

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CARLOS EMÍLIO VIEIRA DA SILVA

**MONTAGEM E OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUAPONIA: UM ESTUDO DE CASO DE AGRICULTURA URBANA PARA PRODUÇÃO DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E ALFACE (*Lactuca sativa*)**

Florianópolis  
2016

CARLOS EMÍLIO VIEIRA DA SILVA

**MONTAGEM E OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUAPONIA: UM ESTUDO DE CASO DE AGRICULTURA URBANA PARA PRODUÇÃO DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E ALFACE (*Lactuca sativa*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Aquicultura do Departamento de Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia de Aquicultura. Orientador: Dr. Gilberto José Pereira Onofre de Andrade

Florianópolis  
2016

Carlos Emílio Vieira da Silva

**MONTAGEM E OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUAPONIA: UM ESTUDO DE CASO DE AGRICULTURA URBANA PARA PRODUÇÃO DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E ALFACE (*Lactuca sativa*)**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Engenheiro de Aquicultura e aprovada em sua forma final.

Florianópolis, 12 de Julho de 2016.

---

Prof<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Anita Rademaker Valença.**  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora**

---

Prof., Dr. Gilberto José Pereira Onofre de Andrade  
Orientador  
Universidade UFSC

---

Carlos Henrique A. de Miranda Gomes MSc.  
Universidade UFSC

---

Prof., Dr.<sup>a</sup> **Anita Rademaker Valença.**  
Universidade UFSC

## Ficha catalográfica

**SILVA, Carlos E. V.**

**MONTAGEM E OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUAPONIA: UM ESTUDO DE CASO DE AGRICULTURA URBANA PARA PRODUÇÃO DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E ALFACE (*Lactuca sativa*)**

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE AQUICULTURA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL 60 PÁGINAS  
Contém imagens

Dedico,  
Aos meus queridos e amados pais,  
Renato e Marion que sempre me encheram  
de amor, inspiração e alegria

## Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, meus maiores e melhores exemplos, sempre me guiando pelo caminho do bem, com amor, alegria e simplicidade. Obrigado pelo apoio imensurável.

A minha irmã querida e amada, exemplo de perseverança e dedicação.

Ao meu irmão Gui, que me apresentou o fascinante mundo da aquicultura, da permacultura e da agroecologia, sábio nas palavras e na disseminação do bem.

Ao meu irmão Japonês e sua sabedoria nipônica, com sua sinceridade afiada, verdadeiro mestre oriental.

Ao meu irmão Bacana, por sua irmandade, conselhos e apoio.

A toda minha família que sempre me apoiou e me incentivou a seguir em frente.

A Dinda Clédis querida, advogada oficial da Pedra Viva Aquaponia.

Aos meus irmãos do mar e do surf, Cadinho, Tiagão, Bicião, Pere, Paulinho, Negão aviador, Belin, Pi, Mau, Passarinho, Osama, Leomar, Nati, Mah,

Aos meus Professores e Mestres da vida acadêmica, obrigado pelos conhecimentos e experiências compartilhados.

A todos meus amigos e amigas queridos e queridas, que sempre estiveram ao meu lado dando força para seguir em frente.

Aos meus colegas e amigos do curso de engenharia de aquicultura e do cca com quem tanto aprendi e troquei experiências.

Ao pessoal do R.U. queridos e atenciosos, propiciando a todos uma alimentação rica e balanceada.

A Jussara querida, com sua alegria cativante e sua disposição infinita para ajudar a todos.

Ao Nilvanzeira, desbravador, homem do mato, coração do bem, pela rica oportunidade de trabalhar com outras etnias.

Ao seu Kazuo, Dona Isaura, Vó Mária, Tia Eliete e seu Ricardo, obrigado pelos incontáveis domingos de comida excelente, boas conversas e muita risada.

Ao Tio Zé e a Tia Vera queridos e amados.

Ao Professor Doutor Gilberto José Pereira Onofre de Andrade, pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

A natureza e toda energia maravilhosa oriunda desse mundo lindo que temos a benção de habitar.

## RESUMO

A demanda mundial por alimentos de alto valor nutricional vem crescendo a cada dia. Como atividade produtora de organismos aquáticos, peixes, moluscos, crustáceos, algas, a aquicultura possui um papel fundamental na evolução sustentável da produção alimentar do nosso planeta. A aquaponia integra o melhor da aquicultura e da hidroponia, produzindo proteína de alto valor nutricional, os peixes, que fornecem nutrientes com ajuda de bactérias para as hortaliças e vegetais sem o uso de defensivos químicos ou fertilizantes em um sistema de recirculação de água. Esse tipo de sistema se encaixa perfeitamente no contexto de agricultura urbana e sustentável. O objetivo deste trabalho é descrever uma metodologia de montagem e operação de um sistema de aquaponia para produção de jundiá (*Rhamdia quelen*), tilápia (*Oreochromis niloticus*) e alface (*Lactuca sativa*) dentro do contexto da agricultura urbana. Com base na literatura e na experiência adquirida no trabalho com aquaponia, estabeleceu-se um método com 12 etapas básicas que servem não como um guia de montagem passo-a-passo, mas como um norteador para as pessoas interessadas na implementação de um sistema aquapônico, com os componentes necessários para sua correta montagem e operação. Os resultados mostram como de fato ocorreu a montagem e está sendo operado um sistema de aquaponia na cidade de Florianópolis, no estado de Santa Catarina e quais são as oportunidades de melhorias cabíveis de implantação no sistema aquapônico. Conclui-se a importância de novos estudos na área afim de elucidar mais ainda o potencial e os benefícios da agricultura urbana e da produção alimentar em sistemas de aquaponia.

**Palavras-chave:** aquaponia, agricultura urbana, jundiá, tilapia, alface.

## ABSTRACT

The world demand for high value nutritional foods is growing each day. As an activity that produces aquatic organisms such as, fish, crustaceans, mollusks, algae, aquaculture has a fundamental role in the sustainable evolution of food production in the world. Aquaponics integrates the best of aquaculture and hydroponics producing protein with high nutritional value, the fish, which provides nutrients for plants and vegetables, with the help of beneficial bacteria without using any fertilizer or chemical defensives in a recirculation water system. This kind of system fits perfectly in the context of urban and sustainable agriculture. The objective of this work is to describe a methodology for building and operating an aquaponic system to produce jundia (*Rhamdia quelen*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and lettuce (*Lactuca sativa*) in an urban agriculture context. Based on the literature and the experience with aquaponic work it was established a method with twelve basic steps, that are not a step by step guide, but a north for the people interested in the implementation of an aquaponic system, exemplifying all components necessary for its correct building and operation. The results shows in fact how occurred the building and how it's being operated an backyard aquaponic system in Florianopolis city in the state of Santa Catarina, Brazil and which are the opportunities suitable of improvements for implementation in new aquaponics systems. Its conclusion says about the importance of new studies in the area to elucidate even more the benefits and the potential of the urban agriculture and the food production with aquaponics systems.

**Key words:** aquaponics, urban agriculture, jundia, tilapia, lettuce.



## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Funcionamento básico de um sistema de aquaponia .....   | 6  |
| Figura 2 - Ciclo no sistema de Aquaponia.....  | 7  |
| Figura 3 - Componentes biológicos e suas interações em um sistema aquapônico. ....   | 8  |
| Figura 4 - Tipos de sistemas de aquaponia .....  | 10 |
| Figura 5 - Tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ); Jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ); Alface Roxa e Crespa ( <i>Lactuca sativa</i> ). ..... | 13 |
| Figura 6 - – Início da construção da estrutura da estufa.....  | 27 |
| Figura 7 - – Início da construção da estrutura da estufa.....  | 27 |
| Figura 8 - – Estufa finalizada .....   | 28 |
| Figura 9 - Durante a escavação para colocação dos tanques.....   | 29 |
| Figura 10 - Tanques de cultivo e bandejas flutuantes.....  | 29 |
| Figura 11– Disposição dos tanques de cultivo das plantas.....  | 30 |
| Figura 12 – Tanque em U sem as plantas, detalhe da ligação entre os tanques.....   | 30 |
| Figura 13 - Detalhe da estrutura e do tanque dos peixes .....  | 31 |
| Figura 14 – Tanque dos peixes com o dreno central e tampa telada .....   | 32 |
| Figura 15 – Detalhe do decantador e do registro para remoção dos sólidos .....   | 33 |
| Figura 16 – Filtros biológicos com detalhe para os substratos.....   | 34 |
| Figura 17 – Compressor de ar.....  | 35 |
| Figura 18 – Tanque de equalização .....  | 35 |
| Figura 19 – Detalhe do tanque de equalização e um dos reservatórios de água.....   | 37 |
| Figura 20 – Reservatórios externos .....   | 37 |
| Figura 21 – Bomba submersa 7000litros/hora.....  | 38 |
| Figura 22 – Primeiro croqui do sistema .....   | 38 |
| Figura 23 – Croqui do sistema aquapônico. ....   | 39 |
| Figura 24 – Fluxograma diário de manejo dos peixes.....  | 40 |
| Figura 25 – Fluxograma manejo diário das plantas.....  | 41 |
| Figura 26 – Plantas em estágio de crescimento .....  | 42 |
| Figura 27 – Plantas prontas para a colheita .....  | 42 |
| Figura 28 – Alegria de colher uma alface 100% amor .....   | 46 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 1  |
| 1.1 JUSTIFICATIVA .....  | 3  |
| 1.2 OBJETIVO.....  | 5  |
| 1.2.1 OBJETIVO GERAL .....   | 5  |
| 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....   | 5  |
| 2 REVISÃO TEÓRICA .....  | 6  |
| 2.1 AQUAPONIA .....  | 6  |
| 2.2 BIOFUNCIONAMENTO DO SISTEMA AQUAPÔNICO .....                                 | 8  |
| 2.3 TIPOS DE SISTEMAS PARA CULTIVO EM AQUAPONIA .....                            | 9  |
| 2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS AQUAPÔNICOS.....                       | 10 |
| 2.4.1 Vantagens .....  | 11 |
| 2.4.2 Desvantagens .....   | 11 |
| 2.5 COMPONENTES DO SISTEMA AQUAPÔNICO .....                                      | 11 |
| 2.6 ESPÉCIES CULTIVADAS .....  | 12 |
| 2.7 DEZ CONCEITOS FUNDAMENTAIS PARA O SUCESSO DE UM SISTEMA.....                 | 14 |
| 3 METODOLOGIA .....  | 18 |
| 3.1 METODOLOGIA PARA MONTAGEM DO SISTEMA .....                                   | 18 |
| 3.1.1 FERRAMENTAS E MATERIAIS BÁSICOS .....                                      | 19 |
| 3.2 ETAPAS DA MONTAGEM DO SISTEMA.....   | 19 |
| Etapa 1 – Opção pelo uso de estufa ou não.....                                   | 19 |
| Etapa 2 – Escolha do local para locação do sistema .....                         | 20 |
| Etapa 3 – Dimensionamento do espaço .....  | 20 |
| Etapa 4 – Definição do tipo e tamanho do componente hidropônico .....            | 20 |
| Etapa 5 – Definição do tipo e tamanho do tanque e da quantidade dos peixes ..... | 21 |
| Etapa 6 – Definição do decantador .....  | 21 |
| Etapa 7 – Definição do Biofiltro (tamanho, tipo, substrato).....                 | 21 |
| Etapa 8 – Definição do tamanho da caixa de equalização (SUMP).....               | 22 |
| Etapa 9 – Escolha de um reservatório de água.....                                | 22 |
| Etapa 10 – Escolha da bomba para recalque da água .....                          | 22 |
| Etapa 11 - Desenho da disposição do sistema.....                                 | 22 |
| Etapa 12 – Montagem do sistema .....   | 23 |
| 3.3 METODOLOGIA PARA OPERAÇÃO DO SISTEMA.....                                    | 23 |
| 3.3.1 MANEJO DIÁRIO, SEMANAL E MENSAL DO COMPONENTE DOS PEIXES .....             | 23 |
| 3.3.2 MANEJO DIÁRIO, SEMANAL E MENSAL DO COMPONENTE HDROPÔNICO .....             | 24 |

|  |    |
|--|----|
| 4 RESULTADOS .....   | 26 |
| 4.1 DESCRIÇÃO DA MONTAGEM DO SISTEMA DE AQUAPONIA .....                          | 26 |
| Etapa 1 – Opção pelo uso de estufa ou não .....                                  | 26 |
| Etapa 2 - Escolha do local para locação do sistema .....                         | 28 |
| Etapa 3 – Dimensionamento do espaço .....  | 28 |
| Etapa 4 – Definição do tipo e tamanho do componente hidropônico.....             | 28 |
| Etapa 5 – Definição do tipo e tamanho do tanque e da quantidade dos peixes ..... | 31 |
| Etapa 6 – Definição do decantador.....   | 32 |
| Etapa 7 – Definição do Biofiltro (tamanho, tipo, substrato) .....                | 33 |
| Etapa 8 – Tamanho da caixa de equalização (SUMP).....                            | 35 |
| Etapa 9 – Escolha de um reservatório de água .....                               | 35 |
| Etapa 10 – Escolha da bomba para recalque da água .....                          | 37 |
| Etapa 11 - Desenho da disposição do sistema .....                                | 38 |
| 4.1.1 CROQUI DO SISTEMA .....  | 39 |
| 4.1.2 DESAFIOS SUPERADOS NA MONTAGEM .....                                       | 39 |
| 4.2 DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AQUAPONIA .....                          | 40 |
| 4.2.1 Fluxograma de manejo diário dos peixes .....                               | 40 |
| 4.2.2 Fluxograma do manejo diário das plantas .....                              | 41 |
| 4.2.3 DESAFIOS SUPERADOS NA OPERAÇÃO.....  | 43 |
| 4.3 OPORTUNIDADES DE MELHORIAS DO SISTEMA DE AQUAPONIA.....                      | 43 |
| 5 CONCLUSÕES .....   | 45 |
| 6 REFERÊNCIAS .....  | 47 |



