recirculação de água;
- Verificação e controle dos parâmetros gerais da qualidade da água;
- Cálculo de consumo energético
- Cálculo de retorno de investimento do sistema;
- Identificação de possíveis obstáculos e melhorias no sistema.

## **2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 - PRODUÇÃO AQUÍCOLA E SUSTENTABILIDADE**

Segundo a FAO – Food and Agriculture Organization (2014), a produção de pescado e o seu respectivo consumo crescerá muito. Para o ano de 2030 estima-se que 186 milhões de toneladas de pescado serão consumidas, provenientes da pesca e da aquicultura. Já um trabalho mais atualizado desta mesma instituição (2020) mostrou que a contribuição da aquicultura mundial para a produção global de pescado atingiu 46,0% em 2018, acima dos 25,7% em 2000, sendo assim houve uma diminuição da pesca.

De acordo com Favacho (2017), um dos principais impactos ambientais causados pela piscicultura tradicional, está associado ao acúmulo de matéria orgânica e elevação dos níveis de nitrogênio e fósforo. Em uma revisão bibliográfica com trabalhos de 2008 a 2016, concluiu-se que a piscicultura pode causar impacto e degradação dos corpos hídricos, aumentando a necessidade da aplicação de técnicas e medidas de controle ambiental.

Segundo a EMBRAPA (2015), a aquaponia tem como objetivo a produção de alimentos com visão de respeito ao meio ambiente. Esta técnica pode reduzir em até 90% o uso de água, se for comparada aos sistemas convencionais, sendo assim atende a demanda atual de consumidores mais exigentes e conscientes. Assim, além de usar uma menor quantidade de água, existe o aproveitamento de nutrientes que seriam perdidos, portanto é um sistema produtivo mais sustentável e uma alternativa adequada para a produção de peixes em áreas com escassez hídrica.

Em clima frio a aquaponia tem necessidade de tecnologias para amenizar as temperaturas baixas de água. Mesmo durante o verão, estas regiões apresentam alta taxa de variação de temperatura de água durante as 24 horas do dia, o desafio do produtor é diminuir essa variação, podendo utilizar mecanismos para esquentar a água durante o período frio ou até mesmo construir uma instalação fechada que mantenha a temperatura do dia durante a noite, por exemplo.

## **2.2 – AQUAPONIA**

### **2.2.1 - CONCEITO**

A aquaponia integra o cultivo de peixes e hortaliças em um sistema de recirculação de água, aliando, portanto, a piscicultura e a hidroponia, onde existe o reaproveitamento dos dejetos dos peixes e restos de ração, que são transformados em nutrientes que serão utilizados para o crescimento dos vegetais. É considerado um sistema sustentável de produção, sendo uma alternativa de renda para pequenos produtores, podendo ser realizado em ambientes urbanos com pouco espaço, utilizando quantidade reduzida de água. Esta sai do sistema dos peixes e é reciclada através de filtros mecânicos e biológicos, sendo devolvida novamente aos tanques de cultivo através de uma série de tubulações e bombeamento d'água. É um sistema fechado e necessita de reposição de água somente quando o nível do tanque baixa demais.

### **2.2.2 – PARTES E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA**

A água que sai do tanque dos peixes passa por um decantador, responsável por puxar os dejetos (ração não ingerida, fezes) do fundo do tanque principal e decantá-la mais uma vez, sendo assim, é necessário ter uma forma de escoamento desse efluente, podendo assim, usar uma torneira ou registro. Seguindo vem o filtro biológico, que tem a finalidade de deixar a água com melhor qualidade em relação ao pH, amônia e nitrito dissolvidos, coloração e odor. Um dos pontos chave no sistema é que este filtro biológico deve ser montado por camadas filtradoras de diferentes tamanhos. Todos estes substratos têm a função básica de filtragem da água e para que as bactérias nitrificantes se fixem, estas com a finalidade de reduzir a amônia do sistema transformando-a em nitrito e por último em nitrato, que posteriormente é usado pelas plantas para crescimento. A amônia por sua vez, é um nutriente não ionizado e dessa forma é tóxico para os animais, podendo levar a morte. Para sua diminuição é importante uma colônia de bactérias nitrificantes bem maturada.



Figura 1 - CICLO DO NITROGÊNIO

Segundo Wyk(1999) a maturação do filtro biológico depende diretamente da fixação das bactérias, estas podem se fixar naturalmente ao longo do tempo , mas para diminuir este tempo podem ser adicionados produtos próprios para este fim. De acordo com a figura 2, o nível de amônia tem um declínio após 5 dias de acondicionamento do filtro, com estabilização ao menor nível aos 30 dias. O Nitrito tem seu pico de produção aos 25 dias e posteriormente uma queda, já o Nitrato tem um aumento progressivo após 10 dias. Sendo assim um Biofiltro está pronto, com alta colonização aos 30 dias de acondicionamento.

