INSTITUTO FEDERAL
BRASÍLIA
Campus Planaltina

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

JOVINO MENDONÇA NETO

AVALIAÇÃO DE TRÊS TIPOS DE SUBSTRATOS UTILIZANDO ALFACE (*Lactuca sativa L.*) E CEBOLINHA (*Allium schoenoprasum*) EM SISTEMA AQUAPÔNICO.

Planaltina – DF
2015

INSTITUTO FEDERAL
BRASÍLIA
Campus Planaltina

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

AVALIAÇÃO DE TRÊS TIPOS DE SUBSTRATOS UTILIZANDO ALFACE (*Lactuca sativa L.*) E CEBOLINHA (*Allium schoenoprasum*) EM SISTEMA AQUAPÔNICO.

JOVINO MENDONÇA NETO

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – *Campus* Planaltina, como parte das exigências para a obtenção do grau de Tecnólogo em Agroecologia.

37 f.

ORIENTADOR: Prof. M.Sc. Bruno Ceolin da Silva

Planaltina – DF

2015

DEDICATÓRIA

Gostaria de dedicar este trabalho a duas pessoas que receberam o chamado de Deus e hoje já não estão mais presentes, pessoas que são de grande importância na minha escolha pelo curso de agroecologia, pela paixão por animais e plantas desde pequeno. Dedico esse trabalho ao meu avô, que carrego muito feliz seu nome, o senhor Jovino Mendonça Neto e minha avó Maria Joana Costa Mendonça, duas pessoas que, apesar do pouco tempo de convívio, pude aprender muito.

AGRADECIMENTO

Queria agradecer primeiramente a Deus, por me dar forças para enfrentar e concluir este desafio. Nesta trajetória, ocorreram muitos obstáculos, fatores que me instigavam a desistir como a dificuldade de transporte para chegar até a faculdade, perdas, mas sempre me mantive no caminho até concluir o curso.

Agradeço a minha mãe e meu pai, Roseli Sarai e Lourival Costa Mendonça, que me apoiaram em minhas escolhas, pelos conselhos, visando sempre o melhor, tanto no mundo acadêmico quanto na vida. Pessoas que não meço esforços para agradar e faço o possível para deixá-los felizes.

Agradeço a minha irmã Vanilce Cristina, que muito me ajudou, me levou a faculdade para que eu não perdesse o prazo de matrícula, que sempre me auxiliou nos trabalhos quando eu tinha dificuldade em fazer, e que me apoiou com palavras. Ao meu primo Mhayron, que me ajudou com palavras de apoio, conselhos, críticas construtivas e conversas sinceras, me dando opções melhores para minhas escolhas.

Aos meus colegas de estágio no NUPA, por me ajudarem na construção do sistema, na alimentação e pesagem dos peixes e por me alertarem quando tinha algo fora do normal. Ao meu orientador, Bruno Ceolin Da Silva, por me dar a oportunidade de trabalhar em seu projeto e partilhar seus conhecimentos sobre peixes.

Gostaria de agradecer ao meu cunhado David Salvino e uma grande amiga Iris Sores, por me ajudarem com o TCC, nas minhas dificuldades em fazer, formular e escrever, e tiraram um pouco do seu tempo para me ajudar e auxiliar na montagem do meu TCC agradeço muito a vocês.

Por fim, agradeço a uma grande companheira, alguém especial que me ajudou e apoiou durante todos esses semestres na faculdade e muito além dos limites do IFB, se mostrando uma pessoa confiável com quem pude vivenciar muitas alegrias, muitas experiências, trocas de saberes, me ajudando nesta caminhada e por me tornar essa pessoa que sou.

RESUMO

A aquaponia é uma modalidade de cultivo de alimentos que envolve a integração entre a aquicultura e a hidroponia em sistemas de recirculação de água e nutrientes. Assim, dentro deste contexto sustentável, pequenos produtores e agricultores familiares podem produzir peixes e hortaliças utilizando tambores e caixas d'água ocupando pouco espaço, com baixo custo de implantação e um bom retorno financeiro. Este trabalho teve o objetivo de avaliar qual substrato se adequa melhor ao sistema aquapônico sendo eles argila expandida, pedra de rio, e brita nº3. Para essa análise foram montados quatro sistemas de aquaponia compostos cada um por com uma caixa de polietileno com capacidade para 1000 litros utilizada como tanque para criação de peixes com aproximadamente 1,2kg de biomassa, uma caixa com capacidade de 150 litros utilizada para o filtro biológico e masseiras (caixas de plástico), utilizadas como canteiros. Nos canteiros, foram plantadas mudas de alface (*Lactuca sativa l.*) e cebolinha (*Allium schoenoprasum*). O problema de pesquisa consistia em descobrir qual substrato seria mais eficiente produtivamente para a produção aquapônica. Dentro de 30 dias e após a análise dos dados, foi constatado que não houve diferença significativa à nível de 5% entre os tratamentos em nenhum parâmetro avaliado, tornando qualquer substrato viável para a utilização no sistema.

Palavras-chave: Aquaponia, substrato, alface, cebolinha.

ABSTRACT

The aquaponia is a kind of food crops, that involve the integration between aquaculture and hydroponic solution in recirculation systems of water and nutrients. However, inside this susteinable context, small producers, family farmers are able to produce fish and vegetables using barrels and water tanks using a little space for this, they've a lowered cost of deployment and a good financial return. Aiming rate what's the substract that better fits of aquaponic system, knowing that they're expanded clay, crushed stone's nº3, and river stone, it was building a system where a box of polyethylene with capacity for 1000 liters was used as tank for creation of fish with approximately 1.2kg of biomass, a box with a capacity of 150 liters used for the biological filter and plastic boxes (masseiras), used as nurseries. Inside this nurseries were cultivated lettuce seedlings (Lactuca sativa 1) and chive (Allium schoenoprasum). The research has as focus, understand that question, that consisted find what substrate was more efficient for the aquaponic production. It was possible to analyze the results obtained, was no significant difference in the 5% between the treatment in any kind of parameter, in another words, any substrate can be used for this experiment.

Keywords: Aquaponic, substrate, lettuce, chives.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 9
2. JUSTIFICATIVA 11
3. REVISÃO DE LITERATURA 12
3.1. Aquicultura 13
3.2. Hidroponia 14
3.3. Aquaponia 15
3.4. Seleção das espécies de peixes 18
3.5. Seleção das espécies de plantas 20
4. OBJETIVOS 21
4.1. Objetivo Geral 22
4.2. Objetivos Específicos 22
5. MATERIAIS E MÉTODOS 22
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO 25
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 31

1. INTRODUÇÃO

A agroecologia é uma ciência com princípios sustentáveis, que busca a diminuição dos danos gerados nas produções animais ou vegetais. A aquaponia vai ao encontro desses princípios por ser um modelo ecológico de produção onde há uma junção da produção hidropônica com a criação de peixe, sendo uma forma barata de produzir alimento saudável, além de gerar renda.

A aquaponia é uma modalidade de cultivo de alimentos que envolvem a integração entre a aquicultura e a hidroponia em sistemas de recirculação de água e nutrientes apresentando-se como alternativa factível para a produção de alimentos de maneira menos impactante ao meio ambiente, por suas características de sustentabilidade. Assim, dentro deste contexto sustentável, pequenos produtores podem produzir peixes e hortaliças utilizando-se de tambores e caixas de água (DIVER, 2006).

Na aquaponia o sistema de produção de peixes deve estar integrado às hortaliças de forma que haja benefícios para ambos. Esse sistema engloba as necessidades nutricionais do ser humano, pois o peixe é um alimento saudável, rico em proteína e sua produção está em expansão no mundo inteiro. Essa pratica de produção sustentável é bastante difundida em outros países do mundo, principalmente países que tem um déficit hídrico.

No Brasil, a aquaponia começa a se difundir como mais uma forma de produzir alimentos de maneira limpa. Como se trata de uma nova tecnologia no Brasil, não há muitas pesquisas específicas, como qual substrato é mais adequado para se produzir, levando em consideração questões econômicas e de eficiência.

As hortaliças produzidas em meio aquoso já são bastante difundidas pela hidroponia com uso de fertilizantes químicos dissolvidos na água. Já na aquaponia os nutrientes para as plantas é oferecido pelos resíduos produzidos pelos peixes a um baixo custo. Por outro lado as plantas ajudam no processo de purificação durante o ciclo de recirculação. É um processo que reproduz o natural, em que ocorre uma troca entre os seres vivos, onde ambos se beneficiam, e principalmente o homem, que tem oportunidade de ter um alimento saudável sem prejudicar o meio ambiente.