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil está pronto para se tornar o principal fornecedor de produtos agrícolas capaz de atender à crescente demanda mundial. Segundo a publicação da OCDE-FAO *PERSPECTIVAS AGRÍCOLAS (2015-2024)*, as oportunidades de crescimento do Brasil existem para estender os benefícios aos mais pobres e para reduzir a pressão sobre os recursos naturais. O estudo salienta também que entre os desafios que o Brasil deve enfrentar está conseguir manter a produtividade e o crescimento da produção, ao mesmo tempo em que deve garantir que esses avanços permaneçam alinhados aos objetivos da redução da pobreza e da desigualdade no país com base na sustentabilidade ambiental.

O Brasil está entre as dez maiores economias mundiais, tem a quinta maior população (mais de 200 milhões de pessoas) e a quinta maior área superficial. Dados extraídos do documentário francês *Terra de 2015*, nos mostram que por dia no mundo nascem 400.000 humanos e morrem 160.000, ou seja, todos os dias são 240.000 novas bocas a mais na terra para alimentar. É nessa hora que se enaltece o importante papel da Aquicultura na segurança alimentar. Segundo a FAO, a produção aquícola tem um papel importantíssimo, provendo melhoras na saúde, erradicação da fome e redução da pobreza, pois os peixes, moluscos e crustáceos são uma fonte vital de proteína de alto valor nutricional, especialmente para as populações pobres da nossa comunidade global.

É fundamental que a atividade aquícola se baseie nas premissas do desenvolvimento sustentável, que conforme a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1987) consiste em “atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações poderem atender às suas próprias necessidades”.

A aquicultura é definida como o cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas, a partir da intervenção do homem no processo de cultivo para aumentar a produção em operações como estocagem, alimentação, beneficiamento, etc. (FAO, 1988). Vinatea (2004) acredita que um conceito mais adequado se constituiria pelo cultivo de organismos aquáticos com valor econômico, a fim de aumentar a segurança alimentar do planeta por meio da distribuição democrática do alimento gerado em todas as camadas socioeconômicas da população mundial.

Porém, frequentemente são evidenciados alguns efeitos nocivos ao meio ambiente oriundos de atividades aquícolas, dentre eles, destruição de ecossistemas naturais, como

mangues, disseminação de patógenos nas populações nativas com a introdução de espécies exóticas, e poluição de lençóis freáticos e dos rios com o aporte do efluente aquícola (BOYD, 2003). É necessário o aperfeiçoamento e a difusão de novas tecnologias baseadas na alta produtividade e sustentadas no tripé da sustentabilidade com a equidade de seus componentes, social, ambiental e econômico (RIJN, 2013).

Dentre os diferentes sistemas de produção aquícola, os principais são mono cultivo, apenas uma espécie, e poli cultivo, com mais de uma espécie, ambos com suas vantagens e desvantagens, porém quando comparados, é possível constatar que os mono cultivos além de poluir o ambiente, se tornam mais caros e exigem um maior aporte de energia, tanto natural quanto humana (VINATEA, 2004).

Aquaponia é um sistema integrado de produção de peixes e plantas em um sistema de recirculação de água (RAKOCY *et al.*, 2006). Criar peixes nesse tipo de sistema além de permitir um maior controle da produção, da taxa de crescimento dos animais, analisando e controlando parâmetros de qualidade de água, através do seu reuso e acondicionamento com uso de filtros biológicos, chega a utilizar entre 90-99% menos água que sistemas de aquacultura convencionais, por exemplo as monoculturas de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) (RAKOCY *et al.*, 2006).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Segurança alimentar, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), é a “situação na qual todas as pessoas, durante todo o tempo, possuam acesso físico, social e econômico a uma alimentação suficiente, segura e nutritiva, que atenda a suas necessidades dietárias e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável” (BELIK, 2003).

As expressões agricultura urbana ou agricultura intra-urbana e peri-urbana já são adotadas pelas agências das Nações Unidas, tais como UNDP (SMITH et al., 1996), FAO (URBAN, 1996) e referem-se à utilização de pequenas superfícies situadas dentro das cidades ou em suas respectivas periferias para a produção agrícola e criação de pequenos animais, destinados ao consumo próprio ou à venda em mercados locais (SPOTLIGHT, 1999).

Segundo Machado (2002), a agricultura urbana também pode ter efeito positivo na biodiversidade. O ambiente urbano é frequentemente rico em espécies da flora e da fauna e pode ser bastante incrementado pelas iniciativas do desenvolvimento de práticas agrícolas e ambientais que funcionam de forma eficiente e sustentável, desde que estejam ligadas a todos os processos de manejo do meio ambiente, incluindo os fatores relacionados à ecologia e à biodiversidade.

Englobada na agricultura sustentável a agricultura urbana contribui para: a produção e beneficiamento, de forma segura, de produtos agrícolas (hortaliças, frutas, plantas medicinais, ornamentais) e pecuários (animais de pequeno, médio e grande porte). Esses produtos são utilizados para o consumo próprio, trocas, doações e/ou comercialização, e (re) aproveitam, de forma eficiente e sustentável, os recursos e insumos locais (solo, água, resíduos, mão de obra, saberes, etc.). A prática da agricultura urbana acontece no espaço urbano, como quintais, lotes vagos, áreas verdes/vazios urbanos, áreas institucionais, terrenos arrendados ou emprestados (CEPAGRO, 2009).

Segundo Emerenciano *et al.* (2015) os sistemas aquapônicos são alternativas para enfrentar problemas de escassez hídrica e a necessidade de uma diversificação e maximização da produção agroalimentar. Sendo assim, um sistema de aquaponia para produção de pescado e hortaliças em uma área urbana com fins de comercialização de ambas as culturas apresenta uma grande atratividade econômica, social e ambiental.

Comparando os sistemas de produção de peixes (aquacultura) e de hortaliças, com

sistema de produção do tipo hidroponia, separadamente, ambos apresentam características positivas e negativas, porém quando combinados para formar um sistema de aquaponia se enaltecem os aspectos positivos (BLIDARIU *et al.*, 2011).

Isso acontece devido a assimilação dos nutrientes excretados pelos peixes por parte das raízes das plantas, que agem como um filtro biológico propiciando a homeostase do ecossistema comprovando a afirmação de Rakocy *et al.*, (2000) de que a integração de sistemas de recirculação para aquacultura com a hidroponia, fornecendo concentrações de nutrientes adequadas, suprindo as necessidades das plantas, se torna uma excelente alternativa de produção. Tyson (2007) demonstra que a aquaponia se encaixa perfeitamente dentro do contexto de agricultura sustentável, surgindo como uma das grandes possibilidades quanto a produção correta de alimentos de qualidade.

Com esses argumentos se enaltece a importância de estudos a respeito da implementação de sistemas de aquaponia dentro do contexto da agricultura urbana, afim de produzir alimentos de alto valor nutricional, otimizando o uso do nosso recurso mais precioso que é a água e trazendo a produção alimentar para perto dos grandes centros onde se concentra a maior parte da população.



## 1.2 OBJETIVO

### 1.2.1 OBJETIVO GERAL

Montar e operar um sistema de aquaponia para produção de Jundiá (*Rhamdia quelen*), Tilápia (*Oreochromis niloticus*) e alface (*Lactuca sativa*).

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a montagem do sistema de aquaponia;
- Descrever a operação do sistema de aquaponia;
- Identificar as oportunidades de melhoria no sistema

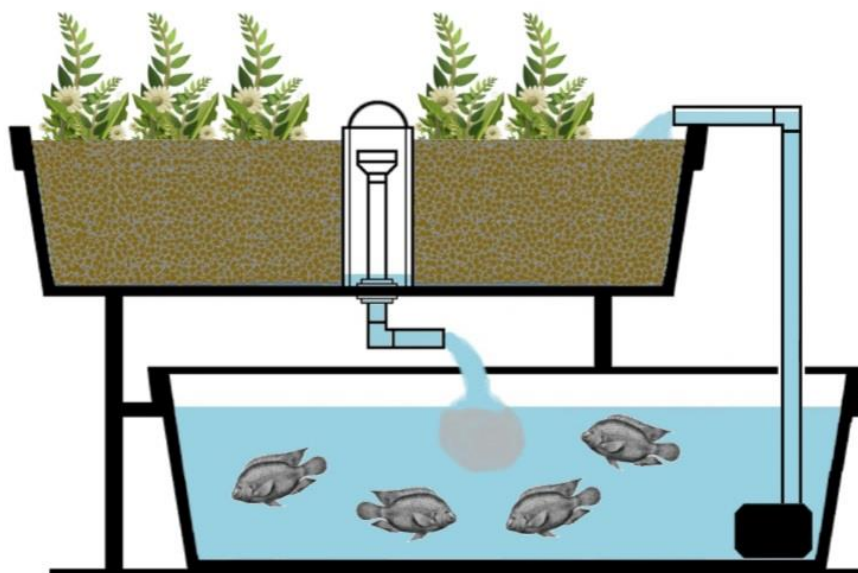
## 2 REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado uma breve revisão sobre os temas principais a serem abordados durante o trabalho, com enfoque na apresentação da: aquaponia, seus componentes, biofuncionamento, tipos de sistema e espécies cultivadas.

### 2.1 AQUAPONIA

Aquaponia é a integração da produção hidropônica de hortaliças e vegetais com um sistema de recirculação de água para produção de peixes (RAS, do inglês Sistema de Recirculação de Água), (LENNARD, 2004). Segundo *The Aquaponics Gardening Community*, a aquaponia é o cultivo integrado de plantas e organismos aquáticos em um ecossistema de recirculação que utiliza os ciclos naturais das bactérias para converter os resíduos dos peixes em nutrientes para as plantas (Figura 1). É um atividade ambientalmente amigável, produz alimentos naturais e orgânicos e reúne os melhores atributos da aquacultura e da hidroponia sem o descarte de efluente, nem a necessidade do uso de fertilizantes e adubos químicos.

Figura 1 - Funcionamento básico de um sistema de aquaponia



Fonte: Guia prático, aquaponia em sua casa. Aquapônica. Autor: Claudio Alfaro, 2013.

Tyson (2007) relata uma série de benefícios dos sistemas de aquaponia, que o tornam relevante dentro da aquicultura sustentável, dentre eles estão: “um sistema

integrado para produção de peixes e plantas” (Figura 2); “satisfaz a necessidade humana de proteína de alto valor nutricional”; “integração de ciclos biológicos naturais”, usando bactérias nitrificantes no processo de nitrificação da amônia excretada pelos peixes, em nitrito e depois nitrato, forma como as plantas absorvem o nitrogênio.(BLIDARIU *et al.*, 2011), além de melhorar a qualidade de vida dos produtores e da sociedade como um todo.

Figura 2 - Ciclo no sistema de Aquaponia



Fonte: Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia / Paulo César Falanghe Carneiro...  
[et al.]. - Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

Sociedade concentrada cada vez mais nos centros urbanos, A globalização da crise econômica, o rápido crescimento da população, a migração do campo para a cidade, a deterioração das economias nacionais e as persistentes dificuldades econômicas são condições prévias para o início da atividade de produção de alimentos nas cidades em muitos países em desenvolvimento (DRESCHER, JACOBI, AMEND, 2000).

