INSTITUTO FEDERAL
BRASÍLIA
Campus Planaltina

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA
SELMA ROSALINA DE SOUZA DUARTE

AQUAPONIA URBANA EM BASES AGROECOLÓGICAS

Planaltina – DF, junho / 2015.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA
CAMPUS PLANALTINA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

AQUAPONIA URBANA EM BASES AGROECOLÓGICAS

SELMA ROSALINA DE SOUZA DUARTE

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília - IFB, como parte das exigências para a obtenção do grau de Tecnóloga em Agroecologia.

865.

ORIENTADOR: Prof. MSc. Bruno Ceolin da Silva.
COORIENTADORA: Profª. Drª. Paula Petracco.

Planaltina – DF, junho/2015.

Dedico Este trabalho primeiramente a Deus e depois ao meu querido pai Oliveiro Paulino de Souza (*in memoriam*) e a minha mãezinha Benedita Rosa de Souza, meus grandes companheiros de campo, meus primeiros professores que me ensinaram a cuidar da terra, das plantas, dos animais e a valorizar a vida em sua essência.

AGRADECIMENTOS

Ao Criador de todas as coisas visíveis e invisíveis, o meu bem maior que me impulsiona em busca da vida e do conhecimento.

Aos meus pais exemplo de fé, de esperança, de amor a natureza e a tudo que dela faz parte.

Aos meus filhos e netos, frutos do meu ser. Eco no tempo e no espaço que me faz acreditar na existência de um futuro melhor.

Aos meus irmãos, amigos e familiares pelo carinho e paciência que me acompanham na jornada desta vida.

Aos professores que muito contribuíram para realização deste projeto, sem os quais não seria possível. Em especial aos professores Bruno Ceolin e Paula Petracco pelo incentivo e orientação durante todo o curso de pesquisa, estudo, implantação e que me ajudaram a superar, dificuldades sem medir esforços inclusive nos finais de semana. Também pela colaboração com material de pesquisa e informações essenciais dos professores Hamilton Guedes, Maria Dalva Trivellato e Vicente de Paula e Luciana Massukado.

Aos meus colegas do Curso de Agroecologia do Instituto Federal de Brasília, Campus Planaltina, em especial Renilson de Sena Júnior, Francisca dos Santos, Líbia Isídio e Lídia Makiama que sempre me acompanharam nas pesquisas e nos trabalhos acadêmicos.

Á toda equipe do Centro de Tecnologia em Piscicultura do DF, localizado na Granja Ipê, em especial ao veterinário Angelo Augusto Procópio Costa e ao zootecnista Lincoln Nunes de Oliveira, pelas orientações e disponibilização de material de pesquisa.

Ao meu querido amigo Fernando Barros, engenheiro agrônomo e estudante de arquitetura, grande colaborador em todas as fases deste trabalho com os desenhos de arquitetura, incentivo, apoio e troca de idéias.

Á todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização desta pesquisa e por algum motivo ficaram no anonimato, meus sinceros agradecimentos.

Dizem que em cidade grande pobre passa fome, falta árvore, falta amor.

Com a agricultura urbana em cada quintal uma flor, em cada família uma ferramenta, e assim cada qual produz o que alimenta!

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar um sistema de produção de tilápias e hortaliças em área urbana com sistema de recirculação da água segundo princípios agroecológicos. O experimento foi realizado em um período de seis meses, de novembro de 2014 a maio de 2015. Em uma área de 700m², localizada no Condomínio Serra Azul de Sobradinho, DF. Foi montado um sistema de aquaponia composto por 6 tanques de alvenaria revestidos com fibra de vidro. Cada tanque com capacidade de 2,7 mil litros e povoado com 120 alevinos de tilápia Nilótica em cada um. Foram avaliados o custo beneficio de implantação do sistema, o desenvolvimento dos peixes e o desenvolvimento de diferentes tipos de hortaliças. Os resultados mostram a viabilidade na prática da agricultura urbana através da integração de organismos aquáticos e hortaliças por ser uma prática sustentável no âmbito econômico, social e preservação do meio ambiente, pois, resulta na produção de alimentos saudáveis com baixo consumo de água e máximo aproveitamento dos resíduos.

Palavras-chave: Agroecologia, Aquaponia, Piscicultura, Agricultura Urbana, Recirculação da Água.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate a tilapia production system and vegetables in an urban area with water recirculation system according agroecological principles. The experiment was conducted in a period of six months, from November 2014 to May 2015. In an area of 700m², located in condominium Serra Azul de Sobradinho, DF. One aquaponics system composed of 6 masonry tanks lined with glass fiber was mounted. Each tank with a capacity of 2700 liters and stocked with 120 fingerlings of tilapia in each. They evaluated the cost benefit of system implementation, the development of fish and the development of different types of vegetables. The results show the feasibility in practice of urban agriculture through the integration of aquatic organisms and vegetables to be a sustainable practice in the economic, social and environmental protection, therefore, results in the production of healthy foods with low water consumption and maximum use waste.

Keywords: Agroecology, Aquaponics, Fish Farming, Urban Agriculture, Water Recirculation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Diferentes fases da instalação do sistema. 52
Figura 2-Representação de vista superior da área. 53
Figura 3-Sistema de captação de água da chuva com caixa e calhas interligados ao sistema. 54
Figura 4-Sistema de aquaponia com cinco meses de implantação. .....
Figura 5-Detalhe dos tanques com saída d'água para o filtro e dos canteiros de PVC 56
Figura 6-Foto dos equipamentos e dos reagentes utilizados durante o experimento. . 58
Figura 7-Tilápias de 2 e 6 meses 67
Figura 8-Mudas de diferentes tipos de alface e de morango 70
Figura 9-Plantas com dois dias implantadas e após 28 dias. 71
Figura 10-de hortelã, manjericão, chicória, alface e cebolinha com 30 dias. 71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Potencial piscícola do DF 26
Tabela 2-Principais características das espécies de tilápias mais cultivadas 29
Tabela 3 -Elementos químicos indispensáveis para o crescimento e produção das plantas 34
Tabela 4-Composição química das sementes de Moringa. 37
Tabela 5-INVESTIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA 61
Tabela 6-Custo Fixo 62
Tabela 7 - Custo Operacional 62
Tabela 8-Arrecadação Anual 63
Tabela 9 - Análise Econômica 63
Tabela 10- Depreciação Econômica 64
Tabela 11- Taxa Anual / VPL / TIR 64
Tabela 12-Fluxo de Caixa 65
Tabela 13-Peso vivo dos peixes 66
Tabela 14-Crescimento dos peixes 66
Tabela 15-MÉDIA DE DESENVOLVIMENTO DOS PEIXES 67
Tabela 16 - ANÁLISE D'ÁGUA 69

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA Agência Nacional de Águas

CAESB Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

FAO Foof and Agriculture Organization, que significa Organização das Nações Unidas para a alimentação e a Agricultura

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OD Oxigênio Dissolvido

pH potencial hidrogeniônico

PV Peso Vivo

TIR Taxa Interna de Retorno

VPL Valor Presente Líquido

Sumário

1 INTRODUÇÃO 12

2 REVISÃO DE LITERATURA 13

2.1 AGRICULTURA URBANA E AGROECOLOGIA 13

2.1.1 AGRICULTURA URBANA 14

2.1.2 SUSTENTABILIDADE 16

2.1.3 AGROECOLOGIA 17

2.2 AQUAPONIA 18

2.2.1 DEMANDA DE PEIXES PARA CONSUMO 26

2.2.2 PISCICULTURA EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO 27

2.3 ESPÉCIES DE PEIXES INDICADAS PARA A AQUAPONIA 29

2.4 HORTALIÇAS NA AQUAPONIA - OLERICULTURA 31

2.4.2 Desvantagens 31

2.4.3 ALFACE 32

2.4.4 HORTELÃ 33

2.5 MACRÓFITAS AQUÁTICAS 35

2.6 *Moringa Oleífera* Lam (MORINGA) 36

2.7 QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA 38

2.8 QUALIDADE DA ÁGUA NA AQUAPONIA 38

2.9 LEGISLAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS 42

2.10 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA: FONTE ADEQUADA PARA AQUAPONIA 43

2.11 REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA 44

3 LEGISLAÇÃO APLICADA À PISCICULTURA 45

3.1 PROJETO DE LEI DO SENADO Nº 251, DE 2013 46

3.2 INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL E LEGISLAÇÃO AGROECOLÓGICA DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS E DE PISCICULTURA ORGÂNICA 47

3.3 BEM ESTAR ANIMAL, REPRODUÇÃO E ALIMENTAÇÃO NO SISTEMA AGROECOLÓGICO DO BEM-ESTAR DOS ORGANISMOS AQUÁTICOS 49
4 OBJETIVOS 50
4.1 OBJETIVO GERAL 50
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 50
5 JUSTIFICATIVA 51
6 RELATO DE EXPERIÊNCIA 52
7 ANÁLISE DE CUSTOS DO EXPERIMENTO 58
7.1 PLANILHAS E ANÁLISE DE CUSTO DO PROJETO DE PESQUISA 59
VPL: Valor Presente Líquido / TIR: Taxa Interna de Retorno. 64
9 DESENVOLVIMENTO DOS PEIXES 66
10 CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA 68
11 ANÁLISE DESENVOLVIMENTO DAS HORTALIÇAS 70
12 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS 72
13 CONCLUSÃO: 73
14 REFERÊNCIAS 74
15 APÊNDICES 81

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho é resultado de um experimento com base na ciência agroecológica. Toma como ponto de partida o olhar "sistêmico", ou seja, busca avaliar o sistema de produção de alimentos como um todo, no entanto, devido a complexidade do assunto, esta se concentra na produção de peixes e hortaliças através da aquaponia em sistema de recirculação da água em área urbana. No geral, visa identificar diferentes formas de tratamento da água e quais tipos de plantas e peixes melhor se adaptam ao cultivo aquapônico; Avaliar influência do sistema no desenvolvimento dos animais e das plantas; Valorizar a biodiversidade de espécies, aproveitamento dos resíduos, otimização do espaço e o controle natural dos fatores nocivos ao bem estar dos animais, das plantas, do meio ambiente, da água e da família; Destacar a produção de alimentos, tendo como fator principal a manutenção da família, depois os animais, as plantas e o solo, por último, comercialização do excedente para complementar a renda e cobrir custos com o sistema, ou mesmo doação para amigos, vizinhos, entre outros. Inicialmente, a abordagem perpassa por assuntos diversos relativos ao tema, pois, embora o desenvolvimento da pesquisa seja em um pequeno espaço de área urbana, é amplo e complexo, devido à diversidade de plantas e animais, o que exige uma compreensão de diferentes campos da ciência natural e social. Dentre elas podemos destacar, a zootecnia, a agronomia, a limnologia, e a agroecologia. Caracteriza a aquaponia em área urbana, como portal para uma agricultura com base na agroecologia sustentável. Por ser um meio de produção alimentar adaptado a pequenos espaços. Tem como resultado o baixo consumo de água e melhor reaproveitamento dos recursos disponíveis em residências, recursos esses, que normalmente são descartadas no meio ambiente e causam poluição não apenas nas cidades, mas também no campo rural. Outro ponto é a qualidade da saúde alimentar do ser humano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AGRICULTURA URBANA E AGROECOLOGIA

A agricultura urbana destaca pontos importantes na questão da saúde humana e meio ambiente. A saúde humana está ligada principalmente para a alimentação nutritiva, livre de agrotóxicos e adubos químicos, já que é a própria família que produz o alimento. Na linha ambiental destaca sobre a promoção da biodiversidade, o aproveitamento dos recursos e do espaço. Segundo Dias, (2000), a segurança alimentar e o desenvolvimento da biodiversidade são fatores de maior relevância na prática da agricultura urbana. Entre as principais contribuições da agricultura urbana estão o bem-estar, o meio ambiente e a economia. Mougeot, (2000), ressalta que além destas vantagens citadas por Dias, pode haver melhor aproveitamento dos espaços e manejo adequado dos recursos do solo e da água. A segurança alimentar e nutricional, reflete diretamente na saúde do ser humano, e quanto ao meio ambiente contribui para à conservação dos recursos naturais, redução do impacto ambiental advindo da ocupação humana e produção agrícola, redução da violência, ação nas comunidades carentes, reciclagem de resíduos, geração de emprego e com isso promoção sustentável do planeta, não só para o hoje, mas também para o amanhã, o que retrata o conceito de sustentabilidade no Relatório de Brundtland (1987) que será abordado posteriormente.

A produção alimentar é um desafio cada vez maior, principalmente quando está relacionada à produção de alimentos de qualidade e à preservação do meio ambiente, Altieri (1989), Gliessman (1998). A agroecologia é uma ciência que busca meios de atender esta necessidade através da integração de produção animal e vegetal, consórcio de plantas, valorização dos recursos naturais, cultivo agroflorestal e silvícola, reaproveitamento da matéria prima e otimização de tempo e espaço em benefício do ser humano e da natureza como um todo, não apenas para o presente, mas também para gerações futuras, Altieri (1989), Gliessman (1998). Neste sentido, a produção agrícola é valorizada pelo fator social e ambiental, as grandes plantações de monocultivo deixam de ser o foco, dando lugar para o cultivo em consórcio com diversidades de plantas integrado com animais não apenas no campo, mas também em áreas urbanas, Almeida (2014).

Este experimento visa a segurança alimentar da família, com produção integrada de plantas e peixes em sistema de recirculação (aquaponia). Também foi feito o cultivo de macrófitas, (plantas aquáticas) para aperfeiçoar a filtragem da água no sistema de recirculação. Dentre o uso das macrófitas está a produção de biomassa para o solo e serve de alimento para as aves e para os peixes. As plantas utilizadas foram o aguapé, que possui nome científico de *Eichhornia crassipes*, a alface d'água (*Pistia stratiotes)*, e a *Azolla sp,* que é conhecida popularmente como samambaia d'água. O sistema também contou com o uso de diferentes tipos de tratamento da água, como, a semente de *Moriga oleifera*. Foi feita a captação de água da chuva e a criação de aves (codornas e galinhas) como uma forma de promover uma cadeia sistêmica e integrada de produção de alimentos.

2.1.1 AGRICULTURA URBANA

Agricultura urbana é o cultivo de produtos agrícolas em áreas localizadas na cidade ou nas regiões da periferia. Segundo Machado *et al* (2005), faz parte desta modalidade a produção de hortaliças, plantas ornamentais, frutíferas, animais de pequeno porte, peixes e plantas aquáticas, sendo esses últimos comuns na África e na Ásia.

Segundo Almeida (2014), o termo agricultura urbana pode ser substituído por expressões como: *agricultura metropolitana*, *agricultura familiar urbana*, *agroecologia urbana*, *práticas agroecológicas urbanas*, *agricultura urbana e periurbana, epráticas agrícolas na região metropolitana.* São definições que contrapõe urbano e rural. Em debate a autora busca aproximar a questão ambiental para o âmbito urbano, que sob o ponto de vista político conservador haveria um distanciamento, já que área urbana é designada sob um perfil "artificial" voltado para a indústria e a agricultura com um perfil de produção rural voltado para a natureza. O termo "urbano" tem origem no latim *urbanus,* que significa pertence a cidade, em oposição ao rural.

O cultivo de alimentos em áreas urbanas é reconhecido como uma prática agrícola. Nos documentos publicados pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), criada em 16 de outubro de 1945, existem dados que comprovam o resultado efetivo desta prática. A FAO busca junto a rede dos países membros formas de erradicação da fome e da insegurança alimentar, sendo a agricultura urbana apresentada como alternativa de destaque para

solucionar os problemas da fome nas comunidades mais carentes, com a produção de alimentos de qualidade e alto valor nutritivo. A Organização tem 191 países membros, mais a Comunidade Européia.

De acordo com (ALMEIDA, 2014).

> *A Agricultura Urbana no âmbito internacional é reconhecida pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) desde a publicação do documento "UrbanAgriculture, Food, Jobs andSustainableCities" na Segunda Conferência das Nações Unidas sobre os Assentamentos Humanos (Habitat II), na Turquia em 1996. No Brasil, o reconhecimento formal da agricultura urbana surgiu com a agenda do governo federal pela criação do Programa Fome Zero, instituído no Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), e da construção de políticas voltadas à promoção da segurança alimentar. Em 2007 o MDS financiou um estudo em 11 regiões metropolitanas e a publicação do documento Panorama da Agricultura Urbana e Periurbana no Brasil e Diretrizes Políticas para sua Promoção: Identificação e Caracterização de Iniciativas de AUP em Regiões Metropolitanas Brasileiras. O estudo, realizado nas regiões metropolitanas de Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre, Rio de Janeiro, São Paulo, Brasília, Goiânia, Belém, Fortaleza, Recife e Salvador, foi coordenado pela REDE – Rede de Intercâmbio de Tecnologias Alternativas (Belo Horizonte) e pelo Instituto IPES – Promoção do Desenvolvimento Sustentável (Lima/Peru). O documento revela a presença da prática da agricultura urbana em todas as 11 regiões pesquisadas (635 iniciativas foram registradas); ressalta a diversidade de contextos de urbanização e de atividades encontrados; e as possibilidades de expansão destas práticas como uma atividade permanente e multifuncional na escala local, envolvendo dimensões sociais, ambientais e econômicas (ALMEIDA, 2014, P. 8).*

Almeida (2014) destaca que a Agricultura Urbana é uma questão agroecológica e sustentável por valorizar a "diversidade socioambiental, cultural e organizativa das experiências de promoção da agroecologia desenvolvidas nos diferentes biomas brasileiros, com vistas à construção de um projeto conjunto para a agricultura no Brasil". Aqui podemos identificar claramente o papel da agroecologia enquanto ciência que atua nos diferentes campos da agricultura com base na sustentabilidade. A mesma autora ainda destaca que a agroecologia busca favorecer "a articulação entre uma diversidade de sujeitos que se reconhecem como agricultoras/es familiares, camponesas/es, quilombolas, indígenas, extrativistas, comunidades tradicionais, pescadores/as artesanais". Almeida (2014), ressalta que a agroecologia é uma ciência que busca quebrar o modo de produção capitalista, e propor um novo modelo justo, com princípios que une vertentes sociais, políticas e ambientais. Este novo modelo de agricultura insere áreas urbanas como prática de ação direta dentro das comunidades nos diversos contextos da sociedade. Toma como referenciais questões econômicas e sociais que busca o resgate da cultura dentro de comunidades carentes, quilombolas, indígenas e até mesmo nos grandes centros urbanos.

2.1.2 SUSTENTABILIDADE

Um conceito oficial de Desenvolvimento Sustentável surge a partir do Relatório Brundtland, em 1987 (CMMAD, 1992), onde o crescimento econômico passa a ser contrastado com a noção de sustentabilidade e se difunde a idéia de que, para ser *sustentável*, o desenvolvimento necessita compatibilizar crescimento econômico, distribuição da riqueza e preservação ambiental, pois, conforme definição do documento, o "desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer suas próprias necessidades".

Segundo o mesmo relatório, esta definição encerra em si outros dois conceitos fundamentais, como:

i) o conceito de *necessidades*, necessidades essenciais dos pobres; e

ii) a idéia de limitações impostas pelo estado da tecnologia e a organização social entre a capacidade do meio ambiente para satisfazer as necessidades presentes e futuras.

São dois conceitos ambíguos e contraditórios diante das imposições sociais e as necessidades desenvolvidas com as novas tecnologias. Neste sentido o desenvolvimento sustentável passa por uma transformação progressiva da economia e da sociedade. Quanto às limitações impostas entre a modernidade tecnológica e a organização social se torna um entrave. O mesmo documento destaca que é uma tarefa considerada por muitos como inviável ou mesmo impossível.

A LEI Nº 11.959, DE 29 DE JUNHO DE 2009, que trata sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, em seu Art. 1º inciso I – destaca *a pesca e a aquicultura como fonte de alimentação, emprego, renda e lazer, garantindo-se o uso sustentável dos recursos pesqueiros,* aqui a sustentabilidade vista com enfoque social e econômico, sem, no entanto esquecer a questão ambiental, pois segue em alerta sobre a *harmonia com a preservação e a conservação do meio ambiente e da biodiversidade.* Em reflexão vale ressaltar a importância da atividade piscícola não exploratória, uma atividade de cultivo com beneficio social e preservação dos mananciais e dos peixes existentes na natureza. Neste sentido a aquaponia pode ser apresentada como uma forma de agricultura sustentável e principalmente quando adequada para áreas de elevada concentração populacional.

No inciso IV da referida lei a aquicultura é colocada como *fator de desenvolvimento socioeconômico, cultural e profissional dos que exercem a atividade pesqueira, bem como de suas comunidades*. Com este enfoque pode-se identificar o valor da piscicultura em todas as dimensões de *sustentabilidade* e *resiliência*[1], no entanto, como um potencial a ser desenvolvido nas dimensões políticas do Estado, e não práticas isoladas de grupos pesqueiros extrativista. O extrativismo identificado aqui como a retirada dos recursos naturais sem que haja reposição ou compensação dos recursos extraídos pelo ser humano. Neste âmbito a agroecologia defende o cultivo de forma consciente e responsável sem danos ao meio ambiente e comprometimento da qualidade de vida no planeta. Para que assim aconteça é preciso estudos e pesquisas voltadas para uma prática com utilização de técnicas adequadas e com menor custo econômico e uso de recursos disponíveis através do reaproveitamento de água e insumos já existentes, como por exemplo, dos resíduos domésticos, das práticas agrícolas e outros.

