

AQUAPONIA

MANUAL

DE CONSTRUÇÃO E MANEJO DE UM
SISTEMA AQUAPÔNICO

~ FAÇA VOCÊ MESMO ~

MARCELO EDUARDO DE OLIVEIRA
RENATA ZUCCHERELLI DE OLIVEIRA
OSCAR ANDRES ORTIZ VALERO
ADRIANO ROGÉRIO BRUNO TECH

Manual de Construção e Manejo de um sistema aquapônico
Faça você mesmo!



Manual de Construção e manejo de um sistema aquapônico - Faça você mesmo -

Autores

Marcelo Eduardo de Oliveira
Renata Lima Zuccherelli de Oliveira
Oscar Andres Ortiz Valero
Adriano Rogério Bruno Tech



Pirassununga
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
2022

Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Marcelo Eduardo de Oliveira; Renata Lima Zuccherelli de Oliveira; Oscar Andres Ortiz Valero; Adriano Rogério Bruno Tech

Manual de Construção e manejo de um sistema aquapônico. Faça você mesmo. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. 61p. 21 x 29,7 cm.

ISBN: 978-65-265-0125-2 [Digital]

1. Manual. 2. Aquaponia. 3. Faça você mesmo. 4. Construção e manejo. I. Título.

CDD – 370

Capa: Petricor Design

Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828

Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Científico da Pedro & João Editores:

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/ Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/ Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil).



Pedro & João Editores

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 – São Carlos – SP

2022

**Manual de Construção e Manejo de um sistema aquapônico
Faça você mesmo!**

Créditos da Foto da capa e Figuras

Créditos da Foto da Capa: Foto de **Tim Mossholder** no **Pexels**

Créditos das Ilustrações das Figuras (fora de escala): Marcelo Eduardo de Oliveira

PREFÁCIO

Este Manual foi idealizado pelos autores, para poder transmitir, de forma prática e lúdica, a construção de um Manual de modo simplificado, capaz de atender demandas familiares, que estejam dispostas a se engajarem nesse universo da Aquaponia.

A Aquaponia é capaz de reunir em um só sistema a criação de peixes e de vegetais, fazendo o reuso da mesma água, gerando produção de nutrientes para as plantas através dos dejetos dos peixes. As plantas, por sua vez, filtram e expelem a água novamente para os peixes. Em outras palavras, a Aquaponia é um Sistema bastante eficiente e econômico, capaz de produzir alimentos e reduzir custos com água e seus efluentes.

No Capítulo 1 deste Manual faz-se uma breve Introdução sobre a contextualização da Aquaponia e do Sistema Aquapônico, dando uma noção geral ao leitor sobre o assunto. No Capítulo 2 identificam-se, aos leitores, os processos biológicos presentes no Sistema Aquapônico. O Capítulo 3 informa aos leitores algumas informações fundamentais para início da Construção do Sistema Aquapônico. Finalmente, no Capítulo 4, apresentam-se, aos leitores, as atividades para a efetiva construção e manejo do Sistema Aquapônico.

Espera-se que com a leitura completa do Manual, a Aquaponia seja capaz de levar informações relevantes para a efetiva confecção, de maneira familiar, de um Sistema Aquapônico eficaz e extremamente produtivo.

Boa leitura e **mãos à obra!**

ABREVIACÕES E ACRONIMOS

AOB bactérias que oxidam a amônia

CE - Condutividade elétrica

Cm - centímetro

FZEA - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

H - hora

IBC - Intermediate Bulk Container

IoT - Internet of things

IBC - Intermediate Bulk Container

Kg - kilograma

L - Litro

LTSI - Laboratório de Tecnologia e Sistemas de Informação

Mg - Miligrama

Mm - Milímetro

Mts - Metros

NOB bactérias que oxidam o nitrito

NT - Nitrogênio total

Nº número

OD - Oxigênio dissolvido

Ph - potencial hidrogeniônico

SP - São Paulo

Tº temperatura

TAN total amônia/nitrogênio

USP - Universidade de São Paulo

UV - Ultravioleta

LISTA DE SÍMBOLOS

Fe ferro

K potássio

NH₃ amônia

N nitrogênio

N₂ nitrogênio molecular

NO₂⁻ nitrito

NO₃⁻ nitrato

°C graus centígrados

> maior

SOBRE OS AUTORES

Marcelo Eduardo de Oliveira

Possui Graduação em Administração de Empresas pela Universidade de Franca (1999), Licenciatura Plena em Matemática pelo Centro Universitário de Araras (2015), Mestre em Ciências pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia Alimentos da Universidade de São Paulo (2016). Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (2019). Estágio pós-doutoral na Faculdade de Zootecnia e Engenharia Alimentos da Universidade de São Paulo (2021). Possui experiência na área de Climatologia Aplicada ao Meio Ambiente com ênfase em construções rurais atuando principalmente no tema sistemas computacionais para monitoramento e controle de ambientes de produção animal utilizando tecnologias IoT. Atualmente é docente da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2523027323908554>

e-mail: meoli@alumni.usp.br

Renata Lima Zuccherelli de Oliveira

Mestre em Ciências pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo. Desenvolve pesquisas nas linhas de monitoramento e controle de ambientes de produção animal utilizando tecnologias IoT. Atualmente é Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo da Universidade de São Paulo.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2926665214326068>

e-mail: rezuc@usp.br

Oscar Andres Ortiz Valero

Possui graduação em Zootecnia - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá (2015).

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7197609713669357>

e-mail: oaortizv@usp.br

Adriano Rogério Bruno Tech

Possui graduação em Engenharia Civil - habilitação em agrimensura pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Pirassununga (1992). É Mestre em Sistema de Informação pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2002) e Doutor em Zootecnia pela Universidade de São Paulo (2008). Pertenceu ao Quadro do Magistério Superior da Aeronáutica como Professor Adjunto - Nível II. Atualmente atua como Professor Associado da Universidade de São Paulo em Pirassununga. Possui experiência na área de ciência da computação, com ênfase em software básico, atuando principalmente nos seguintes temas: inteligência artificial, sistemas multiagentes, sistemas tutores inteligentes, sistemas de monitoramento de ambiente e de rebanhos, desenvolvimento de sistemas de gestão ERP, além de tecnologias e sistemas de informação e instrumentação de precisão. Em 2019 foi contemplado como Bolsista Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - Nível II, pelo CNPq.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8768632680429517>

e-mail: adriano.tech@usp.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Aquapônico Simples	13
Figura 2 - Os componentes biológicos do processo aquapônico: peixes, plantas e bactérias	18
Figura 3 - Os componentes biológicos do processo aquapônico: peixes, plantas e bactérias	20
Figura 4 - O Processo de nitrificação em um sistema aquapônico	21
Figura 5 - O Processo de nitrificação em um sistema aquapônico	26
Figura 6 - Descrição dos componentes essenciais de um sistema Aquapônicos	26
Figura 7 - Função de cada ciclo da aquaponia.	27
Figura 8 - Instalação da base do sistema aquapônico com tijolos de cimento	29
Figura 9 - Instalação de paletes sob a base do sistema aquapônico com tijolos de cimento	29
Figura 10 - Instalação dos tanques sob a base do sistema aquapônico	31
Figura 11 - Instalação dos encanamentos do sistema aquapônico	34
Figura 12 - Detalhamento do sistema de encanamento do sistema aquapônico.	35
Figura 13 - Detalhamento do sistema de encanamento do sistema aquapônico.	36
Figura 14 - Detalhamento do tanque de peixes	51
Figura 15 - Detalhamento do filtro decantador	52
Figura 16 - Detalhamento do filtro biológico e mecânico	53
Figura 17 - Detalhamento do tanque de cultivo	54
Figura 18 - Detalhamento do tanque decantador	55
Figura 19 - Sifão Bell	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais benefícios e desvantagens da produção de alimentos Aquapônicos	15
Tabela 2 - Parâmetros importantes para o crescimento das bactérias .	22

SUMÁRIO

1	Introdução	12
1.1	Aquaponia	13
1.2	Vantagens e desvantagens dos sistemas Aquapônicos	15
2	Informações importantes para o planejamento da construção do sistema aquapônico	17
2.1	Processos Biológicos	18
2.2	Importantes Componentes mecânicos do Filtro Biológico	18
2.3	Importantes Componentes biológicos	19
2.4	O Biofiltro	21
2.5	Mantendo a colônia de bactérias saudável	21
2.6	Bactérias em Aquaponia	22
3	Informações importantes para o planejamento da construção do sistema aquapônico	24
3.1	Sistema aquapônico desenvolvido neste manual	26
4	Atividades para construção e manejo do Sistema	28
4.1	Atividade 1 - Iniciar a construção. Por onde começo?	29
4.2	Atividade 2 - Instalação dos tanques e canteiros	31
4.3	Atividade 3 - Instalação da tubulação	33
4.4	Atividade 4 - Adequação do substrato nos canteiros	38
4.5	Atividade 5 - Introdução e manejo dos peixes	40
4.6	Atividade 6 - Introdução das plantas	43
4.7	Atividade 7 - Manejo geral do sistema	44
4.8	Atividade 8 - Atividades diárias	45
4.9	Atividade 9 - Atividades semanais	46
4.10	Atividade 10 - Atividades mensais	47
4.11	Atividade 11 - Boas práticas	48
4.12	Visão Geral para mural - Lista Geral de Materiais	49
4.13	Visão geral para mural - Lista Geral de Ferramentas	50
4.14	Visão geral para mural - Tanque dos Peixes	51
4.15	Visão geral para mural - Filtro Decantador 2001	52
4.16	Visão geral para mural - Filtro Biológico e mecânico 3101	53
4.17	Visão geral para mural - Canteiros ou Camas de cultivo	54
4.18	Visão geral para mural - Tanque Decantador 2501	55
4.19	Visão geral para mural - Sifão Bell	56
4.20	Google Drive	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

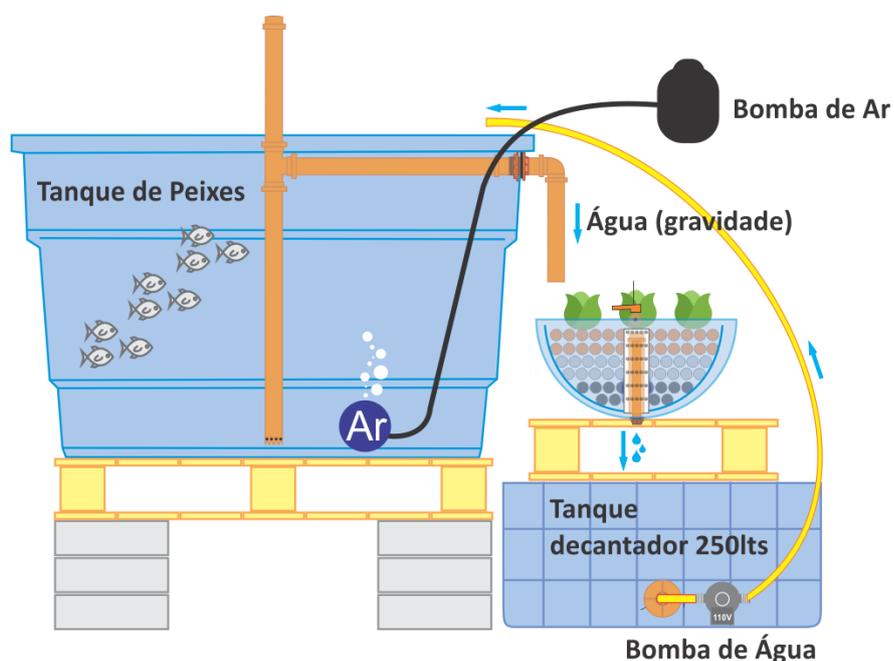


1. Introdução

1.1 Aquaponia

Pode-se definir Aquaponia como a integração da produção de organismos aquáticos em cativeiro, Aquicultura, e a produção de organismos vegetais em ausência de solo, Hidroponia, em um único sistema produtivo. Resumidamente, armazena-se água em um tanque onde ficam armazenados os peixes, a água passa por um trio de filtros, decantadores, biológicos e mecânicos, logo após passa pelo canteiro de cultivo e finaliza com sua chegada ao tanque decantador. Para reiniciar o ciclo, a água filtrada retorna ao tanque dos peixes, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Sistema Aquapônico Simples



Fonte: Adaptado de (Somerville, 2014)

Os peixes ficam armazenados no Tanque dos Peixes, onde serão inseridos e manejados durante todo o ciclo da Aquaponia. Nos Filtros Decantadores ocorre a decantação, onde os resíduos mais grosseiros e pesados são desprendidos do fluxo da água.

No Tanque Filtro Biológico e Mecânico acontece a retenção de resíduos sólidos mais finos, sendo o filtro biológico responsável pelo processamento desses resíduos,

processamento este denominado nitrificação, onde um composto ecossistema de bactérias transformam uma substância tóxica para os peixes, a amônia, em uma substância nutritiva para as plantas, o nitrato.

A água contendo essa substancia nutritiva passa pelos Canteiros de cultivo onde se encontram as plantas, e estas fazem a absorção dos nutrientes. Logo após, a água chega ao Tanque Decantador, fazendo nova decantação de resíduos suspensos na água e, através das Bombas d'água, essa água volta para o Tanque dos Peixes completamente filtrada, dando início a mais um ciclo da Aquaponia.

Todo esse processo possibilita a interação, por meio da simbiose, dos peixes, plantas e bactérias, permitindo, através de um sistema aquapônico equilibrado, a criação de um ambiente de cultivo recíproco.

No sistema aquapônico, após a passagem pelo trio de filtros, decantadores, biológicos e mecânicos, a água, rejeito da Aquicultura, é desviada para os Canteiros de cultivo, não sendo eliminadas no meio ambiente, levando nutrientes para as plantas de forma econômica, sustentável, atóxica e não poluente.

A integração desses sistemas, por si só, já produz inúmeros benefícios, mas, além disso, a Aquaponia pode ser nivelada à Hidroponia e recirculação de sistemas de Aquicultura.

Pode-se dizer que, em locais onde existe escassez de terra e água, um Sistema Aquapônico poderia ser a solução mais produtiva e econômica. Muito embora possa ser um recurso bastante eficaz, a Aquaponia demanda de investimentos financeiros consideráveis, bem como o emprego do conhecimento técnico acerca do manejo do sistema.

Evidentemente, a produção de peixes e plantas na Aquaponia é a forma produtiva mais evidenciada, porém, é necessário saber que neste tipo de sistema produtivo verifica-se a gestão de um complexo ecossistema que abrange três grupos principais de organismos: peixes, plantas e bactérias.