Blidariu *et al.*, (2011) consideram que a integração de peixes e plantas é um tipo de policultivo que aumenta a diversidade e estabilidade do sistema, e que a venda tanto dos peixes como das hortaliças contribui muito para a economia local. Nichols (2008) sustenta a possibilidade de aumentar a eficiência econômica do sistema, certificando tanto

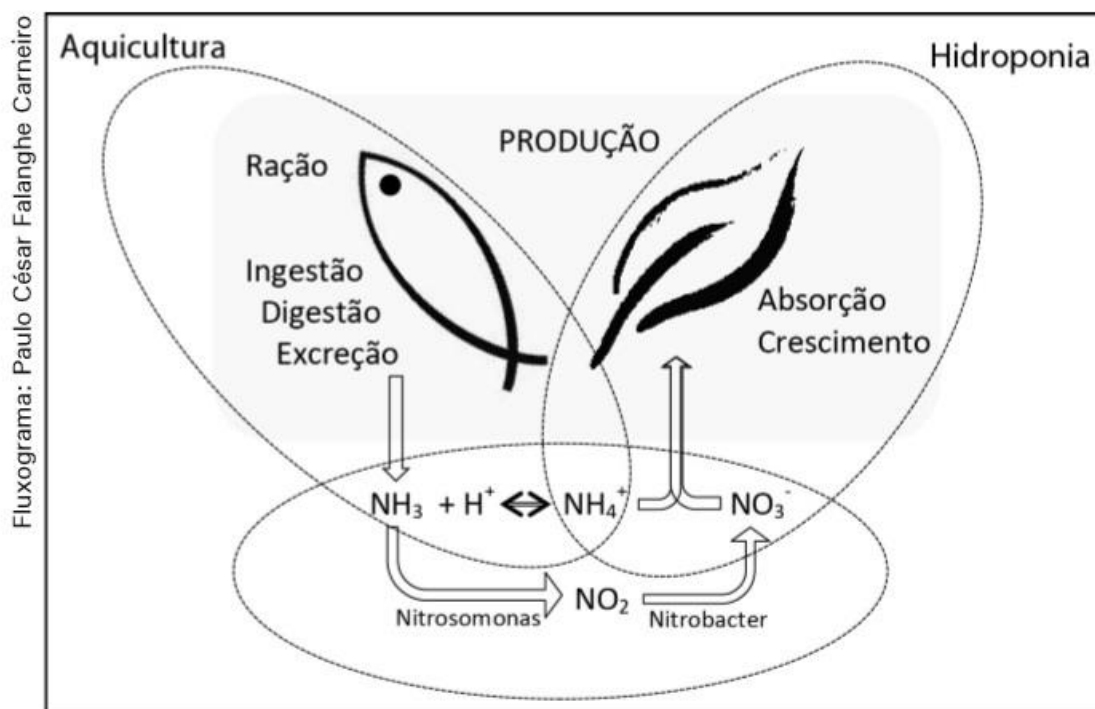
os peixes como os vegetais como orgânicos, justamente pela forma como são criados.

## 2.2 BIOFUNCIONAMENTO DO SISTEMA AQUAPÔNICO

Quando comparado com sistemas tradicionais de agricultura e aquicultura e por preconizar a reutilização total da água, a aquaponia utiliza volumes baixos de água para seu funcionamento, sendo necessário apenas reposição da água perdida por evaporação e pela evapotranspiração das plantas (RAKOCY *et al.*, 2006).

A ração é o insumo mais importante no sistema de aquaponia, pois a partir da ingestão, digestão e excreção dos peixes, as bactérias fazem a conversão da excreta em nutrientes assimilados e absorvidos pelas plantas (Figura 3). Segundo Carneiro *et al.* (2015) se torna um fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que se relacionam por meio de ciclos biológicos naturais. Neste ciclo são as bactérias nitrificantes, as Nitrossomonas que fazem o trabalho de transformar primeiramente a amônia ( $\text{NH}_3$ ) em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e depois são as Nitrobacter que transformam o nitrito em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), forma do nitrogênio mais absorvível por parte das plantas que têm papel importante na filtragem biológica da água, garantindo a homeostase do sistema e o bem estar dos peixes.

Figura 3 - Componentes biológicos e suas interações em um sistema aquapônico.



Fonte: Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia / Paulo César Falanghe Carneiro[et al.]. -

Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

Outro fator de relevância nos sistemas de aquaponia em relação ao padrão da qualidade da água é o potencial hidrogeniônico, ou pH que indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, e se torna um aspecto crítico, pois o sistema envolve a produção de três diferentes organismos, peixes, plantas e bactérias, com diferentes exigências desse parâmetro, sendo ideal mantê-lo em uma faixa entre 6,5 e 7,0 para atender o mínimo das necessidades dos organismos envolvidos no sistema (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Carneiro *et al.* (2015) reiteram que existe uma tendência da acidificação do pH após a colonização e bom funcionamento do filtro biológico sendo necessário o uso de substâncias tamponantes para a correção e estabilização do pH, aconselham o uso daquelas à base de potássio (K) e cálcio (Ca), nutrientes dos quais normalmente carecem os sistemas aquapônicos. Adições periódicas de bicarbonato de potássio  $\text{KHCO}_3$  ou calcário dolomítico  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$  ajudam tanto no tamponamento como no suprimento de nutrientes necessários para o bom desenvolvimento das plantas.

### 2.3 TIPOS DE SISTEMAS PARA CULTIVO EM AQUAPONIA

Assim como a escolha do tipo de tanque dos peixes pode variar, como exemplifica Emerenciano *et al.*, (2015) podem ser projetados de várias formas (circulares, quadrados, retangulares, octogonais) com a utilização de vários materiais (fibra, plástico, concreto, geomembrana, etc.). Para Carneiro *et al.*, (2015) o sistema para o cultivo das plantas com suas particularidades e variações, vantagens e desvantagens pode ser constituído dos mais diversos tamanhos e tipos de materiais. Emerenciano *et al.*, (2015) citam os três principais tipos de bancadas, ou estruturas hidropônicas, onde as plantas são distribuídas e ficam em contato com a água e dependem da vazão para absorção dos nutrientes oriundos dos peixes (Figura 4). Elas podem ser de três tipos:

**Substrato semi-seco**, onde as plantas ficam dispostas em bombonas ou caixas plásticas, carcaças de geladeira velha, caixas de madeira recobertas com geomembrana, fixadas em um substrato, que pode ser telha ou tijolos quebrados, cascalho, brita, argila expandida, nesse caso o próprio substrato vai trabalhar como um filtro mecânico e biológico ao mesmo tempo sendo este tipo mais usado em sistemas de menor escala, requer também um sistema de sifão, pois é imprescindível que o substrato e as raízes das

plantas tenham bastante oxigenação, trabalho esse realizado por um sifão que faz com que a cama de cultivo encha e esvazie periódica e sistematicamente;

**NFT** (*Nutrient Film Technique, ou Técnica do Filme de Nutrientes*) são usados tubos de pvc ou canaletas específicas para hidroponia com berçários(buracos) distribuídos com certo espaçamento nos quais são dispostos copos vazados com as mudas de hortaliças, as raízes das plantas entra em contato com uma fina camada de água que percorre a tubulação levando os nutrientes chegando ao tanque de equalização e voltando ao tanque dos peixes;

**Bandejas flutuantes**, conhecidas em inglês como “Floating rafts”, são estruturas flutuantes como placas de isopor industrial, isopor comum ou madeira que ficam dispostas em cima dos tanques de cultivo das plantas, que são chamados de “raceways”, nessas placas estão dispostas as plantas que tem suas raízes em contato direto com a água, da onde absorvem os nutrientes. Nesse sistema é necessário aporte de aeração constante dentro dos “raceways” para suprir a necessidade de oxigênio das raízes das plantas, prevenindo acúmulo de matéria orgânica nas raízes, seu apodrecimento ajudando na absorção dos nutrientes, sendo o tipo de sistema mais usado em aquaponias comerciais.

Figura 4 - Tipos de sistemas de aquaponia



Fonte: <http://aquaponicsplan.com/wp-content/uploads/2013/04/aquaponics-systems-6.jpg>

## 2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS AQUAPÔNICOS

#### 2.4.1 Vantagens

- Maiores taxas de crescimento das culturas e maior produtividade;
- Culturas consistentes e de qualidade;
- Considerável redução no uso da água e de nutrientes quando comparada às culturas em solo;
- Necessidade de menores áreas para cultivo;
- Sistemas podem ser projetados a uma altura maior, que propicie uma ergonomia melhor para o trabalhador.
- Fácil obtenção de materiais e insumos;
- Diversificação da produção;
- Produtos livres de agrotóxicos e antibióticos;
- Possibilidade de produção em zonas áridas;
- Excelente ferramenta educacional, abrange áreas como fisiologia animal, biologia, botânica, física e química da água;

#### 2.4.2 Desvantagens

- Pouca tecnologia difundida no Brasil;
- Dependência contínua de energia elétrica;
- Necessidade de controle e monitoramento constante;

### 2.5 COMPONENTES DO SISTEMA AQUAPÔNICO

Segundo Emerenciano *et al.*, (2015) os componentes básicos do sistema são o tanque para cultivo dos peixes e a estrutura com as bancadas hidropônicas, porém para o melhor funcionamento do sistema são necessários componentes secundários como filtros mecânicos e biológicos para remoção dos sólidos particulados e viabilização do processo de nitrificação, respectivamente. Além dos equipamentos como aeradores, bomba para recalque da água, tubulações e conexões.

## 2.6 ESPÉCIES CULTIVADAS

A escolha de espécies de plantas mais adaptadas a cultivos hidropônicos em sistemas de aquaponia está relacionada diretamente com a densidade de estocagem dos peixes nos tanques e a consequente concentração do efluente aquícola (DIVER, 2006). Alface, manjerição, espinafre, almeirão, agrião, por apresentarem exigências nutricionais mais brandas e rápido crescimento, se adaptam muito bem em sistemas aquapônicos (DIVER, 2006). O rendimento vegetal comparado entre cultivos em aquaponia, hidroponia e em solo, tem demonstrado equivalência em rendimento de variedades plantadas em hidroponia e aquaponia, ambas com rendimento superior ao cultivo em solo em diversos parâmetros (BRAZ, 2010 e JUNGE, 2008).

A alface (*Lactuca sativa*) conforme Carvalho *et al.*, (2005) é uma planta herbácea anual, pertencente à família *Asteraceae*, sendo considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação do brasileiro, o que assegura a essa cultura, expressiva importância econômica. Atinge seu valor comercial em cerca de 28 dias. (RAKOCY *et al.*, 2006).

Emerenciano *et al.*, 2015 demonstra que muitos peixes apresentam potencial para os sistemas de aquaponia, sendo os de água doce os principais, porém espécies que toleram certa variação de salinidade, como os robalos também podem ser cultivadas, deve sempre levar em consideração as características biológicas, adaptação climática e quando desejado a comercialização, a demanda de mercado. No mundo as principais espécies cultivadas em sistemas aquapônicos são as tilápias, trutas, carpas, carpas coloridas, bagres, robalos e inclusive crustáceos como camarão de água doce (*Macrobrachium spp*), a lagosta australiana (*Cherax spp*).

Pensando na conservação da biodiversidade da fauna e da flora, a escolha de espécies nativas para o cultivo em sistemas aquapônicos se torna uma opção muito atrativa, assim optou-se pela utilização do Jundiá (*Rhamdia quelen*) como espécie nativa e da Tilápia (*Oreochromis niloticus*), mesmo sendo uma espécie exótica, devido sua excelente adaptabilidade a esse tipo de sistema.

De acordo com Zaniboni (2000), o Jundiá (*Rhamdia quelen*) é uma espécie com bom tamanho de corpo e ampla distribuição geográfica, do centro da Argentina, ao sudeste do México, e muito apreciado no sul do Brasil. Suporta grandes variações de oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água (GUEDES, 1980). Quando adultos são considerados onívoros, com uma preferência por peixes, seguido de crustáceos, insetos,



restos vegetais e detritos orgânicos (MEURER & ZANIBONI FILHO, 1997).