2.1.3 AGROECOLOGIA

O conceito de agroecologia perpassa por um processo de evolução na história da produção alimentar. Altieri (1989) faz uma abordagem da agroecologia como uma ciência multidisciplinar entre os conhecimentos de agronomia, ecologia, economia e sociologia. Busca avaliar os agroecossistemas com o objetivo de desenvolver uma agricultura mais sustentável. Em outra publicação, Altiere (2012), destaca a agroecologianão apenas como ciência, mas com um conjunto de práticas. Neste sentido, toma como *sujeito do processo*, o agricultor familiar e a cultura local das comunidades rurais, tendo como base, os recursos disponíveis nas propriedades. Identifica a *sustentabilidade* e a *resiliência* como resultado de uma prática sistêmica de valorização dos recursos naturais, integração de culturas entre plantas e animais, biodiversidade de espécies, manejo ecológico de pragas, sistemas agroflorestais e principalmente o

[1]Resiliência é um termo com diferentes conceitos no campo das ciências ecológica, ambiental, psicologia, administração e sustentabilidade. Na ecologia é a aptidão de um determinado sistema que lhe permite recuperar o equilíbrio depois de ter sofrido uma perturbação. É a capacidade de restauração. (1970 C. S. Helling). Na psicologia é a capacidade que a pessoa tem de lidar com os próprios problemas, vencer obstáculos e tomar decisões em tempo hábil. Na administração é a capacidade que uma pessoa tem de manter o equilíbrio emocional diante dos conflitos no exercício da profissão. Quanto ao termo sustentável resiliência é a capacidade de manter-se estável por um longo período a harmonia entre o planeta e as pessoas. Neste sentido podemos dizer que resiliência é a capacidade de um ser ou ambiente voltar ao seu estado natural após uma situação crítica e fora do comum.

desenvolvimento dos recursos humanos, que é o autor do processo de integração entre o social, o econômico, o ecológico e o político. Para Gliessman (1998) a agroecologia corresponde ao manejo e desenho de agroecossistemas sustentáveis. O autor ressalta sobre o importante papel do diálogo entre agrônomos e ecólogos. Ambos autores usam os termos agrossistemas e sustentabilidade como base para os princípios da agroecologia. Aquino et al, (2005) define agroecologia como "uma ciência emergente", parte de uma abordagem histórica e toma como base princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável no campo da ciência.

2.2 AQUAPONIA

A aquaponia é a integração de peixes com plantas e vai ao encontro das necessidades nutricionais do ser humano, pois o peixe é um alimento saudável, rico em proteína e sua produção esta em expansão no mundo inteiro. No Brasil, o Distrito Federal é o Estado com maior demanda do produto, o que faz da piscicultura um mercado promissor e rentável. No entanto, a atividade exige água em quantidade e qualidade para obter resultados positivos, além do descarte correto da água resultante do cultivo da piscicultura, já que os resíduos dos peixes podem ser fator de contaminação do ambiente aquático quando usado de forma inadequada. Também o cultivo de hortaliças é altamente exigente em água e nutrientes e pode ser fator de contaminação de mananciais devido ao uso de aditivos químicos e agrotóxicos, sendo assim pode haver perfeita harmonia na prática da piscicultura com horticultura.

O peixe e as hortaliças também são produtos que se deterioram em pouco tempo, exigem cuidados no manuseio e armazenagem que tornam o custo elevado para o consumidor, fato esse que é amenizado quando produzido em local próximo à comercialização.

Esta pesquisa busca meios para desenvolver uma técnica adequada, de forma a apresentar melhores alternativas de tratamento da água através da aquaponia e do uso de macrófitas em uma pequena área urbana. Sob o ponto de vista da agroecologia são alternativas ecologicamente sustentáveis por atender uma demanda na produção de alimentos com qualidade, associada com preservação ambiental e por se adequar a ambientes de tamanhos diferenciados, principalmente para áreas urbanas, podendo ser cultivado em residências familiar.

Na aquaponia o sistema de produção de peixes deve estar integrado às hortaliças de forma que haja benefícios para ambos. Segundo Resh (1987), as hortaliças produzidas na água já

são bastante difundidas pela hidroponia com uso de adubos químicos acrescentados na água, já na aquaponia o adubo para as plantas é oferecido pelos resíduos dos peixes a um baixo custo e como renda alternativa Hundley (2013). As plantas em contra partida, ajudam no processo de purificação da água durante o ciclo de recirculação. É um processo, que embora muito pequeno, imita um pouco o natural, em que ocorre uma troca entre os seres vivos, ambos se beneficiam, e principalmente o homem que tem oportunidade de ter um alimento saudável sem prejudicar o meio ambiente, opções extra de renda e é um método que pode ser adaptado em pequenos espaços, inclusive em áreas urbanas, Martins (2013).

A quantidade e a qualidade da água são fatores preponderantes para a produção de peixes de consumo, peixes ornamentais e hortaliças, o que limita muitas propriedades que não possuem fontes ricas e alternativas de abastecimento de água para exercício desta atividade, que na maioria das vezes é exercida apenas em propriedades que tenham fontes de água correntes e perenes que são lançadas no curso natural das águas sem nenhum tratamento prévio, causando contaminação ao meio ambiente por resíduos dos peixes e agrotóxicos na produção de hortaliças Kubitza (2006), Martins (2013).

O cultivo de peixes em sistemas de recirculação de água permite aplicação desta atividade na agricultura familiar e até mesmo em pequenas áreas urbanas com poucos recursos hídricos. No entanto, necessita de um método de tratamento da água para viabilizar a produção, Oliveira (2012). O tratamento da água no sistema de recirculação possui alternativas diferenciadas, como a junção da filtragem mecânica com plantas aquáticas e hortaliças através da aquaponia. Desta forma podem proporcionar um resultado que atenda as exigências de qualidade da água na produção dos peixes e das plantas, pois, as plantas aquáticas auxiliam no controle de microorganismos nocivos aos peixes além de retirar parte dos resíduos tóxicos oriundos das sobras de ração e dos dejetos.

As macrófitas são plantas aquáticas que vêm sendo utilizadas como agentes filtrantes no tratamento de água Salati Filho (1998). São de extrema importância no sistema de recirculação para manter a qualidade do ambiente aquático, a saúde dos peixes e protegê-los contra predadores, excesso de raios solares e de algas prejudiciais ao sistema. Também podem ser usadas como complemento da alimentação dos peixes, de outros animais e servir de massa verde para compostagem e fonte de renda complementar.

Nuvolari (2013) define a piscicultura como um dos ramos da aqüicultura que se dedica ao cultivo de peixes e outros organismos aquáticos sejam animais ou plantas, geralmente com fins comerciais. A aquaponia é a produção de verduras com a água da piscicultura, ou seja, da criação dos peixes integrado com hortaliças. É a junção da aquacultura ou aquicultura com a hidroponia, sendo que o fertilizante utilizado é os resíduos dos peixes. É uma forma agroecológica de integrar a produção de alimentos através do cultivo de peixes e plantas.

Naliteratura brasileira os temas relacionados aaquaponia e o uso de macrófitas como método alternativo no sistema de recirculação na piscicultura é escasso. No entanto, de acordo com Resh (1987) é uma técnica milenar nos países asiáticos, se refere aos Jardins suspensos da Babilônia e os jardins flutuantes dos astecas e da China que já praticavam a agricultura de cultivo em água sem uso do solo. Segundo o Projeto de Lei do Senado Nº 251, de 2013, os Estados Unidos, a Austrália e alguns países Asiáticos já praticam a aquaponia há mais de trinta anos. O Projeto de Lei incentiva a aquaponia, pelo uso integrado e sustentável dos recursos hídricos na aquicultura e agricultura. Segundo a definição apresentada no projeto*Aquaponia é a produção sustentável de pescado pela aquicultura associada à produção hidropônica de vegetais, principalmente verduras e legumes, em sistemas fechados de circulação e baixo consumo de água*. O uso da água, cujos resíduos advindos do uso de ração e dejetos do metabolismo dos peixes são aproveitados como fonte de nutrientes para as plantas através do sistema de recirculação da água.

A principal vantagem da produção em aquaponia segundo o projeto de Lei 251 destaca-se pela diversidade de produção e uso racional da água, além de produzir alimentos saudáveis por ser natural, livre de agrotóxicos e adubos químicos. Embora o sistema de implantação seja complexo e de maior custo tem a contrapartida de ter um ciclo mais rápido na colheita das hortaliças, exige baixo custo com mão de obra e é de fácil cultivo, também oferece a possibilidade de produção em ambientes urbanos, por se adaptar em pequenos espaços, assim fica perto dos centros de consumo. É viável e se enquadra aos termos de sustentabilidade pela obtenção de produtos de alta qualidade, livre de agrotóxicos e antibióticos, e a diversificação na produção permite renda contínua e diversa para o produtor. Quanto às questões ambientais é excelente por minimização dos riscos de contaminação química e biológica de aqüíferos e minimização dos riscos de introdução de espécies exógenas nos aqüíferos. O licenciamento para a produção e certificação é facilitado.

As principais desvantagens da produção segundo Herbert (2008) e Braz (2000)são dependência contínua em energia elétrica, o que pode ser compensado por sistemas adequados que previnam eventuais faltas no sistema de fornecimento e levar a perda das plantas por falta de água. Quanto a necessidade de conhecimentos tecnológico diverso como, hidráulica, olericultura, veterinária, zootecnia, dentre outras, são conhecimentos exigidos em outros sistemas de produção já utilizado, e a solução é um programa de governo com base na assistência técnica ao pequeno e médio agricultor, por isso a necessidade de investir nas pesquisas sobre a temática.

Como desvantagem os autores Herbert (2008) e Braz (2000) destacam a limitação no uso de agrotóxicos e produtos químicos, no entanto, sob o ponto de vista da agroecologia é uma vantagem por forçar o produtor a respeitar normas de produção com base sustentável. Poucas são as desvantagens no uso deste sistema, e que de certa forma podem ser resolvidos, como por exemplo, o alto custo de investimento inicial, e pouca tecnologia difundida na área no Brasil. O sistema de recirculação na piscicultura é uma forma de reaproveitamento da água na criação de peixes. É um método que proporciona adequação ao cultivo aquaponico e uso de diferentes tipos de filtros. É um sistema fechado e ecológicamento correto por não causar poluição dos resíduos do peixe nos aqüíferos e ser reaproveitado para adubação orgânica. Dentre outras vantagens destacamos a biodiversidade e diferentes formas de renda advindas da atividade.

Segundo Kubitza (2006), a razão do insucesso operacional ou econômico de sistemas de recirculação está relacionada às seguintes questões:

- O alto custo envolvido na implantação;
- O desconhecimento dos princípios básicos que regem o funcionamento do sistema;
- A falta de capacitação dos operadores e gerentes para compreender e atuar sobre as interações físicas, químicas e biológicas que determinam a saúde dos componentes do sistema;
- O uso de rações de baixa qualidade;
- O inadequado design do sistema e/ou a tentativa de operar com componentes inadequados;
- Incorreto dimensionamento, ou até mesmo a ausência de importantes componentes (filtros, biofiltros e sistemas de "backup");
- A criação de espécies com preços de mercado que muitas vezes não conseguem remunerar o custo operacional e/ou sequer são capazes de retornar o capital investido;

- Inadequado manejo sanitário e falta de conhecimento sobre boas práticas de manejo e de medidas profiláticas para evitar problemas com doença,

Com base nestas colocações percebe-se a necessidade de pesquisas que busquem técnicas para auxiliar o produtor a resolver as dificuldades encontradas e evitar prejuízos pela falta de suporte tecnológico e formação profissional. Para o autor uma maneira de solucionar o problema é através da implantação de um sistema de tratamento da água eficiente e econômico, também uso de espécies de peixes que proporcionem retorno sobre o investimento. Espécies de valor econômico e adequado ao espaço, no caso de pequenos ambientes pode ser viável a criação de peixes ornamentais por ter um alto valor de mercado, por isso a escolha deste projeto da Carpa colorida em consórcio com a tilápia para alimentação da família.

Quando se busca o conceito de aquaponia encontramos autores que fazem referencia entre os termos aquaponia e hidroponia, (Diver, 2006; Mateus, 2009; Hundley , 2013), isto se dá devido ao fato de ambos termos estarem relacionados a questão de cultivo de verduras em água. Hidroponia significa trabalho com água (hidro = àgua, ponos = trabalho). No entanto, a diferenciação está em que a aquaponia é o cultivo de plantas integrado com peixes, em que o sistema se torna auto-sustentável e a hidroponia é o cultivo apenas de plantas, e a fertilização das plantas é através de adubos químicos. Já na aquaponia a nutrição das plantas é realizada com os insumos dos peixes. Sob o enfoque da agroecologia vale destacar a diferença entre os termos, bem como o distanciamento no quesito de sustentabilidade e resilieência

A aquaponia é uma forma agroecológica de integrar a produção de alimentos através do cultivo de peixes e plantas, o que resulta em alternativas de diferentes fontes de renda e também alimentos de valor nutricional diversificado. As verduras possuem ciclo mais curto, em relação ao peixe, pois em um ciclo do peixe poderá haver de três a quatro de hortaliças, já que as mesmas possui um ciclo menor. Também existe menor risco de prejuízo, já que se uma produção for baixa será compensada pela outra. Além disso, a aquaponia apresenta-se como alternativa real para a produção de alimentos de maneira menos impactante ao meio ambiente devido a suas características de sustentabilidade (Diver, 2006; Mateus, 2009; Hundley , 2013).

FaquimFurlani, (1999) define hidroponia como uma técnica alternativa de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma *solução aquosa* contendo os elementos minerais indispensáveis aos vegetais. Esta solução aquosa que o autor se refere é a água acrescida de adubos químicos para nutrir as plantas. Já a aquaponia é o sistema de produção de peixes

integrado ao de vegetais de forma que haja benefícios para ambos. O princípio é de que os peixes criados com ração geram dejetos que são aproveitados pelas plantas cultivadas sem solo. As raízes das plantas funcionam como um filtro biológico transformando a matéria orgânica adivinda dos excretos dos peixes e restos de alimento em sais que são absorvidos pelos vegetais e a água retorna ao viveiro de peixes com qualidade para o seu reuso. Segundo o Projeto de Lei Nº 251, de 2013, os sistemas aquapônicos são mais fáceis de operar do que os sistemas hidropônicos, porque requerem menos monitoramento e, geralmente, têm uma maior margem de segurança para assegurar água de boa qualidade. Neste sentido ressaltamos que o monitoramento deve ser maior no sentido de manter a segurança dos peixes, principalmente o controle físico químico da qualidade da água, quanto ao pH, temperatura e principalmente oxigênio dissolvido que poderá acarretar em doenças por mudanças bruscas e até mesmo a mortalidade dos peixes Kubitza (2006); Rebelo Neto (2013). Já no que se refere às plantas, o sistema mantém-se mais estável por não necessitar de regas diárias e adubações constantes, no entanto se faz necessárias adequações quando a quantidade e idade dos peixes e plantas para nutrição e limpeza da água. As plantas também necessitam de um ambiente estável e com exigências nutricionais, oxigenio, pH, temperatura e condutividade elétrica para o bom desempenho. Outro ponto que merece destaque são os momentos de colheita e replante que pode causar desequilíbrio no sistema, o que exige monitoramento e manejo com plantas aquáticas para evitar eutrofização da água por excesso de amônia, também pode ser feito plantios e colheitas parciais no mesmo bloco ou canteiro de plantio. A água dos resíduos da aquaponia apresenta um teor maior de nutrientes em relação à água de outras fontes, exercendo boa influência nutricional nas plantas, no entanto deve haver sincronia entre os agentes do processo.

Dentre outras vantagens que as pesquisas apontam é o não uso de fertilizantes industriais, pois os mesmos estão diretamente ligados à queima de combustíveis fósseis para sua produção e causa impacto no meio ambiente. Na aquaponia a reciclagem de nutrientes dos peixes para as plantas também contribui para se produzir alimentos com menor dano á natureza, proporciona diversidade a produção com uso racional de água e alimento natural sem uso de adubos químicos. É uma maneira sustentável e concreta de mitigar os impactos ambientais sofridos ao longo da história da agricultura moderna.

Segundo o Projeto de Lei do Senado Federal N° 251, (2013), as hortaliças apresentam um ciclo mais curto e com adaptações adequadas os resultados se apresentam mais rápido. Os fatores

econômicos também se mostram adequados por ter os peixes e as plantas como produtos da atividade e pode haver melhor controle em ambientes fechados com menor espaço e conseqüentemente menor custo de produção. Outro ponto é quanto a conversão alimentar dos peixes que segundo a literatura Kubitza (2006) fica próxima de 1,1:1 em sistema de recirculação. Os custos com energia elétrica podem ser compensados com o compartilhamento do recurso pela dupla atividade. O custo da produção vegetal se restringe à aquisição das mudas, pois exige menos mão de obra na manutenção por não necessitar de irrigação diária e capina, necessidades apenas no plantio, colheita e despesca que são facilitadas devido o tamanho dos tanques e bancadas suspensas.

Quanto ao meio ambiente o sistema não oferece o perigo de uma espécie exótica escapar para os rios. Dentre a vantagem de maior destaque para o meio ambiente é a economia de água, que segundo a literatura um sistema convencional utiliza 16 mil litros para produzir um quilo de peixe, já em sistemas de recirculação são 200 litros por quilo de peixe Kubitza (2006). A água com os dejetos dos peixes não é jogada na natureza, como ocorre no sistema convencional de produção. A produtividade da aquaponia também é muito maior se comparado aos sistemas tradicionais tanto de criação de peixe quanto de cultivo de hortaliças. O cultivo tradicional de alface produz 50 toneladas por hectare, na aquaponia seriam 300 toneladas no mesmo espaço. Além disso, na aquaponia a colheita pode ser cada 30 dias feita a dependendo da fase de produção dos peixes e do tipo de hortaliça, o que demoraria em média de 45 dias no modo normal, neste exemplo referente ao ciclo da alface (Projeto de Lei n° 251 de 2013).

Em relação aos peixes tropicais, o ciclo de produção poderá ser menor com uso de estufas. Os peixes são pecilotérmicos e abaixo de 24°C diminuem o metabolismo e abaixo de 20 °C não comem mais e param de crescer Kubitza (2006), Rebello Neto (2013). Com o uso de estufas é possível controlar a temperatura, mantendo-a entre 26 e 28°C, o que melhora o desempenho da aquaponia e também reduz o risco de contaminação por poluição e perdas devido os períodos de estiagem com enchentes e baixos níveis de água que são problemas comuns no cultivo em tanque rede, principalmente com a crise hídrica enfrentados pela maioria dos Estados brasileiros.

A alimentação dos peixes pode ser feita mais de uma vez ao dia, até três vezes, desde que haja um sistema de filtragem adequado, e segundo orientação do zootecnistaLincol de Oliveira em palestra ministrada dia 30 de abril de 2015, no Núcleo de Tecnologia em Piscicultura e

Pecuária do DF, a descarga para limpeza é feita depois da alimentação da manhã e da tarde. O investimento mensal também é baixo: apenas o custo da ração e da energia usada para bombear a água entre os filtros e os tanques de criação. Como opção para otimizar o sistema poderá ser implantado um biodigestor que ajudará a demanda de energia elétrica. O biogás produzido pode ser encaminhado para um gerador de energia elétrica, tornando o sistema ainda mais sustentável.

Segundo a FAO, (2009), a aquicultura mundial tem crescido intensamente nos últimos cinqüenta anos. O Brasil é o quarto em destaque e com potencial de desenvolvimento ainda maior. Esse crescimento mundial na produção é devido a criação em grande escala, o que em muitos casos deixa de ter os cuidados necessários e provocado impactos negativos ao meio ambiente.

A aquaponia como portal para agricultura urbana pode ajudar a solucionar esse problema. Embora a produção seja em pequena escala, representa excelente aproveitamento de espaço e benefícios ambientais devido a reutilização da água e controle da poluição, que nos sistemas de cultivo em grande escala é lançado resíduos de restos de ração, fezes e urina dos peixes no meio ambiente. Pode-se dizer que é uma excelente forma de praticar a agricultura urbana, por isso titulada aqui como portal para agricultura urbana. A recirculação é uma forma de cultivo na qual a água após passar pelos tanques de produção, segue para o tratamento em filtros mecânico e biológico, retornando ao sistema . Os custos com implantação podem ser minimizados através de reutilização de materiais domésticos e tanques feitos com caixas d'água e até mesmo lonas em pequenos tanques escavados no chão. As bancadas de plantio podem ser feitas de telhas ou tubos de PVC, latões, galões plasticos reutilizáveis, caixas circulares de ferro cimento, o que vale é usar a criatividade, no entanto é preciso um bom sistema de filtragem para manter a qualidade da água e o mais caro é a bomba de recirculação adequada à piscicultura. Foi constatado que algumas pessoas, como uma loja de produtos de pesca e iscas localizada no Setor de expansão industrial de Sobradinho DF, e Senhor Ivan, morador da quadra 12 do Condominio Serra Azul de Sobradinho, têm utilizado bombas de máquina de lavar por serem de baixo custo e com baixo consumo de energia elétrica, no entanto, corre risco de pouco tempo de vida útil.

2.2.1 DEMANDA DE PEIXES PARA CONSUMO

Segundo o Instituto de Tecnologia e Piscicultura (2012) o consumo de peixes tem aumentado cada vez mais na região Centro Oeste, sendo o local de maior consumo no país. Na tabela 01 a seguir, é apresentado o potencial piscícola do DF.

Tabela 1-Potencial piscícola do DF

Potencial Piscícola do DF
Consumo de pescado nacional – 9 kg/hab/ano
Consumo de pescado no DF – 14 kg/hab/ano
Indicadores Quantitativo
Piscicultores 427
Área inundada (ha) 140
Produção piscícola (ton./ano) 1.008
Produção pesqueira (ton./ano) 282
Consumo de peixes de água doce (ton./ano) 15.645
Relação oferta/demanda (%) 8,2

Fonte: Núcleo de Tecnologia em Piscicultura e Pecuária – Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural

Segundo a OMS o consumo de pescado deve ser no mínimo de 14 kg habitante ano, acima da média brasileira, o que demonstra a necessidade de aumento do consumo e da produção.

Para suprir as necessidades locais tem havido incentivo através de projetos governamentais de apoio para implantação de criatórios, e conseqüentemente aumento da produção. No entanto, devem seguir regras que garantam segurança ambiental e preservação da qualidade da água lançada ao meio ambiente. Pois os resíduos advindos da criação de peixes se tornam fator poluente quando lançados no curso das águas, sem o devido tratamento. A piscicultura é uma atividade promissora que pode ser feita em grande escala e também em pequenos espaços, inclusive nas áreas urbanas, com produção de um alimento saudável e com baixo custo através do peixe e hortaliças aquaponicas.

2.2.2 PISCICULTURA EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO

A aquaponia em sistema de recirculação exige componentes básicos para cultivo de peixes e plantas. Segundo Lincoln Nunes Oliveira, ZootecnistaM.Sc., em palestra no Núcleo de Tecnologia em Piscicultura e Pecuária proporcionado pela Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural - SEAGRI/DF (2015), para melhor eficiência a estrutura deve seguir parâmetros básicos como:

• Tanque de engorda que pode ser de formato circular ou retangular, confeccionado com material de vinil, ferrocimento, concreto e até mesmo caixas d'água ou outro material disponível na propriedade e adequado as condições do produtor.