Esse sistema é possível através da simbiose entre peixes, plantas e bactérias, no qual os nutrientes necessários ao crescimento dos vegetais são fornecidos nas excretas e outros

resíduos metabólicos dos peixes, ao mesmo tempo em que os microrganismos os transformam em produtos absorvíveis às plantas. Ao término deste ciclo, a água que volta ao tanque de criação é uma água limpa e de baixa concentração de impurezas. Assim, o ambiente mostra-se equilibrado, com condições similares às que a natureza proporciona, porém sob o controle e a responsabilidade do produtor (BIALLI e CRUZ, 201?).

O cultivo de peixes em sistemas de recirculação de água permite aplicação desta atividade na agricultura familiar e até mesmo em pequenas áreas urbanas como casas e apartamentos e utilizando de poucos recursos hídricos. No entanto, necessita de um método de tratamento da água para viabilizar a produção (BIALLI e CRUZ, 201?).

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 auxiliam no controle de microrganismos nocivos aos peixes além de retirar parte dos resíduos tóxicos oriundos das sobras de ração e dos dejetos.

No sistema de aquaponia são utilizados recipientes (bandejas, tubetes, canos de PVC, telhas, etc.) preenchidos com substratos, os quais podem ser de origem mineral, orgânica ou artificial. Vários tipos de resíduos orgânicos e inorgânicos podem ser utilizados como substrato. O substrato deve proporcionar ambiente favorável para o enraizamento e aeração para o pleno desenvolvimento da planta. Sendo assim, a escolha do substrato em um sistema aquaponico deve respeitar as proporções adequadas de água e ar que satisfaçam as necessidades das plantas. (BIALLI e CRUZ, 201?)

Essa trata-se de uma pesquisa qualitativa, de característica exploratória e fundamentada em pesquisas bibliográficas e por uma pesquisa de campo, que consiste na montagem de um sistema simples de recirculação denominado aquaponia, que permitiu o registro do crescimento das plantas em determinados substratos (argila expandia, pedra de rio e brita nº3) identificando qual o mais eficiente para o sistema.

2. JUSTIFICATIVA

A crise hídrica que o Brasil vem enfrentado nos últimos anos é um percussor para a busca de tecnologias, onde visam a economia no uso da água, otimização do espaço explorado produtivamente e meios de produção que tenha foco ecológico, sustentável e social, podendo gerar renda satisfatória e qualidade de vida.

A agroecologia propõe a construção de sistemas ecológicos de produção que sejam menos impactantes ao meio ambiente e que sejam capazes de subsidiar economias de produção agropecuária para geração de alimento e renda, tanto em âmbito familiar quanto em produções comerciais. No mundo a agroecologia já é reconhecida pelas suas técnicas de manejo sustentável, como: rotação de cultura, produção animal priorizando o bem estar, Agrofloresta, produção orgânica ou até mesmo produções que diminuam o impacto ambiental, são soluções que estão sendo apresentada a sociedade e aos meios de produção.

Nessa busca por meios de produção que tragam uma autonomia econômica e alimentar os agricultores familiares, estando a cultivar seu próprio alimento onde o mesmo é saudável e orgânico sem uso de agroquímicos, a aquaponia aparece como mais uma opção. A aquaponia pode ser considerada uma tecnologia social de produção que visa a criação de peixes e busca um coproduto cultivado a partir da recirculação da água rica em nutrientes onde o peixe é criado. Com isso, o produtor terá dois produtos distintos em um mesmo espaço, maximizando o aproveitamento dos produtos e subprodutos, possibilitando uma renda extra para família e a obtenção de alimentos mais saudáveis.

A aquaponia é uma tecnologia que carrega os princípios da agroecologia, pois visa produzir de forma ecológica e sustentável, com enfoque em preservação ambiental, alimentos saudáveis e com geração de renda para pequenos produtores.

O substrato utilizado em produções aquaponicas é de suma importância, pois trata-se do meio onde serão alocadas as hortaliças ou demais culturas escolhidas pelo produtor. Cada substrato possui características próprias, que podem ser ou não convenientes ao desenvolvimento da planta, podendo prejudicar ou melhorar seu crescimento.

A relevância deste trabalho para a ciência, para a sociedade e para a agroecologia é a busca por tecnologias lucrativas e sustentáveis, com custos baixos de implantação sendo um

desafio a ser superado pelos estudiosos da agroecologia tornando assim, a aquaponia, mais uma tecnologia de produção.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aquicultura

Aquicultura é o cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático. Assim como o homem aprendeu a criar aves, suínos e bovinos, bem como a plantar milho e trigo, também aprendeu a cultivar pescado. Dessa forma, assegurou produtos para o consumo com maior controle e regularidade (MPA, 2015). Uma grande instituição pesquisadora do tema é a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) que traz o conceito em sua nota técnica:

A aquicultura é baseada no cultivo de organismos aquáticos geralmente em um espaço confinado e controlado, possibilitando produtos mais homogêneos, rastreabilidade durante toda a cadeia produtiva e outras vantagens que contribuem para a segurança alimentar, no sentido de gerar alimento de qualidade, com planejamento e regularidade. (EMBRAPA, 2015)

É possível compreender que a criação de organismos aquáticos, conhecida como aquicultura, tem um grande aval produtivo, de forma que o produtor tem um maior controle de seu produto. Com a evolução das formas de produção, foram criadas técnicas que possibilitam produtos de qualidade, com uma produção regular e uniforme, contribuindo com a geração de alimentos no meio aquático.

Essa prática é realizada pelo ser humano há milhares de anos. Existem registros de que os chineses já tinham conhecimentos sobre essas técnicas há muitos séculos e de que os egípcios criavam a tilápia há cerca de quatro mil anos. A aquicultura pode ser tanto continental (água doce) como marinha (água salgada), esta chamada de maricultura (MPA, 2015).

O Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2015) apresenta a atividade abrangendo as seguintes especialidades: Piscicultura (criação de peixes, em água doce e marinha); Malacocultura (produção de moluscos, como ostras, mexilhões, caramujos e vieiras); A criação de ostras é conhecida por ostreicultura; criação de mexilhões, por mitilicultura; Carcinicultura (criação de camarão em viveiros); Algicultura (cultivo de macro ou microalgas); Ranicultura (criação de rãs) além da criação de jacarés.

O Brasil destaca-se por possuir imenso potencial para o desenvolvimento da piscicultura por meio dos 8,4 mil km de litoral e 5,5 milhões de hectares de reservatórios de águas doces, representando aproximadamente 8% da água doce disponível no planeta (PISCICULTURA NO BRASIL, 2005).

Apenas com o aproveitamento de uma fração dessa lâmina d'água é possível criar com fartura e de forma controlada para atender ao mercado consumidor nacional e internacional. O consumo de pescado está em alta no mundo inteiro, pois é um alimento saudável é cada vez mais procurado pela população, em todas as faixas de renda (MPA, 2015).

3.2. Hidroponia

Segundo Nogueira (2007) O termo hidroponia é de origem grega: "*Hydro*" = água e "*Ponos*" = trabalho, cuja junção significa trabalho em água. A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo em ambiente protegido, na qual o solo é substituído pela solução nutritiva, onde estão contidos todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. Essa técnica é também conhecida como cultivo sem solo.

O cultivo sem-terra, ou a hidroponia, é uma técnica que consiste em cultivar as plantas sem utilizar solo, quer dizer, utiliza água e substancias nutritivas nela diluídas (solução nutritiva), para o mantimento e o desenvolvimento do cultivo. As plantas criadas segundo a técnica hidropônica exigem menos espaço para seu desenvolvimento do que as que crescem sobre o solo, porque o seu sistema radicular é mais compacto e o suprimento de nutrientes é grande e prontamente disponível para ser absorvido pelas plantas (SILVA *et al*, 2007).

O sistema radicular da planta produzida em sistema hidropônico é mais eficiente que o cultivo em solo, tendo um melhor aproveitamento dos nutrientes disponíveis. Desta forma há economia na aquisição de produtos nutritivos para a planta, que ainda poderá apresentar uma maior produção por área em comparação à produção em solo.

Na prática, a hidroponia requer conhecimentos técnicos para lidar com o manejo da cultura, da solução nutritiva e do ambiente protegido. Com a técnica hidropônica é possível produzir três ou quatro vezes mais por unidade de área que com o cultivo tradicional. As plantas produzidas são vigorosas de excelente qualidade e saudáveis, pois não precisam de aplicação de agrotóxicos (SILVA *et al,* 2007).

Segundo Silva (2007), esta atividade possui algumas vantagens e desvantagens:

- **Vantagens**

- Maior uniformidade na produção;
- Maior produção por área;
- Redução do ciclo de cultivo;
- Menor gasto de mão-de-obra;
- Uso racional de água e fertilizantes;
- Produtos limpos e de qualidade.

- **Desvantagens**

- Maior investimento inicial comparado ao cultivo convencional;
- Necessidade de conhecimentos técnicos;
- Dependência de energia elétrica.

Levando em consideração o que foi citado acima, o custo benefício de uma produção hidropônica é superior a uma produção convencional. A grande dificuldade está no investimento inicial. Entretanto, com uma boa gestão, o retorno será rápido, uma vez que terá valor agregado ao produto, maior produção por área com um ciclo reduzido.