A tilápia, por ser um peixe bastante rústico e resistente, ter boa conversão alimentar, tolerar altas densidades de estocagem, ter seu pacote tecnológico de cultivo, de melhoramento, de reprodução e de nutrição avançados e difundidos por todo o mundo e por ter, em geral, um bom preço comercial, tem sido o peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia (MARENGONI, 2006). As tilápias do gênero *Oreochromis* são onívoras micrófagas e aceitam uma ampla variedade de alimentos. A tilápia nilótica é uma espécie que possui rastros branquiais bem desenvolvidos, possibilitando a filtragem da água para retirada do plâncton ou outros alimentos em suspensão. Aceita uma grande variedade de subprodutos agrícolas e industriais e se adapta ao consumo de ração balanceada (ZANIBONI, 2004).

Figura 5 - Tilápia (*Oreochromis niloticus*); Jundiá (*Rhamdia quelen*); Alface Roxa e Crespa (*Lactuca sativa*).



Fonte: Pedra Viva Aquaponia.

## 2.7 DEZ CONCEITOS FUNDAMENTAIS PARA O SUCESSO DE UM SISTEMA

O Dr. James Rakocy, Diretor da Estação Experimental Agrícola da Universidade das Ilhas Virgens, considerado o pai da aquaponia, trabalha a mais de 25 anos com esse tipo de sistema, escreveu o artigo *Ten Guidelines for Aquaponics Systems* (2007), que resumo abaixo, no qual exalta dez dicas para um sistema aquapônico ter sucesso e equilíbrio, com bom crescimento dos peixes, das plantas e das bactérias.

1ª- Razão da Taxa de alimentação para o dimensionamento adequado do sistema.

A razão da taxa de alimentação é importantíssima, pois é com base nela que dimensiona-se um sistema correto e balanceado. Estima-se a quantidade de ração a ser ofertada aos peixes relacionando-a com a área para produção de plantas, usando como base uma variação de 60 a 100 gramas de ração para cada metro quadrado de planta por dia, podendo variar conforme o tipo de sistema escolhido para as plantas. Se então houver uma densidade de peixes que será alimentada com 1000 gramas/dia de ração, usando uma taxa de 60 g/m<sup>2</sup>/dia, temos uma área para as plantas de 16,7 m<sup>2</sup>. A razão ideal para o sistema vai depender de muitos fatores como, tipo de sistema de cultivo das plantas, as espécies de plantas cultivadas, composição química da água inicial do sistema e a quantidade perdida quando a necessidade da remoção dos sólidos. Por exemplo, os sistemas NFT (Nutrient Film Technique) requerem uma razão da taxa de alimentação menor, cerca de 25% da taxa dos sistemas flutuantes, porém com suas limitações.

2ª- Manter entrada constante de ração.

Quando o Dr. James Rakocy se refere a manter uma entrada constante de ração, é porque justamente a diminuição do aporte de ração está ligada a disponibilidade de nutrientes para as plantas, que no início do sistema é menor, devido ao menor aporte de ração em razão do tamanho dos peixes, essa quantidade vai aumentando conforme o crescimento dos peixes até o estágio da despesca, quando então as taxas de nutrientes estão em seus níveis mais altos. Por isso ele cita dois métodos para manter a entrada de ração e disponibilidade de nutrientes constante. O primeiro método mais voltado para produção a nível comercial de produção, como no caso do sistema UVI (University of Virgin Islands) aquaponia, criado pelo Dr. James, que possui 4 tanques de engorda para os peixes. O ciclo de produção da Tilápia é de 24 semanas, estas estão distribuídas nos 4 tanques em diferentes estágios de crescimento para que a cada 6 semanas aconteça a despesca de um tanque. Quando o tanque é despescado, logo em seguida é repovoado

com alevinos o que gera uma queda na entrada de ração entre 25 e 30% e gradualmente vai aumentando até o máximo de ração ofertada com 6 semanas. Nesse método tem-se uma flutuação moderada nos níveis de nutrientes no decorrer de toda produção.

Em sistemas que utilizam apenas um tanque para o crescimento dos peixes, quando acontece a despesca e posteriormente o povoamento com novos alevinos, as taxas de entrada de ração e disponibilidade de nutriente podem cair até 90%, e atingem seu máximo ao final das 24 semanas, isso pode resultar uma performance ruim das plantas prejudicando seu crescimento. Para minimizar essa queda da disponibilidade de nutrientes, Rakocy recomenda povoar o tanque com diferentes grupos de tamanhos de peixes, alevinos, juvenis e adultos, considerando um tempo de 6 meses para o crescimento dos mesmo até o tamanho para comercialização/abate, todo mês pode-se usar um separador/grade para remoção dos peixes maiores, sendo então repovoado com o mesmo número de alevinos após cada despesca parcial. Assim os níveis de entrada de ração e disponibilidade de nutrientes terão uma variação menor. Exalta também que esse tipo de sistema gera menos custos, mas cita duas desvantagens: o gradeamento para separação dos peixes a cada despesca parcial pode gerar pequenas mortalidades, e os que não são pegos na grade e continuam no sistema acabam gerando desperdício da ração ofertada.

### 3ª- Suplementação de Cálcio, Potássio e Ferro.

Dos 13 nutrientes essenciais exigidos por parte das plantas para seu crescimento, a partir do aporte de ração, os peixes são capazes de disponibilizar 10 deles nas quantidades necessárias. Entretanto os níveis de cálcio, potássio e ferro acabam sendo abaixo do exigido pelas plantas, sendo necessário a suplementação dos mesmos. No sistema UVI cálcio e potássio são suplementados com a adição de compostos básicos como hidróxido de cálcio e hidróxido de potássio para regulação do pH. O ferro é adicionado na forma de composto quelato, esse composto faz com que o ferro se agregue a estruturas orgânicas evitando assim sua precipitação para fora da solução.

### 4ª- Aeração boa e constante.

Todos os organismos envolvidos no sistema de aquaponia requerem níveis adequados de oxigênio dissolvido para sua ótima saúde e crescimento. A concentração deve ficar acima de 5 mg/litro.

### 5ª- Remoção dos sólidos.

Em sistemas de maior escala a concentração de sólidos representa uma preocupação e deve ser removida antes da água chegar as bancadas hidropônicas, onde estão as plantas. Baseado no peso seco, estima-se que 25% da ração ofertada aos peixes é excretada como resíduo sólido, sua remoção normalmente é feita com uso de filtros mecânicos e decantadores. Se não houver essa remoção, esse excesso de matéria orgânica se adere às raízes das plantas causando redução nos níveis de oxigênio dissolvido e diminuição da absorção tanto de água como de nutrientes pelas plantas. Excesso de sólidos e matéria orgânica causa problemas para as bactérias, pois conforme vão sendo decompostos, consomem oxigênio e produzem amônia.

#### 6ª- Cuidado com a colmatção dos substratos.

Sistemas de média e pequena escala normalmente utilizam algum tipo de substrato para o tanque das plantas, como argila expandida, perlita, areia, brita, que por mais que sejam uma excelente mídia para o crescimento das plantas e fixação das bactérias, o excesso de matéria orgânica gerada no sistema aquapônico pode gerar colmatção (entupimento) desse substrato e diminuição e mudança no fluxo de água. Como a água não flui por essas áreas colmatadas, gerando pontos anaeróbios (sem oxigênio) conforme vai ocorrendo a decomposição da matéria orgânica, o que causa morte das raízes das plantas. Dr. James ressalta também que mesmo a maior parte da matéria orgânica particulada ser removida antes da entrada no componente hidropônico, os sistemas de aquaponia produzem razoável quantidade de matéria orgânica dissolvida, que promovem o crescimento de bactérias e outros micro-organismos, além do processo de nitrificação. Esse acúmulo de bactérias vivas e mortas também pode resultar em colmatção do substrato. Na prática o que se faz quando se usa qualquer tipo substrato, é usar uma estocagem menor de peixes e conseqüentemente uma oferta menor de ração.

#### 7ª- Superdimensionamento das tubulações.

Usar tubulações com diâmetro maior reduz o surgimento e acúmulo de bactérias filamentosas, que acabam se proliferando dentro dos tubos devido ao excesso de matéria orgânica dissolvida restringindo assim o fluxo de água. Temperaturas mais baixas da água podem reduzir o surgimento e acúmulo de tais bactérias.

## 8ª Controle biológico

Por se tratar de um sistema complexo e orgânico de produção, que engloba diferentes organismos que não toleram o uso de defensivos químicos, como pesticidas para controle de insetos e possíveis doenças das plantas, devido seu alto grau de toxicidade. Assim como é vetado o uso de antibióticos e tratamentos químicos contra parasitas ou doenças nos peixes, pois estes podem prejudicar as bactérias e serem absorvidos e concentrados pelas plantas. Logo, o controle biológico é a melhor alternativa para o controle de insetos e doenças. Dr. James exalta que felizmente cada vez mais métodos para esse tipo de controle vem sendo estudados, e disponibilizados para os produtores. O uso de espécies com maior rusticidade, como a Tilápia, e neste caso o Jundiá, aliado a boas práticas de manejo, gerenciamento, operação e manutenção evitam problemas com doenças e parasitas.

### 9ª- Bom funcionamento e uso dos biofiltros.

Para um bom biofuncionamento, a remoção dos sólidos antes da chegada de água para os biofiltros deve ser bem eficiente, como já comentado. Esse processo de oxidação da amônia até nitrato, pelas bactérias nitrificantes é fundamental. Em sistemas com uso de substrato, o mesmo atua como filtro mecânico e biológico. Já nos sistemas do tipo NFT (Nutrient Film Technique) e flutuante, o uso de componentes específicos para trabalhar como biofiltro são necessários. Existe uma tendência ao uso de bandejas flutuantes, pois é fornecida grande quantidade de oxigênio e boa parte da biofiltração acontece ali mesmo, muitas vezes ocorrendo inclusive excesso da capacidade de tratamento. A desvantagem do sistema NFT é em relação a quantidade de água que passa pelas tubulações, que podem conter déficits de oxigênio e possuem uma menor área superficial para fixação das bactérias nitrificantes.

### 10ª- Controle do pH.

Conforme já citado no item 2.2, para o bom biofuncionamento do sistema é imprescindível um constante monitoramento e controle do pH. Dr. James recomenda que a faixa ideal para manter o pH é de 7 mg/litro, pois se o pH estiver muito alto os nutrientes precipitam da solução, e as plantas apresentam deficiências nutricionais, com queda do crescimento e da produção.

A última recomendação do Dr. James Rakocy é como ele mesmo cita, um bônus, e fala sobre os designs dos sistemas de aquacultura e da importância do uso de apenas uma bomba para o seu funcionamento. Indica que a água deve ser bombeada da parte mais baixa do sistema para seu ponto mais alto, e estes devem estar perto um do outro, após ela deve seguir por gravidade para o resto do sistema. Finaliza dizendo que usar apenas uma bomba economiza dinheiro e outros problemas.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se o método que foi seguido para montagem e posterior operação do sistema de aquaponia para produção de Jundiá, Tilápia e Alface. Desta forma pretende-se esclarecer todas as etapas, definidas com base na revisão da literatura, seguidas durante a elaboração do trabalho.

#### 3.1 METODOLOGIA PARA MONTAGEM DO SISTEMA

Este capítulo irá abordar uma metodologia genérica para a montagem de um sistema aquapônico com base na literatura e na experiência adquirida nos últimos anos de trabalho e estudo com a aquaponia. Existem estudos que abordam diferentes métodos, com diferentes materiais, para diferentes tamanhos de sistemas. Aqui será abordada uma metodologia voltada para a construção e montagem de um sistema de média escala, que de acordo com Rakocy *et al.* (2010) se enquadra na categoria *Backyard Aquaponics*, ou aquaponia de fundo de quintal, a qual podemos dividir em 2 componentes principais, o componente hidropônico para cultivo das plantas e as partes que compõem a manutenção dos peixes e seus subsequentes tratamentos. Ressalta-se que os critérios “custo e durabilidade” serão os orientadores quanto a seleção do tipo de material para cada componente a ser feito. Emerenciano *et al.*, (2015) ressalta em relação ao dimensionamento dos sistemas e sua adequação para cada situação específica, pois tal dimensionamento varia conforme as espécies de plantas e organismos aquáticos que serão cultivados, as metas de produção, do espaço disponível, clima e outros aspectos. Mas parte-se do pressuposto de que 1m<sup>3</sup> de água para cultivo dos peixes, pode nutrir entre 3m<sup>2</sup> e 15m<sup>2</sup> de área de cultivo para as plantas. Cita também que conforme a literatura usa-se entre 20 e 30 plantas por metro quadrado quando se trata da produção de hortaliças folhosas, como a alface.

### 3.1.1 FERRAMENTAS E MATERIAIS BÁSICOS

As ferramentas além de necessárias quando usadas adequadamente promovem a execução de um bom e mais fácil trabalho.