• Dispositivos de remoção de sólidos através de filtragem pelo uso de: – Filtro mecânico + Biofiltro + Filtro Verde.

• Biofiltro: 2L/kg de peixe ou 100m2 de superfície de contato do substrato para cada kg de ração fornecida diariamente. – Brita 1 = 420m2; – Bioball = 1690 m2; – Filtro verde (plantas aquáticas): 20% do volume /m3 dos tanques.

• Filtro verde ou 10% de renovação da água ; • Aerador; • Bomba d´água ; • UV e/ou ozônio?

Dentre a literatura de maior destaque sobre sistemas de recirculação na prática da piscicultura no Brasil encontramos artigos e livros de Fernando Kubitza. Segundo o autor (2006) a piscicultura convencional apresenta alguns efeitos potências negativos sobre o meio ambiente, dentre eles: Alteração da macrofauna; Enriquecimento de nutrientes e eutrofização dos cursos de água; Efeitos nas comunidades de peixes nativos circundantes; Utilização de produtos químicos; Introdução de espécies exóticas e cruzamento entre populações cultivadas e nativas.

O mesmo autor aponta como componentes do sistema de recirculação equipamentos adicionais que podem ser inseridos para melhorar a eficiência de recomposição da qualidade da água e otimizar a produção do sistema. Os componentes básicos são tanques de cultivo, decantadores e filtros, biofiltros, sistema de aeração/oxigenação, sistema de bombas e tubulações de drenagem e retorno e unidade de quarentena na aquisição de novos peixes. Quanto ao formato dos tanques de cultivo os mais comuns ainda são os tanques circulares e octogonais, que facilitam a concentração dos resíduos sólidos no dreno central (KUBITZA, 2006). A água de entrada é

distribuída verticalmente na coluna d'água através de um tubo perfurado; entra em sentido tangencial à parede do tanque, sustentando uma corrente de água circular que facilita a concentração dos sólidos decantáveis no dreno central, que são conduzidos até o decantador ou cone por um tubo de pequeno calibre constantemente drenando os sólidos concentrados. O excesso de água geralmente sai do tanque por um dreno de superfície.

Um dos principais problemas em um sistema de produção de peixes com recirculação de água é a remoção dos resíduos sólidos da água. Estes sólidos devem ser removidos, pois podem entupir o biofiltro, não fornecer oxigênio para as bactérias nitrificantes, além de reduzir o fluxo de água. Os sólidos podem ser removidos por sedimentação, por concentrador centrífugo ou por filtração mecânica, e podem ser usados em compostagem que servem de adubos. Como barreiras filtrantes, além de decantadores, podem ser usadas para concentrar os sólidos decantáveis, filtros mecânicos com telas finas ou filtros fechados com meio filtrante de areia, cascalho ou esferas de plástico, filtros similares aos de piscina e filtro verde que além de processar o nitrogênio tóxico, as raízes das plantas servem de nicho para as bactérias nitrificantes e também de barreira para as partículas sólidas. Para que o biofiltro seja eficiente, deve-se fazer o correto dimensionamento na construção de acordo com o quantitativo de peixes, carga máxima de ração que será aplicada no sistema e a qualidade desta ração para saber quantos quilogramas de resíduos será produzido diariamente; qual a eficiência do sistema de remoção de sólidos; qual a taxa de remoção de amônia esperada das diferentes opções de biofiltro e para um substrato idêntico ou semelhante ao que se planeja usar; qual a taxa de passagem da água através do biofiltro e qual a disponibilidade de água para eventuais diluições (KUBITZA, 2006).

É importante o monitoramento de todo processo, tanto de qualidade da água, como de desenvolvimento dos peixes e das plantas. Nível e fluxo de água nos tanques e filtros, comportamento, resposta alimentar e crescimento dos peixes; estado sanitário dos animais e os equipamentos que mantém o sistema em operação (KUBITZA, 2006). A água para reabastecimento no caso de perdas por evaporação e possíveis vazamentos deve ter as mesmas características de temperatura e qualidade de água.

2.3 ESPÉCIES DE PEIXES INDICADAS PARA A AQUAPONIA

Diversas espécies de peixes podem ser utilizadas na aquaponia. A Tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus)* e a Carpa comum colorida (*Cyprinus carpio*), por serem resistentes, rústicas e adaptadas ao clima tropical estão entre as mais indicadas. Segundo Rebelo Neto, 2013, a Tilápia é uma espécie originária de piscicultura de maior volume comercial, possui crescimento rápido, em torno de seis meses já pode ser comercializada para consumo, e é de fácil reprodução. As tilápias são oriundas da África e as espécies mais cultivadas no mundo são a tilápia de Moçambique *Oreochromis mossambicus*, a tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*; a tilápia azul ou tilápia áurea *Oreochromis aureus* e a tilápia de Zanzibar *Oreochromis urolepishornorum*. Na tabela 02 a seguir Kubitza, 2006, aborda sobre as principais características destas espécies.

Tabela 2-Principais características das espécies de tilápias mais cultivadas

	Oreochromis niloticus	Oreochromis aureus	Oreochromis mossambicus	Orcochromis u. hornorum
Crescimento	*****	*****	***	***
Tolerância à baixa temperatura	***	*****	***	***
Tolerância à alta salinidade	***	****	*****	*****
Idade de maturação sexual	5-6 meses	4 meses	3 meses	3-4 meses
Produção de alevinos (prolificidade)	*****	****	***	***

Kubtiza, (2006).

A tilápia é a espécie mais usada no sistema de produção comercial e segundo Kubitza, 2006 é devido suas características que proporcionam melhor desenvolvimento e adaptação as condições de manejo, reprodução, desenvolvimento, conversão alimentar e boa aceitação no

mercado consumidor pelo sabor e características da carne. O autor destaca como perfil para o cultivo:

1) a facilidade de reprodução e obtenção de alevinos, durante as diferentes épocas do ano;

2) a possibilidade de manipulação hormonal do sexo para obtenção de populações masculinas;

3) a boa aceitação de diversos tipos de alimentos;

4) a grande capacidade de aproveitar alimentos naturais em viveiros;

5) conversão alimentar entre 1 a 1,8;

6) bom crescimento em cultivo intensivo (5 a 500g em 4 a 5 meses);

7) grande rusticidade, suportando bem o manuseio intenso e os baixos níveis de oxigênio dissolvido na produção e, sobretudo, sua grande resistência às doenças;

8) a carne branca, de textura firme, sem espinhos, de sabor pouco acentuado e de boa aceitação.

Kubitza, (2006), fala sobre as condições adequadas para um bom desenvolvimento dos peixesdentre as características gerais cita: a) oxigênio dissolvido superior a 5 mg/L; b) gás carbônico abaixo de 10 mg/L; c) concentração de amônia não ionizada inferior a 0,05 mg/L; d) pH entre 6,5 e 8,5 e variação diária inferior a 2.

A carpa colorida pode ser comercializada como peixe ornamental com alto valor comercial por ser amplamente usada em espelhos d'água e como a Tilápia é de fácil reprodução, rústica ao manuseio e transporte e resistente à doenças e às variações de temperatura e oxigenação. Os lambaris são espécies nativas que podem servir tanto como peixes forrageiros ou mesmo como opção de produção de ciclo rápido. São altamente prolíficos em cativeiro o que é uma ótima opção para adaptação à legislação de cultivo orgânico. O pintado por ser também uma espécie nativa e de alto valor comercial, pode ser uma excelente opção de cultivo em sistema de recirculação, no entanto sua reprodução em cativeiro só é possível através de indução por hormônio. As espécies naturais de regiões brasileiras tem grande carência de pesquisa e a legislação de produção em piscicultura orgânica pede que se priorizem essas espécies, mas, os artigos 29 e 30 da Instrução Normativa No 28, de 2011, fala sobre a reprodução de forma natural e proíbe o uso de hormônios em qualquer etapa da produção de organismos aquáticos. A agroecologia prega a biodiversidade e valorização de espécies nativas com uso da diversidade

com consórcio entre diferentes tipos de plantas e integração animal e vegetal. A opção por espécies diferentes gera diversificação de recurso alimentar, portanto o policultivo dede peixes integrado com plantas deve ser priorizado nas pesquisas e na prática da agricultura.

2.4 HORTALIÇAS NA AQUAPONIA - OLERICULTURA

Na literatura (Alberoni, 2001) encontramos estudos sobre o cultivo de diversos tipos de plantas em sistema de hidroponia como hortaliças folhosas, tomate, pepino, morango, ervas medicinais e aromáticas e até mesmo plantas ornamentais, como por exemplo, as rosas. No entanto, existem poucos estudos no cultivo de aquaponia, embora, sejam ambos de cultivo na água, com ausência de solo e necessita de recirculação de água através de bombeamento com bombas elétricas. A cultura de plantas no sistema de aquaponia ainda está mais a nível de pesquisas acadêmicas, mas segundo pesquisadores da Universidade Federal da Grande Dourados do Mato Grosso do Sul, Jordan, 2015, é um método de cultivo altamente sustentável por se adaptar as diferentes necessidades econômicas e ambientais. Oferece vantagens de dupla produção de hortaliças e peixes e máximo aproveitamento dos recursos e insumos. O pesquisador define aquaponia como hidroponia integrada com peixes.

Segundo Jordan, 2015, o cultivo na hidroponia apresenta algumas vantagens e desvantagens.

2.4.1 Vantagens

1. Ocupa menos espaço físico que o cultivo em solo.
2. Utilização racional da água.
3. Elimina o uso de agrotóxicos prejudiciais à saúde.
4. Podem ser cultivadas em regiões desérticas ou rochosas onde a terra não é produtiva.
5. O custo da produção é menor.
6. Mantém uma produtividade maior.

2.4.2 Desvantagens

1. Os custos iniciais são elevados.
2. A prevenção da falta de água e de energia elétrica é necessária.
3. Exige conhecimento da fisiologia da espécie cultivada.

A escolha das plantas para uso na aquaponia deve ser de acordo com as características de adaptação ao sistema e aceitação no mercado de consumo quando destinado ao uso comercial. Como não disponibilizamos de uma literatura específica para o cultivo em aquaponia devido a falta de dados comprovados por pesquisa científica, buscamos dados na literatura de cultivo hidropônico devido algumas semelhanças no manejo e cultivo, principalmente pelas características de exigências nutricionais.

2.4.3 ALFACE

Segundo Alberoni, 2001, a alface é a mais cultivada no mundo inteiro por ser a hortaliça mais consumida e de acordo com as pesquisas é a que mais se destaca no cultivo hidropônico por ter diversas espécias com diferentes variedades adaptadas ao sistema. Henz (2009), a alface pertence à classe Magnoliopsida, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Cichorioideae, tribo Lactuceae, e gênero Lactuca. É uma planta anual e de porte herbáceo, caule reduzido e não ramificado com folhas grandes, lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma cabeça. Possui um sistema radicular pivotante de ramificações finas e curtas, podendo atingir até 60 cm de profundidade, explorando efetivamente de 15 a 20cm do perfil do solo Espécie típica de inverno, desenvolve e produz melhor sob condições de temperaturas amenas. Seu ciclo é anual, encerrando a fase vegetativa quando a planta atinge o maior desenvolvimento das folhas. A fase reprodutiva consiste na emissão do pendão floral, sendo favorecida pelas épocas de elevadas temperaturas e dias longos.

As cultivares comercialmente utilizadas podem ser didaticamente agrupadas, considerando-se as características das folhas e formato (FILGUEIRA, 2005). Segundo Furlaniet al. (1978) a alface é dentre as folhosas, a que apresenta teores mais elevados de nitrogênio e cálcio sendo que, a extração destes nutrientes por tonelada produzida de alface é de, respectivamente, 2,51 kg e 0,82 kg. A alface responde mais ao fornecimento de nitrogênio, pois é basicamente composta por folhas. Entretanto, a fisiologia da planta não é eficiente na utilização deste macronutriente.

2.4.4 HORTELÃ

As plantas medicinais são amplamente utilizadas no consumo humano e possui importância mundial na indústrias químicas, farmacêuticas, alimentícias e cosméticos. Segundo Henz, (2009) a *Mentha piperita,* popularmente conhecida como hortelã, é uma excelente opção para agricultura familiar por ser uma planta condimentar e muito usada pela medicina popular em chás e infusões. Pode ser comercializada in natura e também desidratada. A Hortelã é uma das plantas medicinais mais antigas, é muito cultivada em hortas domésticas para confecção de chás. É uma planta herbácea perene, muito ramificada, rasteira, de folhas aromáticas. Apresenta inserção oposta nos ramos, tem textura áspera, forma oval de base arredondada e de pecíolo curto. As flores são brancas com pequenas sombras violetas, disposta em inflorescência tipo espiga terminal nos ramos. Sua composição é rica em vitaminas A, B e C, e minerais, como cálcio, fósforo, ferro e potássio. Suas propriedades medicinais são antisséptica, antiespasmódica, estomáquica, anti-inflamatória, tônica e vermífuga. existem várias espécies de Hortelã, mas as mais comuns são a Mentha crispa, com folhas verdes escuras e crespas, e a MenthaSpicata, num tom de verde mais claro e com folhas lisas Henz, (2009).

Os estudos de Souza *et al* (2007) , com cultivo de *Mentha piperita*, em sistema hidropônico constatou uma excelente produtividade com redução no tempo de colheita e economia no processo de produção. Os resultados mostraram também que o óleo essencial extraído da planta foi em maior quantidade e melhor qualidade que as produzidas no solo. Segundo Souza *et al* (2007) a hortelã em sistema hidropônico produz uma maior quantidade óleo volátil e com maior concentração de mentol (50 a 60%).

Santos (2009) desenvolveu uma pesquisa de alternativas nutricionais com aditivos de extratos vegetais em rações para peixes. Observou que os extratos vegetais podem ajudar no desempenho de crescimento e aumento da imunidade e resistência à doenças. Dentre as plantas citadas se encontra o manjerição e a hortelã pelo princípio de estimulante do apetite, digestibilidade e também como anti-séptico. A hortelã possui ação carminativa devido os taninos e as substâncias amargas da planta. A ação carminativa é o alivio dos gases intestinais pelo aumento das contrações musculares do estômago e secreção dos sucos digestivos oferecendo alívio nos casos de enjoo e náuseas. O mentol dá à Hortelã seu aroma característico eum efeito desinfectante suave e sabor agradável, o que favorece seu uso em soluções para lavagem da boca

e na fabricação de dentifrícios. Outro benefício da hortelã é a capacidade de descongestionar as vias aéreas nas infecções respiratórias, por isso usado em xaropes fitoterápicos. Como condimentar são usadas para temperar quibes, saladas, carnes, peixe e aromatizantes de sucos e sobremesas, e saladas.

Hundley, (2013) obteve excelente resultado no cultivo de manjerona e manjericão integrado com tilápia do Nilo em sistema recirculação. As plantas apresentaram problemas de nutricionais no estágio inicial. No entanto, com ajustes obteve boa produção.

O quadro a seguir demonstra os elementos Essenciais para o desenvolvimento das plantas.

Tabela 3 -Elementos químicos indispensáveis para o crescimento e produção das plantas

Carbono	C	Magnésio	Mg
Hidrogênio	H	Manganês	Mn
Oxigênio	O	Ferro	Fe
Nitrogênio	N	Zinco	Zn
Fósforo	P	Boro	B
Potássio	K	Cobre	Cu
Enxofre	S	Molibdênio	Mo
Cálcio	Ca	Cloro	Cl

Tabela adaptada Alberoni (1998).

Segundo Alberoni (1998), entre os elementos citados, existe uma divisão, conforme sua origem:

- Orgânicos: C, H, O;
- Minerais: (macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S); (micronutrientes: Mn, Fe, B, Zn, Cu, Mo, Cl.)

Essa divisão, entre macro e micro, leva em consideração a quantidade que a planta exige de cada nutriente para o seu ciclo que varia de acordo com o tipo e a idade da planta. As plantas

têm, em sua constituição, em torno de 90 a 95% do seu peso em C, H, O. Esses elementos orgânicos provêem do ar e da água, e são abundantes em nosso sistema, no entanto os minerais é o que deve ser acrescidos a água para nutrir as plantas.

Segundo Furlani *et a* (1999), o níquel (N) Também é um dos elementos essenciais para a planta por fazer parte da estrutura molecular da enzima urease, necessária para a transformação de nitrogênio amídico em mineral e deve ser inferior à de molibdênio. O autor cita também outros elementos necessários de acordo com plantas específicas como o sódio (Na) para plantas halófitas, o silício (Si) para algumas gramíneas e o cobalto (Co) para plantas leguminosas fixadoras de nitrogênio atmosférico. De acordo com a redistribuição no interior das plantas, os nutrientes podem ser classificados em três grupos: móveis (NO_3, NH_4^+, P, K e Mg) intermediários (S, Mn, Fe, Zn, Cu e Mo) e imóveis (Ca e B). Essa classificação é muito útil na identificação de sintomas de deficiência de um determinado nutrientes. Por exemplo, os sintomas de falta de N e de B ocorrem em partes mais velhas (folhas velhas) e mais jovens da planta (pontos de crescimento) respectivamente.

Para o cultivo de hortaliças é preciso instalar bancadas ou tubos interligados ao sistema com circulação da água que servem como canteiros. As hortaliças funcionam como filtro verde, tanto para o processamento do ciclo do nitrogênio, como serve de nichos para as bactérias nitrificantes nas raízes. Também é uma fonte rica em vitaminas na alimentação humana e animal. As ervas medicinais ajudam a manter a sanidade do sistema devidos os compostos ativos que proporcionam aumento da imunidade e controle sanitário. Santos, 2009 aponta um estudo sobre o efeito positivo que extratos vegetais oferecem quando adicionados na alimentação dos peixes pela diminuição do estresse, resistência à enfermidades, aumento da digestibilidade e efeito antimicrobiano e antioxidante.

2.5 MACRÓFITAS AQUÁTICAS

Segundo documento 133 da Embrapa, as plantas aquáticas oferecem excelentes resultados inclusive no tratamento de esgoto doméstico. Podem ser construídos tanques com plantas aquáticas que agem como filtros de poluentes e ajudam a devolver a água limpa aos mananciais. O documento sugere algumas plantas despoluidoras pela capacidade de retirar da água nutrientes e substâncias tóxicas, inclusive metais pesados, dando condições favoráveis para a base alimentar

nos ecossistemas aquáticos. Dentre as plantas citadas encontram-se as Lemnáceas ou lentilhas d'água que são muito usadas no caso das águas resultantes de esgoto, pela capacidade de se propagarem rapidamente e de retirarem substâncias tóxicas da água. Também o aguapé (*Eichhornia crassipes*), a alface-d'água (*Pistia stratiotes)*, a orelha de-onça (*Salvinia auriculata*) e a taboa (*Typha domingensis*). A biomassa produzida pelas macrófitas pode ter vários fins, como forragem para animais (peixes, suínos, aves etc.) e até mesmo servirem de alimento para os animais. Dentre as diversas utilidades citadas estão a de adubo orgânico, indústria, obtenção de biogás, entre outros e as lemnáceas podem ser utilizadas inclusive como alimento humano, rico em proteína.

Salati Filho *et al* (1998) realizou pesquisas com o uso de macrófitas aquáticas para tratamento de esgoto que comprovam a ação filtradora dessas plantas. Sendo assim, percebe-se que as plantas aquáticas podem auxiliar como agentes filtrantes no sistema de aquaponia durante o ciclo de replantio dos canteiros de hortaliças e mesmo quando tiver elevado teor de amônia tóxica na água, por serem de ação mais rápida e mais adaptada ao sistema aquático.

2.6 *Moringa Oleífera* Lam (MORINGA)

Dentre as opções de tratamento da água em sistema de recirculação a semente da *Moringa oleífera* tem sido utilizada nos últimos anos para purificação de água para consumo humano nas áreas mais pobres do Nordeste brasilero. Segundo pesquisas da EMBRAPA foi realizado um teste *em que o resultado obtido foi ótimo, confirmando que realmente a Moringa Funciona como coagulante/floculante natural. (documento 53, 2006, p.39).* As pesquisas apontam ação antibacteriana pela ação dos cotilédones existentes na semente.

A moringa é uma leguminosa com estrutura arbórea de médio porte pertencente a família Moringacea, originária do Norte da Índia. A *Moringa Oleífera* é difundida a nível mundial devido os diversos potenciais de todas as partes da planta. No Segundo encontro nacional da Moringa em 2010, foram apresentados dados sobre sua utilização de dois mil e quinhentos anos antes de Cristo, devido às propriedades curativas do óleo da semente da planta. Segundo Almeida Neto (2010) a difusão da *Moringa oleifera* está ligada aos impérios colonialistas do século XIX. Inicialmente, o uso desta arvore era principalmente ornamental. No Brasil, a planta foi trazida com objetivos de ornamentação nos parques públicos, suas flores são

belas e delicadas. Todas as partes da planta são aproveitadas, inclusive as folhas na alimentação humana como hortaliça em saladas e na ração de animais com alto teor de proteínas, conforme Santana *et al* (2010),podem ser usada para alimentar tilápias do Nilo em substituição a 10% da dieta protéica sem alterar significativamente o crescimento desses peixes, o óleo extraído pode ser usado na alimentação humana e a pasta como condicionador do solo e alimentação animal. Já Gallão (2006), descreve que o uso da torta obtida após a extração do óleo, não é recomendado na alimentação animal por conter um alcalóide e uma saponina. Neste caso é interessante pesquisar meios de neutralizar esses componentes para aproveitamento dos potenciais ricos que a planta possui e aproveitar a torta da semente para complementar a alimentação dos peixes, já que segundo Mello e Ambrosano (2007), a maior dificuldade para produção de peixes orgânicos está na obtenção de uma "ração orgânica em escala comercial". Diante do alto teor protéico da semente da moringa poderá servir de complemento na alimentação dos peixes e também na criação de minhocas nos filtros que por sua vez será utilizado na alimentação dos peixes, o que demonstra ser uma tecnologia sustentável e agroecológica.

A seguir tabela a 4 especifica a composição química da semente da *Moringa oleífera*.