Produção bem semelhante a hidroponia, se denomina aquaponia, onde há produção de alimentos utilizando meio aquoso. O que torna essas produções distintas é um sistema de recirculação de água, onde há inclusão de peixes em meio a produção. Os resíduos metabólicos do peixe tem o papel de suprir as necessidades nutricionais das plantas, e as plantas a filtrar a água para os peixes, o que torna esse ciclo fechado.

3.3. Aquaponia

A aquaponia é um sistema de produção de alimentos que combina aquicultura (produção de peixes ou crustáceos) com hidroponia (cultivo de plantas sem solo). Ela é composta por um tanque no qual são produzidos os peixes. Alimentados por ração, eles liberam dejetos ricos em nutrientes que, por sua vez, bombeados para uma parte superior, nutrem os vegetais. As raízes, ao retirar os nutrientes, purificam a água que retorna por gravidade para o local onde são produzidos os peixes. A aquaponia é, provavelmente, o

sistema mais eficiente para produzir simultaneamente plantas e proteína animal (MARINOVIC, 2015).

É uma tecnologia verde que cultiva o melhor da hidroponia e da aquicultura, adicionando alimentos frescos e orgânicos às residências familiares. Poderão ser cultivados alimentos como; hortaliças convencionais; legumes; temperos e ervas medicinais o ano inteiro, garantindo uma alimentação rica e saudável. Esta tecnologia social é livre de pesticidas e fertilizantes químicos, sendo uma excelente solução para ambientes urbanos como casas e prédios (ALFARO, 2013).

Neste sistema, os produtos metabólicos dos peixes são fontes de sais minerais, resultado da sua mineralização. Já em sua forma inorgânica, são absorvidos pelas plantas, possibilitando então o retorno de uma água com baixa concentração de sais e impurezas aos tanques de criação.

A ciência e tecnologia por trás do sistema são baseadas no ciclo de nitrogênio. Os peixes excretam compostos nitrogenados como amônia. A água fica então nitrogenada e é bombeada para o canteiro das plantas que está cheio de bactérias *(Nitrosomonas)* que convertem amônia em nitritos, que repassam os nitritos para outras bactérias *(Rhizobium)* fixadoras de nitrogênio, que se encontram nas raízes das plantas cultivadas em simbiose. Estas últimas bactérias *(Nitrobactérias)* transformam nitritos em nitratos, fixando em última análise o nitrogênio do peixe, e facilitando para as plantas o absorverem. (MALLA, 2011).

As raízes também necessitam de oxigênio. Neste sistema, os canteiros são irrigados e drenados constantemente. Desta forma as raízes entram em contato com o oxigênio possibilitando o desenvolvimento de microrganismos aeróbicos que degradam a matéria orgânica, transformando-a em sais absorvíveis pelas plantas. Nota-se, então, que neste sistema as perdas são muito poucas. Somente há perda da água por processos naturais, como a água consumida pelas plantas e peixes, evaporada e perdida durante o processo transpiração das plantas.

A produção aquaponica pode economizar até 90% de água em relação à agricultura convencional e ainda eliminar completamente a liberação de efluentes no meio ambiente, pois trata-se de um sistema fechado, diferentemente das criações convencionais. Acredita-se que a aquaponia se tornará popular no Brasil a exemplo do que já acontece há mais de dez anos em

vários países, embora ela ainda seja pouco conhecida por aqui. Além de peixes para consumo, o produtor ainda pode optar por criar peixes ornamentais (MARINOVIC, 2015).

Além disso a aquaponia é uma tecnologia que pode ser implantada em qualquer nível de produção. Por se tratar de um sistema onde há perdas mínimas de águas e por ser um sistema fechado, não há liberação de resíduos metabólicos gerado pelos peixes no meio ambiente, evitando a poluição tanto hídrica quanto vegetal, proporcionando uma produção sustentável visando a economia de água e ecológica preservando o meio ambiente.

A aquaponia possui diversos benefícios para o produtor, o meio ambiente, o consumidor e a sociedade. Segundo Alfaro (2013) alguns desses benefícios são:

- Orgânico.
- 1/10 da água na agricultura convencional.
- Reaproveita os resíduos dos peixes em alimento para plantas.
- Não precisa regar.
- Fertiliza-se organicamente todos os dias.
- Cultivo o ano inteiro.
- Alimentos vivos, frescos e seguros.
- Ecológico.
- Não é necessário o uso de agrotóxicos, fertilizantes ou pesticidas.
- E uma forma de produção educativa e divertida.
- Cresce até 2x mais rápido que a agricultura convencional.
- Fatores econômicos satisfatórios.

No sistema aquapônico a análise das características físicas e químicas da água são fundamentais para a saúde dos peixes e nutrição correta das plantas. O pH expressa a concentração de íons H+ numa solução. Esta concentração influencia na predominância de amônia ionizada (NH3) ou não ionizada (NH4+). Em meio alcalino, a predominância se dá pela forma ionizada (tóxica) e em meio ácido pela forma não ionizada. A faixa de ph 6 a 9 é considerada aceitável para a tilápia, porém o ideal é entre 7 e 8. Portanto, deve-se, periodicamente, testar o pH da sua água.

A tilápia é um peixe pouco exigente com relação a disponibilidade de oxigênio na água. A concentração mínima exigida é acima de 2,0 mg/L. Porém o crescimento da maioria das espécies de peixes é maximizado em teores de oxigênio dissolvido na água acima de 5 mg/L. A verificação periódica deste fator também é importante.

A temperatura também é um fator muito importante na criação de peixes. A maioria das espécies apresenta seu melhor desempenho entre 26 e 32 °C. Em temperaturas baixas os

peixes diminuem muito seu metabolismo e com isso a alimentação, podendo em níveis muito baixos de temperatura levar a óbito. Portanto, manter seu ambiente dentro da faixa de conforto térmico é maximizar seu desempenho.

A forma tóxica da amônia é a ionizada (NH3), que em concentrações intermediárias na água dificultam a transformação da energia dos alimentos em ATP e em altas concentrações são letais. Não se deve esquecer a amônia não ionizada (NH4+), pois em determinadas situações, como elevação acentuada do pH, a conversão de NH4+ para NH3 pode ser mais rápida que o consumo da última pelas bactérias, tornando o ambiente tóxico aos peixes. Portanto, é fundamental o controle destas concentrações, mantendo os níveis de NH3 abaixo de 0,02mg/L.

Há muitas espécies de peixes que se adaptam a esse sistema, sendo a escolha de cada espécie condicionada às características de cada região, principalmente com relação ao mercado e clima. Portanto, torna-se de grande relevância a etapa de escolha das espécies a serem utilizadas nesse processo.

3.4.Seleção das espécies de peixes

Há muitas espécies de peixes adequadas para o cultivo em sistema aquaponico. Recomenda-se a escolha de espécies que melhor se adaptam aos fatores ambientais do sistema. Isto significará um olhar mais atento sobre os peixes nativos da região. Para além dos peixes estarem bem adaptados às variáveis climáticas do sistema aquaponico, é também importante que as espécies escolhidas tenham bom valor comercial no mercado local. (PORTUGAL, 2015).

De acordo com Portugal (2015), os peixes selecionados para o sistema deverão ter níveis semelhantes de necessidades de temperatura e pH. Algumas espécies de peixes que podem ser usadas no sistema de aquaponia são sugeridas pelo autor: Tilapia (*Oreochromis sp.*); Perca de Sacramento (*Archoplites interruptus*); Perca amarela (*Perca flavescens*); Perca prata (*Bidyanus bidyanus*); Lucioperca (*Sander lucioperca*); Barramundi (ou perca-gigante) (*Lates calcarifer*); Outras percas, como a perca-sol (*Lepomis gibbosus*); Truta (*Salmo trutta*); Peixes-gato (ex: *Ictalurus punctatus*); Esturjão (*Acipenser transmontanus*); Carpas (*Cyprinus carpio*); Carpas Koi (*Cyprinus carpio haematopterus*); Peixe dourado ou pimpão (*Carassius auratus*); Achigã (*Micropterus salmoides*).

Como citado acima, há muitas opções de peixes que podem ser utilizadas em sistema aquaponico. Além de peixes de consumo, podem ser criados peixes ornamentais e outros organismos aquáticos como camarões e tartarugas. A produção de tilápia é bem vista nesse sistema, pois possui características desejáveis como: rusticidade; resistência à doenças; suporta níveis baixos de temperatura e oxigênio, se adequando à diferentes condições climáticas.

Segundo (KOBERSTEIN, 2014), a tilápia é originária da África, mas foi introduzida em vários países. São representadas por dezenas de espécies, todas de origem africana, e estão hoje entre os peixes mais indicados para a criação intensiva em regiões tropicais. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é considerada, há mais de uma década, o "frango dos peixes". Devido ao rápido crescimento, apresenta um custo de produção baixo e uma rentabilidade elevada. Possui também filé sem espinhas e com excelente sabor, sendo a espécie de peixe que mais cresce em termos de cultivo no Brasil e no mundo.