Furadeira

Serra copo

Maquita ou Serra Tico-tico

Martelo

Alicate

Chave de grifo

Trena

Nível

Parafusadeira

Parafusos

Pregos

Lápis

Tubos e conexões

Cola adesiva para PVC

Mangueira

Madeira

Abraçadeira de pressão e em formato de U

### 3.2 ETAPAS DA MONTAGEM DO SISTEMA

Etapa 1 – Opção pelo uso de estufa ou não

Existindo a possibilidade tanto de espaço como financeira, é recomendável a construção e locação do sistema dentro de uma estufa, a mesma proporciona um cuidado maior contra as intempéries, permite um controle da temperatura, proporciona um melhor desenvolvimento tanto das plantas como dos peixes. É mais indicado a construção de uma estufa para uso no sistema em locais onde as variações climáticas são muito intensas, com inverno e verão muito rigorosos, ela possibilita o funcionamento perene do sistema de produção. Os materiais para uso na construção da estufa podem ser os mais diversos,

podem integrar o uso de madeira, bambu, tubos de pvc, concreto, e das mais diversas formas e tamanhos. Na internet encontram-se vários modelos, guias para montagem, opções ambientalmente mais amigáveis, como uso de garrafas pet e material reciclado. Inclusive empresas vendem modelos de estufa pré-moldadas, e de fácil instalação. Aqui normalmente o critério decisório é a questão financeira, relacionada diretamente com os materiais que serão utilizados.

#### Etapa 2 – Escolha do local para locação do sistema

Alfaro (2013) aconselha a verificar o espaço disponível em sua casa, de preferência com uma incidência solar de no mínimo 5 horas por dia, sendo o sol da manhã o mais aconselhado. Ideal é um local onde pegue sol o dia inteiro, porém são cabíveis exceções.

#### Etapa 3 – Dimensionamento do espaço

Após feita a escolha do local, sabido o tamanho disponível pra execução do sistema de aquaponia, passamos ao dimensionamento do sistema, pois precisamos dele para escolha dos materiais que serão usados. Por exemplo, um espaço de 4m x 6m que resulta em uma área total de 24m<sup>2</sup>. Tem-se então 24 metros quadrados disponíveis para todos os componentes do sistema, lembrando que estes estão divididos entre a componente hidropônica e a componente dos peixes e subsequentes tratamentos da água.

#### Etapa 4 – Definição do tipo e tamanho do componente hidropônico

Conforme citado no item 2.3, existem três tipos principais de sistemas para o cultivo das plantas, o modelo proposto usará o sistema de balsas flutuantes, conforme Ako (2009) o material mais usado é madeira, da qual são construídas caixas, normalmente retangulares formando “raceways”, ou canais, que são revestidos com uma lona, ou membrana para estanqueidade. Ou pode se comprar tanques de PEAD (polietileno de alta densidade) ou outro tipo de material, contanto que estes tenham um formato similar, retangular e um volume adequado.

O objetivo da escolha do tanque ou da construção do mesmo implica em saber sua área total para dar continuidade ao dimensionamento. Seguindo o exemplo, concluímos que dos 24m<sup>2</sup> disponíveis, 14m<sup>2</sup> serão destinados às bancadas hidropônicas. Então conforme Rakocy (2007), usando uma razão de taxa de alimentação de 100g/m<sup>2</sup>/dia temos 1400 gramas por dia de ração que será ofertada no sistema modelo.



#### Etapa 5 – Definição do tipo e tamanho do tanque e da quantidade dos peixes

Deve-se definir o tamanho de consumo dos peixes, ou seja até quantas gramas esses peixes vão crescer, pois com base nesse valor, e usando uma taxa de alimentação diária de 3% do peso do animal, ao se decidir consumir os animais com 800 gramas, então 3% de 800 gramas são 24 gramas por peixe de ração por dia, deve-se colocar 1400 gramas de ração por dia no sistema, então tem-se  $1400\text{g} / 24\text{g}$  (necessidade diária de cada peixe com 800g) que é igual a 58 peixes que multiplicados pelo seu peso resultam em uma densidade final de 46,4kg. Dessa maneira pode-se escolher melhor o tipo e tamanho do tanque onde irão ficar os peixes, pensando em seu conforto e bem estar. Levando em conta então a densidade final de  $46,4\text{kg}/\text{m}^3$  optou-se para uso como tanque dos peixes uma caixa da água de 1500 litros, baseado em Brook (2016), que aconselha uma densidade de 1 kg para cada 25 litros de água em média. Com isso tem-se 1500 litros divididos por uma densidade de 46,4 kg, disponibilizando em média 32 litros por kg de peixe.

#### Etapa 6 – Definição do decantador

Conforme Kubitza (2006), decantadores com formato preferencial cilíndrico cônicos podem ser usados para concentrar os sólidos decantáveis, possuem um papel importante pois facilitam a remoção dos sólidos de maneira eficiente e relativamente sem custo, pois utilizam do peso das partículas e de sua tendência a decantação. Com a utilização de um registro são facilmente removidos do sistema. Kubitza, (2006) ressalta que após a concentração e remoção dos sólidos do sistema, estes podem ser transformados em fertilizantes através do processo de compostagem. Também podem ser usados para a produção de gás.

#### Etapa 7 – Definição do Biofiltro (tamanho, tipo, substrato)

Segundo Kubitza, (2006) os filtros biológicos são fundamentais para a saúde do sistema, geralmente consistem em uma caixa, tanque, cilindro ou gaiola preenchida com um substrato que possibilite a fixação de bactérias nitrificantes, que promovem a oxidação da amônia em nitrato. São diversos os tipos de substrato usados, sendo os mais comuns areia grossa, cascalho, brita, esferas ou cilindros de plástico (tampas de garrafa PET) e flocos de isopor. Para calcular a quantidade de substrato a ser usado, Kubitza, (2006) explica que em média 1 kg de ração gera um consumo de 400g de oxigênio, uma carga de 300g de sólidos totais e um aporte de 30 g de amônia no sistema. Sendo assim o

oxigênio deve ser repostado através da aeração, os sólidos são removidos nos decantadores e filtros mecânicos e a amônia será oxidada a nitrato no biofiltro. Estima-se que o biofiltro remove 0,3g de amônia/m<sup>2</sup>/dia. Isso nos leva a uma área mínima de substrato no biofiltro, no caso do exemplo de 1,4 kg de ração ofertadas por dia, temos 42g de amônia no sistema, dividido por 0,3g é igual a 140 m<sup>2</sup>. Conforme Kubitza (2006) um substrato de esferas plásticas de 3mm tem área específica de 1690m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, então 140m<sup>2</sup> dividido por 1690m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> que é igual a um volume de 0,08 m<sup>3</sup>, ou 83 litros aproximadamente.

#### Etapa 8 – Definição do tamanho da caixa de equalização (SUMP)

Como Rakocy (2010) salienta, a caixa de equalização deve estar na parte mais baixa do sistema e de preferência perto do tanque dos peixes para onde ocorrerá o recalque da água usando uma bomba submersa ou periférica. Assim como os demais componentes o tipo, tamanho e material da caixa de equalização pode ser dos mais variados e fica a critério do aquaponista.

#### Etapa 9 – Escolha de um reservatório de água

É recomendável a instalação de um reservatório de água para o uso no sistema, pois devido a evaporação e evapotranspiração é perdida água do sistema, que deve ser repostada esporadicamente. É interessante que seu volume de água possa suprir a necessidade de reposição do sistema de maneira que a bomba nunca trabalhe no seco.

#### Etapa 10 – Escolha da bomba para recalque da água

A bomba pode ser considerada o coração do sistema aquapônico, seu trabalho é imprescindível para o funcionamento do sistema. Existem diversos tipos de bombas, periféricas, centrífugas, autoaspirantes e bombas submersas. O mais usual são as bombas submersas, e para sua escolha deve ser levado em conta o volume total do sistema e a vazão da bomba pretendida, e sua altura manométrica, ou tamanho da coluna de água. O ideal é que a bomba trabalhe de modo que ocorra uma troca completa da água do sistema a cada hora.

#### Etapa 11 - Desenho da disposição do sistema

Após efetuado o dimensionamento inicial, sabido quais serão os componentes do sistema, e seus respectivos tamanho, volume, material, é recomendado fazer um croqui

de como será a disposição dos componentes do sistema. Este pode ser à mão livre mesmo.

#### Etapa 12 – Montagem do sistema

Com o croqui feito e todos os dez primeiros passos concluídos, passa-se a montagem do sistema. Se foi optado pelo uso de estufa, o trabalho inicia na montagem da mesma. Concluída a estufa começa a montagem da estrutura de sustentação do tanque dos peixes, da estrutura das bancadas hidropônicas, o tanque de equalização normalmente é enterrado e requer um pouco mais de trabalho. Deve-se ter atenção na hora da execução das ligações hidráulicas, usar a cola adesiva para evitar vazamentos. Tomar cuidado com os desníveis para garantir que a água possa fluir por gravidade para todos componentes do sistema até chegar ao ponto mais baixo, no tanque de equalização e seguir para o tanque dos peixes. Existem metodologias específicas mostrando detalhadamente e passo a passo como executar a montagem de cada componente, estas podem ser encontradas na internet. Quando finalizada toda montagem, para então começar a operação deve-se encher todos os componentes do sistema, normalmente a água usada para enchimento contém cloro, o sistema deve então ser ligado para circulação da água e volatilização do cloro, somente então deve-se introduzir os peixes para colonização das bactérias e posteriormente a introdução das plantas. O sistema leva alguns dias até começar a atingir seu equilíbrio.

### 3.3 METODOLOGIA PARA OPERAÇÃO DO SISTEMA

Em *The Urban Aquaculture Manual*, ou *Manual de Aquacultura Urbana*, o autor Jonathan Woods (2011) aborda uma questão interessante para as pessoas que desejam começar a trabalhar com tais sistemas de produção de peixes e plantas em locais urbanos, e cita a importância do compromisso diário, semanal e mensal que deve ser seguido para o sucesso dos sistemas.

#### 3.3.1 MANEJO DIÁRIO, SEMANAL E MENSAL DO COMPONENTE DOS PEIXES

Diário:

Verificar a situação dos peixes, se houver algum boquejando ou boiando algo está errado. Se os animais estão bem, alimentá-los em horário específico, sendo a melhor hora após o meio dia, quando a temperatura da água está mais quente assim como o

metabolismo dos peixes mais acelerado, ofertando a quantidade previamente calculada afim de suprir a necessidade dos peixes.

Verificar o nível de água no tanque de equalização, devido a evapotranspiração pode diminuir, e se a bomba usada for do tipo submersa ela não pode trabalhar no seco. Se necessário usar água do reservatório para retomar o nível de água

Verificar os parâmetros de qualidade de água, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia, nitrito e nitrato. Você deve possuir um kit básico de análise de água para aferição de tais parâmetros.

Verificar se não há nenhum entupimento em qualquer parte do sistema.

Conferir se todos os compressores de ar estão funcionando.

Semanal:

Verificar os parâmetros de qualidade de água, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia, nitrito e nitrato.

Limpeza do decantador. Os sólidos removidos do sistema por serem excelente fonte de nutrientes, normalmente são usados para irrigação de hortas convencionais.

Verificar situação do tanque dos peixes, se não há acúmulo de sedimentos. Usa-se um sifão para sua remoção.

Mensal:

Despesca dos peixes que atingirem o tamanho desejado para consumo.

Repovoamento da mesma quantidade de peixes retirada.

Aconselhado o uso de planilhas para controle da produção.

### 3.3.2 MANEJO DIÁRIO, SEMANAL E MENSAL DO COMPONENTE HDROPÔNICO

Diário:

Analisar a situação das plantas.

Se estão prontas para colheita, proceder com a colheita.

Replantar a mesma quantidade de mudas que foi colhido.

Semanal:

Manejo das folhas velhas, é necessário retirar as folhas que vão amarelando. Seu destino normalmente é a compostagem, podem ser ofertadas aos peixes também.

Verificar se não existem insetos ou pragas nas plantas.

Verificar condição das placas onde ficam as plantas.

Mensal:

Pode-se colocar melaço de cana uma vez ao mês para ofertar um boom extra de nutrientes ao sistema. Este pode ser incorporado ou no tanque dos peixes ou no tanque das plantas.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são relatadas as experiências vivenciadas durante a execução deste trabalho, evidenciando-se os resultados alcançados em cada uma das etapas propostas no método de trabalho definido no capítulo anterior, conforme é apresentado a seguir.