Tabela 4-Composição química das sementes de Moringa.

Composição Semente
Umidade (%) 6,3
Açúcares solúveis (g/100g) 3,14
Oligossacarídeos (g/100g) 3,31
Amido (g/100g) 6,02
Proteínas (g/100g) 39,3
Lipídeos (g/100g) 18,8

Fonte: Revista Ciência Agronômica, v.37, n.1, p.106-109, 2006

As pesquisas apontadas por Gallão (2006) mostram um maior teor de proteína na semente da moringa, aproximadamente 40%. Esta proteína que seria responsável pelo processo de clarificação da água. Segundo o artigo a *M. oleifera contém presença de uma proteína catiônica dimérica de alto peso molecular, que desestabiliza as partículas contidas na água e através de um processo de neutralização e adsorção, floculam os colóides seguindo-se de*

sedimentação, este processo foi constatado nas análises citoquímicas e a localização dos constituintes estão contidos nos cotilédones celulares.Sendo assim, esta planta pode ser uma ótima opção para tratamento da água nos tanques de peixe em sistema de recirculacão, devido a capacidade purificação e também por ser uma hortaliça rica em proteína com potencial de uso na alimentação humana e fabricação de ração orgânica para os peixes pelo alto teor proteico da *Moringa oleífera.* Os apontamentos indicam que é uma planta de fácil cultivo e adaptada as diferenças climáticas do Brasil, como resistência a seca.

2.7 QUALIDADE DA ÁGUA NA PISCICULTURA

A qualidade da água é primordial para o bom desenvolvimento dos peixes e das plantas no sistema aquapônico. Pode-se dizer que é a chave de sucesso ou fracasso da atividade. Quando se trata de agricultura urbana é escassa e as características físicas, químicas e biológicas devem ser monitoradas, avaliadas e corrigidaspara o bom desempenho da atividade aquícola nas diferentes fases do processo.

Quando nos referimos a aquaponia a água é elemento chave na atividade e é um recurso que embora seja abundante no planeta passa por questão de crise no mundo inteiro, inclusive no Brasil que possui os maiores mananciais de água doce. Por este motivo é um dos temas de debate e controle mundial. Para manter o sistema de abastecimento urbano é canalizada e controlada por Órgãos competentes e legislação específica. Por ser um recurso escasso nas áreas urbanas vamos abordar pontos da legislação dos recursos hídricos e também opções de captação de água e tratamento alternativo para uso na aquaponia.

2.8 QUALIDADE DA ÁGUA NA AQUAPONIA

A qualidade de água inclui todas as características físicas, químicas e biológicas que interagem individualmente ou coletivamente, influenciando o desempenho da produção. A perda do equilíbrio do ecossistema aquático acarreta diretamente a perda do equilíbrio econômico da atividade, trazendo como consequência a diminuição da produtividade, doenças e até mesmo a morte dos peixes e mal desenvolvimento das plantas. Para que haja um bom desempenho devem ser avaliadas e monitoradas constantemente a qualidade da água. As características que mais

limitam a produção nos diferentes sistemas aquicolas são temperatura, transparência, oxigênio dissolvido, gás carbônico, ph da água (acidez ou alcalinidade), amônia, nitrito, nitrato, quantidade de sais e condutividade elétrica.

Há outros fatores que também interferem na qualidade da água e no resultado da criação de peixes e das hortaliças. Durante o processo ocorre alterações de acordo com a filtragem, densidade e fase de desenvolvimento dos peixes e das plantas.

Segundo Kubtza (2006):

Temperatura – É um importante fator limitante para produção de peixes tropicais, já que estes são pecilotérmicos, ou seja, têm a temperatura corporal variando em função da temperatura da água. As espécies de peixes nativos, em geral, toleram limites de temperatura de 22°c a 32°c, sendo que a de melhor desempenho se situa na faixa de 24°c a 30°c.

Transparência – É um fator importante na produção de peixe, principalmente porque a vida dentro da água necessita de luz. Se a transparência se apresenta reduzida, a luz penetra poucos centímetros na coluna de água, não provendo calor e condições necessários ao desenvolvimento do fitoplâncton, diretamente ligado à produção de oxigênio.

Oxigênio – A quantidade de oxigênio é considerada a variável mais crítica de qualidade de água, sendo medido em miligrama por litro (mg/l). Depende diretamente da temperatura da água, altitude e salinidade. Quanto maior a altitude ou a temperatura da água, o nível de saturação de oxigênio é menor. Isso significa que em temperatura de 30°c em 1.000 m de altitude, não adianta colocar aeradores, sopradores, pois o oxigênio dissolvido vai ficar no máximo em 6,6 ppm (partes por milhão) – nível de saturação.

Os organismos aquáticos têm limites máximos e mínimos de tolerância para teores de oxigênio dissolvido (od). Os peixes tropicais, em geral, exigem concentração acima de 5mg/l. Exposição contínua a níveis inferiores a 3mg/l pode levar ao estresse, com consequente diminuição da resistência, aumentando, assim, a incidência de doenças e mortalidade.

Dióxido de Carbono – O dióxido de carbono se encontra na água na forma de gás dissolvido, bicarbonatos e carbonatos. A formação desse gás está relacionada a respiração das algas, peixes e a processos de decomposição de matéria orgânica.

pH – É uma medida que fornece o grau de acidez da água e varia de 0 a 14. O pH7 é considerado neutro, acima alcalino e abaixo ácido. Para produção de peixes, os valores mais adequados estão na faixa de 6,5 a 8,0. Valores de pH menores que 4 e acima de 11 podem ser letais para algumas espécies de peixe. Os principais fatores determinantes do ph são o dióxido de carbono e a concentração de sais em solução.

Amônia – A amônia encontra-se na água sob duas formas: amônia ionizada ou amônio (NH_4+) e amônia não-ionizada (NH_3-), que é mais tóxica. O equilíbrio entre as duas é regulado diretamente pelo pH e temperatura, mas sua presença se deve principalmente à excreção direta dos peixes através das brânquias, adubos nitrogenados e alimento não consumido. Os níveis tóxicos estão na faixa de 0,6 ppm e 2,0 ppm. Níveis acima desses valores podem ser letais para os peixes. Rações com alta digestibilidade reduzem a eliminação de amônia no ambiente, contribuindo para a melhor qualidade da água.O controle do nível de amônia é importante por causar alterações no nível de oxigênio dissolvido, pois, alto teor de amônia provoca consumo de oxigênio. Abaixo uma síntese do processo de nitrificação, segundo Esteves (1998), em que o íon amônio se transforma em nitrato. Deste processo participam dois gêneros de bactérias:

Nitrossomonas – que oxidam amônio a nitrito:

NH_4 ++ 1½ O_2 NO_2-+ H_2O

Nitrobacter – que oxidam nitrito a nitrato:

NO_2-+ ½ O_2NO_3

A LEI Nº 9.433, de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e trata do Sistema de Gerenciamento desses recursos, ressalta que a água é "um recurso natural limitado, dotado de valor econômico" e que a gestão deve ser "descentralizada e contar com a

participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades". Assim deixa claro a responsabilidade do produtor quanto ao monitoramento da qualidade da água no uso para os diversos fins, inclusive na prática da piscicultura. Vale lembrar que o cultivo de animais aquáticos geram resíduos que são liberados diretamente na água.

Na Instrução Normativa Interministerial N° 28, de 8 de junho de 2011, o Art. 6º estabelece normas para a produção orgânica de peixes. Dentre as normas a qualidade da água é destacada no sentido de promover a saúde e o bem estar dos animais aquáticos.

Para se considerado orgânico o produtor deve observar pontos estabelecidos no sentido de buscar:

I - promover prioritariamente a saúde e o bem-estar dos organismos aquáticos em todas as fases do processo produtivo;

II - adotar técnicas sanitárias e práticas de manejo preventivas;

III - manter a higiene em todo o processo criatório, compatível com a legislação sanitária vigente e com o emprego de produtos permitidos para uso na produção orgânica;

IV - oferecer alimentação nutritiva, saudável, de qualidade e em quantidade adequada de acordo com as exigências nutricionais de cada espécie;

V - ofertar água de qualidade e em quantidade a dequada, isenta de produtos químicos e agentes biológicos que possam comprometer a saúde e vigor dos organismos aquáticos, a qualidade dos produtos e dos recursos naturais, de acordo com os parâmetros especificados pela legislação vigente.

O Art. 47, da Instrução Normativa, trata do monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, tanto na entrada como na saída dos reservatórios de cultivo. No anexo II recomenda o uso de calcário para correção do pH e o uso de Cloreto de sódio e Permanganato de potássio para controle de parasitas, fungos e bactérias.

Kubtza (2006), recomenda que o Monitoramento deve ser contínuo dos diferentes elementos como o oxigênio, a amônia total, o gás carbônico nos tanques de cultivo; o pH e a alcalinidade total (que tendem a abaixar ao longo do tempo); também deve ser acompanhado outros parâmetros complementares (nitrito, nitrato, íons cloretos, sólidos em suspensão, entre outros). Segundo o mesmo autor o operador do sistema deve dispor de equipamentos confiáveis para monitorar a qualidade da água. Além disso, deve conhecer os princípios, interações e processos físicos, químicos e biológicos que determinam a qualidade da água nos sistemas de recirculação. Também deve se aprimorar no conhecimento de estratégias utilizadas na correção da qualidade da água (os princípios que regem a aeração; o uso de cal e calcário para corrigir o pH e a alcalinidade, bem como para reduzir a concentração de gás carbônico na água; aplicação de sal (cloreto) para se prevenir contra níveis elevados de nitrito; dentre outras).

Na aquaponia existe uma relação entre a qualidade da água para os peixes e nível nutricional desta para as plantas. Outro fator é a relação entre a quantidade de plantas e peixes em cada fase de desenvolvimento, pois há exigências nutricionais específicas de acordo com o tipo

de planta e também de acordo com a idade de crescimento. Em contrapartida os peixes eliminam resíduos em quantidades menores quando são alevinos e aumentam gradativamente com o passar dos meses. Sendo assim deve haver adequação nas diferentes fases e manejo quanto a densidade de peixes e necessidade nutricional das plantas.

No cultivo de peixes o uso de rações de alta qualidade extrusada é apresentada como condição fundamental para o sucesso do empreendimento. Primeiro pelo fato do peixe depender completamente dos nutrientes fornecidos na ração, visto que a disponibilidade de alimento natural é mínima e insuficiente para corrigir eventuais deficiências minerais e vitamínicas de uma ração. Segundo com o uso de rações de alta digestibilidade, o aporte de resíduos sólidos no sistema será menor, evitando sobrecargas nos componentes do sistema (filtros mecânicos, filtros biológicos e sistema de aeração). Terceiro: rações com adequado balanço energia/proteína e um bom equilíbrio em aminoácidos colaboram para reduzir a excreção de amônia pelos peixes, aliviando o trabalho das bactérias nitrificadoras no biofiltro.

2.9 LEGISLAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), regulamenta o art. 21, XIX, da Constituição Federal. Dentre os seus fundamentos, fixa a bacia hidrográfica como a unidade territorial para a implementação da PNRH e atuação do SINGREH, além de estabelecer a gestão descentralizada e participativa. A gestão de recursos hídricos, que deverá estar integrada à gestão ambiental, é de responsabilidade dos órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do DF e municipais cujas competências se relacionam com a gestão dos recursos hídricos, bem como do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Agência Nacional de Águas (ANA), Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do DF, Comitês de Bacias Hidrográficas, e as agências de águas, cujas áreas de atuação estão definidas nos arts. 34 a 48 da PNRH.

Já os instrumentos de gerenciamento disponíveis são os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes; a outorga dos direitos de uso; a cobrança pelo uso; a compensação aos municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (art. 5o). Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos tem como fundamento de que a água é um

bem de domínio público, no entanto, é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Neste sentido devemos fazer uso de forma consciente e em caso de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), de cada cem litros de água consumidos no Brasil, 72 são usados na irrigação agrícola. Os dados da ANA, em 2010, apontam a proporção da vazão retirada no País: 54% irrigação; 22% abastecimento humano urbano; 17% industrial; 6% consumo animal e 1% abastecimento humano rural. Para a vazão consumida, observou-se a seguinte distribuição: 72% irrigação; 11% consumo animal; 9% abastecimento humano urbano; 7% industrial e 1% abastecimento humano rural. É importante diferenciar a vazão retirada da vazão consumida. A vazão retirada representa a água captada para atender às diversas finalidades de uso (demanda na captação). A vazão consumida corresponde à água efetivamente consumida, uma vez que parte da água suprida é devolvida ao ambiente após o uso. Exemplo disso é a água para abastecimento humano que retorna ao curso d'água na forma de efluente tratado.

2.10 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA: FONTE ADEQUADA PARA AQUAPONIA

No sistema de recirculação ocorre perda de água por evapotranspiração e também devido a drenagem e lavagem dos filtros. Uma das opções para reposição de água no sistema aquapônico nas áreas Urbanas é a captação de água da chuva através de calhas e reservatórios adequados. O sistema de aproveitamento de água de chuva deve ser instalado por profissional habilitado e deve observar as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 10.844:1989, NBR 5626:1998 e NBR 15.527:2007, uma vez que o aproveitamento dessa água, sem a devida cautela, pode provocar transmissão de doenças. A água de escoamento inicial (ou água de limpeza do telhado) deve ser descartada, pois pode conter poeira, poluentes, insetos, folhas, além de fezes e urina de pequenos animais, como pássaros e roedores. Em seguida, a água de chuva deve ser filtrada, tratada e acumulada em reservatório apropriado. Após essa fase, a água de chuva pode ser empregada em usos diversos como, descargas de bacias sanitárias, lavagem de calçadas e na aquaponia desde que sejam tomados cuidados devidos. Os benefícios do aproveitamento de água de chuva são redução no consumo de água potável, redução da conta de água e redução do volume de água direcionado ao sistema de drenagem urbana.

2.11 REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA

De acordo com estimativa recente da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2015), aproximadamente metade da água usada na agricultura irrigada brasileira é desperdiçada. Neste sentido a aquaponia é uma resposta de uso adequado da água. *A falta de controle na quantidade de água usada em lavouras e o seu uso desproporcional no processamento dos produtos são as principais causas desse desperdício.* No sistema de recirculação é possível mensurar e controlar o quantitativo de água usada em todo o processo. Segundo o relatório da FAO (2015) os impactos causados pelo uso inadequado da água na agricultura podem ser constatados no ecossistema, uma vez que a irrigação excessiva retira parte considerável do volume hídrico disponível nos lençóis freáticos e nos cursos fluviais do País. É possível mitigar os efeitos da estiagem prolongada por meio das técnicas de irrigação usadas no País, a aquaponia neste caso é uma excelente opção. No Relatório de 20015 a FAO apresenta o reúso de água como uma forma de utilizar novamente a água que já foi aproveitada, uma ou mais vezes, por alguma atividade humana. Segundo a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 54, de 28 de novembro de 2005, a água de reúso é a água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas. A água residuária, por sua vez, é esgoto, água descartada, e efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não na forma de água de reúso. Para se tornar água de reúso, a água residuária deve passar por algum sistema de tratamento.

A água dos resíduos domésticos são classificados em Água cinza e Água negra. Água cinza é a água residuária proveniente de pia de cozinha, máquina de lavar louça, chuveiro, pia de banheiro, lavadora de roupa e outras fontes que não contenham concentrações significativas de excretas. Água negra é a água residuária proveniente da drenagem de vasos sanitários com altas concentrações de bactérias, contaminantes orgânicos, microrganismos causadores de doenças e produtos químicos nocivos. Segundo a Organização Mundial da Saúde, o reúso de água é recomendado para a água cinza e não recomendado para a água negra. Para que as águas cinzas sejam usadas na piscicultura deve ser feito um tratamento prévio pelo uso de filtros adequados com filtragem mecânica e uso de plantas que tenham a capacidade de retirar elementos prejudiciais aos peixes, dentre as mais indicadas está o aguapé.

3 LEGISLAÇÃO APLICADA À PISCICULTURA

A criação agroecológica de peixes é direcionada pela Legislação da piscicultura orgânica, definida como a criação de peixes em água isenta de contaminantes ou poluentes. Segundo a legislação a alimentação deve ser originária da propriedade e no máximo 30% pode ser adquirida de outras fontes desde que sejam produzidos de forma orgânica e não sintética, ou seja, os produtos e os organismos devem ser alimentados naturalmente com ração "orgânica", utilizando preferencialmente alevinos e pós-larvas de cultivos "orgânicos". A normatização da atividade está contida na Lei nº 10.831/03 e Instrução Normativa nº16/04 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Segundo a mesma, esta produção deve conservar o ambiente e proteger os consumidores, sendo proibido o uso de terapêuticos sintéticos, produtos químicos, organismos geneticamente modificados e reprodução induzida e uso de hormônios como hipófise de carpas. Na aquaponia pode ser cultivado ervas medicinais que auxiliam no tratamento dos peixes e prevenção de doenças no plantel.

Segundo Mello e Ambrosano (2006) a piscicultura orgânica é uma área específica da agroecologia e com demanda de treinamento e capacitação para o exercício da atividade que depende de profissionais de diversos seguimentos, com falta de normatização brasileira definida e clara quanto a forma de criação, dentre os quais o tipo de aeração que não deve ser artificial e o número de lotação animal / espaço. No entanto alerta sobre a proibição de excesso de lotação e uso de aeradores artificiais.

Quanto ao custo de implantação, a produção orgânica pode ser compensada pelo fornecimento de alimentação de qualidade e rica de proteína, preservação ambiental, promoção econômica e social e agregação de maior valor econômico ao produto de mercado final. O uso de macrófitas na alimentação dos peixes é apresentado como uma opção viável e recomendada na literatura, El-\sayed (1999); NACA/FAO (2000), aponta o uso de macrófitas na alimentação de organismos aquáticos como uma tecnologia promissora. Brix, (1997) e Henry-Silva, (2005) fala sobre o uso de plantas aquáticas no tratamento de efluentes urbanos e de aqüicultura como uma alternativa recomendável pelo êxito obtido nas pesquisas realizadas. As plantas aquáticas nesse sentido resultam em uma opção com diversas funções como; Melhoria na qualidade da água através de filtro verde, pois, as raízes retém partículas sólidas, e realizam o processamento dos resíduos dos peixes, servem de nicho para as bactérias nitrificantes e ainda na complementação

alimentar dos peixes, bem como servem de esconderijo para pequenos organismos e desova dos peixes ajudando o sistema reprodutivo e desenvolvimento das larvas e alevinos. Outra vantagem está na prevenção de proliferação de algas, pois funciona como filtro solar para o sistema como um todo, ALDERTON (2008).

A Lei Nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca. A mesma regula as atividades pesqueiras, dita normas gerais e foi criada com o objetivo de *promover o desenvolvimento sustentável da pesca e da aquicultura como fonte de alimentação, emprego, renda e lazer*, de forma a garantir o uso sustentável dos recursos pesqueiros e a otimização dos benefícios econômicos decorrentes da atividade em harmonia com a preservação e a conservação do meio ambiente e da biodiversidade.

A Lei N° 11.959 difere aqüicultura da pesca extrativista e exploratória. A aqüicultura é definida e equiparada a atividade agropecuária de cultivo, em que o proprietário deve respeitar normas específicas de proteção e preservação dos organismos aquático e hídricos. Também faz parte as atividades de pesquisa no campo da piscicultura que visa promover o bom desenvolvimento e a sustentabilidade da atividade aquícola. No entanto, a atividade deve seguir os parâmetros de licenciamento ambiental de acordo com órgãos competentes definido pelo Estado quanto ao uso dos recursos aquáticos e hídricos mediante aprovação de projeto quanto à construção, aquisição, cultivo e comercialização de animais cultivados na piscicultura.

3.1 PROJETO DE LEI DO SENADO Nº 251, DE 2013

O Projeto de Lei n° 251 de 2013 incentiva a aquaponia. Ressalta que o cultivo integrado de peixes e plantas é uma forma de uso sustentável dos recursos hídricos na aquicultura e na agricultura. O Art. 1° trás definições sobre o tema e ressalta sobre a importância da atividade. A aquaponia é definida como uma *produção sustentável de pescado pela aquicultura associada à produção hidropônica de vegetais, principalmente verduras e legumes, em sistemas fechados de circulação e baixo consumo de água.* Outro ponto a qual se refere é sobre os recursos hídricos e as formas de uso e fonte de extração da água como a originária de *lagoas, açudes, barragens, poços artesianos, rios, canais e águas subterrâneas, destinados à aquaponia.* Vale ressaltar que no **Art. 2º** a aquaponia é colocada como uma *atividade não consuntiva, quanto ao uso da água,*

já que os resíduos resultantes da atividade não são lançados no meio ambiente e principalmente por serem fonte de nutrientes para a agricultura, *em um sistema fechado de água reciclável.* O Projeto ressalta que a atividade de aquaponia deve estar isenta da licença a que se refere o art. 25 da Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dentre as propostas constam benefícios para os proprietários rurais que trabalham com a prática da agricultura em sistema de recirculação. Os benefícios se referem ao fornecimento *preferencial da produção aquícola e agrícola ao Programa de Aquisição de Alimentos - PAA do Governo Federal, de que trata o artigo 19 da Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003;* concessão de créditos especiais, isenção de licença para uso e concessão da água e apoio em pesquisas e recursos financeiros para promover a atividade de aquaponia.

3.2 INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL E LEGISLAÇÃO AGROECOLÓGICA DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS E DE PISCICULTURA ORGÂNICA

A Instrução Normativa de 28 de junho de 2011 estabelece normas e apresenta definições de alguns termos relativos a atividade piscícolas, restrições e deliberações relacionadas a PESCA E AQUICULTURA em sistema de produção orgânica.

A produção segundo os princípios da groecologia não tem normas específicas que regulamenta a atividade agrícola, sendo assim, devido a semelhança quanto as preocupações ambientais e saúde alimentar segue os mesmos regulamentos da Instrução Normativa de produção orgânica. No entanto, se faz necessárias adaptações, principalmente por questões sociais levando em conta a condição dos campesinos, quilombolas e indígenas. Sob o ponto de vista da agroecologia, a agricultura familiar e as tradições culturais dos saberes são consideradas um patrimônio ecológico, Altiere, 2012, p. 363 -378.