Seu hábito alimentar é fitoplantógrado, ou seja, alimenta- se principalmente das algas cloroficeas, que predominam na água doce. Aceita também vários tipos de alimentos, o que torna essa espécie realmente muito interessante pra a piscicultura. Sua exigência proteica não é muito elevada (ao redor de 22% de Proteína Bruta), o que reduz o custo de produção desta espécie, mesmo se criada em sistema intensivo. Seu melhor desempenho é obtido com a temperatura de água entre 26 e 28°C (KOBERSTEIN, 2014 p. 2).

O início da reprodução varia com a idade e tamanho do peixe, clima da região, condições de espaço, manejo e alimentação. Geralmente inicia aos 4 a 5 meses de idade. Em condições de temperatura acima de 20°C, as tilápias podem desovar naturalmente a cada 50 ou 60 dias, gerando entre 100 e 500 alevinos a cada desova, dependendo do tamanho da fêmea.

Os ambientalistas contrários ao uso massificado da tilápia argumentam que para turbinar a produtividade, elas recebem uma ração especial à base de cereais (como soja e milho) e hormônios de reversão sexual durante os primeiros 20 dias de vida. Além de garantir aumento de peso, essa alimentação transforma a maior parte da população de peixes em machos - que crescem quase três vezes mais do que as fêmeas. Restos de ração e excretas dos animais levam ao acúmulo excessivo de resíduos que aumentam o aporte de nitrogênio e fósforo na água, podendo desencadear o processo de eutrofização - quando corpos d´água

adquirem uma coloração turva ficando com níveis baixíssimos de oxigênio pela proliferação de algas, comprometendo, assim, a estabilidade do ecossistema aquático (BARBOSA, 2014).

Assim como a escolha do peixe, deve-se tratar de igual importância a escolha das espécies de plantas que serão produzidas nesse sistema. Tendo alguns requisitos prévios na escolha das plantas, como: a qual condições climáticas a planta se melhor adequa; à produtividade, o manejo e aceitação no mercado.

3.5. Seleção das espécies de plantas

As plantas a serem escolhidas para um sistema de aquaponia devem obedecer a critérios baseados nas condições ambientais, na procura e aceitação do mercado ou simplesmente no gosto pessoal. Muitas plantas podem ser utilizadas no sistema aquaponico como: verduras; legumes; hortaliças; frutíferas; ervas medicinal; plantas aromáticas. (PORTUGAL, 2015)

Já existem mais de 300 espécies diferentes de plantas que foram testadas e produzidas com bastante sucesso em aquaponia. Basicamente, a lista de plantas adequadas à aquaponia é bastante longa e a escolha vai depender bastante da sua localização. Deve ser uma planta que cresce acima do solo, que ocorra na sua região e que possa ter suas raízes submersas. (PORTUGAL, 2015).

Segundo (PORTUGAL, 2015), algumas plantas recomendadas para a produção em aquaponia são: todas as espécies e variedades de alface; Couve (*Brassica oleracea L.*); Acelga (*Beta vulgaris o cicla*); Rúcula (*Eruca sativa*); Manjericão (*Ocimum basilicum*); Hortelã (*Mentha sp.*); Agrião (*Nasturtium officinale*); Coentros (*Coriandrum sativum L.)*; Salsa (*Petroselinum sativum)*; Cebolinha (*Allium fistolosum*); Espinafres (*Spinacia oleracea L.)*; Beterraba (Beta vulgaris L.); Abacaxi (Ananas comsus L.); Morangos (*Fragaria L.)*; Tomates (*Solanum lycopersicum)*; Pepino (*Cucumis sativus L.)*; Feijão (*Phaseolus vulgaris L.)*; Ervilhas (*Pisum sativum L)*; Abóboras (*Cucurbita moschata)*; Brócolis (*Brassica oleracea)*; Couve-flor (*Brassica oleracear var. botrys L.*) e Rabanetes *(Raphanus sativus).*

Dentre as hortaliças apresentadas, as utilizadas na pesquisa foram a alface e a cebolinha, pois são duas espécies que se adaptam muito bem a esses sistema, seu ciclo de produção em meio aquoso é semelhantes e que tenha uma boa aceitação no mercado.

Segundo Henz (2009), a alface (*Lactuca sativa L.*) é uma planta anual, originária de clima temperado, pertencente à família *Asteracea*, certamente uma das hortaliças mais

populares e consumidas no Brasil e no mundo. A alface solta crespa apresenta folhas grandes e crespas, textura macia, mas consistente, sem formação de cabeça, podendo ter coloração verde ou roxa.

As alfaces em geral apresentam folhas macias, grandes, de sabor suave e refrescante, que crescem em volta do caule pequeno (em roseta), podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma cabeça e podem apresentar diversas tonalidades de verde e roxo-bronzeado. Seu sistema radicular é delicado, muito ramificado e superficial. A floração ocorre no verão, estimulada pelos dias longos (PATRO, 2015).

O cultivo hidropônico da alface também é muito interessante comercialmente, onde as plantas são mantidas em ambientes protegidos e recebem solução nutritiva para seu completo desenvolvimento em ausência de terra. Plantas cultivadas hidroponicamente exigem intensos cuidados, são mais duráveis, dispensam a lavagem e geram boa rentabilidade. (PATRO, 2015).

A cebolinha é uma planta de textura herbácea, aparentada com a cebola (*Allium cepa*). Os bulbos da cebolinha são brancos e alongados e suas folhas são verdes, compridas e cilíndricas, como tubos ocos, inflados desde a base. Após um período frio ela emite a inflorescência, com flores de coloração branco-esverdeada, reunidas em umbela. Há muitas variedades, incluindo plantas de coloração avermelhada, outras de bulbos maiores ou folhas mais ou menos grossas (PATRO, 2015).

Seu cultivo, normalmente, é feito por meio de mudas apresentando resultado de um dia para o outro. No entanto, também é possível cultivá-la por meio da *semeadeira,* porém este é um processo mais lento (aproximadamente 40 dias para apresentar resultado. A cebolinha, tanto crua como cozida, é muito usada nas cozinhas chinesa e ocidental. É indispensável no preparo de saladas, sanduíches, sopas e omeletes. Dá sabor especial a manteigas, queijos cremosos e patês. Pode decorar pratos prontos, antes de serem servidos. (TEIXEIRA, 2015).

Em um sistema aquapônico é fundamental a correta escolha das espécies de plantas, sejam hortaliças, frutíferas, medicinais ou até mesmo aromáticas, e das espécies de peixes para criar-se um sistema aquaponico harmonioso onde as exigências nutricionais são equivalentes, proporcionando um desenvolvimento adequado dos peixes e das plantas.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Avaliar quais substratos são mais eficientes para a produção aquapônica, utilizando as culturas de alface e cebolinha no sistema.

4.2. Objetivos Específicos

Para o alcance do objetivo geral, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar o crescimento das mudas de alface e cebolinha;
- Verificar o desempenho dos peixes.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Aquaponia, do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Pesca e Aquicultura (NUPA), localizado no Campus Planaltina do Instituto Federal de Brasília (IFB), no Distrito Federal. O Campus Planaltina fica localizado na rodovia DF-128 – Km 21 – zona rural de Planaltina, Brasília – DF, 73380-900. A latitude e longitude de Planaltina DF é -15,6216249 e -47,6521514 respectivamente. A temperatura no período do experimento atingiu a mínima de 14°C e máxima de 26°C.

Dentro de uma estufa agrícola foram montados quatro sistemas de aquaponia, idênticos e independentes, composto cada um por uma caixa de polietileno, com capacidade de 1.000 litros, com sistema de recirculação de água com bomba de 2000 l/hr e filtro biológico. Cada caixa possuía um difusor de oxigênio, um termostato para manter a temperatura da agua entre 26° e 28° C e um termômetro. O filtro biológico consistiu de uma caixa de polietileno com capacidade de 150 litros onde foram colocados sacos rede com argila expandida. A função principal do filtro biológico foi favorecer o desenvolvimento das colônias de bactérias que transformam a amônia em nitrato, e em seguida em nitrito, disponibilizando o nitrogênio para as plantas.

Duas bancadas de madeira, acima do nível do tanque dos peixes, serviram de suporte para 6 caixas de plástico (masseiras), onde cada uma possuía um sifão que controlava a saída da água, além de comportar os substratos. A bomba se encontrava dentro do filtro, sendo responsável por direcionar a agua para as masseiras. Em cada caixa foram plantadas 4 mudas de alface (*Lactuca sativa L*) e 4 mudas de cebolinha (*Allium schoenoprasum*) em copos plásticos perfurados e com substratos. A água voltava por gravidade para as caixas de 1000 litros onde estavam os peixes. O experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado, sendo 3 tratamentos (argila expandida, brita nº3 e pedra de rio) com 4 repetições.