### 4.1 DESCRIÇÃO DA MONTAGEM DO SISTEMA DE AQUAPONIA

#### Etapa 1 – Opção pelo uso de estufa ou não

O sistema aquapônico implantado está situado na cidade de Florianópolis, mais precisamente no bairro Campeche, endereçado à rua dos pinheiros número 50. Em virtude do clima em Florianópolis apresentar invernos com frio rigoroso, e verões com altas temperaturas, optou-se pela construção de uma estufa para otimizar a produção e proteger as culturas das intempéries (Figura 6 e 7) Por ser uma casa alugada, e existir a possibilidade de mudança de endereço, foi feita a escolha de madeira como material principal com uso de parafusos e cantoneiras para fixação das estruturas. Como sustentação principal foram usadas 6 peças de eucalipto tratado de 15cm de diâmetro e 4m de comprimento. Para ligar as 6 peças de sustentação foram necessários aproximadamente 60 metros de eucalipto 5cm x 10cm x 5m para fixar o perímetro tanto na parte superior como na parte inferior, formando um retângulo. A área total da estufa ficou em 37,6 m<sup>2</sup> com uma largura de 4m x 9,40m de comprimento e uma altura de 3 metros (Figura 8). Foram usadas peças de madeira de 5cm x 5cm x 4 m para as laterais da estufa e sustentação dos tubos de pvc de 25 mm que foram usados para fazer os arcos. Como cobertura foi usado uma manta de plástico transparente.

Figura 6 - – Início da construção da estrutura da estufa



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

Figura 7 - – Início da construção da estrutura da estufa



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

Figura 8 - – Estufa finalizada



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

#### Etapa 2 - Escolha do local para locação do sistema

Foi escolhido a parte mais plana do terreno para facilitar a construção e adequação da mesma e por receber incidência solar durante todo o dia se mostrou o melhor local para instalação da estufa e do sistema.

#### Etapa 3 – Dimensionamento do espaço

Com uma área total de 50m<sup>2</sup>, destes, 38m<sup>2</sup> ocupados pela estufa e pensando em um espaço maior para a bancada hidropônica, optou-se pela colocação do tanque dos peixes, decantador e biofiltros do lado de fora da estufa.

#### Etapa 4 – Definição do tipo e tamanho do componente hidropônico

Foram utilizados nove tanques de polietileno em formato de U com dimensões de 80 cm x 2,25 m x 50 cm com volume de 450 litros para o cultivo das hortaliças em sistema de bandejas flutuantes, estes possuem um reforço em suas laterais de madeira e estão diretamente apoiados no solo (Figura 9), tendo um desnível entre cada um deles para que por gravidade a água chegue no tanque de equalização para retornar ao tanque dos peixes. Cada tanque de cultivo tem 3 placas de polietileno de alta densidade para suporte das plantas com dimensões de 70 x 70 x 2 cm (Figura 10, 11 e 12).



Figura 9 - Durante a escavação para colocação dos tanques



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

Figura 10 - Tanques de cultivo e bandejas flutuantes



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

Figura 11– Disposição dos tanques de cultivo das plantas



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

Figura 12 – Tanque em U sem as plantas, detalhe da ligação entre os tanques



Fonte: Pedra Viva Aquaponia



### Etapa 5 – Definição do tipo e tamanho do tanque e da quantidade dos peixes

Duas caixas da água de polietileno com 1000 litros de volume foram utilizadas no sistema de cultivo (Figura 13). Carneiro et al., (2015) explica a importância do fluxo de água que passa pelo tanque de cultivo, e que deve-se considerar a velocidade da água para não causar esforço natatório excessivo aos peixes e a taxa de renovação de água devido sua relação positiva à densidade de estocagem no tanque, no caso do uso de uma caixa da água de 1000 litros e uma densidade de estocagem maior que  $10\text{kg/m}^3$  deve-se usar uma bomba para garantir uma vazão de pelo menos 1000 litros/hora. As duas caixas da água estão apoiadas em uma estrutura constituída de 8 blocos de concreto pré moldado e uma base feita de madeira pinus auto clavado de tamanho 5 x 10 x 2 metros. A saída de água do tanque dos peixes para o decantador é feita por um dreno central no fundo da caixa usando uma flange soldável de 50 mm, acoplado na flange um tubo de 50 mm de 65 cm de comprimento é usado para manter o nível dentro da caixa (Figura 14), com um tubo de 75 mm de 70 cm de comprimento por fora, com duas aberturas na base que fica em contato com o fundo do tanque para remoção dos compostos excretados pelos peixes que tendem a se acumular no fundo do tanque. Por gravidade a água do tanque dos peixes segue para o decantador.

Figura 13 - Detalhe da estrutura e do tanque dos peixes



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

Figura 14 – Tanque dos peixes com o dreno central e tampa telada



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

#### Etapa 6 – Definição do decantador

Conforme Carneiro *et al.*, (2015) densidades mais elevadas em sistemas de aquaponia exigem o uso de mecanismos mecânicos e biológicos para retirada do excesso de sólidos e para a transformação da excreta do peixe pelas bactérias, sendo imprescindível o bom funcionamento desses sistemas de retenção, sedimentação e filtragem. Resíduos mais densos tendem a sedimentar, usando um decantador com fundo cônico cria-se o cenário ideal para melhor sedimentação e com o auxílio de um registro podem ser retirados do sistema. Que pode ser usado como subproduto quando mineralizado com ação de bactérias aeróbicas para produção de fertilizante orgânico de peixe, capaz de ser utilizado diretamente em uma horta convencional como adubo orgânico. O sistema contará com uma caixa da água de polietileno de 310 litros de volume (Figura 15) que recebe a tubulação de 50 mm oriunda do tanque dos peixes, a água percorre um caminho ascendente vinda do dreno central do tanque de cultivo, e entra pela parte superior do decantador, conectado a uma flange de 50 mm a tubulação entra e é direcionada para um cone que fica no centro do decantador, propiciando uma entrada e um fluxo de água circular de forma que os sólidos sedimentáveis se depositem no fundo do cone que fica ligado a um tubo de 50 mm encaixado em uma flange da mesma bitola no dreno central com um registro para remoção dos mesmos.

Figura 15 – Detalhe do decantador e do registro para remoção dos sólidos



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

#### Etapa 7 – Definição do Biofiltro (tamanho, tipo, substrato)

Em virtude de possuir 3 linhas de bancadas hidropônicas com 3 tanques em formato de U para cada linha, optou-se pela utilização de 3 bombonas plásticas de 120 litros para uso como biofiltro, sendo um biofiltro para cada linha de bancadas. Como substrato optou-se pelo uso de tampas de garrafa pet e argila expandida, em função de ambos possuírem uma boa área superficial para fixação das bactérias nitrificantes, a quantidade de tampas e ou pedriscos foi estipulada conforme literatura. Teremos um aporte de 1100 gramas de ração por dia, para suprir os 17,6 metros quadrados de bancadas hidropônicas. Para suprir a necessidade de aeração e oxigenação é utilizado um compressor de ar de 35W para cada biofiltro (Figura 16),

Figura 16 – Filtros biológicos com detalhe para os substratos



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

#### Sistema de aeração

É imprescindível nos sistemas de aquaponia a incorporação de oxigênio em praticamente todos os componentes do sistema. Todos organismos envolvidos no bom funcionamento dos processos são dependentes de oxigênio, os peixes, as plantas e, principalmente, as bactérias. Conforme Carneiro *et al.*, (2015) a concentração de oxigênio dissolvido não deve baixar de 3 mg/L e pode ser mantida por compressores ou sopradores de ar. No sistema foram usados 8 compressores de ar com 35 W cada, sendo um para cada tanque dos peixes, um para cada biofiltro e um para cada três camas de cultivo. Esses compressores (Figura 17) ficam ligados 24 horas por dia.

Cálculo do consumo dos compressores:

8 compressores

$35\text{W} = 0,035\text{ KW}$

$30\text{ dias} \times 24\text{ horas} = 720\text{ horas por mês}$

$0,035\text{KW} \times 720\text{ horas} = 25,2\text{ KW/mês}$

$25,2\text{ KW/mês} \times 8\text{ compressores} = 201,6\text{ KW/mês}$

$201,6\text{ KW/mês} \times \text{R\$ } 0,52 /\text{KW} = \text{R\$ } 104,83/\text{mês}$  para os 8 compressores.



Figura 17 – Compressor de ar



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

#### Etapa 8 – Tamanho da caixa de equalização (SUMP)

##### Tanque de equalização (SUMP)

O tanque de equalização, também em polietileno e formato em U com 450 litros de volume está localizado ao fundo da estufa no nível mais baixo de todo sistema.

Figura 18 – Tanque de equalização



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

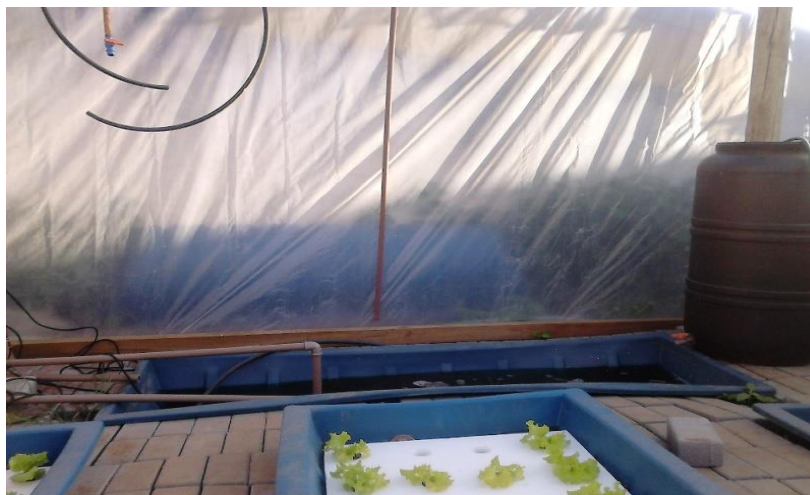
#### Etapa 9 – Escolha de um reservatório de água

Optou-se pelo uso de três bombonas de 200 litros para uso como reservatório de

água. Uma delas se encontra dentro da estufa ao lado do tanque de equalização (Figura 19), e seu enchimento é feito com água tratada, que é deixada descansando para evaporação do cloro. As outras duas se encontram fora da estufa e captam água da chuva com ajuda da calha do telhado da casa (Figura 20). Todas possuem ligação direta com o tanque de equalização controlados por registros.



Figura 19 – Detalhe do tanque de equalização e um dos reservatórios de água



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

Figura 20 – Reservatórios externos



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

#### Etapa 10 – Escolha da bomba para recalque da água

Uma bomba submersa de 7000 L/hora (Figura 21) é usada para o recalque da água para o tanque dos peixes. É de suma importância a aquisição de duas bombas, pois deve-se manter uma de reserva em eventual problema, lembrando que a bomba é o coração do sistema, e não pode parara de recircular a água.

#### Cálculo do consumo da bomba

1 bomba submersa 7000 litros por hora

$$50 \text{ W} = 0,050 \text{ KW}$$

$$30 \text{ dias} \times 24 \text{ horas} = 720 \text{ horas por mês}$$

$$0,050 \text{ KW} \times 720 \text{ horas} = 36 \text{ KW/mês}$$

$$36 \text{ KW/mês} \times \text{R\$ } 0,52/\text{KW} = \text{R\$ } 18,72/\text{mês}$$

Figura 21 – Bomba submersa 7000litros/hora

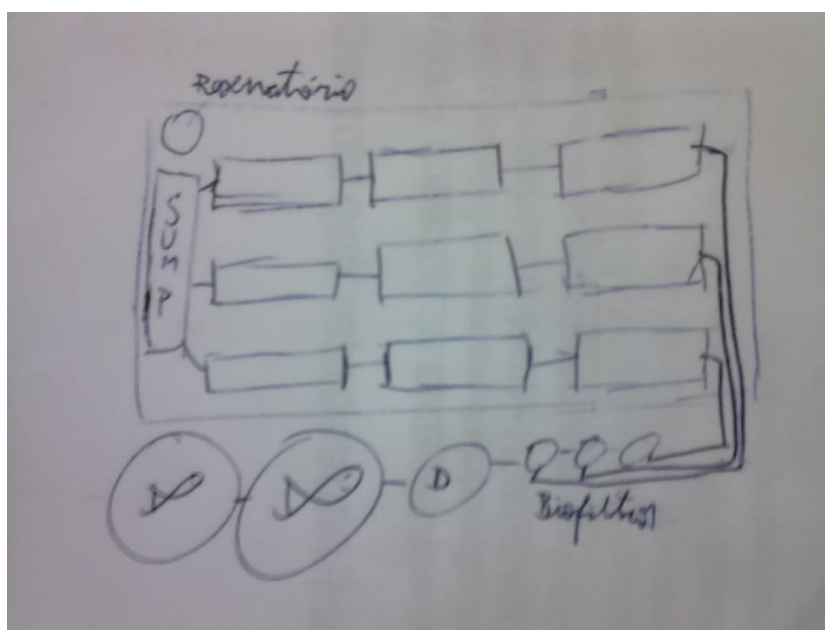


Fonte: Pedra Viva Aquaponia

### Etapa 11 - Desenho da disposição do sistema

Primeiro croqui feito à mão livre da ideia inicial de como seria o sistema (Figura 22).