O Art. 1o Estabelece Normas Técnicas para os Sistemas Orgânicos de Produção Aquícola a serem seguidos por toda pessoa física ou jurídica responsável por unidades de produção em conversão ou por sistemas orgânicos de produção.

Dentre as definições contidas na Normatização estão a diferenciação entre policultivo e cultivo integrado. Policultivo é o *cultivo de duas ou mais espécies de organismos aquáticos, compatíveis entre si, numa mesma instalação ou estrutura de recria ou engorda visando o*

aumento da produtividade pelo melhor aproveitamento dos diversos tipos de alimentos disponíveis. Aqui fala de organismos de espécies de mesma ordem, não se refere a animais e vegetais. Já no cultivo integrado ocorre o cultivo entre diferentes tipos de organismos, tanto vegetais como animais. Segundo a Norma cultivo integrado é *qualquer forma de associação entre os cultivos aquáticos e a criação de animais ou cultivos de plantas terrestres, de maneira a promover o aproveitamento de resíduos e produtos secundários da pecuária e agricultura no sistema de produção aquícola.* Neste sentido se enquadra o sistema de aquaponia.

Quanto as questões ambientais ressalta sobre a proteção, a conservação e o uso racional dos recursos naturais; incremento da biodiversidade dos organismos aquáticos, e; regeneração de áreas degradadas.

No Art. 4o fala sobre as atividades econômicas dos sistemas orgânicos de produção que devem buscar: o melhoramento genético, visando à adaptabilidade às condições ambientais locais e rusticidade; a manutenção e a recuperação de variedades locais, tradicionais, ameaçadas pela erosão genética; a promoção e a manutenção do equilíbrio do sistema de produção como estratégia de promover e manter a sanidade dos organismos aquáticos; a interação da produção aquícola; a valorização dos aspectos culturais e a regionalização da produção; e promover a saúde dos organismos aquáticos por meio de estratégias prioritariamente preventivas.

O Art. 5o se refere aos aspectos sociais e questões do bem estar animal que é um dos focos da agroecologia. Fala que os sistemas orgânicos de produção devem buscar: relações de trabalho fundamentadas nos direitos sociais determinados pela Constituição Federal; a melhoria da qualidade de vida dos agentes envolvidos em toda a rede de produção orgânica; e capacitação continuada dos agentes envolvidos em toda a rede de produção orgânica. Oferecer alimentação nutritiva, saudável, de qualidade e em quantidade adequada de acordo com as exigências nutricionais de cada espécie; ofertar água de qualidade e em quantidade adequada, isenta de produtos químicos e agentes biológicos que possam comprometer a saúde e vigor dos organismos aquáticos, a qualidade dos produtos e dos recursos naturais, de acordo com os parâmetros especificados pela legislação vigente; utilizar instalações higiênicas, funcionais e adequadas a cada organismo aquático e local de criação; destinar de forma ambientalmente adequada os resíduos da produção; estabelecer e manter a densidade populacional ou biomassa para que se promova comportamento natural dos animais. Também da necessidade de aquisição de novos organismos que devem ser provenientes de sistemas orgânicos e os reprodutores do plantel. Caso

haja impossibilidade de adquirir reprodutores de propriedades orgânicas, apenas as gerações posteriores são consideradas orgânicas.

Quanto à espécie devem-se priorizar as espécies nativas, neste ponto encontramos dificuldades devido às condições reprodutivas, já que muitas dependem de piracema para reprodução e existem poucas pesquisas relativas as condições de adaptação. Vale ressaltar que a legislação proíbe reprodução induzida por hormônios, Art. 29 e Art. 30.

O Art. 31. Fala da proibição de cultivo de poliplóides; organismos geneticamente modificados (OGM); organismos sexualmente revertidos (usados em produção convencional de tilápias, por ser altamente reprodutivas, inicia com três a quatro meses de idade e a alta densidade causa atrofia, baixo desenvolvimento e problemas caso não haja manejo adequado, por isso sugerimos o policultivo com espécies de peixes carnívoros nativos, como o lambari e pesquisas com tucunaré. É proibido também organismos obtidos através de gimnogênese; e populações artificialmente esterilizadas.

Podem ser introduzidos organismos aquáticos da aquicultura não-orgânica desde que 90% (noventa por cento) da biomassa sejam cultivados no sistema de produção orgânico.

3.3 BEM ESTAR ANIMAL, REPRODUÇÃO E ALIMENTAÇÃO NO SISTEMA AGROECOLÓGICO DO BEM-ESTAR DOS ORGANISMOS AQUÁTICOS

O bem estar animal deve levar em conta as condições da qualidade da água, nutricionais, adequação de densidade e espaço e fatores climáticos adequados a cada espécie. Os animais devem ter condições de expressar o comportamento natural, estar livre de fome e doenças e deve ter liberdade para expressar os comportamentos naturais da espécie, liberdade psicológica livres de fatores estressantes; e liberdade ambiental onde as instalações devem ser adequadas a cada espécie.

Segundo a Instrução Normativa as etapas de recria e engorda em sistemas intensivos não serão permitidas na produção orgânica. O Art. 41. Se refere às vacinas e exames determinados pela legislação de sanidade aquícola, no entanto, no Brasil ainda é um ponto com pouco conhecimento na prática da aqüicultura. Para tratamento no caso de doenças ou ferimentos deve ser usado medicamentos naturais e em situação de não surtirem efeito e o animal esteja em

sofrimento ou risco de morte, excepcionalmente, poderão ser utilizados produtos quimio-sintéticos artificiais.

O Art. 57. Da Normatização especifica que na confecção de estruturas para a criação dos organismos aquáticos, os materiais utilizados deverão preferencialmente ser naturais, reciclados, reutilizados ou livres de resíduos de substâncias não permitidas para uso em sistemas orgânicos de produção. Os sistemas produtivos deverão ser projetados preferencialmente com tanques de decantação, filtros biológicos ou mecânicos para remover os resíduos e melhorar a qualidade dos efluentes.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar um sistema de produção de tilápias e hortaliças em sistema de recirculação de água em área urbana segundo princípios agroecológicos.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implantar um sistema integrado de plantas e animais em uma área urbana de 700m² na região de Sobradinho, DF.
- Identificar métodos alternativos de purificação e reaproveitamento da água e dos resíduos advindos do exercício da piscicultura e produção de hortaliças.
- Avaliar a aquaponia como sistema de filtragem biológica e o uso de macrófitas como métodos alternativos de purificação da água na recirculação, prevenção de doenças e reaproveitamento dos resíduos no cultivo de hortaliças e desenvolvimento das plantas.
- Comparar diferentes métodos de tratamento da água na piscicultura.
- Analisar o potencial de fertilização dos resíduos dos peixes no cultivo de hortaliças.
- Medir a capacidade filtragem e purificação da água através da integração de macrófitas com o filtro biológico.
- Apresentar a aquaponia no exercício da piscicultura como fonte de renda alternativa adequada à agricultura familiar e agricultura urbana.

- Mensurar o cultivo de organismos aquáticos como adequado para pequenos espaços e uma forma de produção de alimentos saudáveis sem causar danos ambientais através de integração de plantas e peixes com sistema de reaproveitamento da água.
-

5 JUSTIFICATIVA

Questões mundiais sobre a crise hídrica no planeta e a produção de alimentos com qualidade e ocupação desordenada nos grandes centros urbanos sem prejudicar o meio ambiente é um dos maiores desafios da atualidade no campo das ciências sociais, políticas, econômicas e ambientais. É certo que a água é fonte de vida em todas as dimensões e entre as necessidades básicas do ser humano está a alimentação e moradia.

A qualidade da água e dos alimentos é fator preponderante para a saúde e bem estar de todos os seres vivos e também na prática da piscicultura, tanto para a saúde e bom desenvolvimento dos peixes, quanto para fatores ligados às questões ambientais. Os principais problemas da piscicultura estão ligados a manutenção da qualidade da água, pois os peixes são sensíveis as mudanças de temperatura, a falta de oxigênio, alteração do pH, e excesso de poluentes devidos ao tipo de alimentação e dejetos de fezes e urina. Outro fator é a dificuldade de aquisição de água em locais de abastecimento precário. Sendo assim esta pesquisa propõe um estudo sobre sistemas de tratamentos alternativos da água utilizada na piscicultura sem que haja necessidade de reposição constante, a mesma água se mantém durante todo o ciclo de desenvolvimento do peixe, durante meses e até anos, e também tem como vantagem a utilização dos dejetos dos peixes como fonte de nutrientes para as plantas em substituição a adubação química.

Atualmente existem poucas pesquisas no país que associam a piscicultura com a aquaponia, bem como quanto ao uso de macrófitas no tratamento da água para criação de peixes.

As alternativas de produção de alimentos e uso da água propostas neste trabalho são meios simplificados e adequados para áreas urbanas. São alternativas que visam à melhoria na qualidade da água na piscicultura e uma segunda fonte de renda através das hortaliças. Este sistema de filtragem também pode ser usado nos sistemas de barragens com fluxo constante de entrada e saída da água, pois possibilita um tratamento prévio da água antes de ser lançada no curso natural e aproveita os resíduos para servir de nutrientes para plantas em cultivo aquapônico.

Esta pesquisa se justifica por questões de relevância social, ambiental e econômica, já que associa produção com otimização do espaço, segurança alimentar e ambiental. O cultivo de peixes quando se preocupa com a qualidade da água resulta em produtos de boa qualidade no mercado e uma produção rentável. É uma opção que pode trazer benefícios e ir ao encontro de alternativas que auxiliam nos problemas advindos da atividade aquícola e também propor soluções simples no âmbito da agroecologia sob o ponto de vista social e econômico através de processos de tratamento simplificado de baixo custo com filtragem e reaproveitamento dos resíduos pelo cultivo de plantas através da aquaponia e uso de macrófitas no tratamento da água na prática da agricultura urbana.

6 RELATO DE EXPERIÊNCIA

No período de novembro de 2014 a maio de 2015 foi realizada uma pesquisa em uma área de 700 M², localizada no Condomínio Serra Azul de Sobradinho, em Brasília – DF. Neste local foi montado um sistema de aquaponia composto por seis tanques de alvenaria revestidos com fibra de vidro com capacidade de 2,7 mil litros cada, com sistema de recirculação da água. A construção da estrutura teve inicio em janeiro de 2014 e concluída em julho de 2014. Segue imagens das diferentes fases da construção do projeto de aquaponia.



Figura 1-Diferentes fases da instalação do sistema.

A inserção dos peixes e das plantas só foi possível após correção e ajustes da estrutura quanto a vazamentos, filtragem e maturação dos tanques devido aos produtos como cimento e resinas. O sistema de recirculação foi construído com seis decantadores e filtros biológicos e doze canteiros confeccionados em tubos de PVC de dois metros cada. Para reposição da água do sistema os tanques foram conectados a uma caixa de fibra com capacidade de dez mil litros de água com que é abastecida por captação de água da chuva. A figura que se segue mostra a área e forma de distribuição do projeto como um todo.

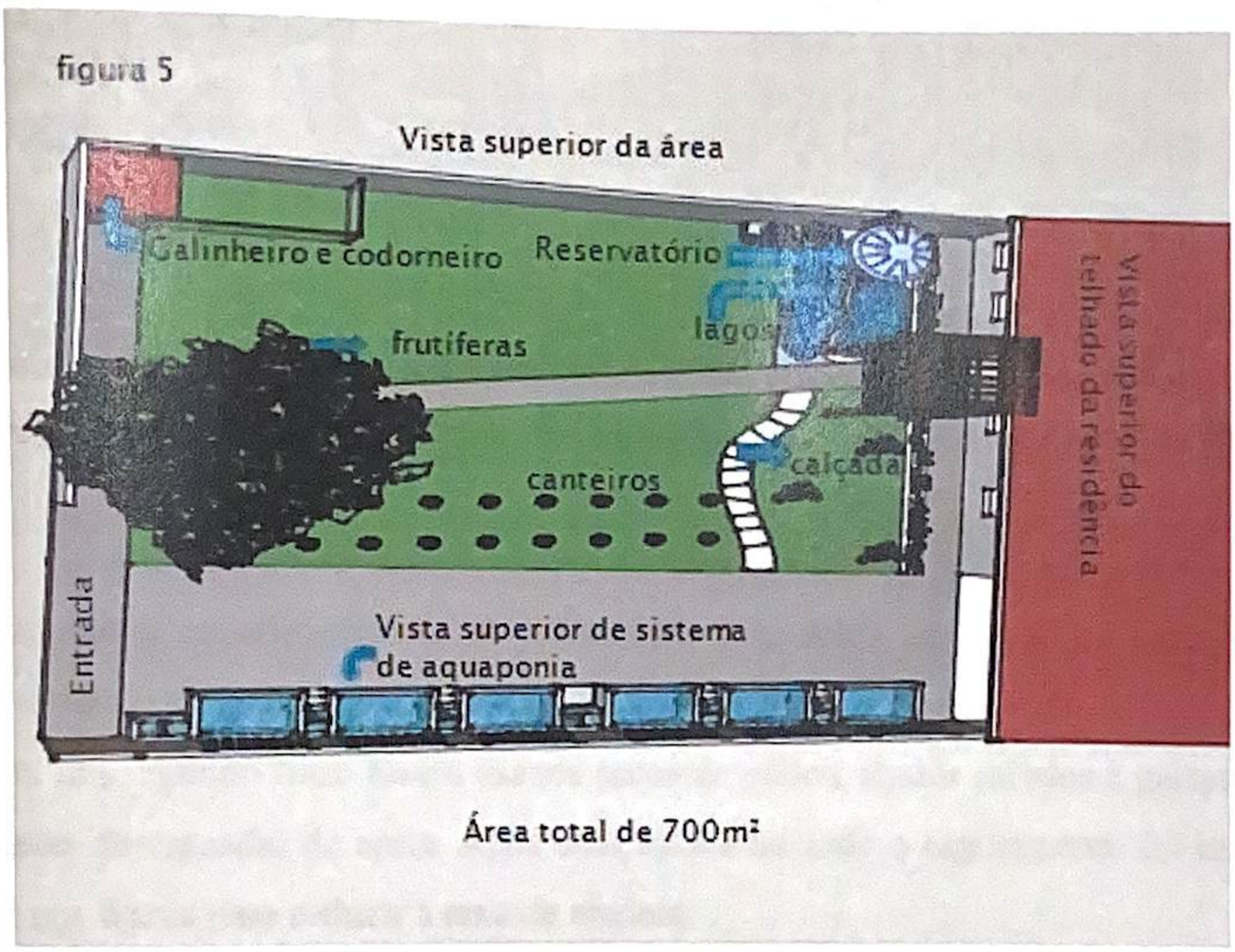


Figura 2-Representação de vista superior da área.

Para manter o sistema de recirculação, os tanques foram interligados a seis filtros biológicos e doze canteiros de tubo de PVC de 2 metros de comprimento cada. Todo o sistema foi interligado à uma caixa d'água de polietileno de 10.000 litros, e reaproveitamento de água da chuva captada em calhas acopladas ao telhado.



Figura 3-Sistema de captação de água da chuva com caixa e calhas interligados ao sistema.

Durante o experimento foram produzidos três ciclos de hortaliças com alface, rúcula, agrião e hortelã, cebolinha e manjericão.

Em um segundo filtro foram usados sacos de náilon, tijolos furados e garrafas pet de dois litros, cheias de cascalho de areia. Após dois meses iniciado o experimento foi inserido plantas aquáticas nos filtros para reduzir a taxa de amônia.

Todos os tanques ficam ligados a um sistema de tubulação em PVC de 100 ml dispostos de forma horizontal nos muros para o sistema de aquaponia. Os tubos são alimentados com bombeamento constante de água por duas bombas submersas, sendo uma para cada três tanques. Cada bomba com capacidade de quinze mil litros de água/hora, e o retorno ao reservatório da bomba por gravidade. A seguir fotos do sistema após cinco meses de funcionamento.





Figura 4-Sistema de aquaponia com cinco meses de implantação.

A água utilizada no período de estiagem foi do sistema de abastecimento da CAESB, com entrada direta em caixa reserva para retirada do cloro antes de completar os tanques sempre que necessário. Também abastecimento de água da chuva através de captação por calhas presa ao telhado da residência de 220 metros quadrados, ligados a uma caixa de dez mil litros (complementação para manter o período de seca nos meses de junho a agosto, média de 3 mil e trezentos litros por mês, e média de 130 litros dia para repor a evaporação de água).

A princípio foi feito um cálculo para o cultivo de 600 Tilápias (cem em cada tanque) e 60 Carpas colorida (dez em cada tanque) para auxiliar no controle populacional de tilápias (altamente reprodutivas) e otimizar a renda já que tem maior valor de mercado. Os peixes sendo alimentados três vezes ao dia com ração balanceada (Quantidade em proporção a idade). A produção de hortaliças com cálculo de um ciclo de 30 dias e os peixes um ciclo de 180 dias. No entanto, durante o período da pesquisa foram necessárias adaptações e ajustes de acordo com as necessidades e dificuldades encontradas.

Nos filtros biológicos foram colocados 20 tijolos furados e dez garrafas pet de dois litros perfuradas cheias de cascalho de areia grossa e também tela mosquiteiro para reter pequenas partículas sólidas e sobreposto com dois metros de manta de acrilon. Segue figura com detalhes dos filtros e tubos de plantio.

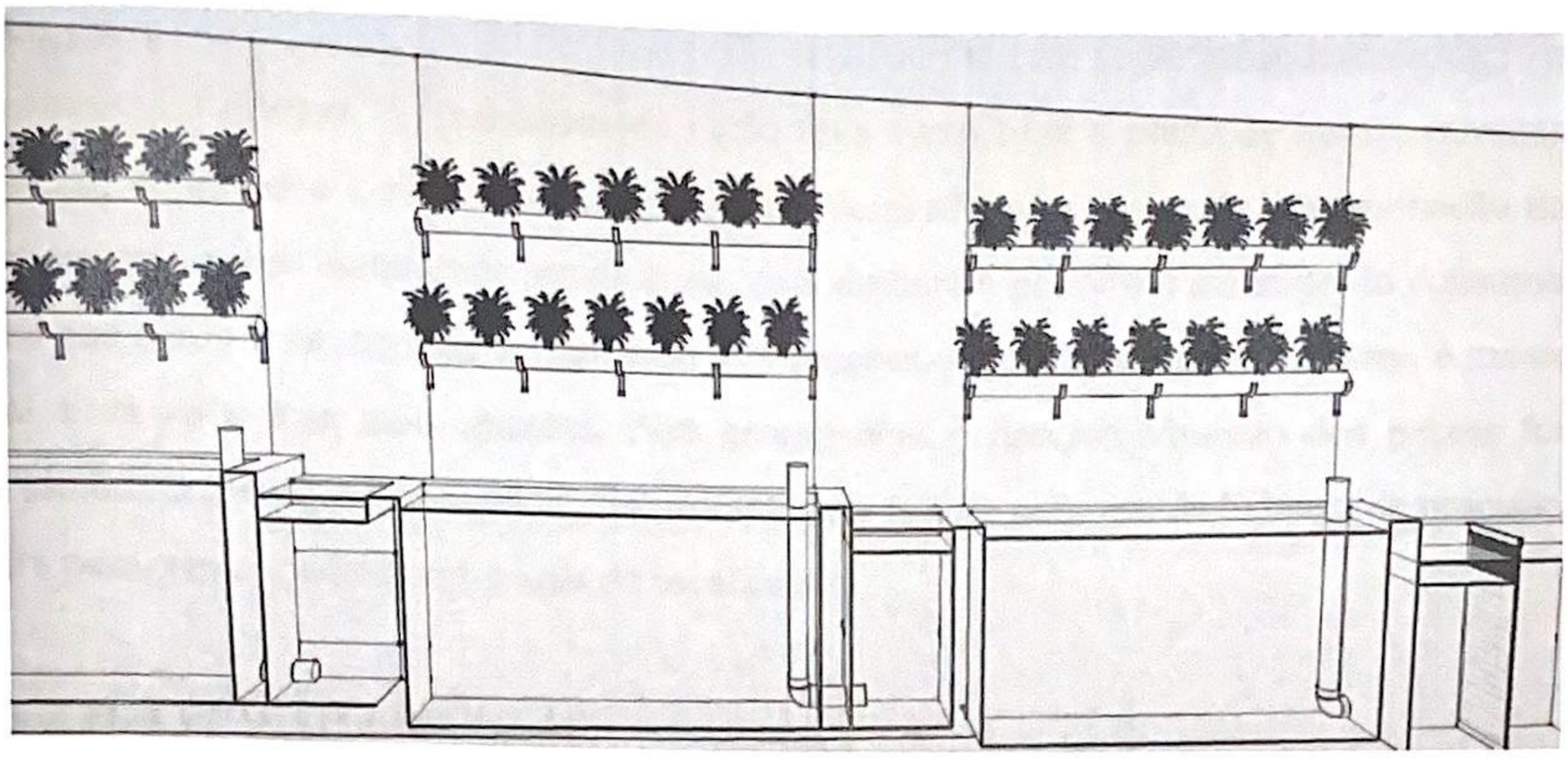


Figura 5-Detalhe dos tanques com saída d'água para o filtro e dos canteiros de PVC .

Todos os tanques foram ligados a um sistema de tubulação em PVC de 100 mm dispostos de forma horizontal nos muros para o sistema de aquaponia, sendo duas barras de cano com vinte furos para plantio das mudas por tanque. Para manter a recirculação da água o sistema recebeu bombeamento constante de água através de bombas submersas com capacidade de quinze mil litros hora, sendo uma para os tanques 1, 2 e 3 e outra para os tanques 4, 5 e 6. A água utilizada foi do sistema de abastecimento da CAESB, com entrada para uma caixa reserva para retirada do cloro antes de completar os tanques sempre que necessário. Também foi utilizado o abastecimento de água da chuva através de captação por calhas presas ao telhado da residência de 220 metros quadrados, ligados a uma caixa de dez mil litros.

6.1 PEIXES

Nos tanques 1, 2 e 3, foram colocados 120 alevinos de tilápia nilótica em cada unidade com comprimento total médio de 2,25cm e peso vivo médio de 0,3g. Concomitantemente, foi colocado no tanque 4, um milheiro de alevinos de tilápia, com mesmo peso e comprimento, que permaneceram nesta densidade por dois meses. Nos tanques número cinco e seis foram colocados aleatoriamente doze lambaris, cinco platis, trinta carpas coloridas. Após o segundo mês, parte das tilápias do tanque 4 foram redistribuídas entre os tanques 4, 5 e 6, ficando em média 120 ao todo, sendo o restante encaminhadas para outro projeto.