1.2 Vantagens e desvantagens dos sistemas Aquapônicos

O Sistema Aquapônico engloba dois sistemas de muita produtividade em suas respectivas áreas: sistema de recirculação de aquicultura e hidroponia, que vem ganhando destaque mundial, não somente por ser economicamente mais atrativo, mas especialmente por seu caráter sustentável, fazendo melhor uso da terra e água, controlando a poluição, aumentando a produtividade, melhorando a qualidade e segurança alimentar.

Tabela 1 - Principais benefícios e desvantagens da produção de alimentos Aquapônicos

Benefícios	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de produção alimentar sustentável; • Dois produtos agropecuários (peixes e vegetais) são produzidos a partir de uma fonte de nitrogênio (comida de peixe); • Extremamente eficiente em termos de reuso de água e ciclagem de nutrientes; • Não requer solo; • Não usa fertilizantes ou pesticidas químicos; • Maiores rendimentos e produção qualitativa; • Orgânico com o manejo e produção; • Maior nível de biossegurança e menores riscos de contaminantes externos; • Maior controle da produção levando a menores perdas; • Pode ser usado em terras não aráveis, como desertos, solo degradado ou ilhas arenosas e salgadas; • Pouco desperdício; • Produção econômica de alimentos para produção familiar ou produções comerciais em muitas localizações; 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos iniciais dispendiosos em comparação com a produção de vegetais no solo ou hidroponia; • Conhecimento sobre peixes, bactérias e produção de plantas é necessário para que o agricultor seja bem-sucedido. • Os requisitos de peixes e plantas nem sempre correspondem perfeitamente. • Não recomendado para locais onde não podem atingir níveis ideais de temperatura para criação dos peixes e plantas cultivados. • Exige maior gerenciamento e manejo em comparação com aquicultura independente ou sistemas hidropônicos. • Erros ou acidentes podem causar colapsos catastróficos do sistema. • A gestão e o manejo diário são obrigatórios. • É necessária fonte de energia elétrica. • Conhecimentos prévios em variadas áreas do saber como biologia, agricultura, bioquímica, hidráulica, aquicultura, hidroponia, climatologia, etc. • Disponibilidade e habilidade no manejo de grande variedade de ferramentas. • Disponibilidade inicial de grande quantidade de materiais estruturais. • Demanda inicial de mão de obra especializada.

<ul style="list-style-type: none">• Materiais para construção do sistema e base de informações estão amplamente disponíveis;	<ul style="list-style-type: none">• É necessária fonte de água permanente.
<ul style="list-style-type: none">• Reuso contínuo de água e reciclagem de nutrientes• Ampla informação disponível e em desenvolvimento• Pode ser desenvolvido em espaços reduzidos ou zonas urbanas	<ul style="list-style-type: none">• Monitoramento e controle permanente da qualidade da água.• Altamente limitada para a produção em grande escala.• Pode apresentar déficit de nutrientes como ferro (Fe) e potássio (K).

Fonte: Adaptado de (Somerville, 2014)



2. Informações importantes para o planejamento da construção do sistema aquapônico

2.1 Processos Biológicos

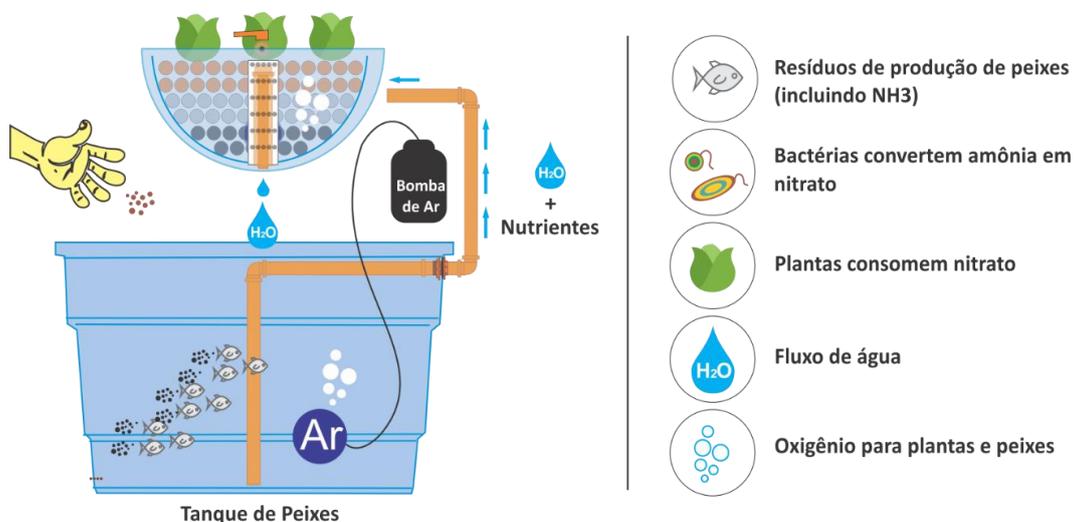
Neste segundo capítulo serão abordados, de forma concisa, os principais processos biológicos que ocorrem na Aquaponia. Além disso, serão exibidos os principais conceitos e processos envolvidos, apresentando os processos biológicos das bactérias e sua importância dentro desse complexo sistema.

2.2 Importantes Componentes mecânicos do Filtro Biológico

Conforme demonstrado no capítulo 1, o Sistema Aquapônico abrange duas principais formas de produção: aquicultura e hidroponia.

No sistema apresentado, a água do tanque dos peixes contendo resíduos do metabolismo dos peixes por gravidade circula para os filtros, em seguida, essa água é filtrada através do filtro decantador, que segura os resíduos sólidos, e a água passa para a circulação de um biofiltro que oxida a amônia em nitrato. Essa água filtrada mais uma vez é circula por gravidade para o canteiro de cultivo de onde as plantas retiram os nutrientes e passa para a última fase do ciclo que é o tanque decantador para ser novamente filtrada e retornando ao tanque dos peixes, reiniciando o ciclo da recirculação da água, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Os componentes biológicos do processo aquapônico: peixes, plantas e bactérias



Fonte: Adaptado de (Somerville, 2014)

O filtro mecânico permite a fixação e expansão das bactérias nitrificantes que convertem os resíduos dos peixes em nutrientes para as plantas. Os nutrientes dissolvidos na água são absorvidos pelas plantas. Com isso, é permitida a criação de um ambiente capaz de fazer a simbiose entre peixes, plantas e bactérias através de um processo de remoção de nutrientes que limpa a água, evitando que a mesma se torne tóxica para um ou mais organismos vivos do sistema.

2.3 Importantes Componentes biológicos

Na Aquaponia, o processo biológico com maior significância é o processo denominado nitrificação. Esse processo trata sobre o elemento químico Nitrogênio (N), importante para todas as formas de vida, estando presente nos aminoácidos que integram as proteínas essenciais para diversos processos biológicos para animais, tais como sinalização celular, regulação de enzimas e construção de estruturas.

O nitrogênio é o mais importante nutriente inorgânico para todas as plantas e animais. Ele, em forma de gás, compõe cerca de 78% dos elementos presentes na atmosfera terrestre, seguido do oxigênio com até 21%.

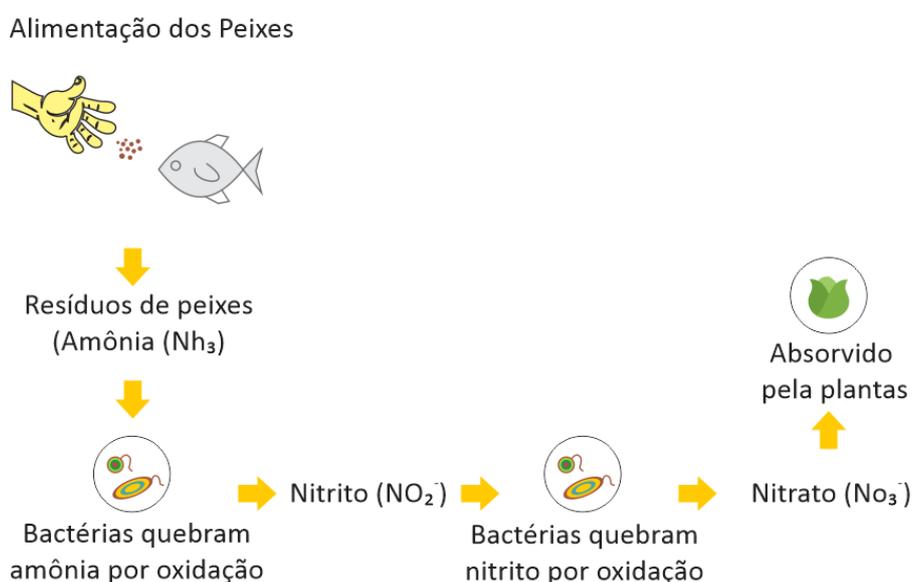
Muito embora seja um elemento de extrema abundância, só está presente na atmosfera o Nitrogênio Molecular (N_2), muito estável e incapaz de servir como nutriente para as plantas, ou seja, o nitrogênio molecular deve ser transformado antes de servir para crescimento das plantas através de um processo denominado fixação de nitrogênio, onde bactérias quimicamente alteram o N_2 incorporando outros elementos, tais como hidrogênio ou oxigênio, criando compostos químicos que servem de nutrientes para as plantas, como a amônia (NH_3).

A amônia é encontrada nos resíduos dos animais (fezes e urina). Há também a presença da amônia em animais mortos ou plantas em decomposição, que são decompostas por bactérias capazes de converter essa matéria orgânica em amônia. Essa amônia é metabolizada por um grupo muito importante de bactérias para a Aquaponia, chamadas de bactérias nitrificantes. Elas convertem a amônia em compostos de nitrito (NO_2^-) e finalmente em compostos de nitrato (NO_3^-). As plantas são incapazes de usar amônia e nitritos para realizar seus processos de crescimento, mas os nitratos são mais

facilmente assimilados por suas raízes. Observe a ação das bactérias nitrificantes no Sistema Aquapônico, através da Figura 3.

O processo de nitrificação, feito por bactérias nitrificantes, é de extrema importância, considerando a uma conversão de resíduos vegetais e animais em nutrientes acessíveis para as plantas. Essas bactérias são encontradas em diversos ambientes, tais como ar, água, solo e areia. Desta feita, o processo de nitrificação pode acontecer tanto no solo quanto na água.

Figura 3 - Os componentes biológicos do processo aquapônico: peixes, plantas e bactérias



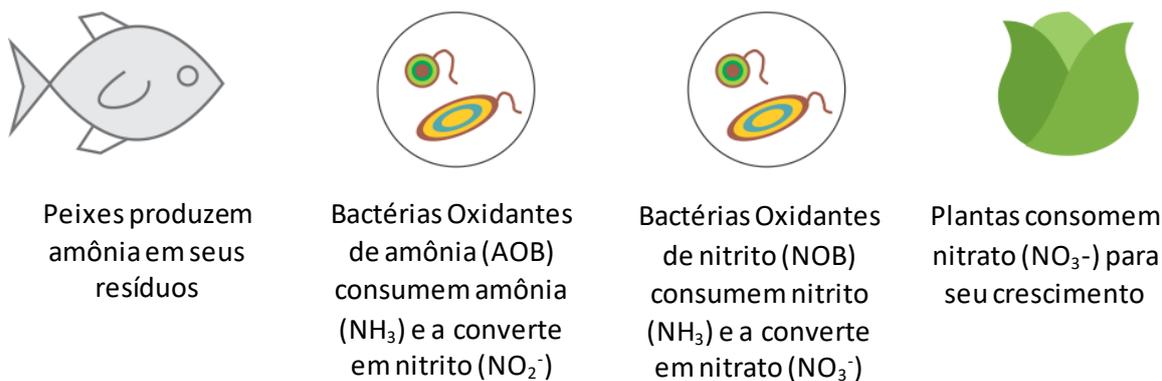
Fonte: Adaptado de (Somerville, 2014)

Pensando no Sistema Aquapônico, consideram-se resíduos animais os excrementos dos peixes lançados no Tanque de Cultivo. Tanto em solo, quanto em água ou superfícies molhadas, as bactérias nitrificantes conseguem converter amônia do resíduo dos peixes em nitrato para as plantas. A amônia e o nitrito, mesmo em pequenas quantidades, são tóxicos para os peixes, e, ao haver a nitrificação na Aquaponia faz com que esses elementos sejam eliminados até a água chegarem aos peixes novamente.

2.4 O Biofiltro

Para a Aquaponia, as bactérias que fazem o processo de nitrificação são essenciais para o perfeito funcionamento do sistema como um todo. Existem, dentre as bactérias nitrificantes, dois grupos principais: bactérias que oxidam a amônia (AOB) e bactérias que oxidam o nitrito (NOB), como pode ser observado na Figura 4. A metabolização ocorre da seguinte ordem: Bactérias AOB convertem amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-), Bactérias NOB então convertem nitrito (NO_2^-) em nitrato (NO_3^-).

Figura 4 - O Processo de nitrificação em um sistema aquapônico



Fonte: Adaptado de (Somerville, 2014)

2.5 Mantendo a colônia de bactérias saudável

As bactérias nitrificantes precisam de um ambiente propício para que elas possam se manter e crescer, para continuidade de todo o Sistema Aquapônico. Para isso, deve-se considerar os parâmetros ideais de potencial hidrogeniônico (pH), temperatura da água, oxigênio dissolvido, luz ultravioleta (luz do sol) e a taxa ideal de alimentação diária dos peixes.

Tabela 2 - Parâmetros importantes para o crescimento das bactérias

Parâmetros importantes para o crescimento das bactérias	
Benefícios	Desvantagens
Superfície	Argila expandida, caco de telhas e pedrisco
pH da água	Entre 6 e 8.5
Temperatura da água	Entre 17 e 34°C
Oxigênio Dissolvido	> 8 mg/l
Luz ultravioleta	Ideal cobertura UV
Peixes	1/10l, dependendo da espécie
Taxa de alimentação	Definir conforme a, espécie, idade dos peixes e temperatura ambiental

Fonte: Adaptado de (Somerville, 2014)

2.6 Bactérias em Aquaponia

Como já visto, na Aquaponia a amônia expelida pelos peixes através de seus resíduos deverá sofrer o processo de nitrificação para que seja transformada em nitrato, evitando, assim, a contaminação dos peixes.