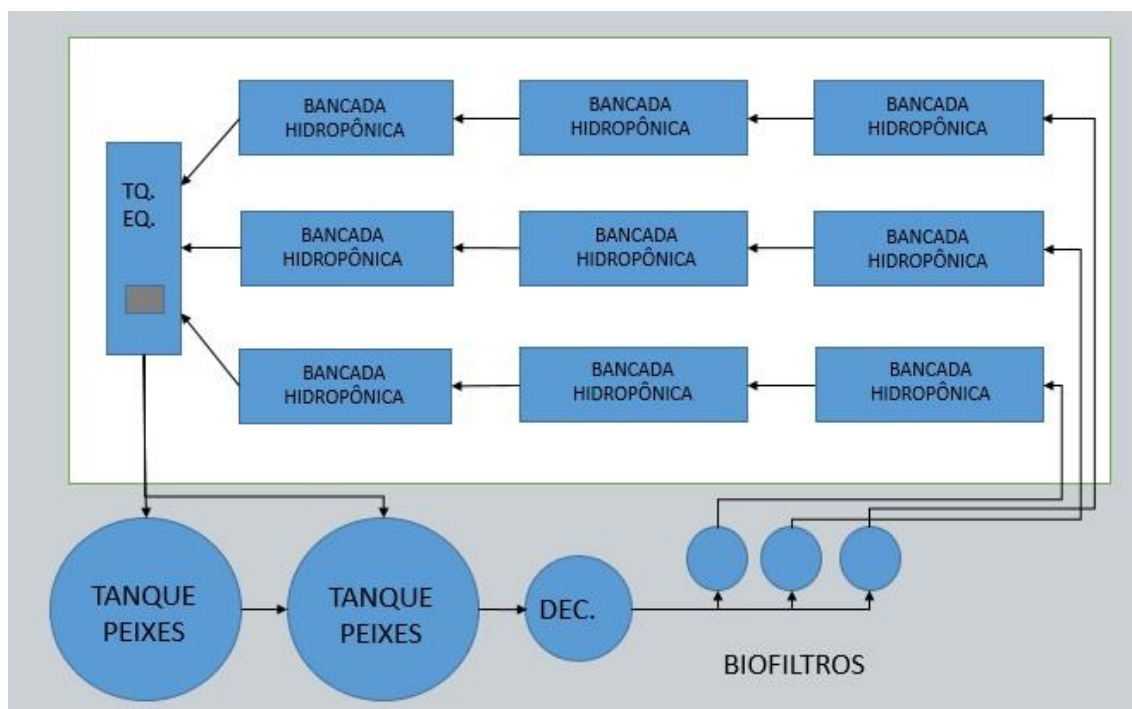
Figura 22 – Primeiro croqui do sistema



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

#### 4.1.1 CROQUI DO SISTEMA

Figura 23 – Croqui do sistema aquapônico.



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

#### 4.1.2 DESAFIOS SUPERADOS NA MONTAGEM

Como é possível notar na primeira foto no início da montagem da estufa, o clima foi sempre um desafio, dias de trabalho embaixo de chuva foram necessários. Porém nada que impedisse o andamento dos processos. Ter as ferramentas certas para a montagem foi fundamental para o sucesso da mesma, pode-se afirmar que a aquisição de uma parafusadeira foi crucial, pois além de facilitar e adiantar o trabalho com os parafusos, torna a estrutura muito mais versátil, permitindo, se necessário, sua desmontagem em poucas horas. Planejar e pensar bem antes de executar a montagem de certos componentes é fundamental. O nivelamento dos tanques pode ser uma tarefa complicada dependendo do volume de água dos mesmos. Como optou-se por enterrar os tanques em formato de U da componente hidropônica, em virtude da composição do solo ser basicamente entulho de obra e aterro, o processo de escavação se tornou penoso e demorado. Eventualmente uma sondagem do solo pode ser uma boa prática antes da definição final do local a ser

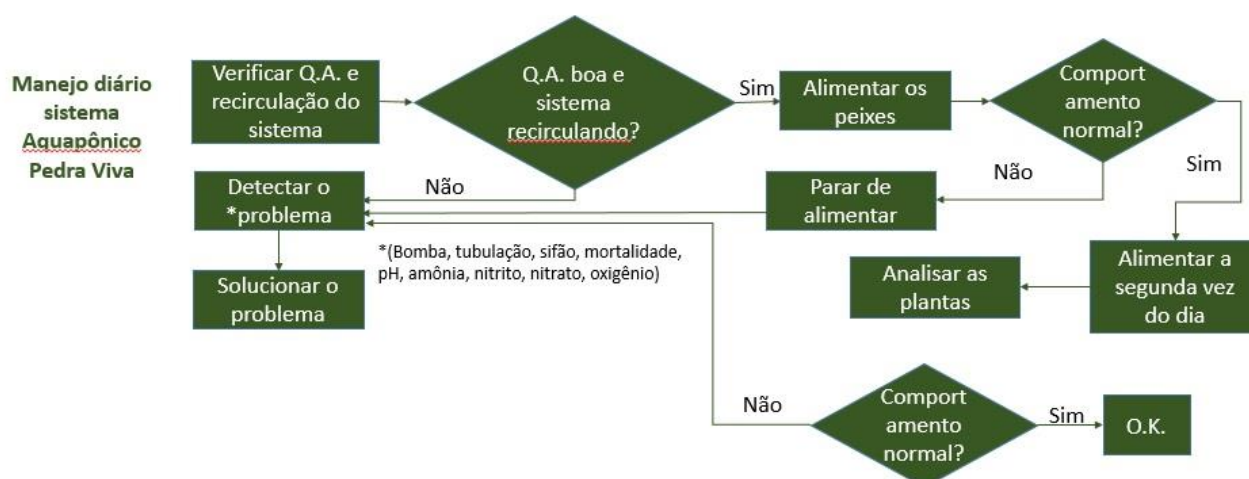
implementado o sistema. A etapa de garantir o desnível entre os tanques também se mostrou bastante trabalhosa na prática. A questão de garantir o fluxo por gravidade requer que os níveis dos tanques respeitem certas diferenças calculadas. Neste caso o uso de sistemas de nivelamento apropriados podem tanto facilitar como garantir precisão. No estudo de caso relatado foi usado o nível com a mangueira de obra, e nível de madeira. Porém o mais indicado é a construção de bancadas com estrutura de madeira ou blocos de concreto a uma altura que facilite o trabalho e melhore a ergonomia do sistema.

## 4.2 DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AQUAPONIA

Para operação do sistema sugere-se o seguimento dos métodos recomendados na metodologia. A elaboração e inclusão de procedimentos padrões operacionais com ferramentas como fluxogramas (Figura 24 e 25), assim como quadros de gestão à vista facilitam a operação do sistema.

### 4.2.1 Fluxograma de manejo diário dos peixes

Figura 24 – Fluxograma diário de manejo dos peixes



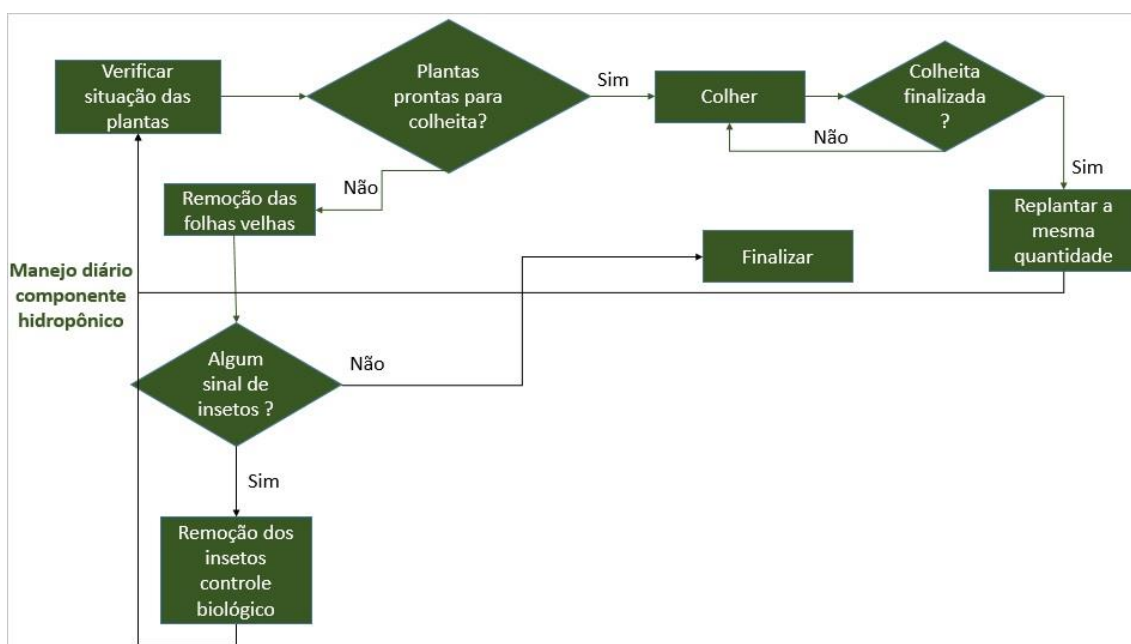
Fonte: Pedra Viva Aquaponia

Inicia-se o trabalho com a verificação da qualidade de água, aferindo os parâmetros oxigênio dissolvido, temperatura, pH, amônia, nitrito e nitrato. Quando

constatado que todos se encontram nas condições ideais, analisa-se a circulação de água no sistema, se o tanque de equalização não está com nível baixo e a água está circulando normalmente. Após averiguado isso pode-se alimentar os peixes a primeira vez do dia, com a quantidade previamente calculada de ração, analisa-se paralelamente a alimentação o comportamento dos peixes, se estiverem comendo adequadamente, pode-se passar ao manejo das plantas, se ocorrer eventual diferença no comportamento alimentar dos peixes deve-se parar a alimentação e averiguar o problema. Somente retorna a oferta de alimento aos animais se eles demonstrarem normalidade no mesmo.

#### 4.2.2 Fluxograma do manejo diário das plantas

Figura 25 – Fluxograma manejo diário das plantas



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

O trabalho com as plantas inicia-se analisando a condição das mesmas, se estão no tamanho desejado para o consumo/venda deve ser feita a colheita. Finalizada a colheita passa-se a tarefa de replantar a mesma quantidade colhida. Quando necessário é feita a remoção das folhas velhas e análise das plantas em relação a insetos e doenças, com a devida retirada dos mesmos quando encontrados. O escalonamento da produção das hortaliças é fundamental para uma adequada colheita e reposição afim de disponibilizar diariamente plantas para o consumo (Figura 26 e 27).



Figura 26 – Plantas em estágio de crescimento



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

Figura 27 – Plantas prontas para a colheita



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

### 4.2.3 DESAFIOS SUPERADOS NA OPERAÇÃO

A rotina operacional dos sistemas de aquaponia, por mais trabalhosa que possa parecer, acaba sendo um tanto prazerosa e até mesmo funcionando como uma terapia. Alimentar os peixes, fazer testes de qualidade de água, colher as plantas, replantar as mudas, despescar os peixes, repovoar o tanque, limpeza do decantador, etc. Com um bom planejamento, um quadro de atividades, e uma organização mínima, é possível operar um sistema facilmente.

Especificamente pode-se detalhar alguns aspectos de maior relevância, geradores de desafios, superados no decorrer da montagem e operação.

Nas etapas operacionais relacionadas a componente dos peixes, entre os desafios superados estão:

- Fidelidade no cumprimento das rotinas operacionais, alimentar os peixes com a quantidade certa de ração nas horas programadas, planejar a aquisição da ração ou a produção da mesma para que nunca falte.
- Devido ao frio mais rigoroso do inverno, o manejo com os peixes se torna mais limitado, deve-se evitar estressar os peixes.
- Manejo do decantador, com a devida remoção dos sólidos, deve ser executado praticamente todos os dias.
- As conexões entre os tanques devem estar devidamente feitas, com o uso da cola adesiva para evitar vazamentos, na prática a primeira montagem ocorreu sem a cola, para analisar o funcionamento e para adicionar possíveis melhorias.