Os peixes foram alimentados de duas a três vezes ao dia com ração balanceada com 36 a 40% de proteína *ad libitum*. A quantidade de ração teve como base o prazo de quinze minutos para consumo, de maneira a evitar sobras que geram desperdícios e riscos de contaminação da água, também para evitar quantidade insuficiente, pois durante o período o aumento do consumo foi é quase que diário e também de acordo com as variações de temperatura. O consumo é maior durante os horários e dias mais quentes. Para acompanhar o desenvolvimento dos peixes foi realizada biometria inicial e a cada trinta dias durante seis meses, com uso de balança de precisão digital para pesagem e medido com régua de escalímetro.

6.2 PLANTAS OLERÍCOLAS

Sete dias depois de colocados os peixes foram inseridas 240 mudas de hortaliças, sendo 100 mudas de alface (20 mimosa verde, 20 mimosa roxa, 20 crespa, 20 lisa e 20 americana), 30 de hortelã, 30 manjericão, 10 tomate, 20 pimentão, 20 rúcula, 30 cebolinha.

6.3 PLANTAS AQUÁTICAS

Após dois meses de implantação foram colocadas plantas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, e *Pistia stratiotes)*, como tentativa de amenizar o processo de eutrofização, e para proporcionar o replantio parcial dos canteiros aquaponicos.

Houve monitoramento dos parâmetros físicos e químicos da qualidade da água em diferentes horários do dia durante uma semana a cada mês, através de equipamentos digital quanto ao oxigênio dissolvido (OD) , pH, e temperatura (°C). Também controle da concentração de amônia, de nitrito, de alcalinidade e de dureza mensal. O teste destes últimos foi com solução reagente por processos colorimétricos. A seguir foto ilustrativa dos equipamentos e reagentes utilizados para análise e controle durante o experimento. Caderno para registro dos dados, balança de precisão digital, cerâmicas e garrafa pet utilizadas nos filtros, disco de secchi, phmetro e oxímetro digital da marca Alfakit e reagentes colorimétricos.



Figura 6-Foto dos equipamentos e dos reagentes utilizados durante o experimento.

Também foi acompanhado o desenvolvimento mensal das plantas e dos peixes em um período de seis meses (novembro de 2014 a abril de 2015). Sendo três ciclos de plantio com hortaliças, ervas aromáticas e condimentares, e no último ciclo também morangos e plantas ornamentais.

7 ANÁLISE DE CUSTOS DO EXPERIMENTO

Este tópico apresenta análise de custo benefício da implantação da estrutura que inclui a construção de seis tanques de peixes, com doze canteiros horizontais de tubos de PVC e filtros de plantio aquapônico e também de um sistema de captação de água da chuva para reposição da água. As pesquisas apontam que a aquaponia é uma tendência mundial. Kubitza (2006), identifica que o cultivo de organismos aquáticos em sistemas de recirculação de água já é uma realidade em diversos países. É a tecnologia de um futuro breve que necessita de pesquisa para aprimoramento no *design*, nos equipamentos, na tecnologia de tratamento da água e nas estratégias de manejo da criação. Assim irá possibilitar a implantação de projetos com menor custo e maior eficiência no cultivo e comercialização entre custo e beneficio. No entanto, Kubitza alerta sobre a necessidade de cautela em investimento na atividade, pois a mesma exige investimento de alto custo de

implantação e conhecimento prévio das técnicas necessárias para um bom desempenho. Sugere acompanhamento de profissionais especializado e equipe multidisciplinar.

Uma das maiores dificuldades de implantação do sistema é a dependência de energia elétrica, no entanto existe a possibilidade de implantação de biodigestores tornando a atividade ainda mais sustentável e uma solução para uma das maiores problemáticas em termos de custos com energia elétrica e riscos de perdas devido a falta de energia no sistema de abastecimento. Gaspar (2003), investiga o uso de biodigestores anaeróbicos como uma solução para a crescente poluição dos mananciais d'água da região de Toledo (PR) por dejetos suínos. O estudo procura estabelecer um modelo de biodigestor mais adequado para atender às necessidades das propriedades suinocultoras daquela região. O autor identificou um modelo "chinês" de biodigestor com capacidade de produzir 4,20 m^3 de biogás por dia, com capacidade de atender às necessidades diárias de uma família de quatro pessoas. O custo final de construção foi de R$ 1.408,17 mostrando ser o indicado para pequenas e médias propriedades suinocultoras, neste caso pode ser analisado a possibilidade de implantação em unidades de piscicultura. Segundo o autor, a pesquisa mostra que os biodigestores são ferramentas adequadas para diminuir a poluição por dejetos suínos e agregar valor às propriedades rurais e recomenda novas pesquisas sobre o tema e troca de informações entre universidades, associações e produtores e órgãos oficiais de preservação do meio ambiente.

Machado *et al,* (2013), apresentou uma pesquisa com resultados positivos para construção de biodigestores com o uso de dejetos provenientes da piscicultura. Afirma ser uma tecnologia viável quando em criação intensiva em alta escala e adequada para a agricultura familiar. Os mesmos pesquisadores afirmam que o produto adquirido dos peixes difere do suíno, sendo assim, o processo para produção de biogás deve ser adequado à piscicultura com uso de decantadores.

7.1 PLANILHAS E ANÁLISE DE CUSTO DO PROJETO DE PESQUISA

Neste tópico são apresentadas planilhas de custo de implantação do sistema de aquaponia e captação de água de chuva executado em área urbana localizado na quadra 4, casa 8, Condomínio Serra Azul em Sobradinho DF. Tem como objetivo demonstrar o custo benefício social, econômico e ambiental, como também a viabilidade de implantação do sistema de aquaponia e captação de água de chuva.

INVESTIMENTO INICIAL

O capital para investimento inicial foi de 30.000,00 mil reais.

Sendo:

10.000,00: mão de obra construção dos tanques

8.000,00: material de construção em geral

1.200,00: calhas de capação de água da chuva

1.300,00: mão de obra revestimento da fibra

1.200,00: material da fibra de revestimento

3.000,00: caixa d'água de dez mil litros

4.000,00: aquisição de mudas, alevinos e equipamentos piscícolas

1.300,00: bombas d'água

Segue tabela de custos em anexo para detalhamento.

Obs: A escolha por fazer os tanques de concreto com ferros e tijolos é por ter uma vida útil de longa durabilidade (no mínimo vinte anos), e o revestimento de fibra evita riscos com vazamento e assim perda de água. Os tubos de PVC de 100 mm tem maior durabilidade que o bambu e menor custo de aquisição, já que de bambu não se dispõe na propriedade. Os valores acima do capital inicial de investimento serão advindos da arrecadação de venda das hortaliças produzidas no primeiro ciclo. A seguir tabelas detalhadas sobre o investimento, custo e análise econômica para construção do sistema de aquaponia.

Tabela 5-INVESTIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Descrição do Item	Quantidade	Unidade	Custo total
tijolos bloco	600	Unid	R$ 720,00
Cimento	48	Unid	R$ 960,00
areia lavada	4	MT	R$ 428,00
areia fina	1	caminhão	R$ 380,00
Vedalit	1	balde 18L	R$ 120,00
Vedacit	1	balde 18L	R$ 70,00
ferro treliça 6.0/4.2/4.2	25	Unid	R$ 600,00
material hidráulico geral			R$ 1.650,00
material de fibra			R$ 1.230,00
Pedrisco	3	MT	R$ 192,00
caixa d'água	1	Unid	R$ 2.990,00
arame recozido	2	Rolo	R$ 16,00
prego 17x27	2	Kg	R$ 14,00
tábua pinus	17	MT	R$ 323,00
Pedraspirinópolis		MT	R$ 4.900,00
ferro 5/16	16	Barras	R$ 384,00
ferro 4.2	8	Unid	R$ 56,00
bomba d'água 15.000L/h	2	Unid	R$ 1.360,00
mão de obra			R$ 10.000,00
TOTAL			R$ 26.393,00

Tabela 6-Custo Fixo

CUSTO FIXO				
Descrição do Item	**Quantidade**	**Unidade**	**Custo Unitário**	**Custo total**
Telefone	1	Anual	R$ 100,00	R$ 100,00
Energia	1	Anual	R$ 80,00	R$ 80,00
Combustivel	1	Anual	R$ 300,00	R$ 300,00
Impostos	1	Anual	R$ 200,00	R$ 200,00
TOTAL				R$ 680,00

Tabela 7 - Custo Operacional

CUSTO OPERACIONAL				
Descrição do Item	**Quantidade**	**Unidade**	**Custo Unitário**	**Custo total**
alface bandeja	1200	Mudas	R$ 0,05	R$ 60,00
cebolinha bandeja	1200	Mudas	R$ 0,05	R$ 60,00
Rúcula	1200	Mudas	R$ 0,05	R$ 60,00
Agrião	1200	Mudas	R$ 0,05	R$ 60,00
peixestilápia (alevinos)	1	Milheiro	R$ 80,00	R$ 80,00
Ração	108	Kg	R$ 3,00	R$ 324,00
Rede	1	Unid	R$ 100,00	R$ 100,00
kit de PH	1	Unid	R$ 100,00	R$ 100,00
Balde	1	Unid	R$ 10,00	R$ 10,00
Termômetro	1	Unid	R$ 100,00	R$ 100,00
Mão de Obra	12	Mês	R$ 600,00	R$ 7.200,00
Energia	12	Mês	R$ 80,00	R$ 960,00
carpas coloridas	120	Unid	R$ 2,00	R$ 240,00
TOTAL				R$ 9.354,00

Tabela 8-Arrecadação Anual

ARRECADAÇÃO ANUAL				
Descrição do Item	**Quantidade**	**Unidade**	**Valor Unitário**	**Lucro total**
Alface	1200	Unid	R$ 2,00	R$ 2.400,00
Cebolinha	1200	Maço	R$ 1,00	R$ 1.200,00
Salsinha	600	Maço	R$ 1,00	R$ 600,00
Coentro	600	Maço	R$ 1,00	R$ 600,00
Rúcula	1200	Maço	R$ 2,00	R$ 2.400,00
Agrião	1200	Maço	R$ 3,00	R$ 3.600,00
Peixes tilápia (alevinos)	600	Kg	R$ 8,00	R$ 4.800,00
adubo orgânico	300	Kg	R$ 5,00	R$ 1.500,00
Água	120	m^3	R$ 2,50	R$ 300,00
qualidade de vida		Mensal	R$ 300,00	R$ 3.600,00
carpas coloridas	120	Unid	R$ 50,00	R$ 6.000,00
TOTAL				**R$ 27.000,00**

Tabela 9 - Análise Econômica

ANÁLISE ECONÔMICA	
Custo Variavel	R$ 9.354,00
Custo Implantação	R$ 26.393,00
Custo Fixo	R$ 2.245,33
Custo Total	R$ 11.599,33
Receita Bruta	R$ 27.000,00
Receita Liquida	R$ 15.400,67

Tabela 10- Depreciação Econômica

DEPRECIAÇÃO				
BENS	**VALOR**	**VIDA ÚTIL / ANOS**		**R$**
TANQUES	R$ 10.000,00	20	0%	R$ 500,00
RESERVATÓRIO DE ÁGUA	R$ 5.000,00	20	0%	R$ 250,00
REDE DESPESCA	R$ 100,00	3	0%	R$ 33,33
ORNAMENTAÇÃO	R$ 10.000,00	20	0%	R$ 500,00
BALDE	R$ 10,00	1	2%	R$ 10,00
BOMBA d`ÁGUA	R$ 1.360,00	5	0%	R$ 272,00
TOTAL	R$ 26.470,00			R$ 1.565,33

Tabela 11- Taxa Anual / VPL / TIR

TAXA ANUAL/VPL/TIR	
Taxa	2,00% a
VPL	R$ 46.197,42
TIR	50,89%

VPL: Valor Presente Líquido / TIR: Taxa Interna de Retorno.

A Taxa Anual utilizada foi de 2% ao ano.

VPL: É o valor presente líquido que é um método para análise de investimentos que determina o valor presente de pagamentos futuros. Este método consiste em uma fórmula matemático-financeira em que o valor dos investimentos e do fluxo de caixa atual e futuro são convertidos para um valor equivalente na data atual por meio de uma taxa de conversão. Esta

conversão é devido ao fato do poder aquisitivo do dinheiro sofrer alterações com o passar do tempo.

TIR: É a taxa interna de retorno que estabelece a taxa econômica necessária para igualar o valor de um investimento com seus retornos futuros. Significa a taxa de remuneração que deve ser fornecido pelo projeto de modo que este iguale o seu investimento, após um período.

Tabela 12-Fluxo de Caixa

FLUXO DE CAIXA					
Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
(R$ 26.393,00)	R$ 15.400,67	R$ 15.400,67	R$ 15.400,67	R$ 15.400,67	R$ 15.400,67
	R$ 15.098,69	R$ 14.802,64	R$ 14.512,39	R$ 14.227,84	R$ 13.948,86
Fluxo de Caixa Acumulado	-R$11.294,31	R$ 3.508,33	R$ 18.020,72	R$ 32.248,56	R$ 46.197,42

Pela análise econômica é possível observar que o prazo para cobrir o investimento é de cinco anos.

8 DETALHES DO EXPERIMENTO

Durante o experimento foram feitos adaptações com diferentes tipos de plantas e peixes para adequação das necessidades para sanar problemas encontrados no processo de implantação.

A princípio foi usado apenas um dos dois sistemas, com povoamento de três tanques sendo 120 tilápias em cada um. Abaixo consta tabela de desenvolvimento de 360 tilápias do Nilo. A biometria foi realizada em período mensal durante seis meses. No sistema número dois foram colocados diferentes tipos de peixe, no primeiro mês Tilápia com mesma idade do sistema número 1 e no segundo e terceiro mês, Lambaris e Carpas, no quarto mês do experimento foram colocados 20 pintados no tanque 6. Os pintados tiveram um bom desempenho e as plantas inicialmente tiveram maior desenvolvimento, no sistema número dois.

9 DESENVOLVIMENTO DOS PEIXES

Através do acompanhamento do desenvolvimento do peso vivo dos peixes, observou-se que o desempenho foi baixo comparado ao índice de desenvolvimento encontrado na literatura, que em seis meses deveria atingir no mínimo 600 gramas Rebelo Neto, (2013); Kubitza, (2006), no entanto, atingiram em média 300 gramas e não houve muita diferença no desempenho dos peixes nos três tanques. O índice de mortalidade foi praticamente zero. Segue tabelas com dados biométricos do período de 25 de novembro de 2014 à 28 de abril de 2015.

Tabela 13-Peso vivo dos peixes

Mês	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
25/10/2014	0,3	0,3	0,3
22/11/2014	3,07	2,08	2,47
20/12/2014	25	22,14	46
27/1/2015	40	25	50
28/2/2015	59	37,3	71,5
31/3/2015	101,6	66,1	99,5
28/4/2015	270	250	265

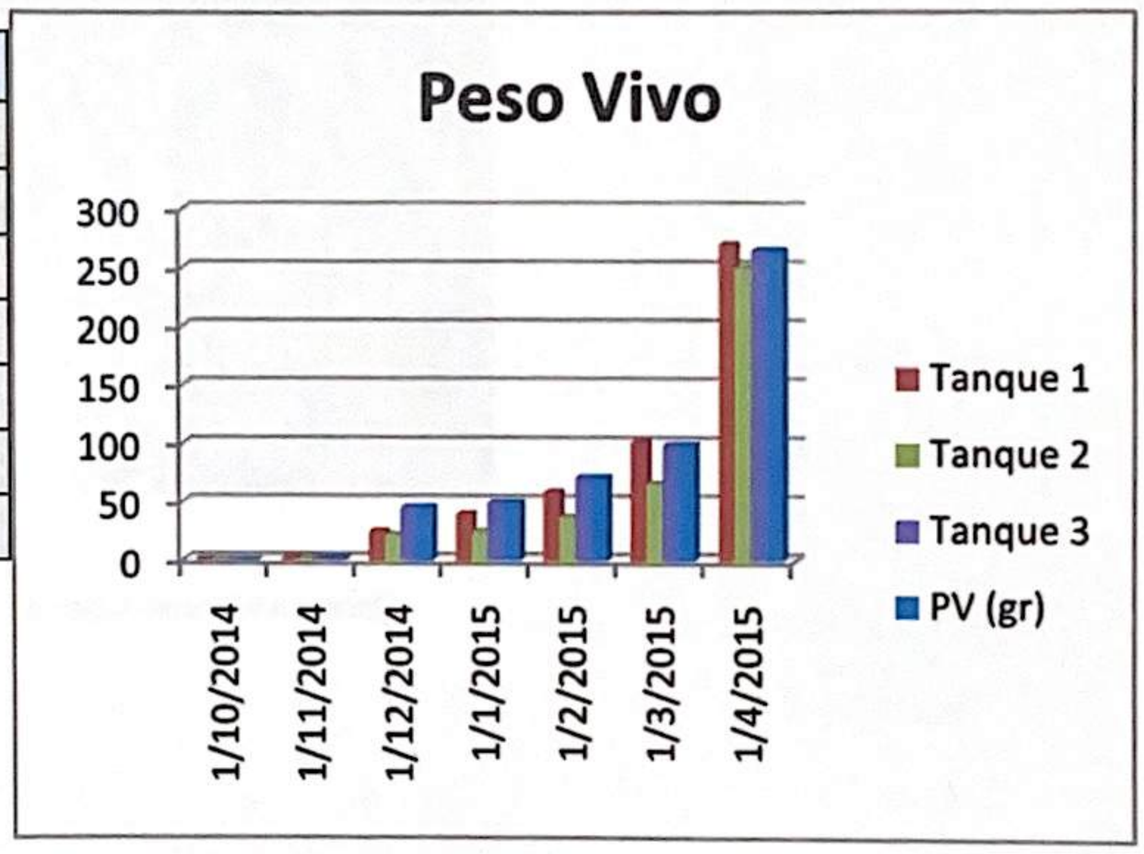
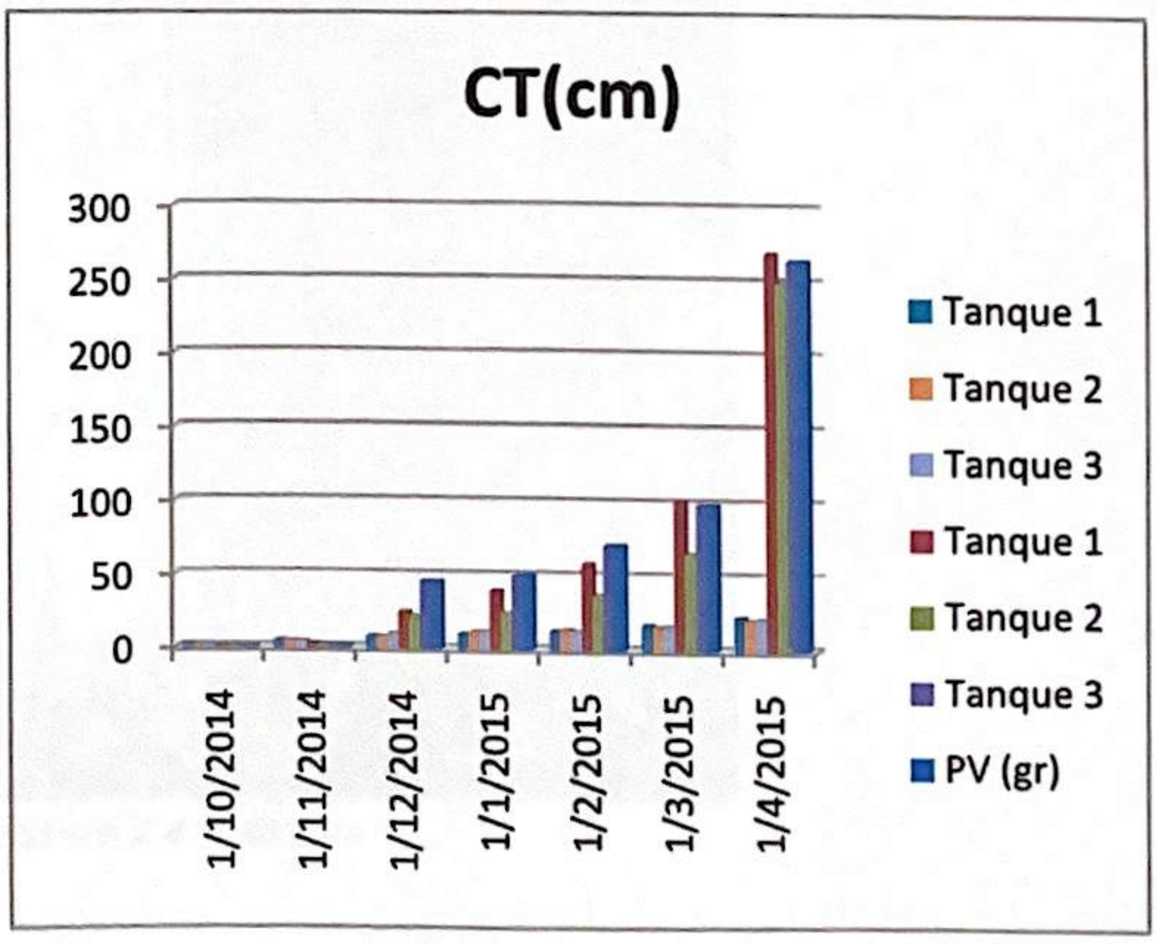


Tabela 14-Crescimento dos peixes

Mês	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
25/10/2014	2,25	2,25	2,25
22/11/2014	5,08	5,07	4,77
20/12/2014	8,3	8,05	10,4
27/1/2015	10,4	12	12,5
28/2/2015	13,07	14	13,07
31/3/2015	17,6	16	17,1
28/4/2015	23	21	22



Ao observarmos a tabela de controle da qualidade da água podemos perceber que o baixo desempenho pode ter sido influenciado pelos baixos níveis de oxigênio no período da manhã, principalmente após dois meses de inseridos os peixes. Também os valores de temperatura foram abaixo da média de conforto para tilápias. Segundo Kubitza (2006) a temperatura ideal para um bom desenvolvimento dos peixes é entre 24 C° e 27 C°.