O processo de nitrificação é um processo feito por bactérias, denominadas nitrificantes, onde estas convertem amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-) e, na sequência, oxidam o nitrito em nitrato (NO_3^-).

Desta forma, deve-se manter um bom ambiente para que as bactérias possam realizar o processo de nitrificação. Com isso, é importante destacar três fatores para uma boa nitrificação: meios de alta área de superfície para as bactérias crescerem e colonizarem; pH (6–7); temperatura da água (17–34 °C); OD (>8 mg/l); cobertura da exposição direta à luz solar.

Para dar início ao sistema, é necessário o estabelecimento de uma colônia de bactérias nitrificantes. Esse processo de estabelecimento da colônia dura em média de 3 a 5 semanas, e envolve a adição de uma fonte de nitrogênio no sistema (ração para peixes, fertilizante à base de amônia, até uma concentração na água de 1-2 mg/l), assim estimulando o crescimento das bactérias nitrificantes.

Esse procedimento para estabelecimento da colônia deve ser feito de forma lenta e consistente. Amônia, nitrito e nitrato devem ser monitorados para determinar o status do biofiltro: o pico e a queda subsequente de amônia são seguidos por um padrão semelhante de nitrito antes que o nitrato comece a se acumular. As plantas são adicionadas apenas quando os níveis de amônia e nitrito são baixos e o nível de nitrato começa a subir.

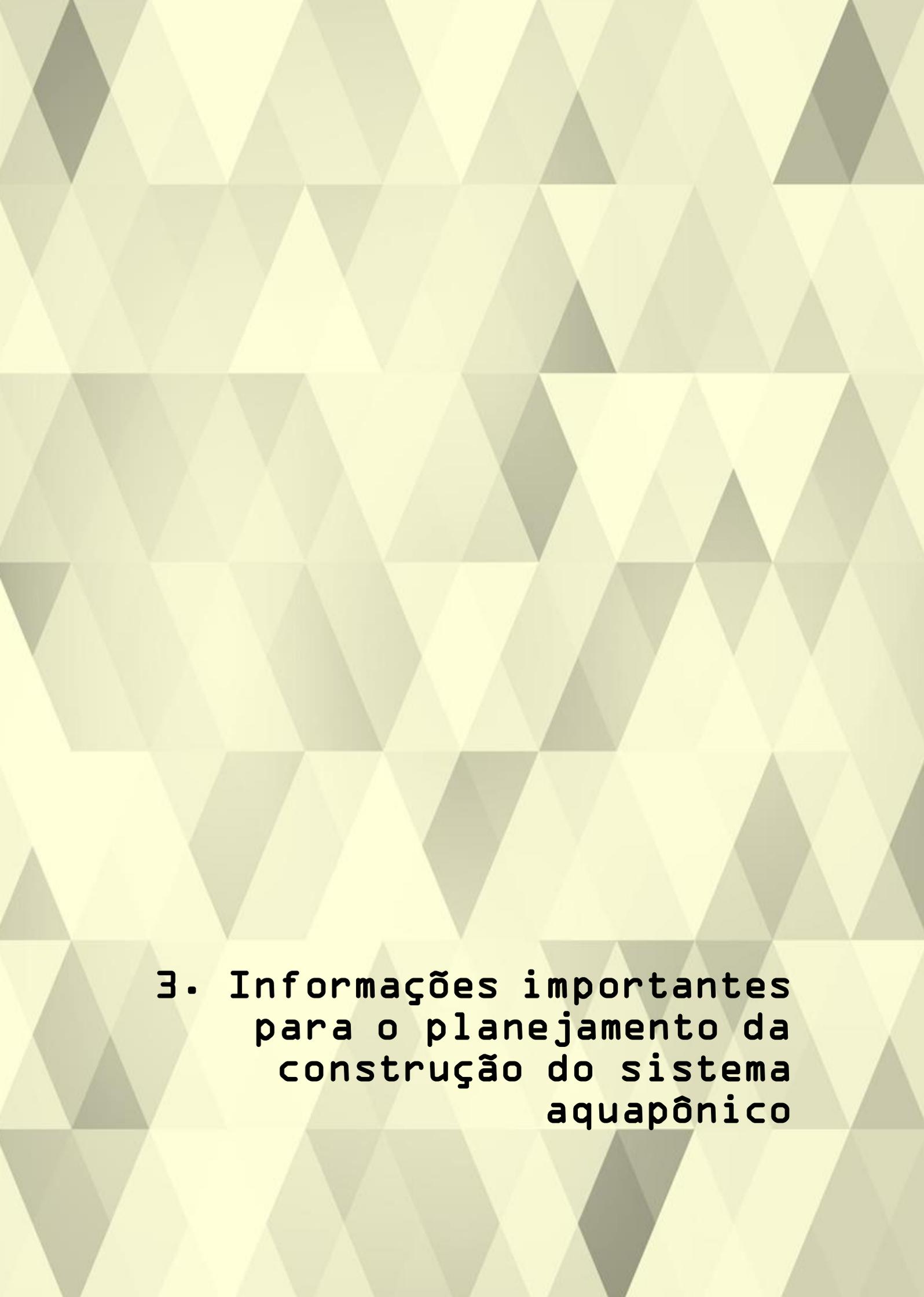
Para que haja o monitoramento da função de nitrificação das bactérias devem ser realizados testes de amônia e nitrito, que devem estar com valor próximo de 0mg/l, verificando assim, o desempenho do biofiltro. Altos níveis de amônia ou nitrito requerem uma alteração da água ou de alguma ação na gestão. Geralmente, percebe-se uma nitrificação insatisfatória devido a alterações na temperatura da água, nos níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) ou potencial hidrogeniônico (pH).

Faz-se necessária a realização de um teste semanal de nitrogênio, para que haja o fornecimento de informações sobre o equilíbrio do sistema. Amônia ou nitrito alto indica biofiltração insuficiente ou muitos peixes; nitrato baixo indica muitas plantas ou poucos peixes/alimentos insuficientes. Desta forma, aumentar o nitrato é desejável e indica nutrientes adequados para as plantas, embora a água precise ser trocada quando o nitrato é superior a 150 mg/l.

Outra importante classe de microrganismos atuantes no sistema aquapônico são as bactérias heterotróficas, responsáveis pela decomposição dos resíduos sólidos dos peixes, liberando alguns dos nutrientes na água em um processo chamado mineralização.

Outro fator importante para a determinação do sucesso do Sistema Aquapônico é a taxa de alimentação, que serve para balizar a quantidade de ração dos peixes, para a área de cultivo de plantas, que é medido em gramas de alimento diário por metro quadrado de espaço de cultivo da planta. A taxa de alimentação para vegetais folhosos é de 20–50 g/m²/dia; vegetais frutíferos requerem 50–80 g/m²/dia.

É importante também o monitoramento diário da saúde dos peixes e das plantas, para que se haja um retorno sobre o equilíbrio do sistema. Doenças, deficiências nutricionais e morte são principalmente sintomas de um sistema desequilibrado.



3. Informações importantes para o planejamento da construção do sistema aquapônico

3. Informações importantes para o planejamento da construção do sistema aquapônico

Uma das mais importantes ações a serem tomadas antes da criação de um Sistema Aquapônico é a escolha do local da instalação desse sistema. É importante lembrar que alguns dos materiais que serão utilizados para a instalação são pesados e de difícil transporte, como a água e os tijolos de cimento. Desta forma, o planejamento será fundamental para a construção do sistema.

Certifique-se de escolher um local com solo estável e nivelado. Como dito anteriormente, alguns dos principais componentes de um sistema aquapônico são pesados, levando ao risco potencial das bases do sistema afundarem no chão, o que pode causar acidentes ou colapso do sistema. Além disso, é importante colocar os tanques de peixes em uma base; isso vai ajudar a fornecer estabilidade, proteger o tanque, permitir manutenção de encanamentos e drenos no fundo do tanque, e isolamento térmico do solo.

O clima da região e condições ambientais extremas podem ser prejudiciais às plantas e aos materiais estruturais do sistema aquapônico. É recomendado que o sistema seja construído em locais com proteção às condições ambientais extremas ou ainda que sejam construídos em estufas, caso estejam disponíveis.

As plantas precisam receber a quantidade ideal de incidência de luz solar durante o dia. Comumente, as plantas para aquaponia crescem bem em condições de pleno sol. No entanto, se a luz do sol for muito intensa, uma estrutura de sombra simples pode ser instalada sobre os canteiros.

Os sistemas devem ser projetados para aproveitar as vantagens do sol recebendo a incidência de luz solar de leste a oeste. Geralmente, o sistema aquapônico deve ser arranjado espacialmente de modo que sua maior extensão fique no eixo norte-sul. Isso torna o uso mais eficiente do sol.

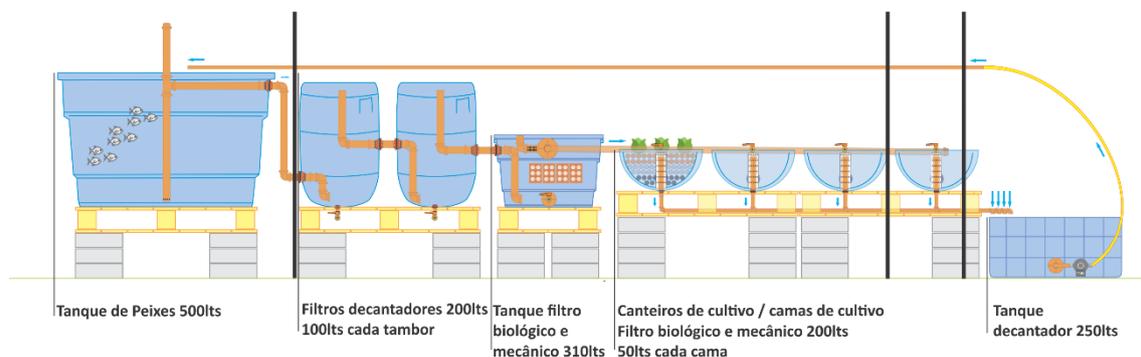
É importante planejar as redes hidráulicas, elétricas e tomadas de energia do sistema de forma que as mesmas fiquem protegidas da água e não causem acidentes.

3.1 Sistema aquapônico desenvolvido neste manual

Este manual tem a intenção de auxiliar na construção de um Sistema Aquapônico, utilizando materiais reciclados e/ou de baixo custo, que sejam facilmente encontrados.

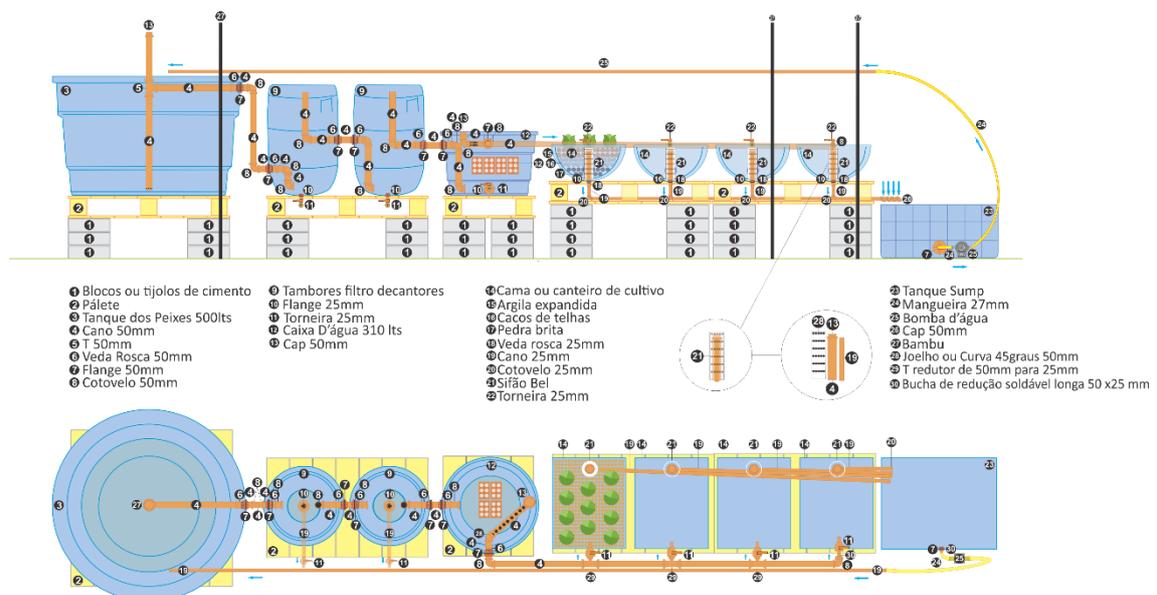
O Sistema Aquapônico desenvolvido neste manual foi composto por componentes essenciais a todos sistemas deste tipo: 1 (um) Tanque de Peixes, 2 (dois) Filtros decantadores, 1 (um) Tanque filtro biológico e mecânico, 4 (quatro) Canteiros de cultivo/ Filtros biológicos e mecânicos e 1 (um) Tanque decantador como pode ser observado nas Figura 5 e com mais detalhes de construção na Figura 6 e detalhes funcionais na Figura 7.