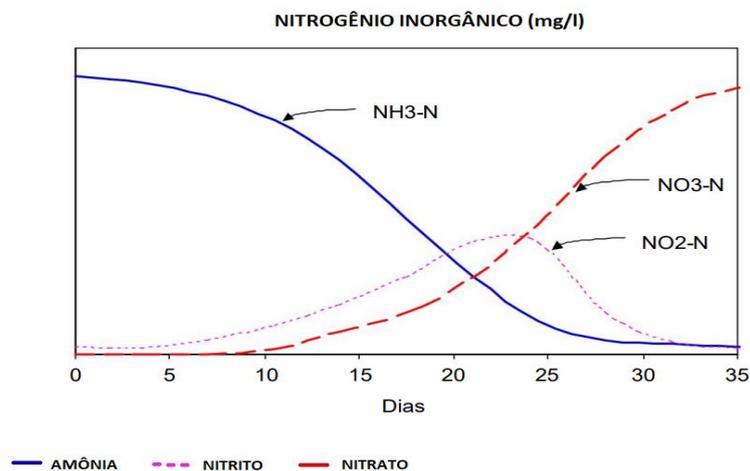
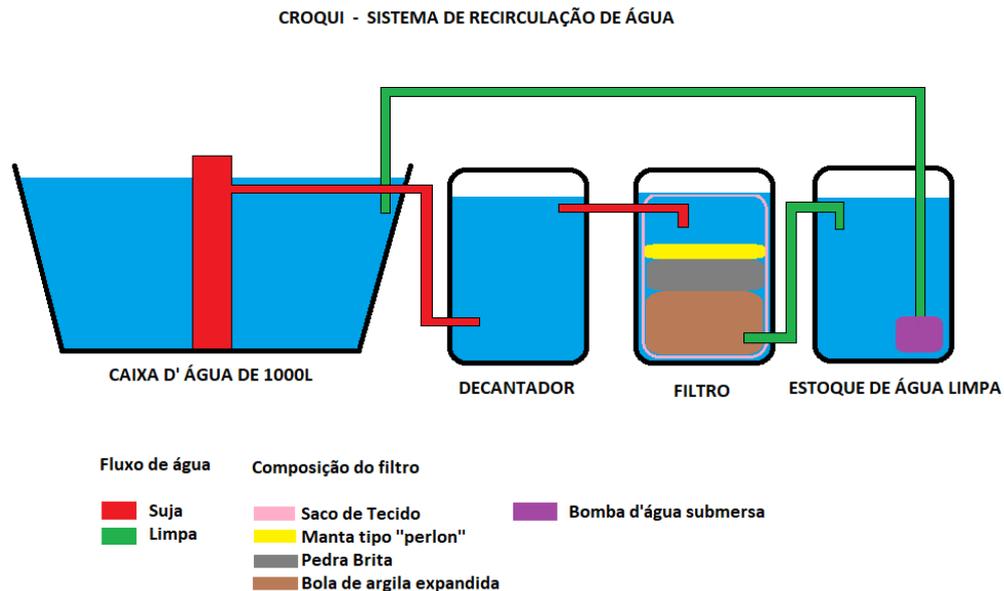


Figura 2 - MATURAÇÃO DO BIOFILTRO (ADAPTADO DE WYK 1999)

Por último vem o depósito de água, que é responsável por receber a água filtrada após passar por todas as camadas filtrantes/substrato e mandar de volta para o tanque principal, através de uma bomba submersa com capacidade de 2000 L/H (Figura 3).



*Figura 3 - CROQUI DO SISTEMA (AUTOR)*

### 2.2.3 – ESCOLHA DE ESPÉCIES

Uma espécie vegetal bastante utilizada em sistemas aquapônicos é a Alface-crespa. Apresenta bom crescimento na hidroponia de lâmina de água, não é exigente em nutrientes e tem fácil aceitação, além de estar presente na mesa dos brasileiros diariamente. Estas características positivas foram vistas para a escolha da planta para cultivo, sendo assim, devem ser observadas caso a escolha for de outra espécie.

Para a escolha da espécie animal, deve-se atentar para os parâmetros de temperatura de água, rusticidade, aceitação a altas densidades de estocagem e valor comercial. Desta maneira, deve-se priorizar uma espécie que se adeque melhor ao clima onde o sistema será instalado e tenha menos propensão a doenças durante o período de confinamento. Deve ser levado em conta também a finalidade do produto, para organismos aquáticos, proteína animal ou ornamentação.

De acordo com a EMBRAPA (2015), a tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* é o peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia por ser rústico/resistente, tolerando altas densidades de estocagem, apresentando boa conversão alimentar (Kg de alimentação para Kg de peixe), sendo uma fonte de proteína com bom valor comercial, além de apresentar conhecimentos de cultivo já disponíveis.

Silva (2017) mostra que a linhagem de tilápia denominada GIFT está entre as mais utilizadas no estado de Santa Catarina. O motivo se dá pela apresentação de maior peso final e maior peso de filé, qualidades conquistadas via melhoramento genético anterior.

Segundo a EMATER/DF (2009), a tilápia apresenta conforto térmico em temperaturas de água entre 26 e 28°C. Fora dessa faixa, os peixes podem apresentar redução de metabolismo, diminuindo assim, seu apetite e crescimento. Para algumas linhagens, temperaturas entre 8 e 14°C podem ser letais, para outras existe uma tolerância maior e uma certa adaptação a água mais fria.

Por ser um peixe mais adaptado a climas quentes, a criação da tilápia em regiões mais frias pode ser um desafio. Para contornar este problema pode ser adaptado um sistema dentro de uma estrutura que possibilite menores taxas de variação térmica, ou pode ser adicionado tecnologias para esquentar a água (aquecedores com termostato), ou dietas mais específicas para criação nestas condições.

Para tilápias, de acordo com Silva (2020), a zona de conforto térmico pode variar conforme a linhagem do alevino escolhida. Em Santa Catarina, a Epagri vem selecionando estes animais para maior tolerância ao frio. Durante o inverno, mostraram nos resultados de pesquisa um crescimento médio de 1,8g por dia, este que, durante o verão este é de 4g por dia. Neste mesmo trabalho foi comparado o ponto de mortalidade decorrente da baixa temperatura da linhagem de segunda geração (GIFT-Epagri SC 02) com a de terceira geração (GIFT-Epagri SC 03). Peixes da linhagem da segunda geração apresentaram mortalidade na temperatura média de 9,5°C (8,5 - 10), já da terceira geração na de 8,5°C (7-10), mostrando assim resultado positivo do melhoramento genético aplicado.

## 3 - MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 - MONTAGEM DO SISTEMA

#### 3.1.1 - INSTALAÇÃO

O projeto foi feito na cidade de Lages, no estado de Santa Catarina, situada na região serrana, que apresenta clima temperado subtropical com temperatura média de 16°C ao longo do ano, entretanto, com grande amplitude térmica dependendo da estação. Durante o verão, no mês de janeiro, a média fica perto de 20,3°C e durante o inverno, no mês de julho, fica em 11,2°C. Apresenta também alto índice de granizo durante o verão e geada durante o inverno, mostrando assim ser um clima rigoroso para o cultivo de peixes. Para amenizar essas intempéries climáticas e formar um microclima mais favorável para produção da tilápia, foi construído um telhado de fibrocimento e paredes com plástico de estufa. Com aproveitamento de terreno, foi construído um piso de concreto e uma parede já construída, sendo assim, feito fechamento de três seções como mostra a figura 4.