Em cada caixa de 1000 litros foi colocada uma quantidade de peixes que atingiu uma biomassa em torno de 1,2kg. Foram utilizados alevinos da espécie Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus)* provenientes da empresa Piscicultura Planalto, localizada no município de São Gabriel- GO. As mudas de alface (*Lactuca sativa L*) e cebolinha (*Allium schoenoprasum),* foram oriundas da empresa Viveiro Grecco localizada na cidade de Planaltina-DF.

As hortaliças escolhidas, alface e cebolinha, ambas foram introduzidas no sistema com cerca de 10cm de tamanho na quantidade de 48 mudas de alface, e 48 mudas de cebolinha, totalizando 96 mudas no decorrer de seu desenvolvimento, após 30 dias, elas foram colhidas alcançando um tamanho e peso médio de até 17 cm 65g para a alface e média de 24cm e 11g para a cebolinha. As plantas tinham um aspecto vigoroso, a alface com folhas vivas e com coloração verde claro, a cebolinha tinha ramos encorpados, com coloração verde escuro.

Os peixes foram pesados no início e no final do período experimental, onde foram avaliados o peso vivo, o comprimento padrão (cabeça ao começo da barbatana caudal) e total (cabeça ao final da barbatana caudal), mortalidade e ganho de peso. A qualidade da água foi aferida em 3 pontos onde foram medidos o teor de oxigênio dissolvido, amônia, pH e temperatura. Quanto a alimentação dos peixes, foi ofertada uma ração comercial granulada 3mm com 36% de proteína bruta (PB), disponibilizada duas vezes ao dia nos mesmo horários 8:30hrs da manhã e 17hrs da tarde, consumindo aproximadamente 2kg em 30 dias de experimento.

Foram introduzindo no sistema 125 peixes. Por se tratar de um plantel desuniforme, com peixes de tamanhos distintos, eles foram distribuídos nas caixas até atingir uma biomassa total de aproximadamente 1,2kg por caixa d´água. Ao termino do experimento, que durou 30 dias, foi verificado o peso vivo, o tamanho parcial e tamanho total. Um dos itens avaliado, foi a taxa de mortalidade, reduzindo a quantidade inicial para 113 peixe.

A tilápia foi escolhida para este experimento por se tratar de um peixe rústico, resistente a doenças, a baixas temperaturas, ter um ciclo de produção de 6 meses e ter um habito de alimentação onívoro, se tornando um peixe ideal para se produzir no sistema aquaponico. O critério na escolha da alface e cebolinha se baseou no ciclo semelhante de produção, nas necessidades nutricionais, adequação ao sistema e aceitação no mercado.

A fase de adaptação teve duração de 7 dias e a fase de alimentação e avaliação teve a duração de 30 dias. Após o final do período experimental as plantas foram colhidas e pesadas. Foram mensurados a biomassa total e o tamanho para ambas as culturas, e o número de folhas apenas para a alface.

Os manejos diários consistiam em verificar a temperatura da água, que deveria estar por entre 26 e 28°C, verificava-se o nível da agua das caixas d´água e dos filtros biológicos, nunca os deixando abaixo, também era verificado diariamente o funcionamento do sifão, o

mal funcionamento dele, interfere diretamente no crescimento da hortaliça, sendo o responsável por permitir a raiz da planta respirar fora da agua de 3 a 5 segundos, caso contrário a raiz apodrece. Finalizando, a alimentação era diária, duas vezes ao dia, uma pela manhã e outra à tarde a mesma quantidade.

Os instrumentos utilizados para a construção do sistema, foram:

- 4 caixas de água de polietileno de 1000 litros
- 4 caixas de água de polietileno de 150 litros
- 1 barra de cano 50mm
- 10 barras de cano 25mm
- 10 metros de mangueira de jardim 25mm
- 12 masseiras como "canteiros"
- 4 bombas de água de 2000 litros/hora
- 8 termostatos por caixa de água
- 1 sifão para cada masseira
- 48 mudas de cebolinha
- 48mudas de alface
- 96 copos para sorvete grandes

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de análise dos dados ocorreu após 30 dias de coleta, foram registrados em planilhas e logo depois, esses dados foram trabalhados, processados e organizados. Houve o cuidado de separar os substratos, as plantas e os peixes para que os dados fossem trabalhados em cima desse contexto, compreendendo qual dos substratos: argila expandida, pedra de rio e brita número 3, seria eficiente na produção aquaponica.

A padronização ocorreu, quando observado na alface e cebolinha, após o período de plantio e colheita, o tamanho (cm), a biomassa(g) e numero de folhas(u). Em relação aos peixes, foi observado o tamanho parcial e total e o peso. Os dados mostram como as plantas regiam em cada um dos substratos.

Na figura 1 é possível observar a biomassa da cultura cebolinha, cujo no tratamento com argila expandida, sua massa foi superior aos demais tratamentos, entretanto, a diferença entre o tratamento com brita não foi tão significativo.

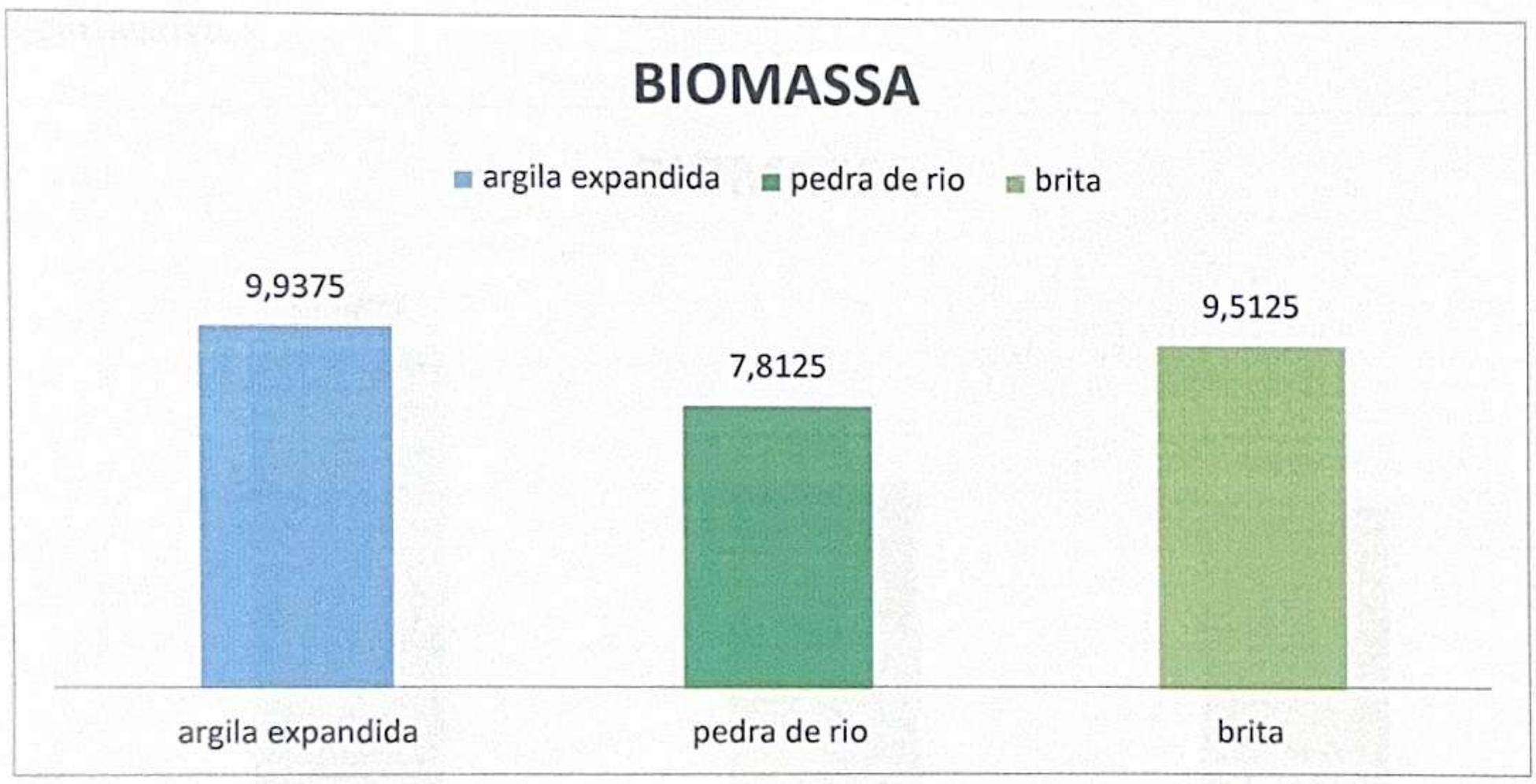


Figura 1: gráfico indicando a biomassa da cebolinha sob os três diferentes tratamentos no período de 30 dias

Na figura 2, observa-se que a cultura cebolinha teve um desenvolvimento no tratamento com pedra de rio, superior aos tratamentos, porem, a diferença não é significativamente superior aos demais tratamentos.