Figura 5 - O Processo de nitrificação em um sistema aquapônico



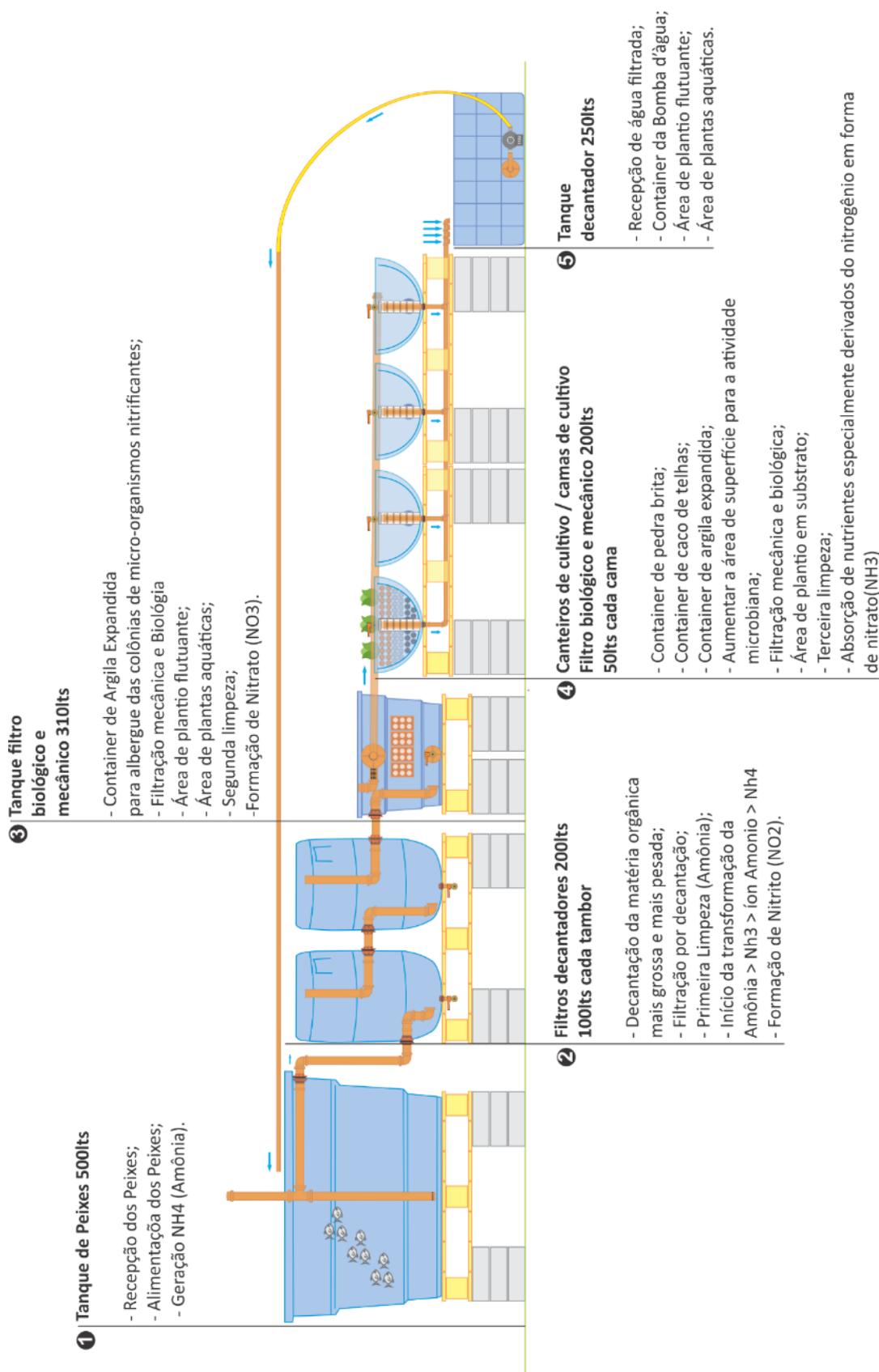
Fonte: Autoria Própria

Figura 6 - Descrição dos componentes essenciais de um sistema Aquapônicos



Fonte: Autoria Própria

Figura 7 - Função de cada ciclo da aquaponia.



Fonte: Autoria Própria



4. Atividades para construção e manejo do Sistema

4. Atividades para construção e manejo do Sistema

A partir de agora iniciaremos as atividades mãos na massa a partir da experiência da construção do sistema aquapônico experimental do Laboratório de Tecnologia e Sistemas de Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, localizado em Pirassununga-SP.

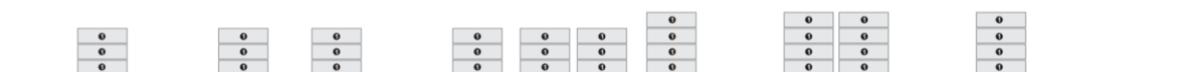
4.1 Atividade 1 - Iniciar a construção. Por onde começo?

Objetivo da atividade: Iniciar a construção, nivelar o terreno, instalar os tijolos de cimento e paletes.

Lista de materiais

- Ferramentas para nivelamento do solo (pá, enxada, enxadão, nível);
- 71 tijolos de cimento;
- Carrinho de mão;
- 5 Paletes.

Figura 8 - Instalação da base do sistema aquapônico com tijolos de cimento



Fonte: Autoria Própria

Figura 9 - Instalação de paletes sob a base do sistema aquapônico com tijolos de cimento



Fonte: Autoria Própria

O nivelamento do terreno deve ser feito para garantir a estabilidade da estrutura que irá suportar um peso significativo do sistema no tempo, além de permitir o fluxo de

água dentro do sistema a favor do correto funcionamento do mesmo. O nivelamento é importante também para garantir que os blocos que serão à base da estrutura fiquem fixos, impedindo deslizamentos ou afundamentos, mantendo o sistema seguro e estável. A montagem dos blocos de cimento dependerá do tamanho e disponibilidade, mas, em termos gerais, devem ser posicionados para que os mesmos suportem de uma maneira equilibrada o peso de cada seção do sistema.

A altura das bases compostas por estes blocos de cimento dependerá da necessidade do gestor, mas, recomenda-se deixar um espaço suficiente (>30cm) para facilitar a manutenção do sistema na parte baixa dos encanamentos e permitir perceber possíveis vazamentos ou fugas de água na parte interna do sistema.

É importante, igualmente, deixar os blocos a uma altura suficiente para dar conforto e praticidade ao gestor no momento do manejo do sistema, tanto dos peixes como das plantas, permitindo fazer as atividades diárias no sistema de uma maneira rápida, agradável e eficiente.

Em relação aos paletes, na medida do possível é recomendável que sejam de materiais plásticos reforçados ou mesmo estruturas metálicas que suportem condições ambientais extremas, como alta incidência de calor e umidade, dependendo da região de onde se estabelecerá o empreendimento. São úteis também os paletes de madeira, recomendando-se utilizar, na medida do possível, em bom estado e reforçar as uniões e parte central dos paletes, além de cobrir com uma capa de verniz náutico para proteger das condições ambientais extremas. No momento da instalação, é importante levar em consideração que os paletes devem ser colocados de uma maneira equilibrada, em relação aos blocos de cimento, para distribuir o peso do sistema posteriormente de uma forma uniforme, evitando assim possíveis danos ou quebras na estrutura e uma vida útil maior.

4.2 Atividade 2 - Instalação dos tanques e canteiros

Objetivo da atividade: Instalação correta dos tanques e canteiros.

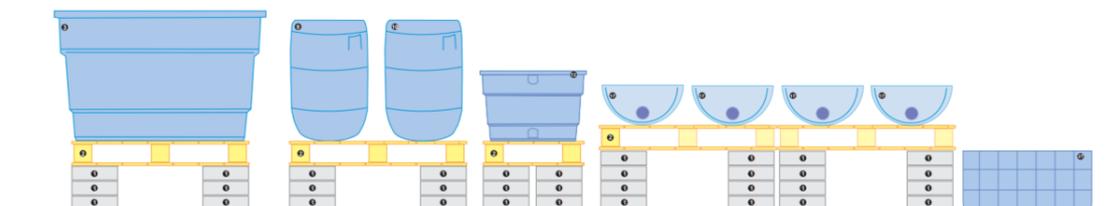
Lista de materiais

- Uma caixa de água 500l;
- Duas bombonas de 100l;
- Uma caixa de água de 310l;
- Duas bombonas de 200l, para as camas de cultivo;
- Um container de plástico de 500l (Intermediate bulk container) IBC.

Lista de ferramentas

- Serra elétrica de mão;
- Trena;
- Régua (> a 100cm);
- Marcador;
- Extensão elétrica;
- Luvas, óculos, capacete, botas;
- Furadeira;
- Serra copo (> a 50mm).

Figura 10 - Instalação dos tanques sob a base do sistema aquapônico



Fonte: Autoria Própria

Após o correto nivelamento do terreno, da correta instalação, nivelamento e alinhamento de blocos e paletes, pode-se iniciar a instalação dos componentes de cada seção do sistema na estrutura base, iniciando-se com a caixa de água de 500l, a qual deve ficar corretamente equilibrada, nivelada a uma altura maior que 50cm, facilitando, assim, as atividades de gestão posteriores.

Na sequência, iniciamos a instalação das bombonas de 100l, podendo ser alinhadas ou em sequência, segundo a disponibilidade de espaço e necessidade do

gestor, mas tendo em vista a facilidade e praticidade no momento das atividades periódicas e funcionalidade do sistema.

Continuamos as instalações com o posicionamento da caixa de água de 310l, tendo em vista centralizá-la o máximo possível na estrutura base para distribuir homogeneamente o peso. Em seguida, se procede com o corte longitudinal pela metade das bombonas de 200l para posteriormente adequar as quatro partes obtidas do corte sobre a estrutura base.

Por fim, realiza-se o corte transversal do tanque Intermediate bulk container (IBC) para adequá-lo no chão embaixo da linha de nivelamento das caixas e bombonas. Fazendo os ajustes pertinentes (adequação e posicionamento para perfuração e correção de nivelamento), perfura-se as caixas, bombonas de 100l e tanque, com a furadeira e a serra copo (> a 50mm), a qual definirá a sequência de conexão e fluxo da água pelos componentes do sistema com o posterior encanamento. Deve-se fazer uma correta projeção e nivelção dos furos de 50 mm em cada componente do sistema a favor da circulação da água em direção ao tanque de depósito para melhorar assim a efetividade do fluxo de água.

4.3 Atividade 3 - Instalação da tubulação

Objetivo da atividade: Instalação adequada da tubulação.

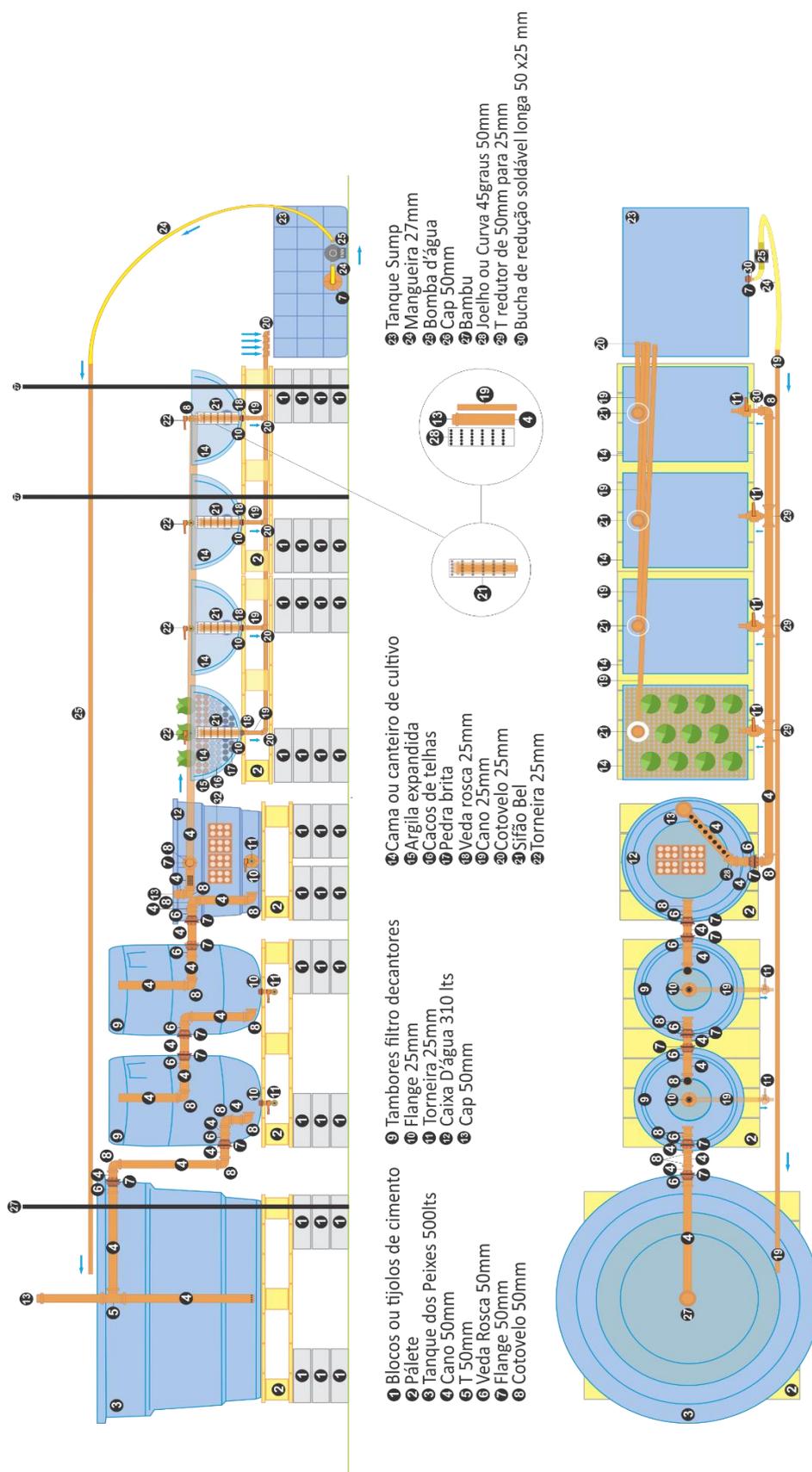
Lista de materiais

- Uma barra de cano de 50mm x 6m;
- Uma barra de cano de 25mm x 6m;
- Uma barra de cano de 100mm x 1m;
- Dez cotovelos de 50mm;
- Sete Flanges de 50mm;
- Sete adaptadores luva rosca de 50mm;
- Um Tê de 50mm;
- Seis Caps de 50mm;
- Três Tê redutoras de 50mm x 25mm;
- Uma bucha de redução soldável longa 50mm x 25mm;
- Oito torneiras de 25mm;
- Catorze cotovelos de 25mm;
- Nove Flanges de 25mm;
- Nove adaptadores soldáveis curto de 25mm;
- Uma mangueira de 25mm x 2m;
- Uma bomba de água submersa ou externa de 2000l/hora;
- Uma extensão elétrica > 10m;
- Uma caixa fita veda rosca branca;
- Quatro varas de bambu de 2m x 4cm.