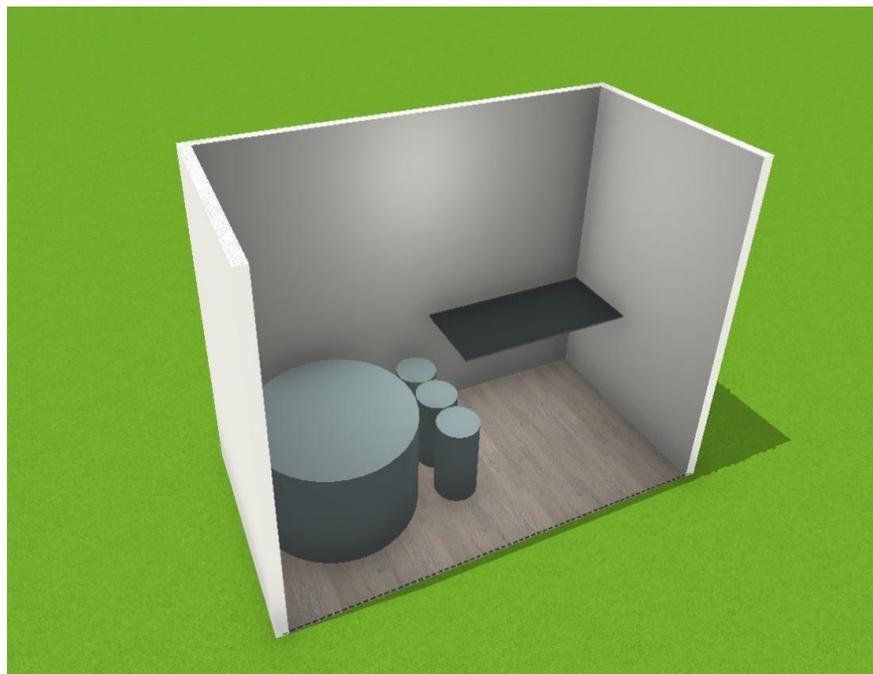


Figura 4 - CROQUI 3D INICIAL DA INSTALAÇÃO (AUTOR)

### 3.1.2 - ESCOLHA DE MATERIAIS

Para a estruturação da instalação foi escolhido o uso de madeira proveniente e reflorestamento (*Pinus elliottii*) tratada, comprada em madeireira na cidade de Lages/SC. Devido ao seu processo de fabricação ter alta fixação do componente para tratamento, este não é liberado ao ambiente e nem na água evaporada alojada nas madeiras sobre o sistema, caso pingue no tanque não afetará a qualidade da água e saúde dos animais.

Para o telhado usou-se telhas de fibrocimento (sem amianto) em conjunto com telhas de plástico transparente, estas com finalidade de proporcionar maior incidência de raios solares dentro da estrutura, demonstrado na figura 5.



Figura 5 - CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

Para o fechamento das paredes foi usado plástico próprio para estufa (Figura 6). O tanque principal, onde os animais ficaram estocados, foi construído com uma caixa d'água plástica de 1000L, escolhida pela facilidade de limpeza e de acoplamento de tubulações.



*Figura 6 - FECHAMENTO DA ESTRUTURA COM PLÁSTICO PARA ESTUFA*

Decantador, filtro mecânico/biológico e depósito de água foram feitos de bombonas plásticas de 60L, compradas em uma empresa especializada na venda destes recipientes, que anteriormente eram utilizados para estocagem de alimento em conserva, sendo dessa maneira de reutilização segura. (Figura 7). No filtro do projeto foi utilizado brita comum, mídias cerâmicas próprias para aquarismo, bolas de argila expandida e na camada superior uma manta de tecido poroso. Por último, vem a terceira bombona com finalidade de estocar a água já filtrada. Nesta fica disposta a bomba submersa que leva a água limpa de volta ao tanque ou em aquaponia, para o sistema vegetal.



*Figura 7 - DISPOSIÇÃO INICIAL DO SISTEMA RAS*

### 3.1.3 - SISTEMA RAS

Com o tanque principal no lugar, foram acoplados os tanques auxiliares com cano PVC de 50mm, para manter o fluxo de água e vazão constante. Para manutenções futuras, priorizou-se o uso de união roscável entre cada segmento, bem como registro ao fundo da bombona para saída de água.



*Figura 8 - CONSTRUÇÃO INICIAL DO TANQUE*

Para circulação e aeração foi fabricado uma espécie de “snorkel” em cano PVC de 25mm com redução interna, este foi acoplado na lateral do tanque com a finalidade de depositar água filtrada de retorno. Foi montado em forma de um “T” invertido, com a ponta de saída abaixo do nível de água e a ponta superior acima, melhorando a formação de bolhas como demonstrado na Figura 8 na lateral direita superior do tanque.



*Figura 9 - PRIMEIRO DIA DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA RAS*

O decantador foi planejado para receber água por baixo com pressão e vazão circular, desta maneira funcionando como uma centrífuga, na qual, a sujeira oriunda do tanque fica alojada no fundo após decantação, e para escoamento desta, foi colocado um registro de 25mm no fundo do recipiente. (Figura 10)



*Figura 10 - DETALHE DO DECANTADOR*

Para construção das camadas filtrantes do filtro biológico foi utilizado um saco de pano, para facilitar a retirada da bombona e lavar, dentro dele disposto aproximadamente 5Kg de pedra brita ao fundo e 5 Kg de argila expandida na superfície (Figura 11). Para as bolas de argila não flutuarem foi utilizado uma manta pressionada por uma pedra, pelo peso tudo se manteve no lugar.



*Figura 11 - DETALHE DO FILTRO*

O depósito de água filtrada foi montado para recebê-la por cima, para isso na tubulação de acoplamento foi necessário o uso de duas curvas, desta maneira seguindo o fluxo do filtro biológico. Para bombeamento de água para a mesa de cultivo e posteriormente retorno para o tanque principal foi utilizado uma bomba d'água submersa com vazão de 2000L/H com 25w de potência (Figura 12).