Tabela 15-MÉDIA DE DESENVOLVIMENTO DOS PEIXES

Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
PVI: 0,3g	PVI: 0,3g	PVI: 0,3g
PVF: 270g	PVF: 250g	PVF: 265g
CTI: 2,25cm	CTI: 2,25cm	CTI: 2,25cm
CTF: 23cm	CTF: 21cm	CTF: 22cm

Período: 25/10/2015 à 28/04/2015
PVI: peso vivo inicial; PVF: peso vivo final; CTI: comprimento total inicial;
CTF: comprimento total final



Figura 7-Tilápias de 2 e 6 meses

10 CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA

O monitoramento físico químico da qualidade da água foi feito semanal durante o período dos seis meses do experimento, quanto a temperatura, oxigênio dissolvido (OD), cor, turbidez e visibilidade, amônia, nitrito, dureza e alcalinidade. Foi realizado em diferentes horários do dia, inclusive na madrugada, o que demonstrou variações consideráveis. No período da tarde, nas horas mais quentes os níveis de OD se mantiveram com bons resultados, no entanto, com baixa significativa nas madrugadas.

Durante o período de avaliação os parâmetros de qualidade da água se mostraram satisfatórios para o desenvolvimento dos peixes. A temperatura média encontrada foi 23C° e o Oxigênio dissolvido (OD) com média entre 2 mg/L e 4 mg/L pela manhã e 7 mg/L no período da tarde. Os resultados mostram que não houve muita diferenças entre os três tanques. Os dois primeiros meses os níveis de Oxigênio Dissolvido se mantiveram excelentes e dentro dos padrões desejáveis, no entanto, a partir do terceiro mês os níveis de OD ficaram abaixo da média de segurança para bem estar animal que é de 5 mg/L e conseqüentemente afetou o desempenho dos peixes.

No dia 27/01/2015 os níveis de Oxigênio dissolvido chegaram a um estado crítico na madrugada. Após limpeza dos filtros e troca parcial da água houve uma melhoria, no entanto, ainda se manteve relativamente baixo para os níveis de segurança desejáveis. Quanto as concentrações de Amônia e Nitrito os resultados foram baixos, na maior parte do tempo se mantiveram em zero, passando a subir no período de replantio das hortaliças com variação de 0,1 a 0,5, níveis aceitáveis para o cultivo dos peixes e ao ser implantadas plantas aquáticas (*Eichhornia crassipes*, e *Pistia stratiotes)* os níveis voltaram a baixar consideravelmente [illegible] resultados e mais rápido. Os níveis de Alcalinidade Total e Dureza Total se mantiveram entre 30 e 40 mg L^{-1} de $CaCO^3$ respectivamente.

Os resultados mostram a eficiência das plantas no sistema de filtragem. Os filtros foram limpos em períodos quinzenais e manejo das plantas aquáticas semanal com retirada parcial. Nos dias chuvosos as plantas aquáticas se multiplicaram mais rápido, sendo feito retirada do excesso a cada três dias.

O pH se manteve entre 8 e 6, considerado ótimo para o desempenho da maioria dos peixes tropicais, neste caso a Tilápia, Kubtza (2006) e Rebelo Neto (2013).

Os valores de temperatura (T°) apresentaram em média de 23°C, com mínima de 20°C e máxima de 26,8, no entanto, uma média baixa para o bom desenvolvimento de Tilápias, cuja T° é acima de 24°C, Kubtiza (2006) e Rebelo Neto (2013).

A água ficou com turbidez elevada no segundo mês de funcionamento do sistema devido a grande quantidade de fitoplâncton. Após esse fato foram colocadas placas de isopor em 50% da lâmina d'água com o objetivo de diminuir a luminosidade e consequentemente redução de algas e também para manter a temperatura mais estável. A medida se mostrou eficiente no primeiro mês, no entanto, diminuiu o nível de Oxigênio Dissolvido. Para solucionar o problema é recomendável o uso de aeradores ou sopradores de Oxigênio. Segue tabela dos resultados encontrados durante o experimento.

Tabela 16 - ANÁLISE D'ÁGUA

Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
Temperatura: 22,7 ± 1,4	Temperatura: 23,8 ± 1,5	Temperatura: 23,8 ± 1,5
O^2: 4,5 ± 2,0 (manhã)	O^2: 4,3 ± 1,9 (manhã)	O^2: 4,4 ± 1,9 (manhã)
7,2 ± 1,6 (tarde)	7,1 ± 1,9 (tarde)	7,3 ± 3,3 (tarde)
pH: 7,3 ± 0,4	pH: 7,3 ± 0,4	pH: 7,2 ± 0,4
Amônia: 0 – 0,1 mg/l	Amônia: 0 -0,1 mg/l	Amônia: 0 -0,1 mg/l

Período: 25/10/2015 à 28/04/2015
Parâmetros ideais para peixes tropicais:
pH: 6-8 N-amoniacal: menor que 0,5 mg/l
O^2 dissolvido: maior que 4 mg/l
Temperatura: entre 22 e 28°C

Os resultados comprovam a alta resistência das tilápias e o baixo desempenho no desenvolvimento diante de níveis baixos de oxigênio e temperatura, pois as exigências mínimas são 5 mg/L e 24 °C respectivamente.

11 ANÁLISE DESENVOLVIMENTO DAS HORTALIÇAS

No sistema foram implantados diferentes tipos de mudas de alface com folhas de tamanho de 5 a 10 cm e pesando em média de 19 a 22 gramas.

Também foram inseridas mudas de hortelã, cebolinha, manjericão, chicória, tomate, pimentão, brócolis, rúcula e agrião.

O tomate, o pimentão, a rúcula e o brócolis não tiveram desenvolvimento e nenhuma produtividade. A melhor produção foi de hortelã como mostra a figura 16 do sistema geral com quarenta dias de implantação, seguido do agrião, manjericão, alface, chicória e cebolinha. Listados aqui na ordem decrescente de desenvolvimento e produtividade.



Figura 8-Mudas de diferentes tipos de alface e de morango



Figura 9-Plantas com dois dias implantadas e após 28 dias.

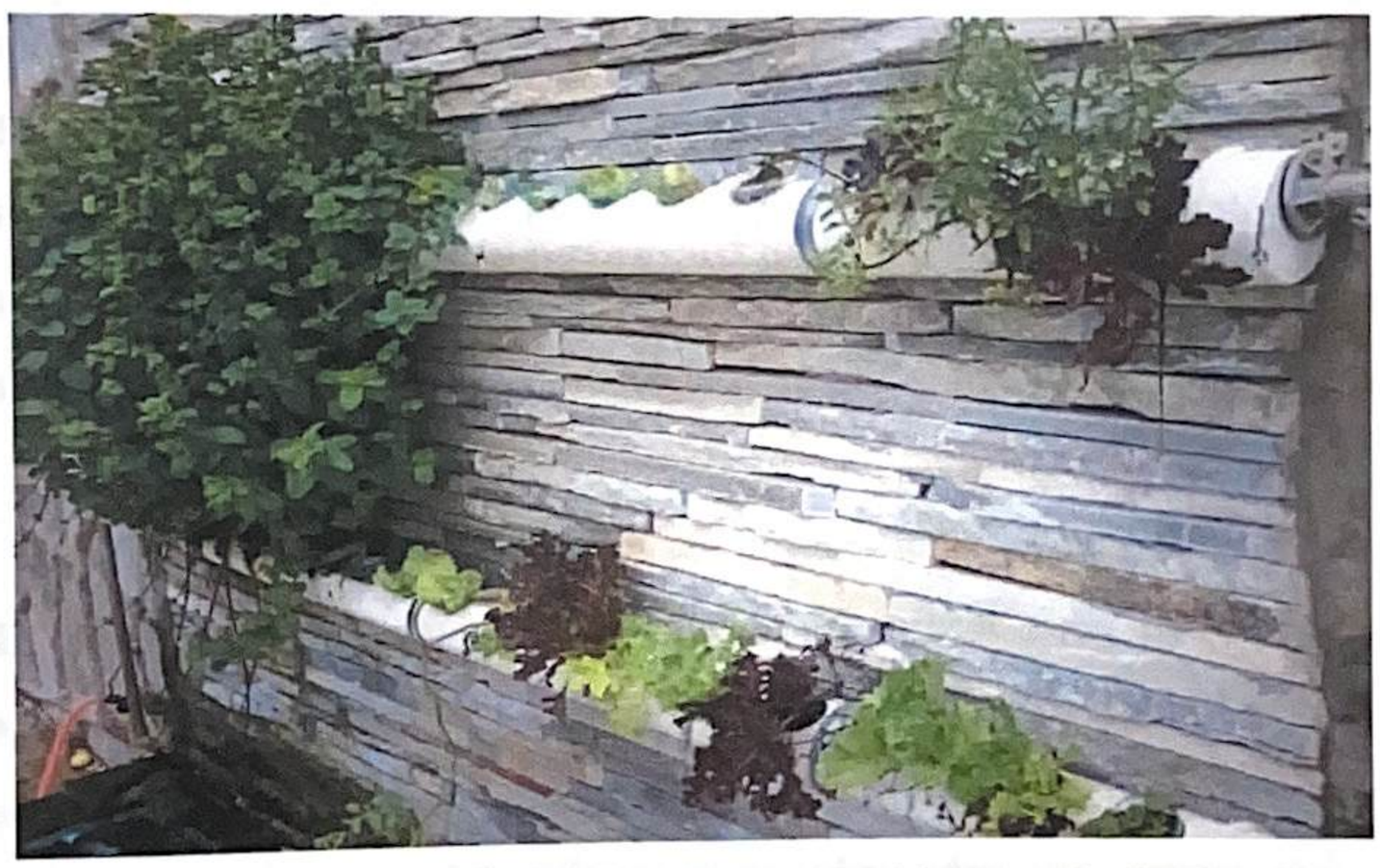


Figura 10-de hortelã, manjericão, chicória, alface e cebolinha com 30 dias.

A primeira fase das hortaliças se mostrou com baixo desenvolvimento devido a falta de nutrientes na água, no entanto, no segundo mês melhorou de forma considerável a produção. Durante o experimento foi realizado três ciclos de plantio diferentes.

12 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

A Aquaponia pode ser uma excelente opção para a agricultura urbana por questões de segurança alimentar, nutricionais econômicas e principalmente ambientais, no entanto, se faz necessárias pesquisas para identificar tecnologias para adequação e melhorias no desempenho principalmente dos peixes, bem estar animal e redução de custos para implantação. Como sugestão para pesquisas futuras é interessante diminuir a densidade de peixes a partir do segundo mês de forma gradativa através de repicagem e separação dos indivíduos por tamanho. Também podemos sugerir pesquisas com peixes nativos como o Tucunaré, tendo como peixe forrageiro a tilápia não revertida e lambari, por serem estes bastantes prolíferos e os Tucunarés peixes carnívoros.

Recomenda-se análise de controle da condutividade elétrica da água e sua influência no cultivo de aquaponia.

Buscar formas de adaptação no cultivo quanto a reprodução de peixes nativos e alimentação alternativa de forma a se adaptar a legislação de produção agroecológica.

Outro ponto de pesquisa sugerido é o uso de sementes de *Moringa oleifera* no tratamento da água e uso na alimentação dos peixes pelo alto teor de proteína e capacidade de purificação da água.

Dentre temas de interesse relevante podemos citar também o cultivo de peixes ornamentais, não só por fatores econômicos, mas, para preservação de espécies que estão ameaçadas de extinção devido o comércio de pesca exploratória desses exemplares.

A aquaponia mostra ser uma excelente opção de cultivo agroecológico e sustentável, no entanto o que falta é pesquisa para identificar meios adequados com custos mais baixo para populações mais carentes.

13 CONCLUSÃO:

As pesquisas mostram que é viável o cultivo de peixes em sistema de recirculação integrado com plantas de diferentes espécies por ser uma alternativa sustentável tanto por fatores econômicos e social, mas principalmente ambiental. No entanto, se faz necessário aprimorar técnicas para que haja um bom desempenho das plantas e bem estar dos peixes para adaptação a legislação de cultivo agroecológico e devido a complexidade do cultivo por exigir conhecimento amplo sobre plantas e peixes e do sistema como um todo.

Não foi encontrado nenhum impedimento quanto ao uso de aeradores na Instrução Normativa Interministerial n° 28 de produção de peixes no sistema orgânico. Mas há exigências em termos de uso de ração orgânica e formas de reprodução sem uso de hormônios, o que passa a ser um entrave no cultivo de peixes orgânicos, pois, a maioria das espécies nativas dependem da piracema para reprodução, e o sistema de recirculação exige ração de alta qualidade para manter a qualidade da água, no entanto o custo com ração é alto e não se encontra disponível no mercado produtos orgânicos para peixes.

Entre as maiores dificuldades para implantação do sistema está o alto custo com equipamentos e mão de obra especializada na construção de instalações adequadas para o sistema e manutenção. Uma opção para solucionar o problema é projetos governamentais para formação de profissionais capacitados e cooperativas junto aos agricultores familiar para aquisição dos equipamentos necessários e uma equipe multidisciplinar para assistência técnica. Quanto às áreas urbanas sugerimos projetos de aquaponia nas quadras para uso e cultivo coletivo dos moradores.

As plantas que mostraram melhor desempenho na aquaponia foram a hortelã e o agrião. A alface embora não tenha obtido ótimos resultados demonstrou ser uma opção viável, e pode ser colhida com trinta dias após o plantio. O alto custo na implantação do sistema é compensado pela dupla aptidão de produtos rico em proteínas, vitaminase sais minerais com qualidade alimentar e beneficiamento dos recursos hidricos e conservação do meio ambiente.

14 REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. ***Mediação e Negociação de Conflitos Socioambientais.*** Palestra proferida na Abertura do IX Encontro Temático da 4ª Câmara de Coordenação e Revisão do Ministério Público Federal, Brasília, 22. set. 2010. Disponível em: <http://ccr4.pgr.mpf.gov.br/institucional/encontros/tematicos-da-4a-ccr/ixencontrotematico/ documentos/mediacao_e_negociacao_de_conflitos_socioambientais.pdf>. Acesso em 30 setembro, 2013.

ALBERONI, Robson de Barros. **HIDROPONIA: Como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo, Alface, Rabanete, Rúcula, Almeirão, Chicóri, Agrião.** São Paulo, SP: Nobel, 1998.

ALDERTON, David. **EncyclopediaofAquarium e PondFish.** New York: DK DorlingKindersleyLimited, 2008.

ALMEIDA NETO, Mario Augusto de. **Uso da semente do gênero moringa. Coordenação da Articulação Água Nordeste**, 2010. Disponível em: https://www.google.com.br/search?q=segundo+simposio+brasileiro+da+semente+de+moringa&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:pt-. Acesso em 15 de outubro de 2013.

ALMEIDA, Daniela Adil Oliveira. **Agricultura urbana e agroecologia na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. In: XII Simpósio Nacional de Geografia Urbana. Belo Horizonte. *Anais*... Belo Horizonte: IGC/UFMG/AGB, 2011.

ALMEIDA, Daniela Adil Oliveira de; MORAIS, Lidia Maria de Oliveira; PAIXÃO, Lorena Anahi Fernandes da. **Articulação Metropolitana de Agricultura Urbana: espaços e saberes da Agroecologia em Belo Horizonte**. *Revista Agriculturas*: experiências em agroecologia, Rio de Janeiro, v. 9, p. 23 – 28, 2012.

ALMEIDA, Daniela Adil Oliveira de, etal. **Agricultura urbana: uma aproximação possível entre a questão ambiental e a questão urbana.** APPURBANA, 2014. **III Seminário Nacional Sobre Trtamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. UFPA – Belém, 13 a 10 setembro de 2014.**

AQUINO, Adriana Maria de; ASSIS, Renato Linhares. **AGROECOLOGIA: Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável.** Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005.

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª ed. São Paulo: Editora Expressão Popular. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012.

BOOTH, F. E. M.; WICKENS, G. E. **Non-timberusesofselectedarid zone treesandshrubs in Africa**. Rome: FAO,1988, 101p.

BRAND, Peter; MUÑOZ, Edwin. **Cultivando ciudadanos: agricultura urbana desde una perspectiva política.***Cadernos IPPUR/UFRJ*. Rio de Janeiro, v. XXI, n. 1, p. 47-70, jan./jul, 2007.

BRAZ, M.. **Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água.** Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, SP. 2000.

BRIX, H. **Do macrophytes play a role in constructedtreatmentwetlands? Water Science Technology**, v.35, n.5, p. 11-17, 1997.

CEPAGRO. Cartilha de Agriculturaurbana. Florianópolis, 2009.

COMPANS, Rose. O Paradigma das *globalcities*nas estratégias de desenvolvimento local. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, n. 1. maio, p. 91-114, 1999.

CARDOSO, Adauto Lúcio. Reforma urbana e planos diretores: avaliação da experiência recente. *Cadernos IPPUR/UFRJ*. Rio de Janeiro, ano XI, nos. 1 e 2, p. 79-111, 1997.

Comissão Interestadual da Bacia Paraná – Uruguai.Poluição e Piscicultura, Notas Sobre Poluição, Ictiologia e Piscicultura. Faculdade de Saúde Pública da USP, Instituto de Pesca – C.P.R.N. – S.A.São Paulo: TIPOGRAFIA EDANEE S.A., 1970.

COSTA, Ângelo Procópio. Curso sobre cultivo comercial de peixes dias 10 e 11 de fevereiro de 2015. **Núcleo de Tecnologia em Piscicultura e Pecuária. Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural - SEAGRI/DF (2015).**

COSTA, Heloísa Soares de Moura. **A reforma urbana e a busca da cidadania.*Revista Indicador*, n. 27**. Belo Horizonte: ALEMG, 1988.

COSTA, Heloísa Soares Moura. **Desenvolvimento Urbano Sustentável: uma contradição de termos? *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais,* n. 2, março, p. 55-71, 2000.**

COSTA, Heloísa Soares Moura; ALMEIDA, Daniela Adil Oliveira de. **Agricultura Urbana: possibilidades de uma praxis espacial? *Cadernos de Estudos Culturais*, v. 4,** p. 61-68, 2012.

COUTINHO, Maura Neves. *Agricultura urbana: práticas populares e sua inserção em políticas públicas*. Belo Horizonte: Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

COUTINHO, Maura Neves; COSTA, Heloisa Soares de Moura. **Agricultura urbana: prática espontânea, política pública e transformação de saberes rurais na cidade.** ***Geografias***, v. 13, p. 81-97, 2011.

DIAS, J. A. B. **Produção de plantas medicinais e Agricultura Urbana**. Horticultura brasileira, Brasília, v. 18, 2000.

DRESCHER, A. W.; JACOBI, P.; AMEND, J. ***Segurança alimentar urbana: agricultura urbana, uma resposta á crise? Revista de Agricultura Urbana****, n.1, 2000. Disponível em: <http://www.ipes.org/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=100>. Acesso em: 30 agosto 2010.*

EL-SAYED, A. F. M. **Alternativedietaryproteinsources for farmedtilapia, *oreochromisssp*. Aquiculture,** v. 179, p.169-168, 1999.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos da limnologia**. 2. ed.Rio de Janeiro: Interciência1998. 602p.

FAO; MDS; IPES; RUAF. Agricultura urbana e periurbana na América Latina e no Caribe:

uma realidade. Disponível em: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/brochurpr.pdf>.Acesso em 1 novembro 2010.

BRYANT, Raymond L.; BAILEY, Sinead. *Third world politicalecology*. London, New York: Routledge, 1997.

FAQUIN, V.; FURLANI, P. R. **Cultivo de hortaliçasde folhas em hidroponia em ambiente protegido**. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.20.n.200/201. p.99–104. Set./dez. 1999.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de oolericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.2.ed.**Viçosa.MG: Ed. UFV, 2005. 412 p.

Folha do Estado de São Paulo .**Aquaponia une peixes e plantas.**. MARTINS, Fernando. Disponível em HTTP://agrolink.com.br/fertilizantes/noticia/aquaponia-unepeixes-e-plantas-155167.html. Acesso em 20/setembro de 2013.

FURLANI, P.R.**Cultivo de alface pela técnica de hidroponia** - NFT. Campinas: IAC, 1995. 18 p. (IAC. Documentos, 55).

GALLÃO, Maria Izabel; DAMASCENO, Leandro Fernandes; BRITO,Edy Sousa de. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. Chemicalndstructuralevaluationof moringa seeds. **Revista Ciência Agronômica, v.37, n.1**, p.106-109, 2006. Centro de Ciências Agrárias.

GARUTTI, Valdener. **Piscicultura ecológica**. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

GASPAR, Rita Maria Bedran Leme. **Utilização de biogestores em pequenas e médias propriedades rurais, com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na Região de Toledo-PR.** Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-

Graduação em Engenharia de Produção URI:http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/85585 Data: 2003.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: ecologicalprocess in sustainableagriculture**. Ann Arbor, MI: Ann Arbor press, 1998.

GOMES, Ângela Maria da Silva. **Rotas e diálogos de saberes da etnobotânica transatlântica negro-africana: Terreiros, Quilombos, Quintais da Grande BH**. 218 f., enc.: Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/MPBB-8DVGBM>. Acesso em: 05 jullho 2013.

GUEDES, C. D.; REIS,M.. **II ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA2010 Aracaju** –
Disponível em;
http://linux.alfamaweb.com.br/encontromoringa.com.br/site/assets/files/06/03.pdf. Acesso em 15 de outubro de 2013.

HARVEY, David. **A produção capitalista do espaço.** São Paulo: Annablume Editora. 2a ed. p. 163-190, 2006.

HENRY-SILVA, G.G. **Tratamento de efluentes de carcinocultura por macrófitas aquáticas, interações ecológicas e valor nutritivo da biomassa vegetal para tilápia do Nilo.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2005.

HERBERT, S.; et al., **Aquaponics in Australia - The integrationsofAquacultureandHydroponics.** Mudge, Australia, 2008.

HUNDLEY, G. C. **Aquaponia, uma experiência com tilapia (Oreochomisniloticus), manjericão (Ocimumbasilicum) e manjerona (Origanummajorana em sistema de recirculação de água e nutrientes.** Monografia (graduação em agronomia) Universidade de Brasília – UNB, Brasília, 2013.