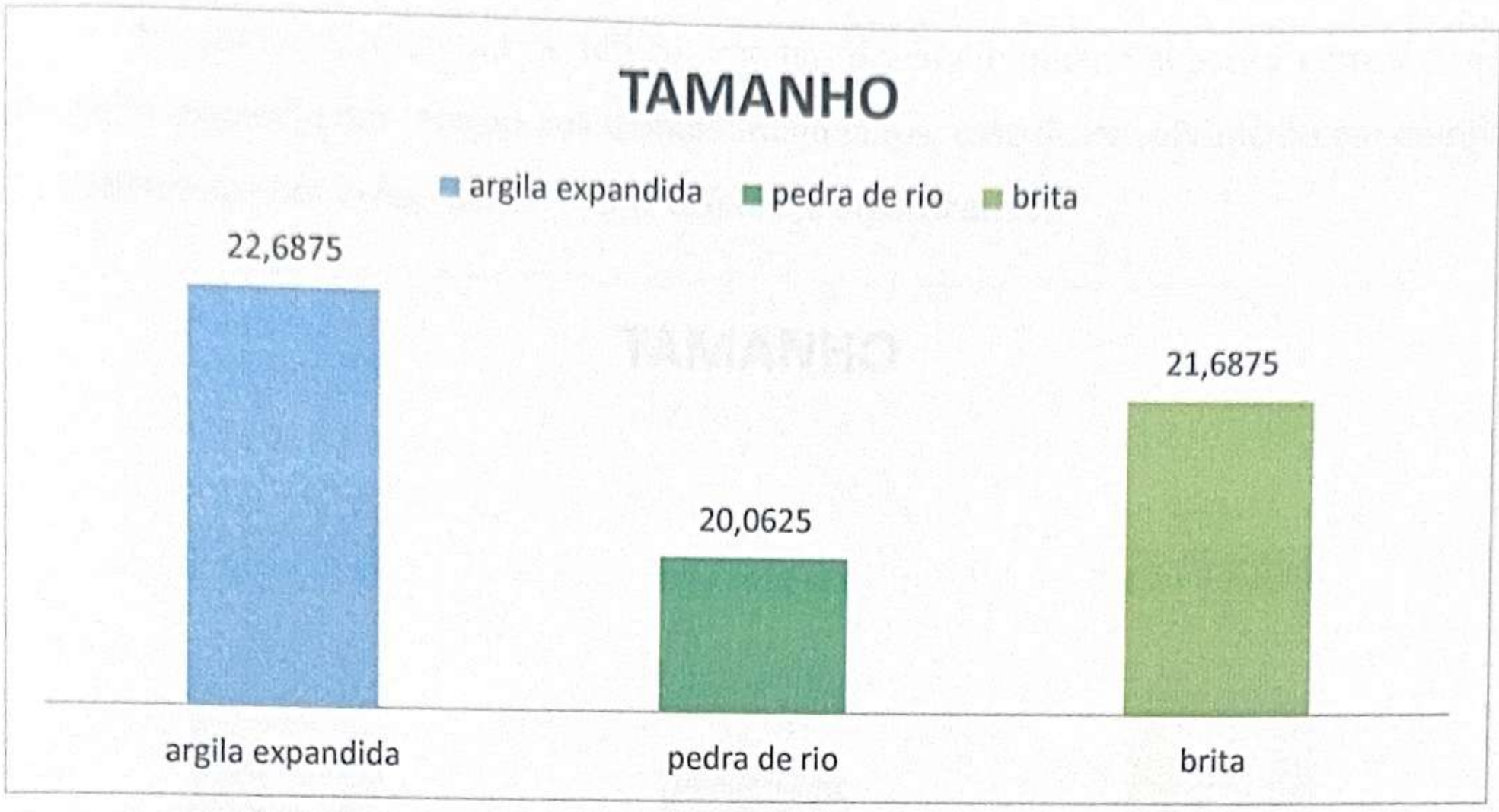


Figura 2: gráfico indicando o tamanho da cebolinha (cm) sob os três diferentes tratamentos no período de 30 dias.

Na figura 3 é possível verificar que no tratamento com argila expandida à cultura de alface teve um ganho de massa superior aos demais tratamentos, nota-se que à uma diferença significativa.

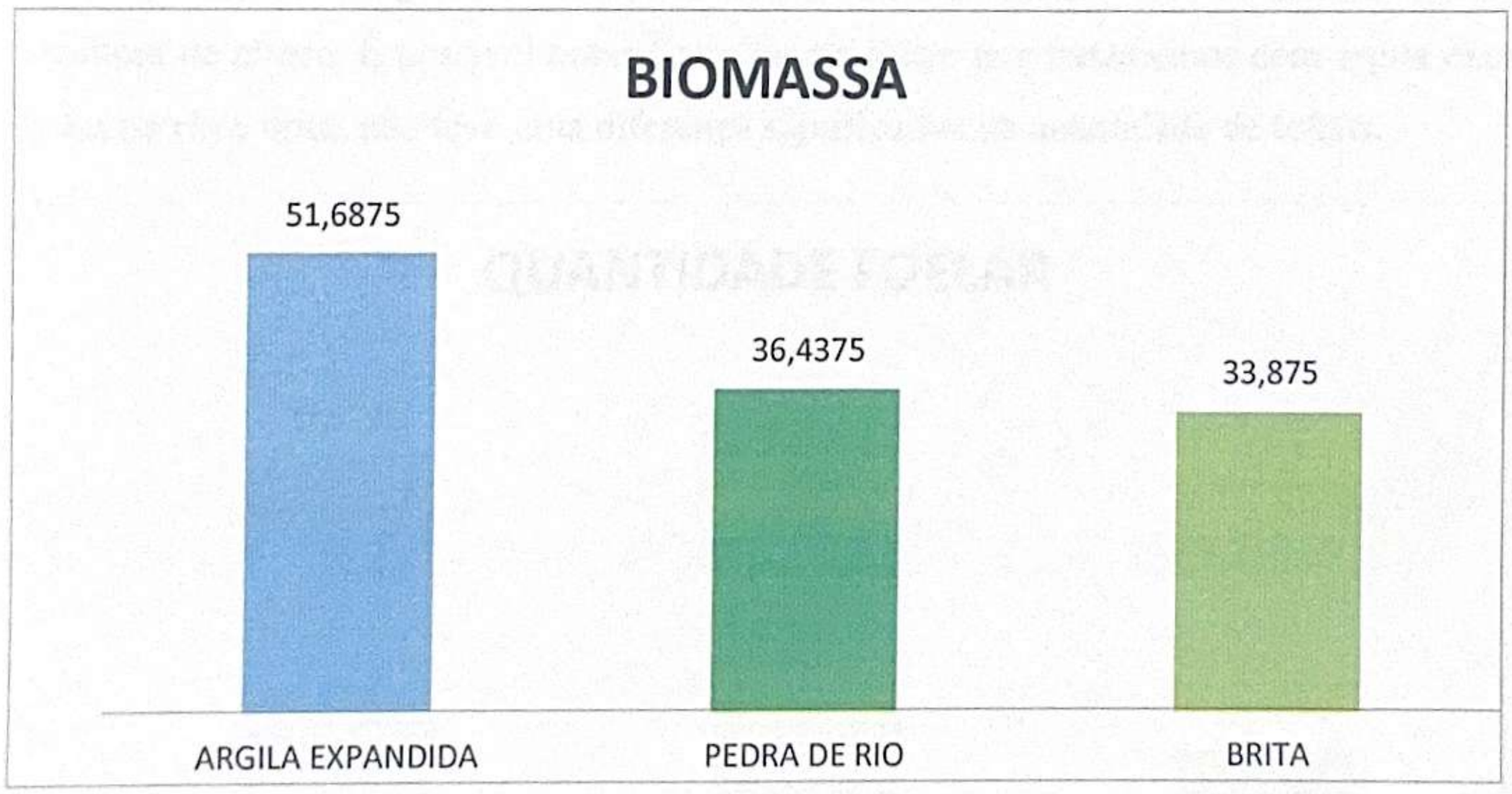


Figura 3: gráfico indicando a biomassa (g) da alface sob os três diferentes tratamentos no período de 30 dias

Na figura 4, a cultura de alface teve um desenvolvimento superior com o tratamento de argila expandia em relação aos demais tratamentos, esse desenvolvimento em comparação ao tratamento com brita, não teve uma diferença significativa.