*Figura 12 - DETALHE DO ESTOQUE DE ÁGUA E BOMBA SUBMERSA*

#### **3.1.4 - SISTEMA VEGETAL**

Construído com tubulações de PVC fixados com madeira na parede e no chão, dispostos no alto, sob o sistema de tanques auxiliares e abaixo de uma telha plástica transparente, dessa maneira recebendo luz solar direta. A entrada de água via mangueira ocorreu por bombeamento do depósito após o filtro (Figura 14). A saída de água ocorreu via mangueira diretamente para o tanque principal (Figura 15).



*Figura 13 - ENTRADA DE ÁGUA NO SISTEMA HIDROPÔNICO*



*Figura 14 - SAÍDA DE ÁGUA NO SISTEMA HIDROPÔNICO*

### **3.2 - INÍCIO DA AQUAPONIA**

No dia 04/10/2021, após 5 dias de ciclagem de água, foram soltos no tanque principal 100 alevinos de tilápia GIFT, de aproximadamente 4cm (classificados comercialmente como alevinos tipo 1) adquiridos da Piscicultura Nossa Senhora Aparecida, situada na cidade de Ijuí/RS, após aclimação à temperatura.

Foram colocadas 18 mudas de 8 cm de Alface-crespa, compradas no mercado local, dispostas sobre um cano de PVC de 100mm com furos, nestes foram usados copos de plástico cortados para entrada de água. Para a melhor fixação da raiz no copo, foi retirada a terra de cultivo em um pote com água, ficando somente raiz e folhas. (Figura 15)



Figura 15 - SISTEMA VEGETAL EM FUNCIONAMENTO

### 3.3 - ALIMENTO E ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES

Foi fornecida somente ração formulada para peixes de clima tropical, com nível de proteína bruta de 320g/kg ou 32%, sendo categorizada pela fabricante como ração para crescimento, com granulometria de 4mm (figura 16). Pela dificuldade de encontrar mais opções de rações para compra na cidade, e necessidade de grânulos menores para peixes com tamanho inicial pequeno, foi utilizada esta ração desde o início. Logo que os alevinos foram alojados, esta ração foi triturada para assim formar um pó para alimentar os alevinos de 4 cm. Após um certo crescimento visual dos peixes (10 cm de comprimento), a ração foi utilizada sem este procedimento.



Figura 16 - COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO

Para o cálculo de quantidade e o número de vezes de fornecimento (frequência alimentar) da ração foi utilizada o quadro 1. Este apresenta informações valiosas e previamente testadas, levando em conta o cálculo de peso vivo total dos peixes ou também chamado cálculo de biomassa. Além disso, nela também estão dispostas o melhor tamanho de pelete para cada categoria, indicação de número de refeições e porcentagem do peso vivo.

**QUADRO 1- QUANTIDADE DE RAÇÃO PARA TILÁPIAS**

Peso do peixe	Tipo de ração	Refeições/dia	%PV/dia
1 a 5 g	Pó – 42%PB	5	14
5 a 10 g	2-3mm – 42%PB	4	8
10 a 20 g	2-3mm – 42%PB	3	5
20 a 50 g	2-3mm – 42%PB	3	4,5

*FONTE: AUTOR COM ADAPTAÇÃO DE EMATER-DF 2019*

Com a finalidade de exemplificar o uso desse quadro segue cálculos para um arraçoamento de 100 alevinos com peso médio de 5g.

$$\text{Peso vivo (PV)} = 100 \text{ tilápias} \times 5 \text{ gramas} = 500 \text{ gramas ou } 0,5 \text{ kg}$$

Levando em consideração a temperatura da água existe o quadro 2, que expressa o ajuste de quantidade de ração fornecida.

**QUADRO 2 - FORNECIMENTO DE RAÇÃO PARA TILÁPIAS POR TEMPERATURA**

Temperatura	Menos de 16°C	16 – 19°C	20 – 24°C	25-29°C	30-32°C	Mais de 32°C
	Não fornecer	60%	80%	100%	80%	Não fornecer

*FONTE: AUTOR COM ADAPTAÇÃO DE EMATER-DF 2019*

Neste projeto não foi necessário a adequação do arraçoamento pelo quadro 2, pois a temperatura de água se manteve a 28°C após a adição de aquecedores. Com o crescimento efetivo dos peixes ao longo do tempo, esses cálculos devem ser modificados, para melhor rendimento, reajustando sempre a melhor quantidade de ração fornecida, priorizando assim maior crescimento e menor desperdício.

### 3.4 - MANEJO DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA

Uma vez por semana foi realizado o controle de qualidade de água. Para isso utilizou-se testes rápidos (kits) para aquários vendidos no mercado local. Testagens de amônia tóxica e pH foram executadas para manter qualidade de água para os peixes.



Figura 17 - MANEJO DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA

Uma vez por dia foi feito o controle de temperatura da água. Para isso foi utilizado termômetro digital vendido no mercado local. Testou-se diariamente a temperatura de água superficial e comparou-se diretamente com a temperatura de ar interna (dentro da estufa) e externa (fora da estufa).



*Figura 18 - TEMPERATURA DE ÁGUA*

### **3.5 - ALIMENTADOR AUTOMÁTICO**

Para facilitação de manejo e maior quantidade de vezes de arraçoamento foi construído e adicionado um alimentador automático caseiro, fabricado com canos de PVC de 100mm e um motor giratório de prato de micro-ondas. Modelo bastante difundido pelos aquaponistas urbanos, este foi desenvolvido para ter um custo baixo e ser de fácil construção. Para seu funcionamento é necessário um dispositivo “TIMER DIGITAL” que possibilite a configuração por minuto (o TIMER analógico possibilita somente configuração com no mínimo 5 minutos).

O funcionamento é por um motor interno, que gira uma pá que empurra a ração para buracos na base inferior fazendo com que a ração caia diretamente no tanque através do cano direcionador. Acima do motor fica uma curva de 45° e uma peneira, com a finalidade de segurar o estoque de ração do reservatório. Esta curva é usada para ter um caimento mais lento da ração e não prejudicar o motor. Para o fechamento é usado uma tampa de 100mm para impedir a entrada de água e o acesso de outros animais.

O reservatório pode ser dimensionado conforme a necessidade de cada sistema, neste projeto foi feito com 50 cm de comprimento e 10 cm de largura, com volume total de 3926 cm<sup>3</sup> ou 3,9 L.