HUNDLEY, G. C.; Navarro, R. D.; FIGUEIREDO, C. M. G. ET AL. **Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjerona (Origanummajorana) e manjericão (Ocimumbasilicum) e em sistema de Aquaponia.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 3, p. 51-53, 2013.

INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL No 28, DE 8 DE JUNHO DE 2011.

JACOBS, Jane. **The economyofcities.** New York: RandomHouse, 1969.

JORDAN, Rodrigo et al. Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças com sustentabilidade. Universidade Federal de Grande Dourados: Mato Grosso do Sul. Disponível em: http//WWW.ufgd.edu.br/noticias/aquaponi-producao-integrada-de-peixes-e-hortaliças-. Acesso em 14/04/2015.

KOWARICK, Lúcio. **A espoliação urbana.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

KUBITZA, Fernando. **Rev. Panorama da AQÜICULTURA Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água**. maio/junho, - Jundiaí-SP, 2006.

LEFEBVRE, Henri. **A revolução urbana.** Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2008.

LEI Nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca.

MACHADO, Cirili E. de Mafra Machado. **Criação Prática de Peixes**. 8ª Edição, 4ª reimpressão. São Paulo: Editora Nobel, 1983.

MACHADO, S. T.; JORDAN, R. A.; SANTOS, R. C.; PAOLETTO, A. M.; REIS, J. G. M.; AVALO, H. **Geração de Biogás com Dejetos Provenientes da Piscicultura.** Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES". 4 International Workshop. Advances in Cleaner Production Academic Work. São Paulo – 2013.

MELLO, Mônica A. M. Moura; AMBROSANO, Edmilson José. **Piscicultura Orgânica.** 2007. Disponível em: http: //www2.deltaç_search.com/?q=piscicultura%20na%agroecologia&babsra=TB_def&mntrid=08bf 08606. Acesso em 20 de setembro de 2013.

MORAIS, Lidia Maria de Oliveira; PAIXÃO, Lorena Anahi Fernandes da.**Articulação Metropolitana de Agricultura Urbana: espaços e saberes da Agroecologia em Belo Horizonte**. *Revista Agriculturas*: experiências em agroecologia, Rio de Janeiro, v. 9, p. 23 – 28, 2012.

MOUGEOT, L. J. A. Urbanagriculture: definicion, presence, potencialsandrisks. In: BAKKER, N.; DUBBELING, M.; GÜNDEL, S.; SABEL-KOSCHELLA, U.; DE ZEEUW,H. **Growingcities, growingfood:**urbanagricultureonthepolicy agenda – a readeronurbanagriculture. Feldafing: DSE/ZEL, 2000. P 1-42

NUVOLARI, Ariovaldo. **Dicionário de Saneamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

OLIVEIRA, Lincoln Nunes. **Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural: Núcleo de Tecnologia em Piscicultura e Pecuária. PISCICULTURA BÁSICA**; M.Sc. SEAGRI/DF, 2012.

OLIVEIRA, Lincoln Nunes Oliveira. ZootecnistaM.Sc., **Curso de Introdução à Piscicultura em Sistema de Recirculação, ministrado no 30 de abril no Núcleo de Tecnologia em Piscicultura e Pecuária. Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural** - SEAGRI/DF (2015).

PINTO, Nayara de Oliveira; HERMES, Luiz Carlos. **Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semi-Árido do Brasil.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Documento 53. Jaguariúna, SP, 2006.

Pott, Vali Joana etall. **(Documentos / Embrapa Gado de Corte 133. Potencial de uso de plantas aquáticas na despoluição da água.** Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 2002. P. 25.

Projeto de Lei do Senado Federal N° 251, 2013.

RESH, H. M. **Cultivos hidropônicos.** Madri, Mundi-Prensa, 1987.

HENZ, Gilmar Paulo; SUINAGA,Fábio. Tipos de alface cultivadas no Brasil.**Comunicado Técnico 75 - EMBRAPA SSN 1414-9850.** Brasília, DF Novembro, 2009.

HENZ, Gilmar Paulo; ALCÂNTARA, Flávia Aparecida. **Coleção 500 perguntas, 500 respostas. Hortas: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 237 p.

SALATI FILHO, E. SALATI, Eneida; TAUK-TORNISIELO, S. M.; SALATI, Eneas. **Publicwatersupplyusingconstructedwetland systems.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WETLANDS SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL, 6. 1998, Águas de São Pedro. **Proceedings**. São Paulo: Unesp, 1998.

SANTANA, Cláudia Ramos; ET all. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DA MORINGA (*Moringa oleifera*Lam). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 12,n. 1**, p. 55-60, 2010.

SANTOS, E. L., M. C. M.Ludke, LIMA, MR. Extratos vegetais como aditivos em rações de peixes. Universidade federal de Pernambuco (UFRPE). **Revista Eletrônica Nutritime, Artigo número 77. v. 6, n° 1, p. 789-800 janeiro/fevereiro, 2009.**

SANTANDREU, Alain; PERAZZOLI, Alberto Gómez; DUBBELING, Marielle. Biodiversidade, Pobreza e Agricultura Urbana na América Latina. **Revista Agricultura Urbana, n.6, p. 14-20, mar.**. Disponível em: http://www.ruaf.org/node/218 Acesso em: 30 outubro, 2014.

SANTANDREU, Alain; LOVO, Ivana. **Panorama da agricultura urbana e periurbana no Brasil e diretrizes políticas para sua promoção:**identificação e caracterização de iniciativas de agricultura urbana e periurbana em regiões metropolitanas brasileiras, mimeo, 2007.

SILVA, A. P. P. ; MELO, B. Hidroponia. Disponível em http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/hidropo.htm. Acesso em: 20/03/2015.

SOUZA, Marco André A; ARAÚJO, Osmário JL; FERREIRA Marcio A.; STARK, ElviaMariam LM; FERNANDES, Manlio S.; SOUZA, Sonia R.. Produção de biomassa e óleo

essencial de hortelã em hidroponia em função de nitrogênio e fósforo. **Revista de Horticultura Brasileira, v.2 n.1, mar-jan, 2007.**

THEODORO, Suzi Huffetall. **AGROECOLOGIA: um novo caminho para extensão rural sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond, 2009. 236p.

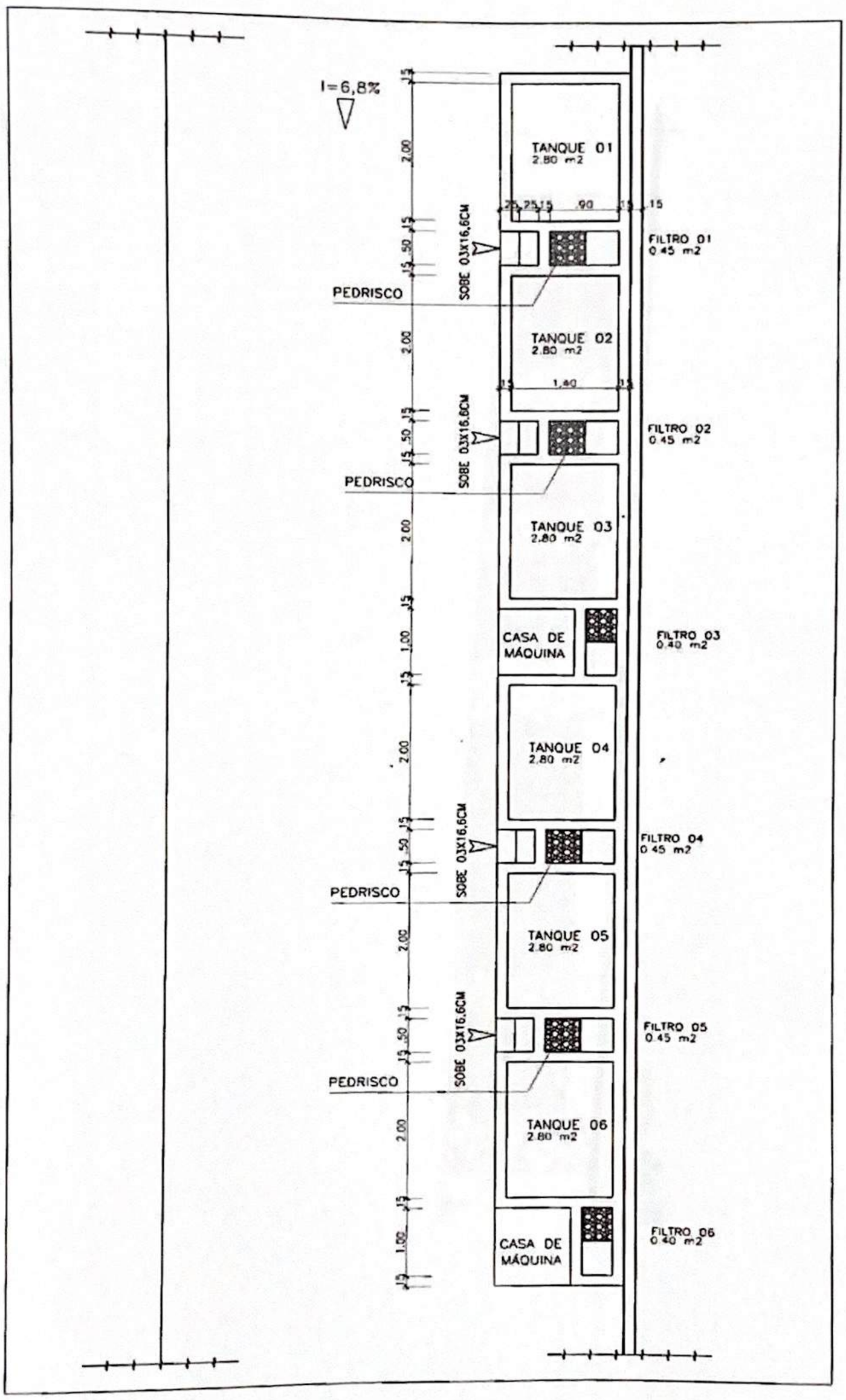
TEIXEIRA FILHO, Alcides Ribeiro. **Piscicultura ao alcance de todos**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Nobel, 1991.

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. www.ccarevista.ufc.br. ISSN 0045-6888. Disponível em: http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/224. Acesso em 01 de setembro de 2013.

VAN LENGEN, Johan. **Manual do Arquiteto Descalço**. I. ed. São Paulo: B4, 2014.

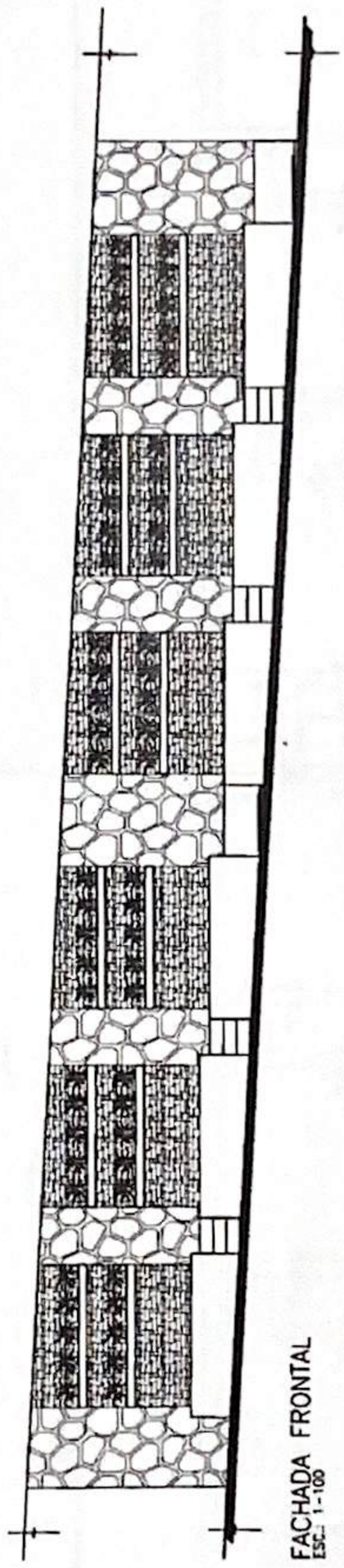
15 APÊNDICES

APÊNDICE 1- Planta Baixa dos tanques de peixe.

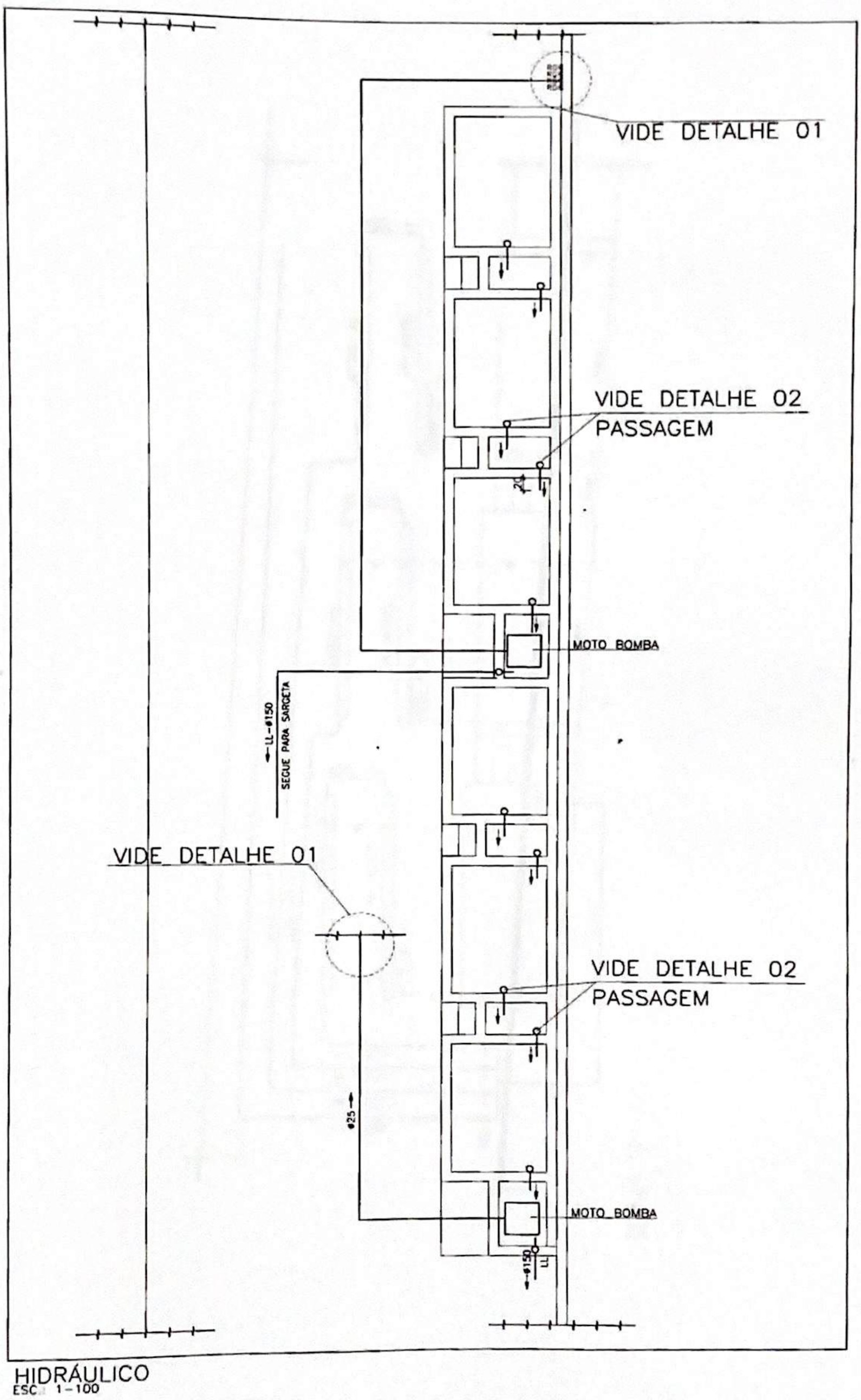


PLANTA BAIXA
ESC.: 1-75

APÊNDICE 2 – Fachada Frontal do Sistema de Aquaponia.

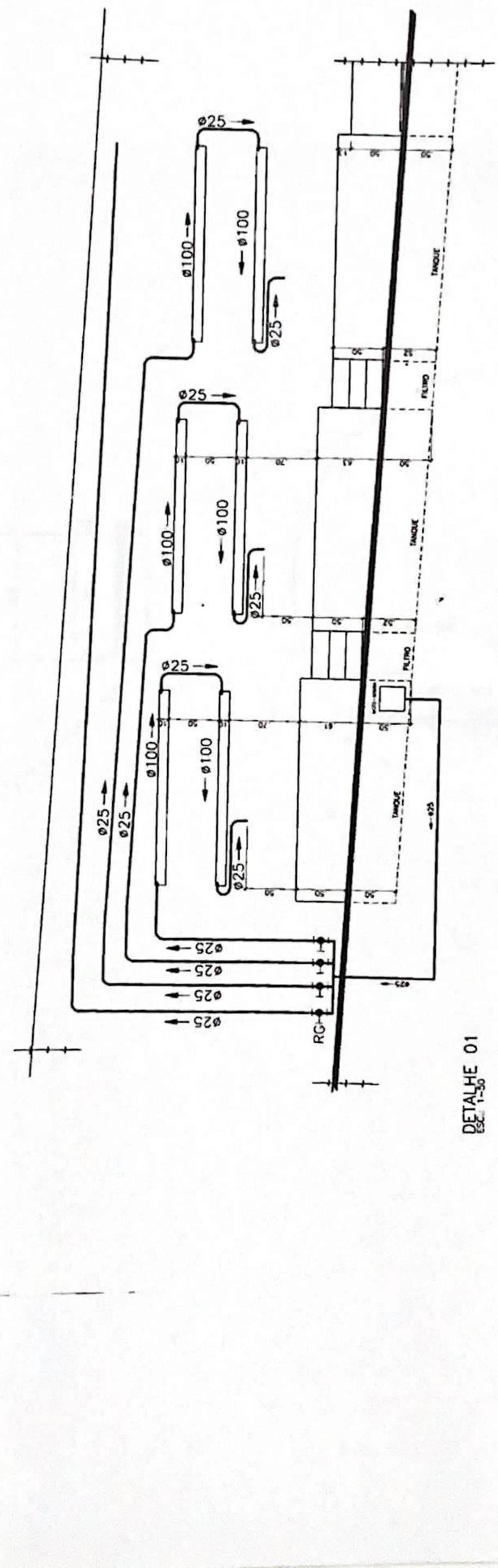


APÊNDICE 3- Detalhes do Sistema Hidráulico.



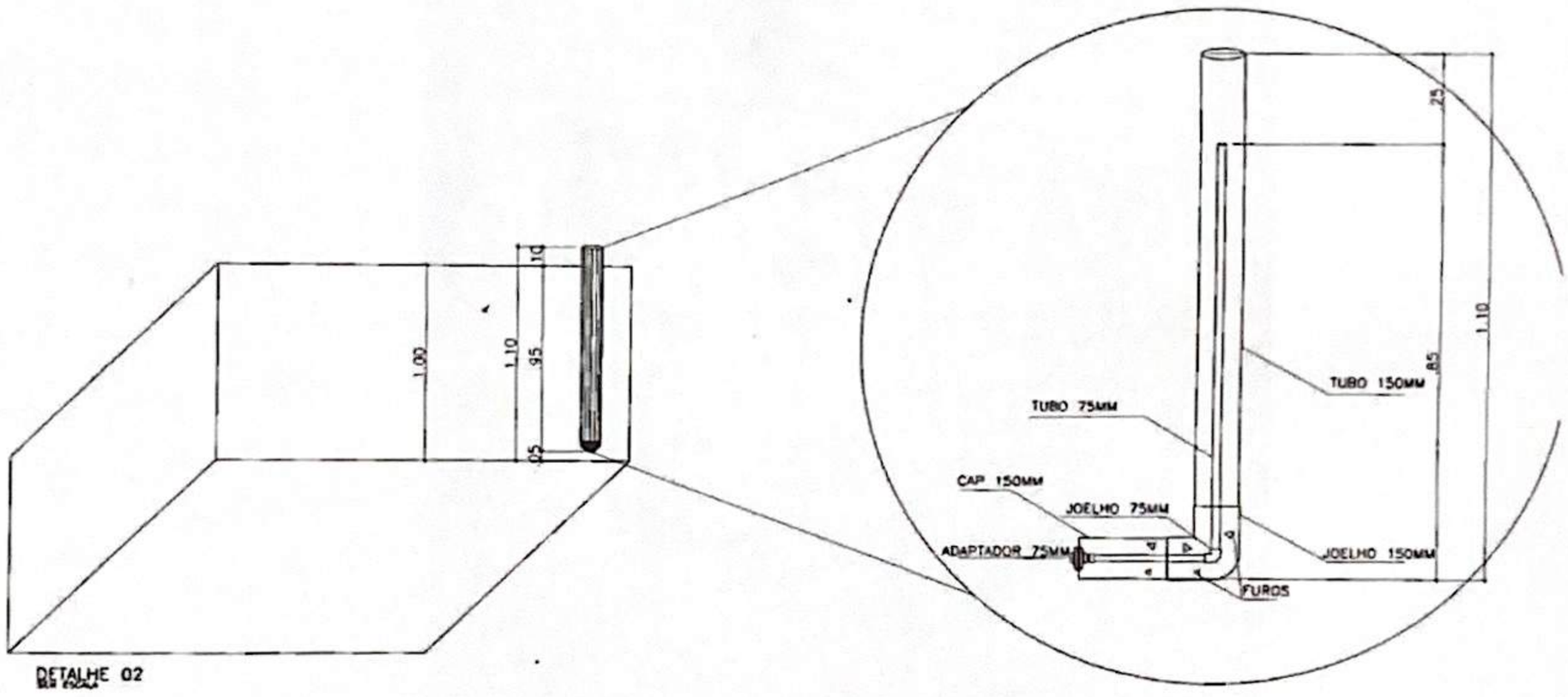
HIDRÁULICO
ESC. 1-100

APÊNDICE 4 – Detalhe 1 (sistema hidráulico interligado à aquaponia).



DETALHE 01
ESC. 1:50

APÊNDICE 5- Detalhe 2 (tubos de passagem da água do tanque para o filtro).



APÊNDICE 6 – Desenho de perspectiva do Sistema.