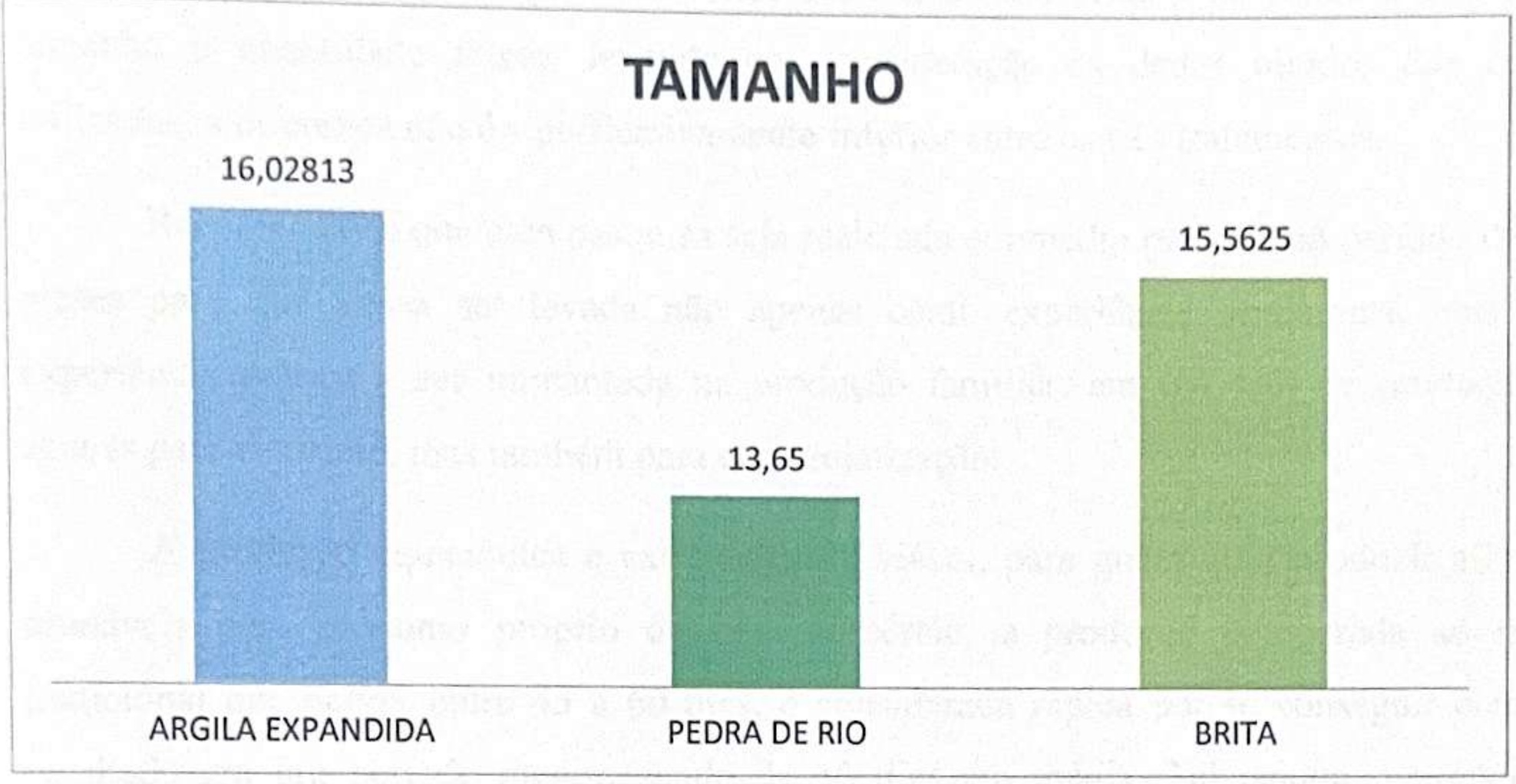


Figura 4: gráfico indicando o tamanho (cm) da alface sob os três diferentes tratamentos no período de 30 dias .

Na figura 5, o gráfico demonstra a quantidade folear, dado que foi aferido apenas para a cultura de alface. É possível notar que a media folear nos tratamentos com argila expandia, pedra de rio e brita, não teve uma diferença significativa na quantidade de folhas.



Figura 5: gráfico indicando a quantidade folear (un) da cultura alface sob os três diferentes tratamentos no período de 30 dias.

Em relação aos gráficos acima, tanto na cultura da cebolinha quanto na cultura da alface, nota-se que, com a utilização da argila expandida no tratamento, ambas as culturas tiveram um desenvolvimento superior comparando com os tratamentos de pedra de rio e brita. Em contra partida, é visível que a diferença nos fatores observados, dentre eles, a biomassa, tamanho e quantidade folear, levando em consideração os dados obtidos das culturas utilizadas, a diferença não é significativamente inferior entre os três tratamentos.

Recomenda-se que essa pesquisa seja realizada em médio prazo, com período de 4 a 6 meses para que possa ser levada não apenas como experiência acadêmica, mas como experiência prática a ser implantada na produção familiar, em um viés de produção não apenas para consumo, mas também para comercialização.

A produção aquapônica e extremamente viável, para quem quer produzir alimentos saudáveis para consumo próprio ou para comércio, a produção comparada ao plantio tradicional que ocorre entre 45 a 60 dias, é considerada rápida por se conseguir o mesmo resultado em um período menor, sendo de 30 dias em média. Tal resultado proporciona rentabilidade, qualidade de vida, qualidade alimentar, gerando um alimento isento de agroquímicos, sustentabilidade ambiental que visa a preservação ambiental e a construção de novos paradigmas para a produção familiar. Pode-se economizar nos custos de produção e gerar renda para as produções familiares e pequenos produtores.

Uma grande dificuldade está no acerto e montagem do sistema que precisa ter conhecimento na área hidráulica. As caixas precisam estar bem niveladas tal condição interfere no nível da água presente nas caixas d´água, que está diretamente ligado ao funcionamento do sistema. Recomenda-se verificar o local onde será alocado o sistema, os materiais necessários, o tipo de plantas(hortaliças) e os peixes utilizados, levando em consideração a região onde será executado a produção. Uma tecnologia que deve ser presente nas produções familiares e de pequenos produtores podendo estende-se a grandes produções.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema da pesquisa consistia em descobrir qual substrato dentre eles argila expandida, pedra de rio, e brita nº 3, seria mais adequado para a produção aquapônica. Dentro de 30 dias e após a análise dos dados, foi constatado que não houve diferença significativa entre os tratamentos apesar dos números com o tratamento de argila expandida ser superiores aos demais substratos, tornando qualquer substrato viável para a utilização no sistema.

O objetivo do trabalho foi alcançado, sendo o resultado melhor do que o esperado, pois o produtor vai escolher o substrato de acordo com questões economicamente viáveis ou pela facilidade de adquirir tal substrato. Como ressaltado anteriormente, de acordo com as hipóteses geradas no desenvolvimento do trabalho, o resultado supriu as expectativas propostas.

Uma grande dificuldade encontrada, foi manter o nível da água constante, e os sifões em constante funcionamento, evitando variação no funcionamento do sistema. Ressalta-se também, que para um correto funcionamos, todo o sistema esteve devidamente nivelado, pois isso afeta diretamente no nível da água, interferindo na funcionalidade, dos canteiros, dos filtros de bactérias e nos tanques.

A pesquisa e de suma importância para Agroecologos e adeptos da agroecologia, um publico que busca tecnologias sustentáveis, produtos saudáveis e de qualidade para consumo. Além de possibilitar qualidade de vida, tal produção proporciona renda para os produtores familiares que tem interesse em comercializar, e se tratando de uma criação orgânica, agrega valor aos produtos finais.

Quanto às produções de fundo de quintal, é uma tecnologia de produção que gera o pescado de acordo com o gosto de quem esta produzindo agregado ao cultivo de hortaliças e temperos utilizados no dia-a-dia como: cebolinha; alface; coentro; rúcula; pimenta; cheiro verde; salsa; uma infinidade de opções para complementar a mesa, economizando o gasto semanal ou mensal com as idas aos supermercados.

E importante ressaltar que apesar do resultado ser bastante satisfatório para a produção aquapônica, há uma necessidade que a pesquisa seja refeita em um período de médio em longo prazo, analisando e comparando os resultados, para que assim, sejam realmente firmados os resultados do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFARO. C. **Guia prático:** aquaponia em sua casa. Disponível em: < <www.aquaponiaurbana.com> .Acesso em: 10 ago. 2015.

AQUAPONICS PORTUGAL. Disponível em: <http://www.aquaponicsportugal.com/?page_id=3492>. Acesso em: 10 ago. 2015.

BARBOSA, V. **Exame.com**. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/mundo/noticias/porque-os-ambientalistas-odeiam-a-tilapia> .Acesso em: 01 out. 2015.

BRAZ, M. *[et al.]*, **Agroindústria de processados**. São Roque, SP, 2010. DIVER, S. Aquaponics—Integration of Hydroponics with Aquaculture.. National Sustainable. **Agriculture Information Service**, p. 1-27, Washington, EUA. 2006.