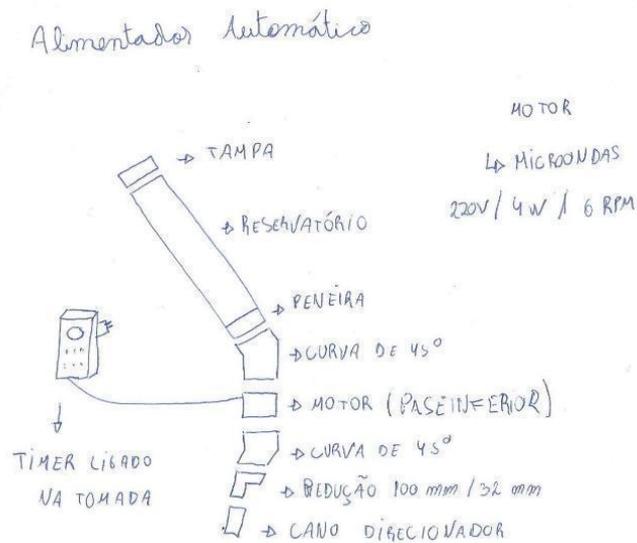


Figura 19 - PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO DO ALIMENTADOR AUTOMÁTICO

Para configurar o timer deve ser feito um teste para calcular quantas gramas de ração caem por minuto do alimentador, com isso podemos escolher o tempo que o timer ficará ligado. Como uma situação de exemplo, tendo uma vazão de 20g por minuto, caso a porção escolhida for de 100g às 05:00h, 11:40h e 17:15h, finalizando com 200g às 23:25h.



Figura 20 - ALIMENTADOR EM FUNCIONAMENTO

## **4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 - MANUTENÇÃO DE SISTEMA**

A manutenção do sistema em grande parte se dá pela limpeza que deve ser feita no sistema aquapônico. Ao longo do tempo percebeu-se um acúmulo de limo nas tubulações e nas laterais do tanque (caixa d'água) acima da lâmina de água. No sistema vegetal esse acúmulo foi maior, porém de manejo mais fácil, pois o conjunto inteiro podia ser retirado da base para limpeza. O segundo manejo foi a retirada de água "suja" (fezes e matéria orgânica) decantada no decantador e no filtro, também de fácil manejo devido aos registros de 25mm que foram instalados na parte inferior das bombonas plásticas. A limpeza de maior dificuldade foi da manta de tecido do filtro mecânico/biológico; para facilitação foi então trocada periodicamente ao observar saturação.

### **4.2 - SOBREVIVÊNCIA**

Após o término de construção total do projeto (tubulações, filtros e acessórios), no dia 25/09/2021 começou o nivelamento de água do tanque e de todos os periféricos (decantador, filtro e estoque), após iniciar o bombeamento, deixou-se esta circular pelo sistema por 5 dias, manejo com intuito de diminuição de cloro.

Pelo término de construção atrasado e chegada dos alevinos na loja fornecedora, o sistema ficou circulando sem os animais com menor tempo do que o recomendado por Wyk(1999), que seria de 3 semanas. Ao longo de 10 dias foi observado mortalidade de alevinos (Figura 21), com a totalidade de 37 peixes mortos, estas associadas a falta de aquecedores durante os primeiros 6 dias e a baixa oxigenação de água. Dessa maneira, nessa etapa inicial, o projeto teve uma taxa de sobrevivência de aproximadamente 63%, este número não é preciso pois em um lote de alevinos nunca se tem certeza da quantidade exata de animais e fica difícil a contagem a olho nu.

Segundo Silva (2016), a taxa de sobrevivência de alevinos de tilápia com 1,3g de peso médio foi de 36% ingerindo ração de 45% de PB, para juvenis de 32g de peso

médio foi de 86,9% e para juvenis de 87g foi de 96%, ambos com ingestão de ração de 30% de PB. Dessa maneira, observa-se que com o crescimento dos peixes, estes ficam mais resistentes e a taxa de sobrevivência aumenta. Sendo assim, para aumentar essa taxa é importante na hora da compra de alevinos e escolha de fornecedor, que seja priorizada a aquisição de animais de maior tamanho.



*Figura 21 – ALEVINO DE TILÁPIA MORTO COM 6CM DE COMPRIMENTO*

Na figura 21 está demonstrado um alevino encontrado morto pela manhã, apresentando região branquial avermelhada. De acordo com CETESB (2022) podem ter morrido por contaminação de cianeto ou por hemorragia devido a depleção de oxigênio, ou seja, queda de oxigênio dissolvido na água. Esta última pode estar associada ao sistema apresentar falta de oxigenação no fundo e necessidade de um aerador com pedra porosa.

#### **4.3 - TEMPERATURA DE ÁGUA**

O sistema após receber os alevinos ficou 6 dias sem aquecimento de termostatos, estes comprados pela internet devido à falta de opção no mercado local demoraram para chegar. Mesmo sendo uma semana de temperatura externa quente ao longo do dia (12:00 h 30.1°C), observou-se queda acentuada à noite (18:00 h

19.3°C). Portanto, observou-se uma alta variação de temperatura da água ao longo de 24 horas dia. Esta variação pode ter causado a mortalidade inicial anteriormente descrita, associada a falta de oxigênio dissolvido.

Foram colocados no tanque principal dois termostato-aquecedores (desliga automaticamente ao atingir a temperatura escolhida e liga quando estiver abaixo) de 500w cada (figura tal), respeitando recomendações de aquaponistas que usam 1w para cada litro de água do tanque (1000L = 2 x 500w). Com esses equipamentos (Figura 22), observou-se que a temperatura de água escolhida se manteve durante o período noturno, quando os aquecedores estavam ligados e no período quente, estes permaneciam desligados. Com o valor de 134 reais a unidade, este equipamento é fundamental para o sistema aquapônico e mostra assim ter um excelente custo/benefício, ou seja, custa relativamente pouco pelo seu bom desempenho.



*Figura 22 - TESTE DE FUNCIONAMENTO DOS AQUECEDORES*

As tilápias podem apresentar queda metabólica fora da faixa de conforto térmico (26-28°C), podendo diminuir o consumo de ração, apresentando então queda de crescimento e de resposta imunológica. Configurados para 27°C, os aquecedores mantiveram o metabolismo normal dos alevinos, observando-os mais ativos.