Lista de ferramentas

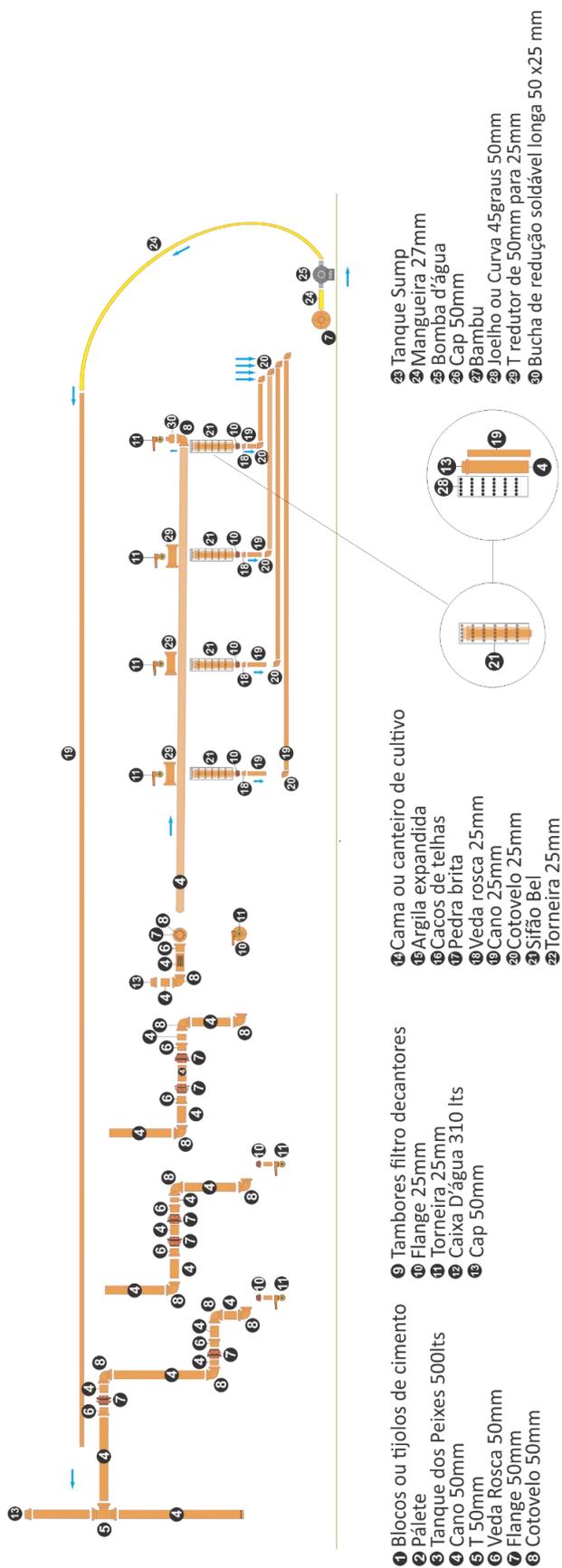
- Trena;
- Marcador;
- Serra de mão;
- Marreta;
- Lima;
- Uma corda fina x 10m.

Figura 11 - Instalação dos encanamentos do sistema aquapônico



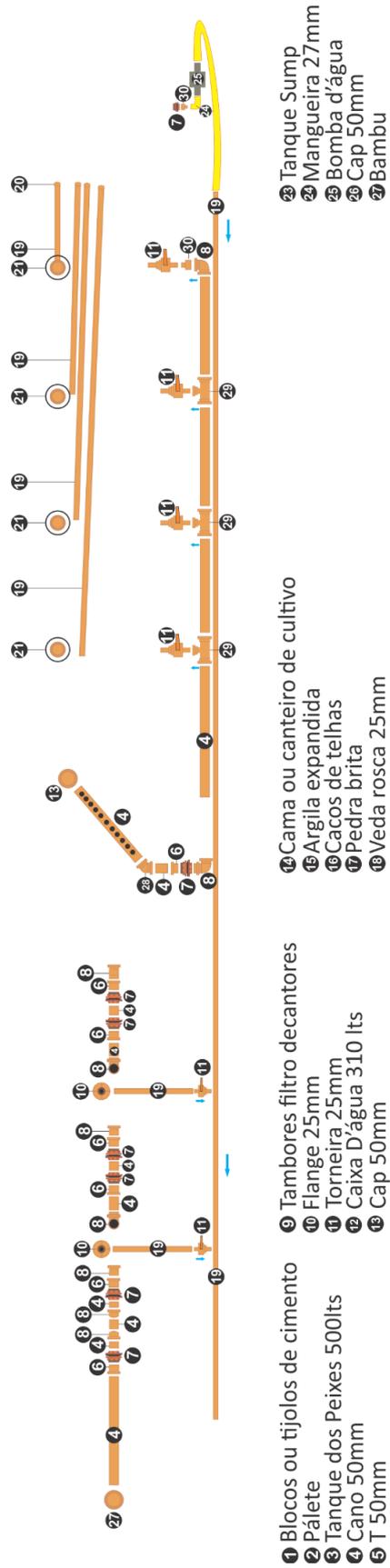
Fonte: Autoria Própria

Figura 12 - Detalhamento do sistema de encanamento do sistema aquapônico.



Fonte: Autoria Própria

Figura 13 - Detalhamento do sistema de encanamento do sistema aquapônico.



Fonte: Autoria Própria

Feitos os furos nas caixas, bombonas e tanque, dá-se início a instalação das conexões e encaixe dos encanamentos nelas ao longo dos componentes mencionados sem o uso de cola. Não é recomendado o uso de cola no sistema baixo em nenhuma circunstância, por praticidade, o que permite facilidade na manutenção, limpeza, trocas de encanamentos ou adequações periódicas no sistema, além de não introduzir no sistema compostos químicos que possam influenciar negativamente as entidades biológicas envolvidas no sistema aquapônico.

Inicialmente são instaladas as Flanges de 50mm nas caixas, bombonas e tanque, levando em consideração as especificações de instalação do fabricante, rosqueando as Flanges de 50mm nos adaptadores Luva Rosca de 50mm, deixando pronto para o engate dos encanamentos de 50mm. É recomendado iniciar o encaixe dos canos na Caixa de 500l. As medições e cortes dos encanamentos terão que ser adaptados e adequados de acordo com a necessidade e projeto do sistema por parte do gestor, considerando que cada situação é única, além de considerar a diferença da disponibilidade de espaço, materiais disponíveis e características do terreno e de cada produtor.

4.4 Atividade 4 - Adequação do substrato nos canteiros

Objetivo da atividade: Adequação dos diferentes tipos de substratos.

Lista de materiais

- Dez sacos de pedra brita ou pedregulho x 20kg ou 50l;
- Dez sacos de cascalho de telha x 20kg ou 50l;
- Dez sacos de argila expandida de 0.6 a 15mm x 20kg ou 50l.

Depois de instalar os canteiros ou camas de cultivo com seus respectivos encanamentos de entrada e saída de água, preenche-se os canteiros com os diferentes tipos de substrato. O ideal é utilizar argila expandida de 0,6 a 15mm, mas, para reduzir os custos no sistema aquapônico construído neste manual, foram utilizados na base de cada canteiro, 5 sacos de pedregulho ou pedra brita de 20kg espalhados homogeneamente dentro de cada canteiro. Em cima da brita se colocam os 5 sacos de caco de telha ou 20kg espalhados igualmente e, por fim, são colocados os 5 sacos, 20 kg ou 50l de argila expandida homogeneamente espalhados. No sistema construído neste manual foi utilizada argila expandida > a 10mm.

A intenção é oferecer aos microrganismos a maior quantidade de área de superfície possível para a implantação, proliferação, colonização e atividade dos microrganismos desejáveis envolvidos no processo de nitrificação dentro do sistema. Para uma maior área de superfície oferecida, maior será a quantidade de nitrogênio em forma de amônia, nitrito e nitrato transformado, maior eficiência do sistema, maior disponibilidade de nutrientes e maior absorção por parte das raízes das plantas.

Concluída esta fase de construção, serão verificadas que as ligações dos encanamentos estejam corretas e bem encaixadas para, em seguida, preencher o sistema com água de boa qualidade, iniciando posteriormente a circulação da mesma quando esteja num nível suficiente.

É recomendado começar a encher o sistema de água no tanque de depósito ou reservatório de onde está localizada a bomba, e quando a água estiver em um nível suficientemente alto, liga-se a bomba para encher as outras seções do sistema.

Recomenda-se que, na medida que todas as seções do sistema forem enchendo de água, verificar o correto fluxo e presença de vazamentos para serem corrigidos. Depois de encher todo o sistema com a suficiente quantidade de água, deixa-se o

sistema funcionando continuamente para observação contínua, corrigindo qualquer falha que se apresente.

Devem ser monitoradas e corrigidas as características ou qualidade da água, para que haja um melhor conforto na chegada dos peixes, devido ao alto grau de estresse a que são submetidos durante o manuseio e transporte.

Informações importantes para essa atividade

- Os principais fatores a ter em conta na hora de onde colocar uma unidade são: estabilidade do solo, acesso à luz solar e sombra; exposição ao vento e chuva; disponibilidade de utilitários; e disponibilidade de uma estufa ou estrutura de sombreamento.
- As camas de mídia devem ser:
 - feitas de material inerte;
 - profundidade de cerca de 30cm;
 - preenchido com substrato contendo uma grande área de superfície;
 - permitir períodos de inundação e drenagem periódicos para garantir uma boa filtração, circulação de nutrientes e oxigenação;
- Componentes mecânicos e de biológicos são necessários a fim de transformar, respectivamente, os sólidos em suspensão e oxidar os resíduos dissolvidos (amônia para nitrato).
- A alta concentração de Oxigênio Dissolvido é essencial para garantir um bom desenvolvimento e atividade das bactérias.
- As unidades de cama de cultivo devem garantir uma interface entre a zona úmida e a zona seca que fornece uma alta disponibilidade de oxigênio atmosférico.
- No sistema aquapônico construído neste manual o Oxigênio Dissolvido na água é fornecido por meio de uma bomba de água com adaptação de um oxigenador ou aerador válvula ventura.

4.5 Atividade 5 - Introdução e manejo dos peixes

Objetivo da atividade: Introdução e manejo adequado dos peixes.

Lista de materiais

- Redes para pesca, se recomenda usar o menor tamanho de malha possível;
- Oxigenador portátil (de pilha);
- Caixas de água de 100l;
- Baldes de 20 ou 30l;
- Sal grosso;
- Sacolas plásticas de 30 ou 40l;
- Elásticos amarelos N° 18;
- Ração de acordo com a faixa etária e tamanho dos peixes;
- Balança.

Recomenda-se fazer o transporte dos peixes preferencialmente no final da tarde, a partir das 17 ou 18 horas, com o intuito de diminuir o estresse dos peixes, a incidência de doenças e facilitar a manipulação. É recomendável transportá-los em sacolas plásticas de 30 ou 40l duplas asseguradas com elástico, oxigenadas e com sal grosso diluído na água de transporte para percursos curtos entre 30 a 45 minutos, dependendo da idade dos peixes. Deve permitir que o peixe se mantenha com boa oxigenação, fique “tranquilo” e sem boiar, podendo ser de 15 a 20 peixes de aproximadamente 80 a 120 gramas por sacola.

É recomendado pesar os peixes no momento da colheita por praticidade e para aproveitar o manuseio, para assim ter uma proximidade da quantidade de alimento a fornecer posteriormente.

Para peixes de maior tamanho ou para percursos longos é recomendável o uso de caixas plásticas com tampa hermética e oxigenada, com oxigenador portátil de pilha, para garantir um maior conforto aos peixes. Podem ser transportados até 1 peixe a cada 5l de água, mas garantindo uma oxigenação de sobressaturação, do contrário poderá se comprometer fortemente o bem-estar dos peixes.

No momento da recepção, ter previamente preparado o tanque definitivo onde ficarão os peixes dentro do sistema aquapônico. Para aclimatação dos peixes, se devem colocar as sacolas fechadas de onde se transportaram os peixes dentro da água da caixa para igualar as temperaturas progressivamente, além de deixar entrar um pouco de água da caixa do sistema dentro da sacola, para a adaptação dos peixes durante quinze

a vinte minutos. Posterior a isso, os peixes são liberados dentro da caixa, deixando-os em observação permanente para detectar possíveis anomalias dos peixes. Vale ressaltar que, no momento da recepção dos peixes, a água do sistema deve estar com as condições favoráveis para o conforto dos mesmos, ou seja, com Oxigênio Dissolvido (OD) > a 8 partes por milhão, potencial hidrogeniônico (pH entre 6.8 e 7.2, temperatura T° entre 20°C e 26°C. Interromper a alimentação por 24 horas, mas jogando pouca ração para incentivar o consumo progressivamente, devendo proteger ou cobrir a caixa de recepção dos peixes com uma tela fixa a caixa para prevenir perdas dos peixes por pulos repentinos devido ao estresse gerado neles.

É recomendável para o bem-estar animal uma densidade de 1 peixe x 10l de água no Tanque dos Peixes. Passadas as primeiras 24 horas da recepção dos peixes, pode-se iniciar a adaptação ao regime alimentar que deve ser feito de acordo com a quantidade de biomassa ou densidade dos peixes no Tanque dos Peixes. É recomendado alimentar por dia com o 3% do peso total de biomassa colocado no Tanque dos Peixes. Para determinar a razão percentual é necessário pesar todos os peixes, somar o peso total e dividir o peso total pelo número total de peixes, assim encontramos a média de peso de todos os peixes e então encontramos a razão percentual dos peixes confinados no Tanque dos peixes. Com esse resultado, é determinado o valor de 3% com uma regra de três, resultando em gramas a quantidade de ração que deve ser administrada diariamente aos peixes para suprir todos as suas necessidades metabólicas de sobrevivência e crescimento.

É importante frisar que cada faixa etária dos peixes demanda uma concentração de nutrientes e tamanho diferente e específica de ração, que deve ser considerada, para o sucesso da criação.

O alimento deve ser apropriado para o tamanho da boca dos peixes e deve cobrir suas necessidades nutricionais para a faixa etária em que se encontram. Peixes mais jovens demandam uma concentração maior de nutrientes, principalmente de proteína, e na medida que estes vão se desenvolvendo e crescendo, suas necessidades de nutrientes diminuem e o tamanho da ração deve ser maior.