### 4.3 OPORTUNIDADES DE MELHORIAS DO SISTEMA DE AQUAPONIA

Como toda atividade em crescimento, existem inúmeras oportunidades e alternativas para melhorias no sistema. Com base na experiência adquirida na montagem, e no dia-dia operacional é possível elencar os principais aspectos para focar nas mudanças.

- A colocação de calhas para captação da água da chuva na própria estufa;
- Uso de estruturas de madeira para as bancadas hidropônicas, deixando-as a uma altura mais favorável para manipulação e manutenção das plantas;
- Uso da energia solar ou de um aero gerador para funcionamento da bomba e dos compressores de ar, diminuindo gastos com energia elétrica;

- Hibridização dos sistema, aliar ao sistema de bancadas flutuantes, linhas de produção do tipo NFT, otimizando o espaço da estufa e aumentando a produção;
- Colocar tanto os peixes como as plantas dentro da estufa é o mais aconselhado, pois no caso do sistema construído, o tanque dos peixes acabou ficando fora da estufa, o que acaba prejudicando o crescimento dos mesmos;
- Melhorar o sistema de escalonamento da produção das hortaliças assim como os métodos de plantio e colheita;
- Investir em sistemas remotos de monitoramento dos principais parâmetros de qualidade de água;
- Aumentar a quantidade de tanques para manutenção dos peixes, aumentando a produção tanto de peixes como de plantas devido ao maior aporte de nutrientes;
- Diversificar as culturas produzidas;
- Otimizar a remoção dos sólidos particulados evitando seu acúmulo nas bancadas hidropônicas. Esse sólido inclusive pode virar um subproduto do sistema, ser vendido como fertilizante orgânico de peixe;
- Introduzir peixes e crustáceos nas bancadas hidropônicas, como cascudos e camarões de água doce, que respectivamente fazem a limpeza do tanque e remoção do excesso de matéria orgânica das raízes das plantas;
- Produção de uma ração balanceada para suprir adequadamente tanto as exigências dos peixes como das plantas;

Acertos e erros levam a uma constante evolução e aprimoramento das técnicas de produção alimentar em sistemas de aquaponia. A experiência prática demonstra que a atividade tem um potencial de produção enorme, cabível de expansão quando aliados, novas tecnologias, boas e efetivas práticas de manejo dos peixes e das plantas, diversificação das culturas produzidas, otimização da ergonomia do sistema, e introdução de outras espécies como crustáceos e cascudos. Juntos convergem em um sistema mais equilibrado, produtivo e dinâmico.



## 5 CONCLUSÕES

A difusão de métodos para montagem e operação de sistemas aquapônicos é fundamental para tornar esta atividade cada vez mais atrativa instigando mais pessoas a aderirem e implementarem tais sistemas em suas casas. O objetivo principal deste trabalho é gerar um método genérico pra montagem e operação de um sistema de aquaponia voltado para a agricultura urbana. Este não tem como objetivo ser um manual passo a passo, mas sim um guia com base na literatura e na experiência adquirida nos últimos 5 anos de trabalho com aquaponia, nutrir com informações básicas e essenciais além de nortear o caminho daqueles que desejam montar seu próprio sistema.

Além disso como demonstração de que essa metodologia pode ser útil, o resultado do trabalho expõe como ocorreu a montagem e como está ocorrendo a operação de um sistema de aquaponia urbana na cidade de Florianópolis no estado de Santa Catarina, relacionando as informações obtidas na metodologia com as ações efetuadas na prática, elucidando problemas encontrados e desafios superados a medida que o sistema foi ganhando forma. O critério financeiro pode ser decisivo, porém não é o mais importante para que um projeto desse tipo saia do papel e se torne realidade, sendo possível a utilização dos mais diversos tipos de materiais reciclados ou novos. Para enfatizar o potencial do sistema de aquaponia como gerador de renda, tanto pela venda dos peixes como das plantas seria interessante uma análise financeira criteriosa afim de elucidar sua viabilidade econômica. A utilização de tecnologias limpas para geração de energia, como a energia solar e a energia eólica são alternativas que devem ser estudas para diminuir custos de operação e tornar a atividade mais atrativa.

Por ser uma alternativa de produção alimentar ambientalmente amigável, apresentar equidade nos pilares da sustentabilidade, reutilizar a água, nosso recurso mais precioso, produzir proteína de alto valor nutricional, vegetais e hortaliças de qualidade sem uso de pesticidas ou fertilizantes químicos, é fundamental o incentivo às práticas aquapônicas e a novos estudos na área. Afinal plantar seu próprio alimento é como imprimir seu próprio dinheiro

Figura 28 – Alegria de colher uma alface 100% amor



Fonte: Pedra Viva Aquaponia

## 6 REFERÊNCIAS

AKO, H. and A. Baker. **Small-scale lettuce production with hydroponics or aquaponics**. College of Tropical Agriculture and Human Resources, Publication No. SA-2. University of Hawaii, Manoa, Hawaii, USA. Evans. 2009.

OCDEFAO. **Agricultura Brasileira: Perspectivas e Desafios** – 2015-2024.

AMBROSANO, J. E.; MELLO, M.; **Piscicultura Orgânica**; Pesquisa & Tecnologia, vol. 4, n.1 Jan-Jun. 2007.

BAILEY, D.S. RAKOCY, J.E., COLE, W.M., SHULTZ, K.A., St Croix, U.S. **Economic analysis of a commercial-scale aquaponic system for the production of tilapia and lettuce**, in: Tilapia Aquaculture: Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Orlando, Florida. pp. 603–612. 1997.

BARBOSA, W. W. P. **Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para produção de manjerona (*Origanum majorana*) e manjericão (*Ocimum basilicum*) em sistemas de aquaponia**. 2011. 55p. Planejamento e Gestão Ambiental – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2011.

BARCELLOS, L. J. G. **Policultivo de jundiás, tilápias e carpas**. Passo Fundo: Editora da UPF, 318p. 2012

BELIK, Walter. **Segurança alimentar: a contribuição das universidades**. São Paulo: Instituto Ethos, 2003.

BLIDARIU F. et.al. Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, 44 (2). 1. **Increasing the Economical Efficiency and Sustainability of Indoor Fish Farming by Means of Aquaponics** – Review. 2011.

BOYD, C.E., GAUTIER, D. **Effluent composition and water quality standards**. Global Aquaculture Advocate 3 (5), 61 – 66. 2003.

BROOK, R. What Is the Right Stocking Density Of Fish. [www.homeaquaponicssystem.com](http://www.homeaquaponicssystem.com). 2016.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. 28. reimpr. São Paulo: Elsevier, 2004.

CARNEIRO, Paulo César Falanghe. II. Moraism Carlos Adriano Rocha Silva. III. Nunes,

Maria Urbana Correa. IV. Maria, Alexandre Nizio. V. Fujimoto, Rodrigo Yudi. VI. Título. VII. Séries. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia** / 23 p. II. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 189). 2015.

CARVALHO, J. E.; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. S. **Cobertura morcot do solo no cultivo de alface** Cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005.

CEPAGRO. **Cartilha de Agricultura urbana**. Florianópolis, 2009.

CMMAD. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro, RJ: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

DIAS, J. A. B. **Produção de plantas medicinais e agricultura urbana**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18, p. 140-143, 2000.

DIVER S., NCAT Agriculture Specialist, **AQUAPONICS – “Integration of Hydroponics with Aquaculture.”**, ATTRA, 2006.

DRESCHER, A. W.; JACOBI, P.; AMEND, J. **Segurança alimentar urbana: agricultura urbana, uma resposta à crise?** *Revista de Agricultura Urbana*, n.1, 2000. Disponível em: Acesso em: Nov. 2015.

EMERENCIANO *et. al.*, **Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura**. *Panorama da aquicultura*. Vol.25. Jan/Fev. 2015.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2012**. 209. 2012.

FAO. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS** Rome, 1988.

GRAHAM L, **"Aquaponics in Alberta: An Environmental Industry Scan"**, July 2003.

GORDON A CHALMERS, **"Aquaponics and Food Safety"**, Lethbridge, Alberta April 2004.

GUERRA, FERNANDO. **Matemática Financeira**/ Fernando Guerra, Inder Jeet Taneja. - Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ UFSC, 184p. 2008

JAMES, E., RAKOCY, MICHAEL, P., MASSER AND THOMAS M. LOSORDO, **"Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture"**, 2006.

KUBITZA F. **Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água**. Panorama da Aquicultura. Maio/Junho 2006.

LACHETA A., **"The future of food"**, WellBeing Natural Health & Living News, 14 December 2010.

LENNARD WA, Leonard BV. **A comparison of reciprocal flow verses constant flow in an integrated, gravel bed, aquaponic test system**. Aquacult Int 12:539–553. 2004.

MACHADO, Altair Toledo. **Agricultura urbana** / Altair Toledo Machado, Cynthia Torres de Toledo Machado. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 25 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 48). 2002.

MARENGONI, N. G. **Produção de tilápia do Nilo Oreochromis niloticus (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem**. Archivos de Zootecnia, v. 55, n. 210, p. 127-138. 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **"Plano de Desenvolvimento da Aquicultura"** <<http://www.mpa.gov.br/plano-de-desenvolvimento-da-aquicultura>>. Acesso em: nov. 2015.

NAIR, A., RAKOCY, J.E., HARGREAVES, J.A. **"Water quality characteristics of a closed recirculating system for tilapia culture and tomato hydroponics"**. Second International Conference on G. Rafiee, C.R. Saad / Aquaculture 244 (2005) 109–118 117 Warm Water Aquaculture Finfish. Proceedings of a Conference, HI. 1985.

NICHOLS M. **"Aquaponics: Where One Plus One Equals Three"**, Massey University, Palmerston North, New zeeland, Maximum Yeld- Indoor gradening, UK January-February 2008.

PANTANELLA, E., **"Pond aquaponics: new pathways to sustainable integrated aquaculture and agriculture"**, Aquaculture News, May 2008.

PONCIANO, N.J. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região

Norte Fluminense, 2004. Disponível em:  
[Http://www.Scielo.Br/Pdf/Resr/V42n4/24974.Pdf](http://www.Scielo.Br/Pdf/Resr/V42n4/24974.Pdf). Acesso em: nov. 2015.

RAKOCY, J.E., BAILEY, D.S., MARTIN, J.M., SHULTZ, K.A., “**Tilapia production systems for the Lesser Antilles and other resource-limited, tropical area.**” Tilapia Aquaculture in the 21st century, Proceeding from the fifth International Symposium on Tilapia Aquaculture, Rio De Janeiro—RJ, Brazil, September 3–7, 2000.

RAKOCY, J.; et al., **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics integrating fish and plant culture.** SRAC Publication, v. 454, p. 1-16, 2006.

RAKOCY, J. E. **Ten Guidelines for Aquaponic Systems.** Aquaponics Journal, v.46: 14-17, 2007.

RIJN, J, 2013. **Waste treatment in recirculating aquaculture systems.** Aquacultural Engineering 53, 49– 56. doi: 10.1016/j.aquaeng.11.010. 2012.

SPOTLIGHT **urban food marketing.** FAO Newsletter, Rome, 1999.

TEIXEIRA et al. **Sistemas de produção na piscicultura.** Rev Bras Reprod Anim, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. 2006. Disponível em [www.cbpa.org.br](http://www.cbpa.org.br)

TIMMONS. M.B., EBELING. I.M., WHEATON, F., SUMMERFELT, S.T., VINCI, B.J. **Recirculating Aquaculture Systems.** Second Ed. p 760. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY. 2002.

TOKUNAGA K., TAMARU C., AKO H. LEUNG P. **Economics of Commercial Aquaponics in Hawaii.** 2015.

TYSON V. RICHARD, "Reconciling pH for ammonia biofiltration in a cucumber/tilapia aquaponics system using a perlite medium ", 2007.

URBAN agriculture: an oximoron? In: **THE STATE of food and agriculture.** Rome: FAO, p. 43-57. 1996.

VINATEA ARANA, L. **Fundamentos de aquicultura.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 231 p. 2004.

ZANIBONI FILHO, E. **Larvicultura de Peixes de Água Doce**. In: Informe Agropecuário, 21(203): 69 -77. 2000.