#### **4.4 - ÁGUA VERDE**

Após um mês do início do funcionamento do sistema, constatou-se no tanque principal a alteração da coloração da água de transparente para verde, aumentando aos poucos, algo normal em tanques abertos, porém após 60 dias do início não foi mais possível enxergar o fundo do tanque principal e os animais nadando. Esta coloração se dá pelo aumento de microalgas presentes no corpo da água, mostrando ao produtor que nesse tanque existem parâmetros que possibilitam o aumento de vida com estes nutrientes dissolvidos. Porém, para a produção aquapônica não é aconselhável a presença desse fenômeno pois assim os peixes deixam de se alimentar da ração e se alimentam dessas algas, resultando assim em uma redução do crescimento e ganho de peso.

Com isso começou a busca por alternativas para estabilização de água. Como solução primária foi tampada a caixa d'água durante o dia, para diminuir a incidência solar e conseqüentemente a fotossíntese (anteriormente era mantida aberta durante o dia devido a temperatura alta e fechada à noite). Para não bloquear totalmente o sol foram feitos cortes na tampa da caixa.

Como solução secundária e mais rápida foi adicionado produto algicida próprio para aquários e tanques de peixe na proporção de 10 ml para cada 100 L durante 5 dias, respeitando recomendação do laboratório fabricante. Observou-se ao longo de 10 dias um clareamento efetivo da água e um aumento de ingestão de ração.

Estas alternativas poderiam ser trocadas por um aumento do sistema vegetal, ou seja, mais mudas de alface crespa para utilizar estes nutrientes abundantes. Porém devido à falta de material e tempo hábil para esta mudança, o problema descrito foi solucionado pelas duas alternativas descritas anteriormente.



Figura 23 - AMOSTRA DE ÁGUA COM COLORAÇÃO VERDE

#### 4.5 - DANOS A ESTRUTURA

Durante o projeto, a instalação sofreu com a incidência de uma chuva de granizo, que durou cerca de 45 min com pedras de aproximadamente 15mm, que foi o suficiente para trincar as telhas de plástico transparente, bem como furar o plástico de fechamento da estufa. Para solucionar este problema e estar preparado para um eventual acontecimento, foi colocado produto para vedação a base de poliuretano, conhecido popularmente como PU40 nas telhas trincadas e acima delas foi adicionado uma nova camada de telha transparente. O plástico furado foi substituído e assim constatado que esse necessita manejo regular, através da substituição das partes com furos ou rasgos.

#### 4.6 - CÁLCULO APROXIMADO DE CONSUMO DE ENERGIA

A parte elétrica ligada diretamente na rede durante o projeto foi baseada em 2 lâmpadas de LED de 12W, 2 aquecedores com termostato de 500W e 1 Bomba submersa de 2500 L/H de 45W. Na cidade de Lages, a distribuidora de energia elétrica é a empresa CELESC com tarifa de 0,46 reais (gasto de 101 a 220 kWh) e 0,51 reais

(gasto acima de 221 kWh) em 2021. Assim, é possível fazer um cálculo do valor de energia gasto no sistema, usando as informações do quadro 3 através da fórmula:

$$\text{(Potência(W) x Horas de uso(h) x dias de uso(d) x quantidade)/1000}$$

*QUADRO 3 - USO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS*

EQUIPAMENTO	POTÊNCIA	HORAS DE USO	DIAS DE USO	QUANTIDADE
Lâmpada	12W	6h/dia	30	2
Aquecedor	500W	4h/dia	30	2
Bomba d'água	45W	24h/dia	30	1

*FONTE: AUTOR*

O resultado do gasto energético de cada equipamento elétrico ficou descrito por lâmpadas: 4,32 kWh por mês, aquecedores 120 kWh por mês e bomba submersa 32,4 kWh mês, todos contabilizados pelo período de 30 dias de uso. Com um total de 156,72 kWh, pode ser multiplicado pela tarifa da bandeira 1, sendo assim, totalizando um gasto mensal de 72,09 reais. Esse cálculo deve ser usado apenas para ter noção pois existem diversas variações ao longo do ano, caso seja calculado no período do inverno, o aquecedor por exemplo, ficará ligado por mais tempo, aumentando assim o valor da conta de luz. Caso um projeto seja elaborado em meio rural também sofrerá diferenças, pois nestas áreas existem descontos de tarifa, barateando o custo ao produtor.

#### **4.7 - CÁLCULO APROXIMADO DE RETORNO DE INVESTIMENTO**

Durante a construção da instalação, os gastos de material e acessórios foram sendo contabilizados (Quadro 4) para se ter uma base do custo para montar este sistema aquapônico, bem como, demonstrar a quantidade de Kg de peixe que deveria ser vendida para ter o retorno financeiro do investimento, visando assim uma alternativa de renda hipotética.

**QUADRO 4 - GASTOS TOTAIS**

TIPO	QUANTIDADE	VALOR GASTO
ALEVINOS	100	70,00
MADEIRA	-	664,00
BOMBONA PLÁSTICA	3	175,00
CAIXA D'ÁGUA 1000L	1	340,00
TELHA FIBROCIMENTO	16	160,00
TELHA FIBRA DE VIDRO	6	188,00
BRITA EM SACO	6	46,00
PARAFUSOS E METAIS	-	398,00
ELÉTRICA	-	259,00
PLASTICO DE ESTUFA	24m <sup>2</sup>	115,00
CONEXÕES	-	752,00
BOMBA SUBMERSA	1	230,00
AQUECEDOR	2	268,00
OUTROS	-	320,00
ALIMENTADOR	-	215,00

*FONTE: AUTOR*

Totalizando 4200 reais de investimento e levando em conta uma produção simulada anual de 63,75 Kg de peixe vivo (75 peixes com peso final de 950g) com rendimento de carcaça após filetagem de 40% e 54 pés de alface. Produzindo assim 38,25 Kg de filé de tilápia, com um valor de mercado local de 38 reais o Kg, associado a venda dos vegetais( 54 pés a 2,50 reais = 135 reais) totalizando um ganho bruto de 1588,50 reais nesse período produtivo. Descontando o gasto de energia de 72,09 reais por mês, e o valor do m<sup>3</sup> de água usado ao longo do período (taxa mínima de 10m<sup>3</sup>) de 32,71 reais, ambos multiplicados por 5 meses de produção.