Manejo de Peixes em sistemas Aquapônicos

- Pellets de ração para peixes, fabricados com padrão comercial, são recomendados para uso em aquaponia porque são um alimento completo contendo o equilíbrio correto de proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e minerais necessários para os peixes.
- A proteína é o componente mais importante para construir a massa corporal dos peixes. Peixes Onívoros como tilápia e carpa comum precisam de cerca de 32% de proteína em sua dieta, os peixes carnívoros precisam de mais.
- Nunca superalimente os peixes e remova os alimentos não consumidos após 30 minutos para reduzir os riscos de toxicidade de amônia ou sulfeto de hidrogênio.
- A qualidade da água deve ser mantida para os peixes. Amônia e nitrito devem estar próximos a 0 mg/l, pois são tóxicos em qualquer nível detectável. O nitrato deve ser menor que 400mg/l. O OD deve ser 4-8 mg/l, dependendo da espécie.
- Tilápia, Carpa e Bagre são altamente adequados para aquaponia em regiões tropicais ou em condições áridas, que crescem rapidamente e podem sobreviver em água de má qualidade e em níveis mais baixos de Oxigênio Dissolvido (OD). As trutas crescem bem em água fria, mas requerem água de melhor qualidade.
- A saúde dos peixes deve ser monitorada diariamente e o estresse deve ser minimizado. Pobre e/ou mudança na qualidade da água, superlotação e distúrbios físicos podem causar estresse, o que pode levar a surtos de doenças.
- Anormalidades ou mudanças no comportamento físico podem indicar estresse, água de qualidade ruim, parasitas ou doenças. Aproveite para observar e monitorar os peixes em ordem para reconhecer os sintomas precocemente e fornecer tratamento.

4.6 Atividade 6 - Introdução das plantas

Objetivo da atividade: Introdução adequada das plantas

Uma vez que os peixes são estabelecidos no Sistema, ocorre a produção de resíduos dos peixes em suas formas variadas (amônia, nitrito, nitrato), devido ao ingresso da ração e dos produtos do metabolismo e descamação dos peixes principalmente. Estes excrementos favorecem o estabelecimento, proliferação e colonização de microrganismos nitrificantes desejáveis no sistema aquapônico.

Recomenda-se o estabelecimento do cultivo no mínimo uma semana depois do estabelecimento dos peixes. Inicialmente, recomendam-se plantas folhosas de baixa demanda nutricional, como os diversos tipos de alface, como teste progressivo e para conhecer o comportamento do sistema em conjunto.

Nas mudas do cultivo a implementar deve-se retirar o substrato que acompanha as raízes, para evitar o acúmulo de terra dentro do sistema aquapônico. Deve-se conhecer o máximo na medida do possível o cultivo que vai ser implementado dentro do sistema, como ciclo produtivo, requerimentos nutricionais, necessidades de luz ou sombra, cuidados, época de plantação ou estação do ano de maior rendimento, etc.

Com o tempo, podem ser incluídas para produção outros diversos tipos de plantas de ciclo produtivo mais longo e de demandas mais complexas, mas isso é possível na medida que o sistema vai amadurecendo com o tempo e com o incremento do conhecimento e experiência por parte dos gestores.

No caso do sistema construído neste manual, foram utilizados vários tipos de alface devido ao seu ciclo produtivo curto, o que permitiu realizar várias provas, testes e experimentos em menor tempo e com maiores resultados.

Lista de materiais

- Balde de 20 a 30l com água para retirar o substrato que acompanha as mudas antes de semeá-las dentro dos canteiros ou camas de cultivo.

4.7 Atividade 7 - Manejo geral do sistema

Objetivo da atividade: Conhecer o manejo geral do sistema.

Lista de materiais

- Termômetro tradicional para aquarismo (T°);
- Kit de testes de água (OD, pH, Amônia, Dureza).

Dentre as atividades de manejo mais importantes no do sistema aquapônico ressaltam as provas de qualidade de água, as quais são relevantes para determinar a saúde geral do sistema e de cada componente. Lembrando que a água é o condutor e comunicador de todo o sistema, interconectando todas as entidades biológicas que compõem a aquaponia (peixes, micro-organismos e plantas). Por esta razão é fundamental estabelecer um monitoramento periódico para saber o estado do sistema.

Se recomenda o uso de testes de água para aquarismo mediante o uso de reativos numa amostra de água, são relativamente baratos e aproximam-se muito a o estado ou a qualidade da água dentro do sistema.

Geralmente a qualidade da água está composta pelo teste das variáveis mais importantes como concentração de Oxigênio Dissolvido (OD), temperatura (T°), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) e concentração de amônia, nitritos e nitratos ou nitrogênio total (NT).

4.8 Atividade 8 - Atividades diárias

Objetivo da atividade: Conhecer as atividades diárias de manejo do sistema aquapônico.

Lista de materiais

- Termômetro.
- Ração.

Recomenda-se, como medidas de manutenção diárias, a alimentação dos peixes, a checagem da temperatura, checagem da bomba e dos encanamentos, além de realizar os testes de água, observação do bem-estar estado geral dos peixes.

Listas de atividades diárias:

- Verifique se as bombas de água e ar estão funcionando bem e limpe suas entradas de obstruções.
- Verifique se a água está fluindo com a vazão suficiente para ativar o sifão e garantir o bom funcionamento do sistema.
- Verifique o nível de água e adicione mais água para compensar a evaporação, como necessário.
- Verifique se há vazamentos.
- Verifique a temperatura da água.
- Alimente os peixes (2-3 vezes ao dia, se possível), remova a ração não consumida e ajuste a taxa de alimentação.
- A cada alimentação, verifique o comportamento e aparência dos peixes.
- Verifique se há pragas nas plantas. Maneje pragas, conforme necessário.
- Remova qualquer peixe morto.
- Remova quaisquer plantas / ramos doentes.
- Remova os sólidos do clarificador e enxágue todos os filtros

4.9 Atividade 9 - Atividades semanais

Objetivo da atividade: Conhecer as atividades semanais de manejo do sistema aquapônico.

Lista de materiais

- Prova de pH.
- Prova de amônia.
- Oxigênio dissolvido.

As atividades semanais podem ser resumidas em checagem do pH, os níveis de amônia, concentração de oxigênio e a presença de insetos ou pragas em todos os componentes do sistema.

Lista de atividades semanais:

- Realizar testes de qualidade da água para pH, amônia, nitrito e nitrato e oxigênio antes e depois da alimentação dos peixes.
- Ajuste o pH, amônia ou oxigênio conforme necessário.
- Verifique as plantas procurando por deficiências. Adicione fertilizante orgânico, na água conforme necessário.
- Limpe os resíduos de peixes do fundo dos tanques e do biofiltro.
- Plante e colha os vegetais, conforme necessário.
- Colha peixes, se necessário.
- Verifique se as raízes das plantas não estão obstruindo os canos ou o fluxo de água.

4.10 Atividade 10 - Atividades mensais

Objetivo da atividade: Conhecer as atividades mensais de manejo do sistema aquapônico.

Lista de materiais

- Materiais de limpeza (buchas, escovas de diversos tamanhos, para limpeza de bomba e canos).

No momento da limpeza, é necessário ser o mais atento possível, parar a circulação de água no sistema, desencaixar a bomba, mangueira, canos e fazer limpeza interna dos mesmos com uma escova circular tanto para os canos de 25mm como os de 50mm e verificar o estado estrutural dos mesmos.

Lista de atividades mensais:

- Introduzir novos peixes nos tanques, ou novas plantas nos canteiros se necessário.
- Limpe o biofiltro, o clarificador e todos os filtros.
- Limpe o fundo do tanque de peixes usando redes de pesca.
- Pesar uma amostra de peixe e verificar cuidadosamente se há alguma doença

4.11 Atividade 11 - Boas práticas

Objetivo da atividade: Realizar boas práticas de manejo.

As boas práticas estão relacionadas a capacidade do gestor de projetar seus objetivos e todos os dias planejar as atividades a serem realizadas. Dedicar constante na observação do sistema em geral e de seus componentes para perceber qualquer anomalia, preocupar-se com o bem-estar das três entidades biológicas que compõem o sistema, preocupar-se por administrar as melhores matérias primas para que os resultados do sistema sejam cada vez melhores como ração, qualidade da água, origem genética de mudas e peixes, saúde dos micro-organismos.

Dez principais diretrizes para sistemas Aquapônicos de sucesso

- Observe e monitore o sistema todos os dias.
- Assegurar aeração adequada e circulação de água com bombas de água e bombas de ar.
- Manter a boa qualidade da água: pH 7.2; OD >5 mg/l; TAN 1 mg/litro; $\text{NO}_2^- < 1$ mg/l; NO_3^- 5–150 mg/l; temperatura 18–30°C.
- Escolha peixes e plantas de acordo com o clima sazonal.
- Não superlotar os tanques de peixes (20kg/1.000l).
- Evite superalimentação e remova qualquer alimento não consumido após 30 minutos.
- Remova os resíduos sólidos e mantenha os tanques limpos e sombreados.
- Equilibrar o número de plantas, peixes e tamanho do biofiltro.
- Colheita escalonada e repovoamento / replantio para manter o equilíbrio.
- Não deixe que agentes patogênicos entrem no sistema vindos de pessoas ou animais, e não contaminem a produção deixando a água do sistema molhar as folhas.

4.12 Visão Geral para mural - Lista Geral de Materiais

- Ferramentas para nivelamento do solo (pá, enxada, enxadao, nível).
- 71 tijolos de cimento.
- Carrinho de mão.
- 5 Paletes.
- 1 caixa de água 500l.
- 2 bombonas de 100l.
- 1 caixa de água de 310l.
- 2 bombonas de 200l, para as camas de cultivo.
- 1 container de plástico de 500l Intermediate bulk container (IBC).
- 1 barra de cano de 50mm x 6m.
- 1 barra de cano de 25mm x 6m.
- 1 barra de cano de 100mm x 1m.
- 10 cotovelos de 50mm.
- 7 Flanges de 50mm.
- 7 adaptadores luva rosca de 50mm.
- 1 Tê de 50mm.
- 6 Caps de 50 mm.
- 3 Tê redutores de 50mm x 25mm.
- 1 bucha de redução soldável longa 50mm x 25mm.
- 8 torneiras de 25mm.
- 14 cotovelos de 25mm.
- 9 Flanges de 25mm.
- 9 adaptadores soldáveis curto de 25mm.
- 1 mangueira de 25mm x 2m.
- 1 bomba de água submersa ou externa de 2000l/h.
- 1 extensão elétrica > 10m.
- 1 caixa fita veda rosca branca.
- 10 sacos de pedra brita ou pedregulho x 20kg ou 50l.
- 10 sacos de cascalho de telha x 20kg ou 50l.
- 10 sacos de argila expandida de 0.6 a 15mm x 20kg ou 50l.
- Redes para pesca, recomenda-se usar o menor tamanho de malha possível.
- Oxigenador.
- Caixas de água de 100l.
- Baldes de 20 ou 30l.
- Sal grosso.
- Sacolas plásticas de 30 ou 40l.
- Elásticos amarelos N° 18.
- Ração de acordo com a faixa etária e tamanho dos peixes.
- Balança.
- Balde de 20 a 30l com água para retirar o substrato que acompanha as mudas antes de semeá-las dentro dos canteiros ou camas de cultivo.
- Termômetro tradicional para aquarismo (T°).
- Kit de testes de água (OD, pH, Amônia, Dureza).
- Termômetro.
- Ração.
- Prova de pH.
- Prova de amônia.
- Prova oxigênio dissolvido.
- Materiais de limpeza (buchas, escovas de diversos tamanhos, para limpeza de bomba e canos).

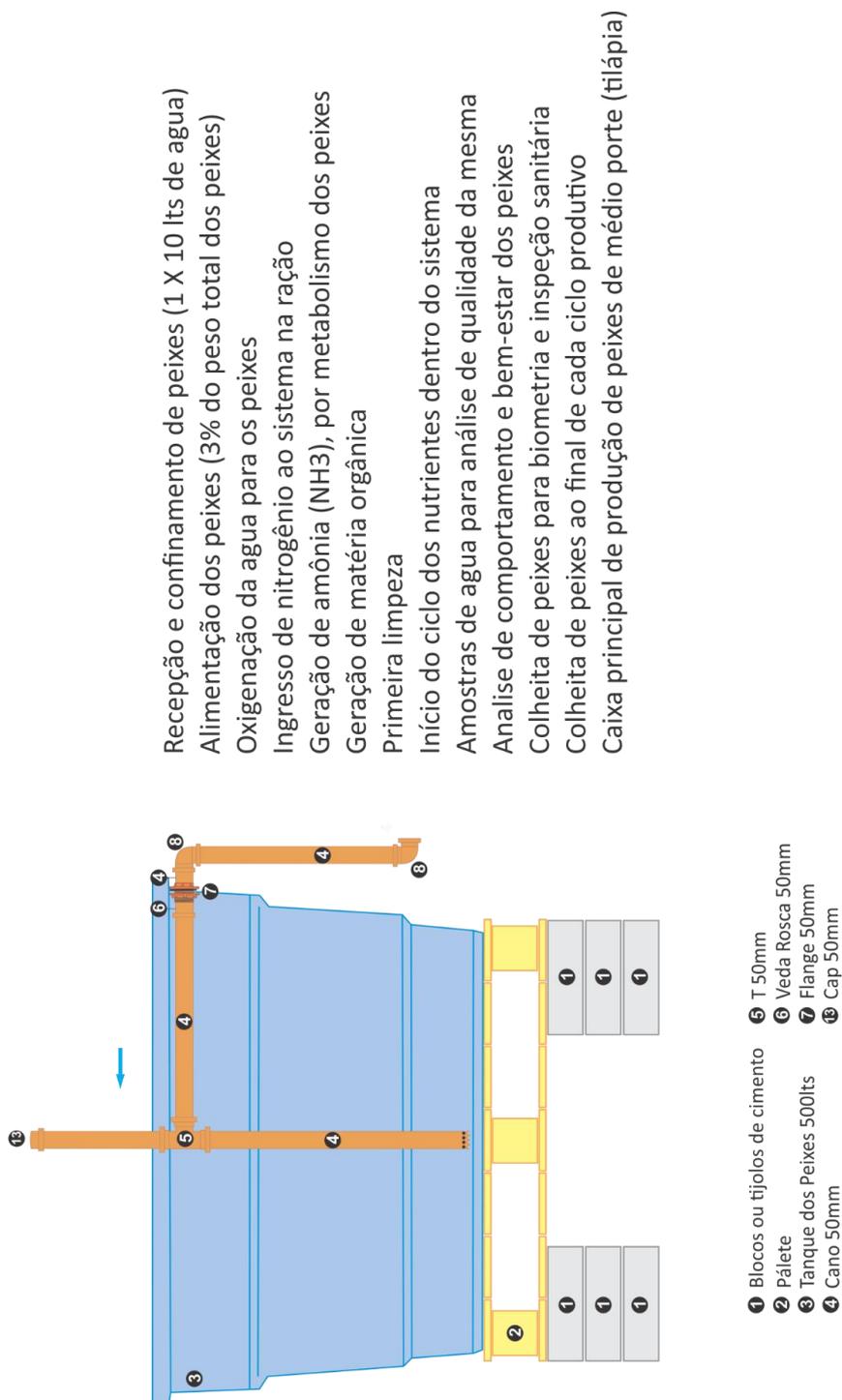
4.13 Visão geral para mural - Lista Geral de Ferramentas

- Trena.
- Marcador.
- Serra de mão.
- Marreta.
- Lima.
- Quatro varas de bambu de 2m x 4cm.
- Uma corda fina x 10m.
- Serra elétrica de mão.
- Régua (> a 100cm).
- Extensão elétrica.
- Furadeira.
- Serra copo (> a 50mm).
- Calça jeans para trabalho pesado.
- Jaqueta para trabalho pesado.
- Boné ou chapéu.
- Luvas, óculos, capacete, botas.