$$1588,50 - 360,45 - 163,55 = 1064,50$$

Para retorno total de investimento seriam necessários no mínimo 4 ciclos de produção, calculando somente a venda do filé de peixe, pois somado a isso pode existir a venda dos vegetais. Este cálculo aproximado tem efeito de exemplificação,

mostrando assim que o ganho relativo é baixo, caso o foco seja uma renda financeira é importante priorizar maiores produções

#### **4.8 - FINALIZAÇÃO DO PROJETO**

No dia 19/12/2021 devido a finalização do estágio final do autor, foi finalizado o projeto de aquaponia com 81 dias após o início da ciclagem de água (primeiros 5 dias). Realizou-se então a despesca do tanque, sendo assim contabilizados 28 peixes com tamanho médio de 10 a 15 cm de comprimento, estes foram estocados posteriormente em açude, devido à falta de uma biometria inicial, não foi possível contabilizar o crescimento dos peixes pelo comprimento. Os equipamentos indispensáveis neste projeto, localizado na região serrana de Lages, foram os aquecedores, que apresentaram um funcionamento satisfatório, conseguindo manter a água na temperatura escolhida de 28°C durante as horas mais frias. A construção total para início do período produtivo foi de 40 dias, após todo planejamento, foi iniciada pela construção da estrutura de madeira, mostrando ao longo do tempo uma ótima opção. Com custo baixo e alta durabilidade, as madeiras com tratamento não tiveram nenhum tipo de pintura, porém se mantêm intactas e como foram bem travadas, mostram uma estrutura extremamente sólida.

#### **4.9 - MELHORIAS FUTURAS RECOMENDADAS**

##### **4.9.1 - AUMENTO DO SISTEMA VEGETAL**

Durante o projeto foi observado que o sistema vegetal teve crescimento mais rápido em relação a uma horta comum na mesma localidade, provavelmente pelo nível alto visível de nutrientes (água esverdeada) disponível para o crescimento de plantas, Como melhoria ao sistema, poderiam ser adicionadas mais bases para implantação de mudas, aumentando assim a produção vegetal e otimização dos nutrientes não usados pelos peixes (nitrato).

#### **4.9.2 - FILTRO UV (Ultravioleta)**

No aquarismo é comum o uso de filtros com raio ultravioleta (UV). Ligado ao sistema de tubulações este tipo de filtro é composto por uma carcaça com uma lâmpada de luz violeta, a água sai do tanque principal, passa pelo filtro mecânico/biológico e posteriormente segue seu fluxo por dentro do filtro UV. Esse tipo de radiação tem a capacidade de diminuir/eliminar a reprodução de microrganismos aquáticos através da penetração da luz ultravioleta na parede celular gerando assim uma descarga elétrica. Sendo assim é um filtro que pode auxiliar no controle de microalgas. Apresenta um valor elevado, porém diluindo ao longo do tempo produtivo e de uso, fica em conta.

#### **4.9.3 - AERADORES DE FUNDO E PLACAS SOLARES**

Para uma melhora de oxigenação da água é interessante a adição de um aerador de fundo, que utiliza um compressor de ar pequeno, ligado por mangueiras finas a pedras porosas. Essas pedras são dispostas no fundo do tanque e por meio de seus micro furos possibilitam a formação de bolhas de ar na água. São equipamentos com valor baixo e existem opções de compressor para até 4 pedras, assim diminuindo o gasto de energia elétrica.

Pensando na diminuição de gastos com energia elétrica e auto suficiência do sistema, pode ser adicionado ao projeto placas fotovoltaicas ligadas a baterias estacionárias. Atualmente esse tipo de tecnologia já pode ser encontrado a valores mais acessíveis e em sistemas que devem ter bombeamento de água 24h é extremamente recomendado, pois em caso de queda de energia ainda conseguem funcionar normalmente.

#### **4.9.4 - SOLTURA DE PEIXES LIMPADORES**

No fundo do tanque ao longo do projeto foi observado a permanência de fezes e restos de ração, mesmo com a tubulação de aspiração. Devido à pressão, não há possibilidade de remoção mecânica por escoamento, pois baixaria demais o nível do tanque. Sendo assim uma boa alternativa para solução deste problema é a adição de peixes limpadores no tanque principal, conhecidos como Cascudos. Pertencentes a

família *Loricariidae*, apresentam hábitos iliofagos, usando assim, restos orgânicos para sua alimentação.

#### **4.9.5 - CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA E BOMBA SUBMERSA**

A instalação foi construída sob piso de concreto já existente. Assim, pensando no aproveitamento do local não foi considerado o desnível do solo. Para o tanque foi construído um tablado de madeira nivelado, já o restante do sistema ficou com caimento, onde o estoque de água ficou no nível mais baixo do terreno. Dessa maneira a bomba submersa teve que trabalhar com uma coluna de água maior (altura de bombeamento), baixando sua vazão. Associado a isso, devido ao fator gravidade, caso a bomba seja desligada o estoque de água transborda. Como melhoria futura neste projeto é interessante a construção de um sobre piso em nível do início ao fim, ficando dispensável o uso do tablado de madeira. Desta maneira o fluxo de água é comandado somente pela força da bomba submersa, e assim, caso seja desligada, a água se mantém parada. Um upgrade de bomba para uma com maior vazão de litros por hora, também seria interessante, aumentaria a oxigenação na volta da água. Pode ser usada uma com 5000 L/H, dobrando a capacidade. No mercado existem opções com painel de controle, que possibilitam a configuração dessa saída de água, com um custo um pouco mais alto. Porém também podem ser usadas duas bombas trabalhando juntas, dessa forma se alguma sofrer algum problema a outra mantém o funcionamento do sistema.

#### **4.9.6 - MANTA PERLON**

No filtro mecânico foi utilizado como camada primária um tecido fibroso comum de algodão, parecido com um enchimento de travesseiro tendo como característica a rápida saturação de sujidades, necessitando assim ser substituído com maior frequência. Como solução pode ser usada para substituição desta camada uma manta de perlon, esse tipo de tecido tem maior poder de retenção e se mantém limpo por mais tempo, em questão de manutenção também leva mais pontos, pois pode ser lavado com facilidade.