4.14 Visão geral para mural - Tanque dos Peixes

Figura 14 - Detalhamento do tanque de peixes

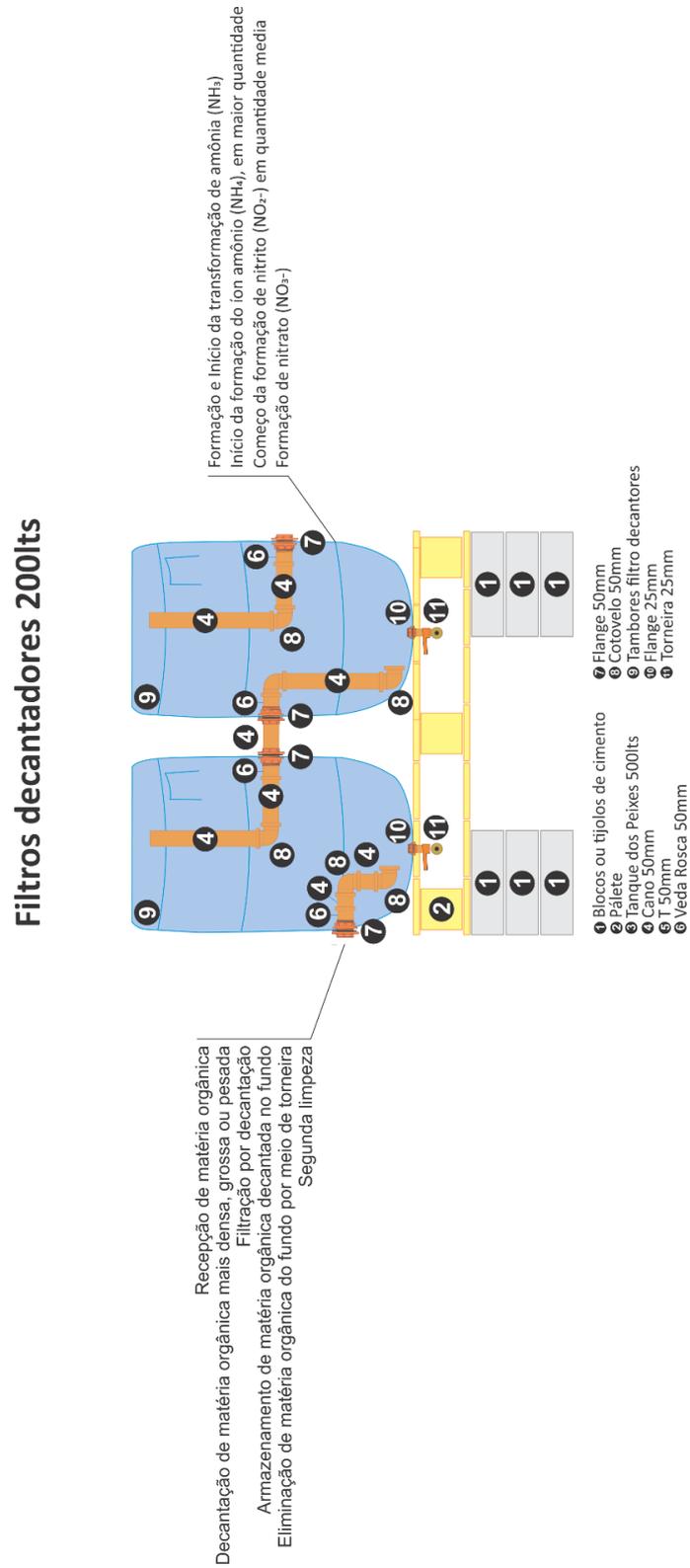
Tanque de Peixes 500lts



Fonte: Aatoria Própria

4.15 Visão geral para mural - Filtro Decantador 200l

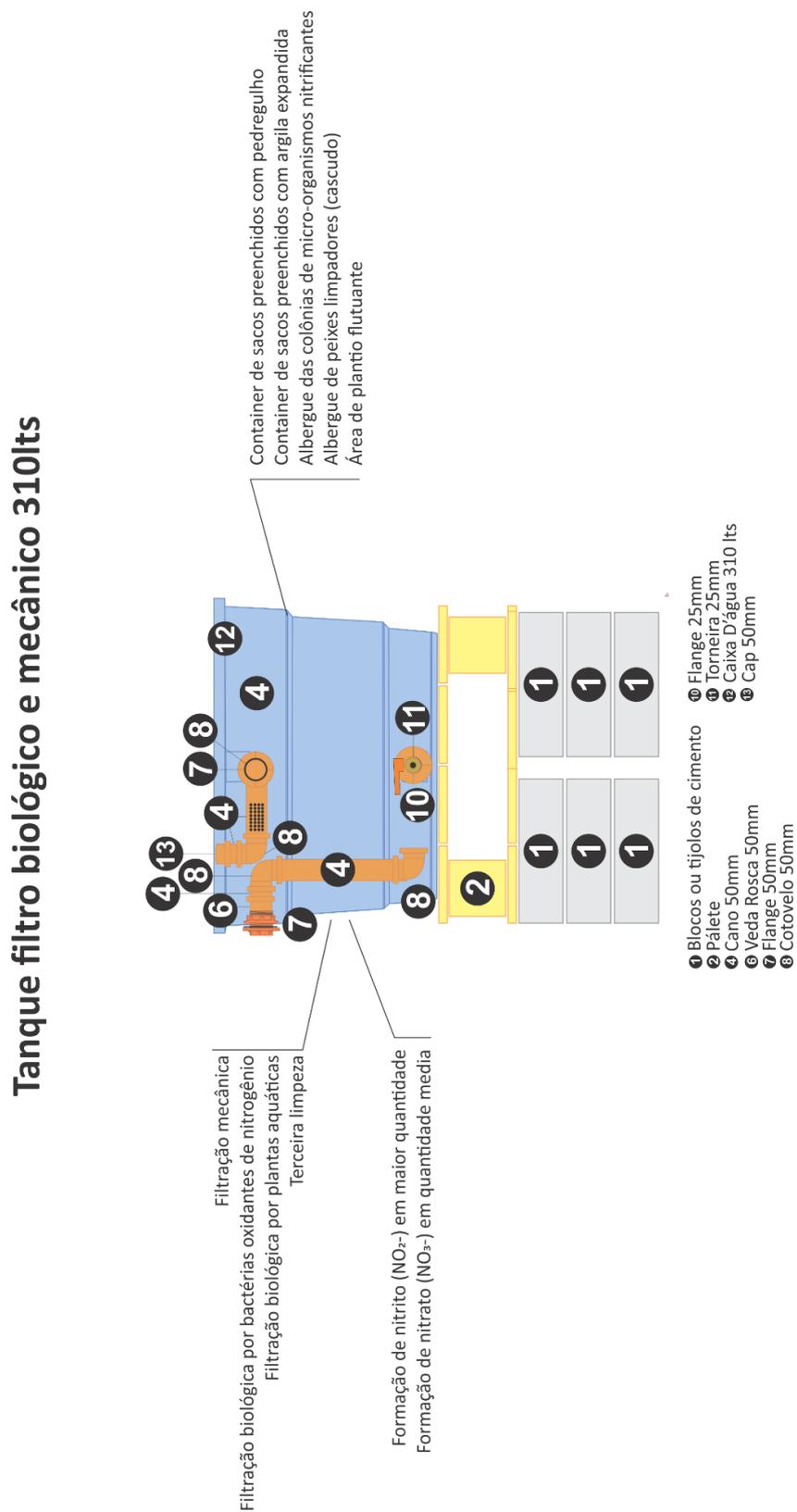
Figura 15 - Detalhamento do filtro decantador



Fonte: Autoria Própria

4.16 Visão geral para mural - Filtro Biológico e mecânico 310l

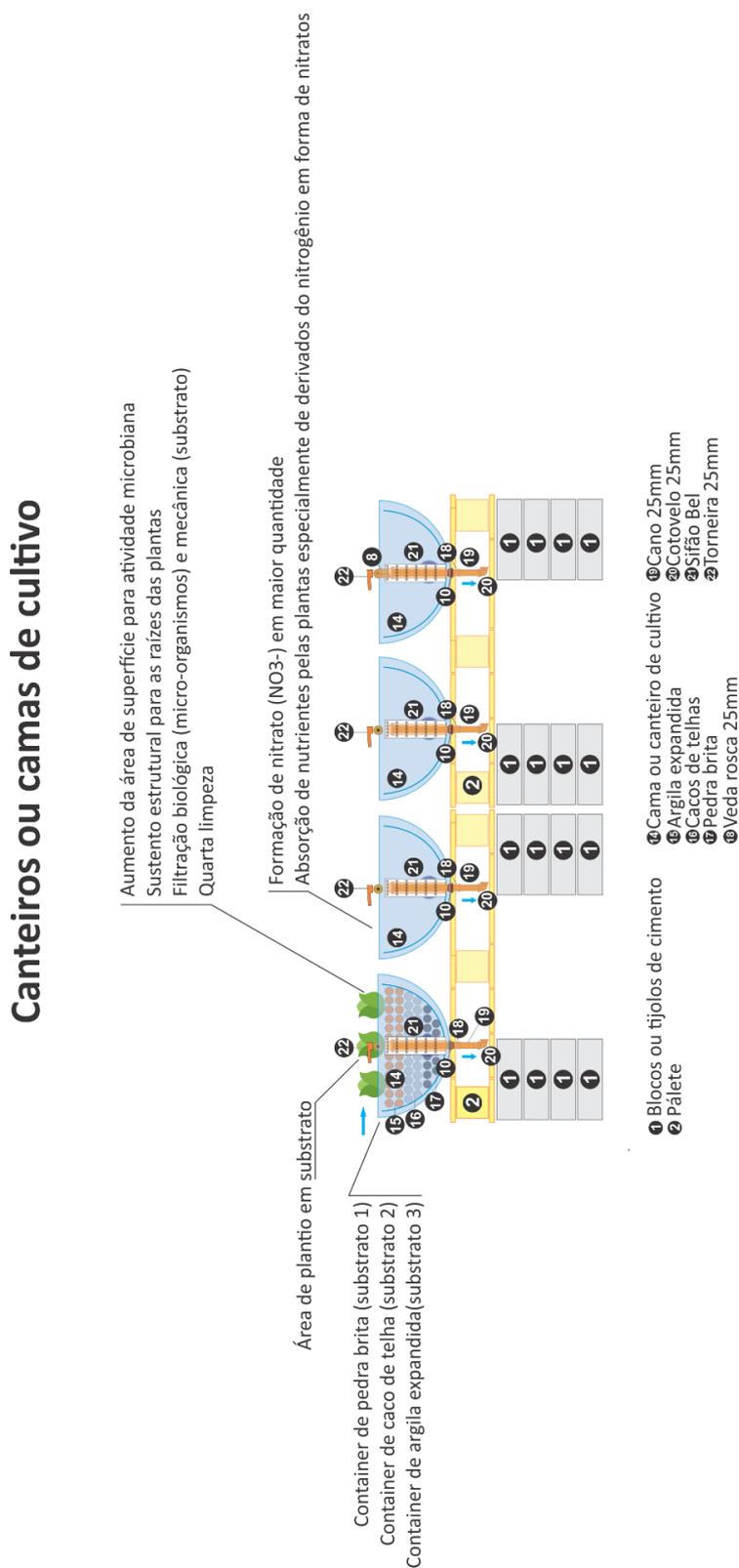
Figura 16 - Detalhamento do filtro biológico e mecânico



Fonte: Autoria Própria

4.17 Visão geral para mural - Canteiros ou Camas de cultivo

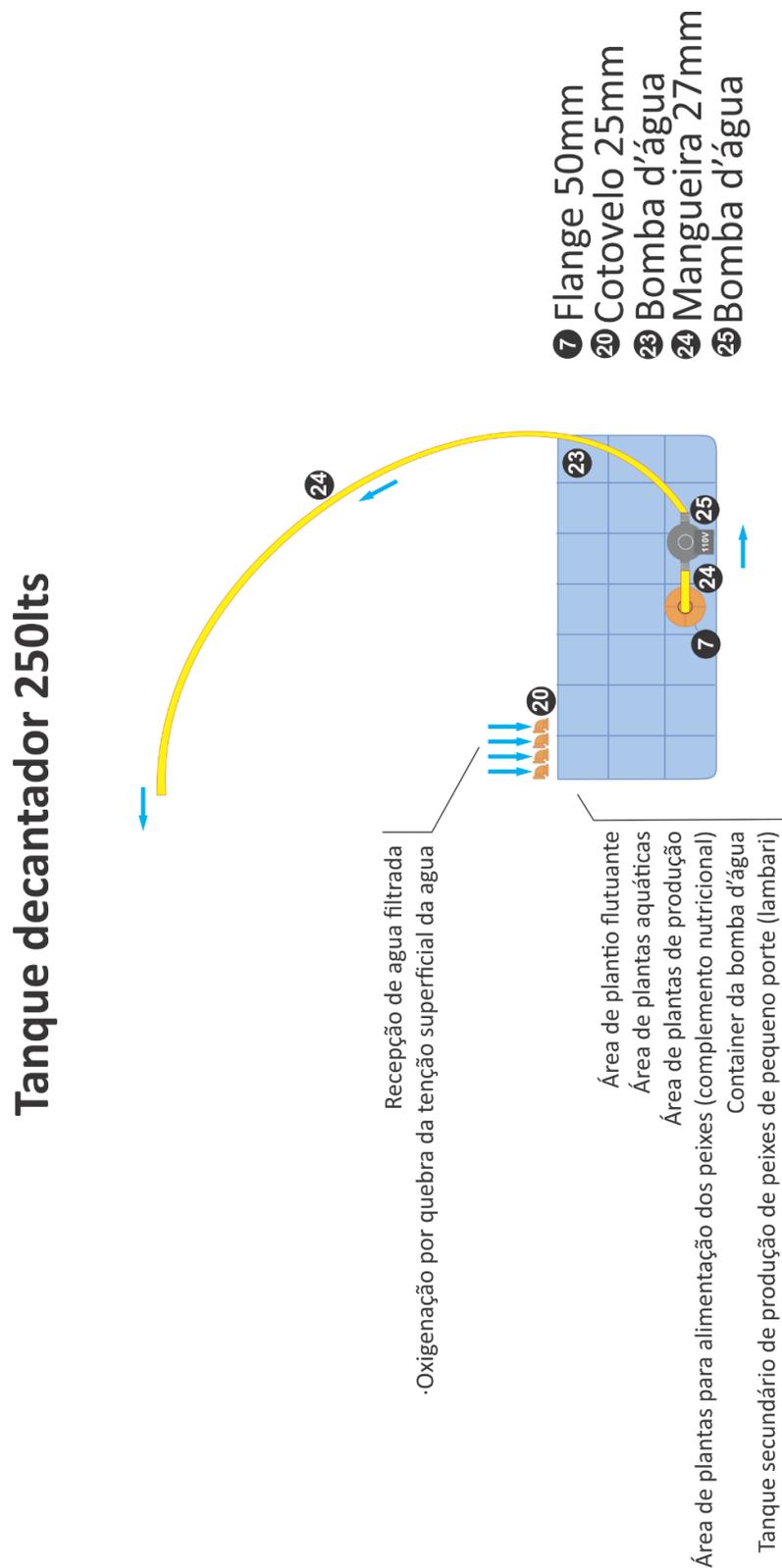
Figura 17 - Detalhamento do tanque de cultivo