#### 4.10 - REDE DE CONHECIMENTO NÃO CONVENCIONAL UTILIZADA

Apesar da atividade da aquaponia não ser nova, e da existência de literatura consolidada, ao longo deste trabalho foi necessário realizar inúmeras pesquisas fora do meio acadêmico, com isso foram descobertos vários canais de informação sobre aquaponia, mostrando assim que existem muitas pessoas compartilhando ideias práticas e dicas sobre este assunto que não é tão difundido ainda. Sites, blogs e canais do aplicativo YouTube, vem compartilhando inúmeras experiências sobre este sistema, alguns destes com especialistas formados na área de Aquicultura ou Zootecnia, e outros com experiência prática de anos. Destes alguns apresentam sistemas pequenos e outros com sistemas de porte grande, que ganham a vida comercializando seus produtos.

Assim como qualquer setor da agricultura e produção animal brasileira, deve-se levar em conta as ideias e experiências destes produtores que estão todos os dias trabalhando. Pode-se aprender muito com eles, assim como com artigos, trabalhos acadêmicos e pesquisas. Como recomendação de canais de conhecimento sobre aquaponia segue o quadro 5.

*QUADRO 5 - CANAIS DE CONHECIMENTO SOBRE AQUAPONIA*

TIPO	NOME	LINK
CANAL YOUTUBE	ZOOTECNIA COSTUMEIRA	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCKuy0k2xP4RamZ2inTb-KnQ">https://www.youtube.com/channel/UCKuy0k2xP4RamZ2inTb-KnQ</a>
CANAL YOUTUBE	AQUAPONIA MS	<a href="https://www.youtube.com/c/AquaponiaMS">https://www.youtube.com/c/AquaponiaMS</a>
SITE	AQUAPONIA URBANA	<a href="https://aquaponia-urbana.com/artigos/">https://aquaponia-urbana.com/artigos/</a>

*FONTE: AUTOR*

## 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na finalização do projeto observou-se que a instalação não funcionou efetivamente como uma estufa, uma vez que a temperatura do ar interna se manteve apenas 2°C superior ao do ambiente externo. Esse fator possivelmente está associado a perda de calor por uma parede de concreto. Para melhor funcionamento, todas as laterais devem ser de plástico próprio para este fim. O crescimento efetivo e a biometria não foram calculados, pois o objetivo do trabalho foi a construção e o funcionamento básico do sistema, mostrando que mesmo com o investimento alto o retorno é certo, pois o filé de tilápia tem um bom valor de mercado e alta procura, sendo assim, é um peixe recomendado para este tipo de sistema produtivo, seja com foco comercial ou como mais uma alternativa de produção de proteína em pequenas propriedades rurais. Após a solução de problemas citados ao longo deste trabalho, o projeto se manteve apenas com os manejos diários e semanais, sendo assim, necessitando de menor carga horária de trabalho diário. O alimentador automático teve um bom funcionamento, com seu estoque de ração de quase 4 L, conseguiu ficar até 10 dias sem a necessidade de reposição de ração. Todo o sistema depende de energia elétrica, sendo assim, em casos pontuais de queda de energia foi necessária a volta do arraçoamento manual, mostrando assim que a adição de um sistema de placas solares e baterias estacionárias é altamente recomendado. As plantas tiveram ótimo crescimento e foi observada uma coloração verde viva, caso fossem vendidas teriam bom valor agregado, devido ao tamanho e boa apresentação.

## 6 – CONCLUSÃO

Este tipo de sistema é recomendado para a região a qual foi construído, porém devem ser analisados todos os problemas encontrados e as melhorias feitas ao longo do projeto. Para maior sucesso e números produtivos mais altos, é recomendado escolher o período do verão para início da produção, devido às temperaturas mais amenas e próximas do conforto térmico da espécie Tilápia-do-nilo. A compra de alevinos jovens (maiores que 10cm) também é recomendada, estes apresentam melhores taxas de sobrevivência e para quem está começando um sistema produtivo, permite uma vantagem inicial.

## 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIDI, Ana Maria. **Instalações e Ambiência em Produção Animal: UFPEL**. 2011.
- CARNEIRO, MORAIS, NUNES, NIZIO e FUJIMOTO. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia: Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2015.
- DISTRITO FEDERAL. ADALMYR MORAIS BORGES. . **Criação de Tilápias**. 2009.
- FAO. 2014. **The state of world fisheries and aquaculture 2014**. Rome.
- FAO. 2020. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Sustainability in action. Rome.
- Favacho, Relrison da Costa; Santos, Celiane Lima dos; Viana, Lorena Saraiva; Souza, Ruana Regina Negrão de; "**ANÁLISE QUALIQUANTITATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E A PISCICULTURA INTENSIVA: OS EFLUENTES COMO FONTE DE IMPACTO**", São Paulo: Blucher, 2017.
- PAULO CÉSAR FALANGHE CARNEIRO. Embrapa Tabuleiros Costeiros. **Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia**. 2015.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Mortandade de peixes**. 2022.
- RAKOCY, J.; et al., **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics integrating fish and plant culture**. SRAC Publication, v. 454, p. 1-16, 2006.
- Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Piscicultura: alimentação**. / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2019. 48 p.; il. 21 cm (Coleção Senar, 263)
- SILVA, Alex Ferreira da *et al.* **Comparação no uso de Alevinos e de juvenis de Tilápias do Nilo (Oreochromis Niloticus) linhagem Gift para o pequeno produtor no estado de Mato Grosso do Sul**. Ponta Porã: 8º ECAECO, 2016.
- SILVA, Bruno Corrêa da. **AValiação DO GANHO FENOTÍPICO DE TILÁPIAS APÓS UMA GERAÇÃO DE SELEÇÃO INDIVIDUAL PARA PESO FINAL EM VIVEIROS ESCAVADOS**. 2017.
- SILVA, Bruno Corrêa da et al. **GIFT-EPAGRI TILÁPIA SC 03**. Florianópolis: Epagri/Cedap, 2020.
- Van Wyk, Peter & Scarpa, John. (1999). **Water quality requirements and management. Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems**.