Fonte: Autoria Própria

4.18 Visão geral para mural - Tanque Decantador 250lts

Figura 18 - Detalhamento do tanque decantador

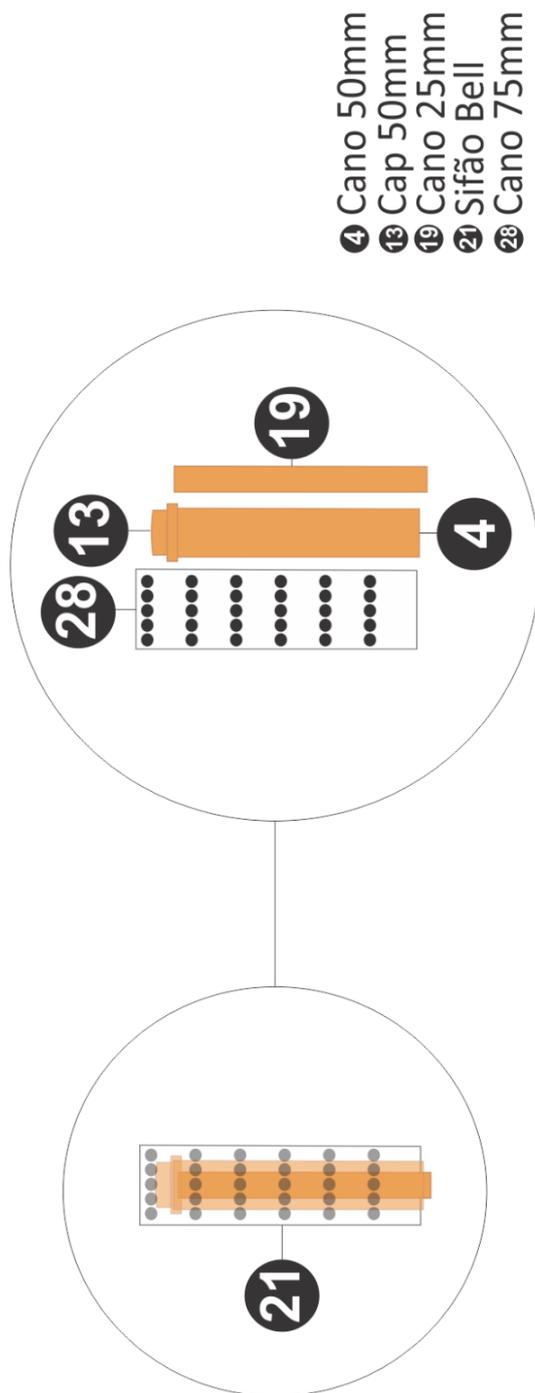


4.19 Visão geral para mural - Sifão Bell

Figura 19 - Sifão Bell

Sifão bell

Permite os ciclos contínuos de enchimento e drenagem de água nos canteiros de cultivo



Permite a oxigenação dos micro-organismos nitrificantes

Permite a oxigenação das raízes das plantas

Na drenagem permite a areação profunda dos canteiros de cultivo

Abastece periodicamente com água a bomba no tanque de depósito ou reservatório

Permite quebrar a tensão superficial da água no tanque de depósito ou reservatório

4.20 Google Drive

Objetivo: Possibilitar a ampliação das imagens deste manual.

Para facilitar a ampliação das imagens que constam neste manual, criamos um arquivo em .pdf e disponibilizamos no link do Google drive a seguir:



<https://drive.google.com/drive/folders/1Fo1cGC1XmmBudvcZOr7QFsdVZI65WruD?usp=sharing>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sistemas de Aquicultura e criação de peixes

Lim, C. & Webster, C.D. 2006. **Tilapia: biology, culture, and nutrition**. Bing Hampton, USA, Haworth Press. 678 pp.

Timmons, M.B. & Ebeling, J.M. 2010. **Recirculating aquaculture**. Ithaca, USA, Cayuga Aqua Ventures. 975 pp.

Szyper, J.P., Tamaru, C.S., Howerton, R.D., Hopkins, K.D., Fast, A.W. & Weidenbach, R.P. 2001. **Maturation, hatchery and nursery techniques for Chinese catfish, *Clarias fuscus*, in Hawaii**. Aquaculture Extension Bulletin. University of Hawaii Sea Grant College Program.

Woynarovich, A., Moth-Poulsen, T. & Péteri, A. 2010. **Carp polyculture in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia: A manual**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 554. Rome, FAO. 73 pp. (also available at: www.fao.org/docrep/013/i1794e/i1794e00.htm).

Species profiles FAO. 2014. **Species profiles**. In: FAO Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System [online]. Rome. [Cited 2 September 2014]. www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/en/

FAO. 2014. **Nile tilapia - *Oreochromis niloticus***. In: FAO Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System [online]. Rome. [Cited 2 September 2014]. www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/nile-tilapia/nile-tilapia-home/en/

FAO. 2014. Common carp - ***Cyprinus carpio***. In: FAO Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System [online]. Rome. [Cited 2 September 2014]. www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/common-carp/common-carp-home/en/

Aquaponia

Backyard Aquaponics. 2011. **The IBC of aquaponics** [online]. Edition 1.0. Backyard Aquaponics, Success Western, Australia. Available at: www.backyardaquaponics.com/Travis/IBCOfAquaponics1.pdf

Bailey, D.S., Rakocy, J.E., Cole, W.M. & Shultz, K.A. 1997. **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.

Bernstein, S. 2011. **Aquaponic gardening: a step-by-step guide to raising vegetables and fish together**. Gabriola Island, Canada, New Society Publishers. 255 pp. Danaher, J.J., Pantanella, E., Rakocy, J.E., Shultz, R.C. & Bailey, D.S. 2011. Dewatering and composting aquaculture waste as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Acta Hort.* (ISHS) 891. pp. 223–229.

Diver, S. 2007. **Aquaponics-integration of hydroponics with aquaculture**. ATTRA – National Sustainable Agriculture Information Service. 46 pp. Gloger, K.C., Rakocy, J.E., Cotner, J.B., Bailey, D.S., Cole, W.M. & Shultz, K.A. 1995.

Waste treatment capacity of raft hydroponics in a closed recirculating fish culture system. *World Aquaculture Society, Book of Abstracts*. pp. 126–127.

Hughey, T.W. 2005. **Barrel-ponics** (a.k.a. aquaponics in a barrel) [online]. Available at: www.aces.edu/dept/fisheries/education/documents/barrel-ponics.pdf

Lennard, W.A. & Leonard, B.V. 2006. **A comparison of three different hydroponic subsystems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an aquaponic test system**. *Aquaculture International*, 14(6): 539–550.

Pantanella, E. 2012. **Integrated marine aquaculture-agriculture: sea farming out of the sea**. *Global Aquaculture Advocate*, 15(1): 70–72.

Pantanella, E., Cardarelli, M. & Colla, G. 2012. **Yields and nutrient uptake from three aquaponic sub-systems (floating, NFT and substrate) under two different protein diets**. In: **Proceedings**. AQUA2012. Global Aquaculture securing our future. Prague, Czech Republic 1-5 Sept 2012.

Pantanella, E., Cardarelli, M., Colla, G., Rea, E. & Marcucci, A. 2011. **Aquaponics vs hydroponics: production and quality of lettuce crop**. *Acta Hort.* 927. pp. 887–893.

Rakocy, J.E. 2007. **Aquaponics, integrating fish and plant culture**. In T.B. Simmons & J.M. Ebeling, eds. *Recirculating aquaculture*, pp. 767–826. Ithaca, USA, Cayuga Aqua Ventures.

Rakocy, J.E. 2007. **Ten guidelines for aquaponic systems**. *Aquaponics Journal*, 46:14–17.

Rakocy, J. E., Masser, M.P. & Losordo, T.M. 2006. **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture**. SRAC publication 454. 1–16.

Rakocy, J.E, Masser, M.P. & Losordo, T.M. 2006. **Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture**. SRAC Publication No. 454 (revision November 2006). USA, Department of Agriculture.

Rakocy, J.E., Shultz, R.C., Bailey, D.S. & Thoman, E.S. 2004. **Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system**. *Acta Horticulturae* 648. pp. 63–69.

Savidov, N. 2005. **Evaluation and development of aquaponics production and product market capabilities in Alberta**. Phase II. Final Report - Project #2004-67905621.

Seawright, D.E., Stickney, R.R. & Walker, R.B. 1998. Nutrient dynamics in integrated aquaculture-hydroponic systems. *Aquaculture*, 160: 215–237.

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. 2014. ***Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming***. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Rome, FAO. 262 pp.

Tyson, R.V., Simonne, E.H., White, J.M. & Lamb, E.M. 2004. **Reconciling water quality parameters impacting nitrification in aquaponics: the pH levels**. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 117: 79–83.

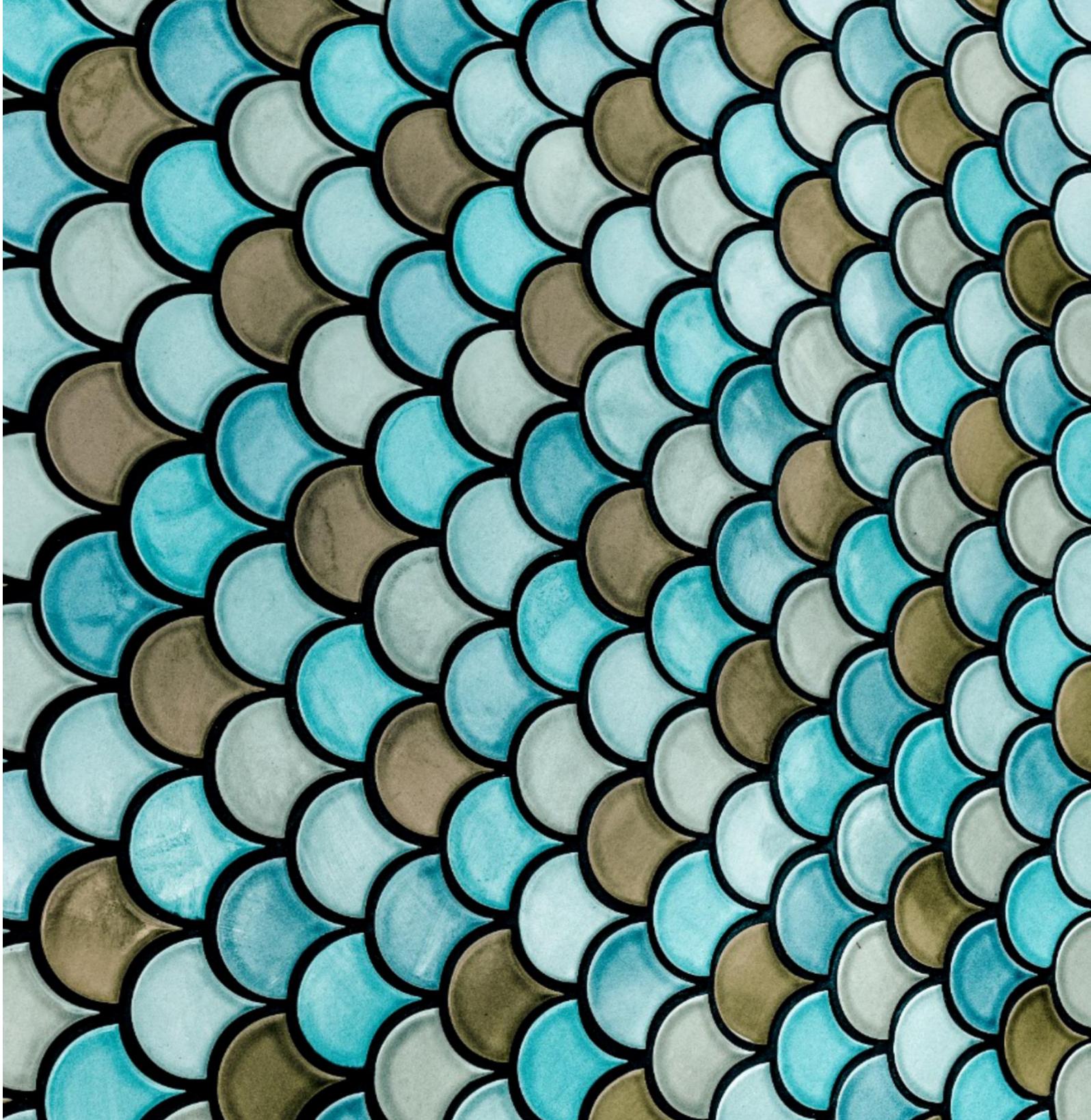


Laboratório de Tecnologia e Sistemas de Informação

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Biossistemas

Universidade de São Paulo

Pirassununga 2022



ISBN 978-65-265-0125-2



9 786526 501252 >