HENZ, G. P; Suinaga, F. Tipos de alface cultivadas no Brasil.. **Comunicado Técnicos.** ISSSN 14 14-9850. Embrapa, Brasília, Novembro, 2009.

KOBERSTEIN, T. C. R. D. **Criação de Tilápias**. Centro de Aquicultura da UNESP, São Paulo, 2014.

MALLA, L. **Uma malla pelo mundo**. Disponível em: <http://www.luciamalla.com/blog/2011/05/aquaponica.html> .Acesso em: 25 jul. 2015.

MARINOVIĆ, I. B. **Embrapa Tabuleiros Costeiros.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2767622/integrar-criacao-de-peixes-com-hortalicas-economiza-90-de-agua-e-elimina-quimicos> . Acesso em: 8 ago. 2015.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/aquicultura>. Acesso em: 4 ago. 2015.

NOGUEIRA, M. A. **Hidroponia:** uma técnica alternativa de cultivos. Epamig : Belo Horizonte-MG, 2007.

PATRO, R. **Jardinheiro.net**. Disponível em: <http://www.jardineiro.net/plantas/alface-lactuca-sativa.html>. Acesso em: 5 ago. 2015.

PISCICULTURA NO BRASIL. Disponível em: <www.investimentosalagoas.al.gov.br>. Acesso em: 30 de jun. 2015.

PLAÇA. A.; DREHMER. I. **O que é aquaponia?.** In: Plaça, A; DREHMER, I (ORG). **Aquaponia:** manual para produção em pequena escala. Párana : Atlas, 2014. p.5.

SILVA, D. F *[et al]*. **Manual prático de horticultura hidroponia para cultivar hortaliças em áreas urbanas e periurbanas**. FUNACI : Terezina-PI, 2005-2007.

SILVA, Rui Franco. Aquaponia- simbiose de organismos. **Today 3 Tech**, 2010. Disponível em: <http://today3tech.blogspot.com/2010/09/aquaponia-simbiose-de- organismos.html>. Acesso em: 18 out. 2014.

TEIXEIRA, S. **Centro de Produções Técnicas.** Disponível em: <http://www.cpt.com.br/cursos-horticultura-agricultura/artigos/horta-como-plantar-cebolinha-allium-schoenoprasum#ixzz3lfBbfO6Y> . Acesso em: 05 ago. 2015.

APÊNDICE



Figura 1: Demonstrativo da pesagem e medição das tilápias (total e parcial).



Figura 2: Transplante das mudas da bandeja para o sistema aquaponico.



Figura 3: mudas de alface e cebolinha com 13 dias no sistema aquapônico.



Figura 4: mudas de alface e cebolinha na argila expandida.



Figura 5: mudas de alface e cebolinha 25 dias no sistema aquapônico.



Figura 6: mudas de alface e cebolinha com 26 dias no sistema aquapônico.

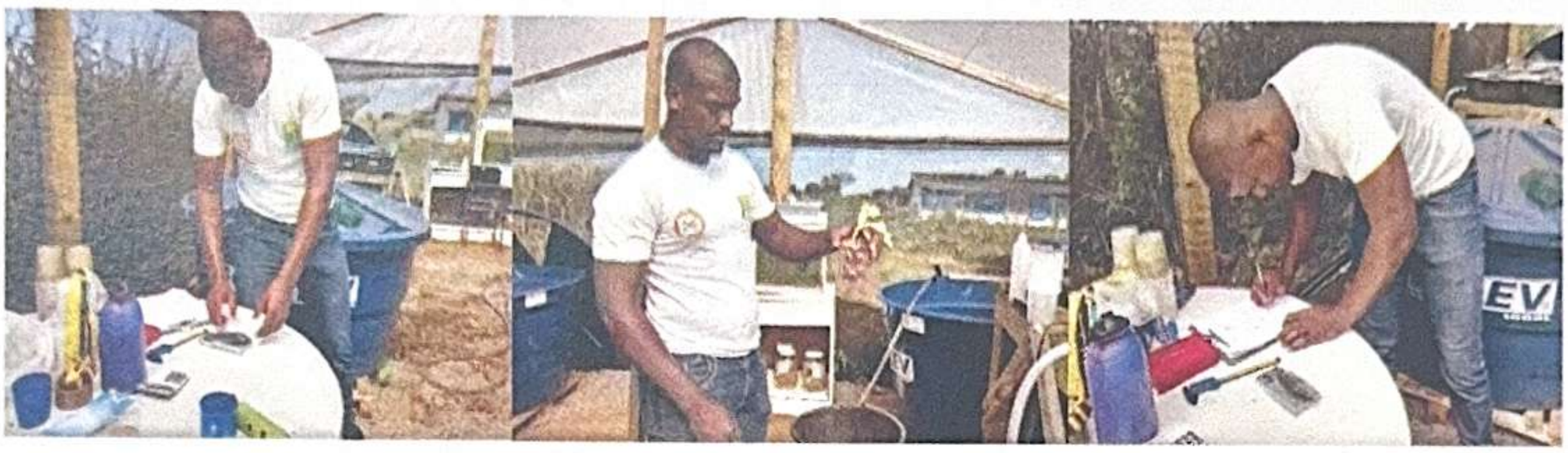


Figura 7: biometria dos peixes e transplantes das mudas.

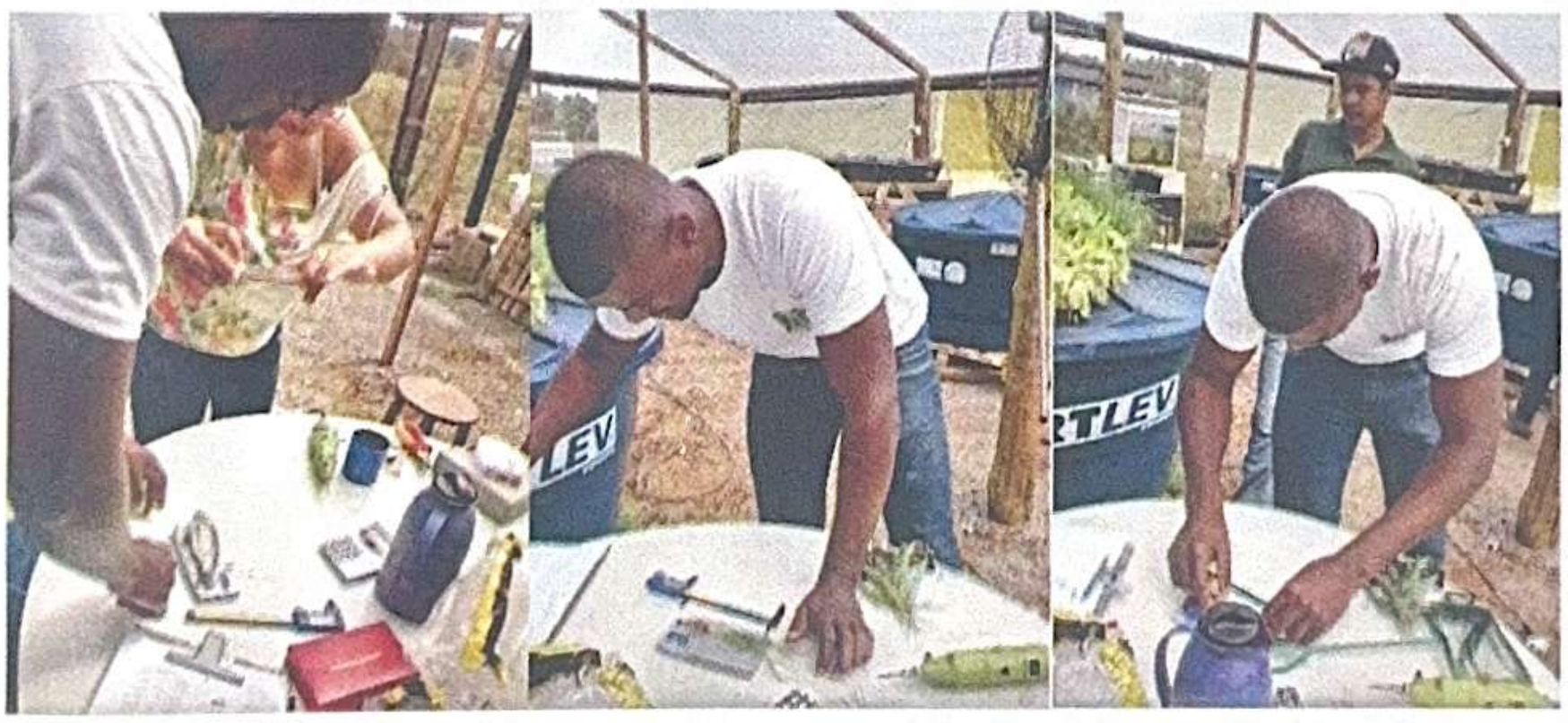


Figura 8: biometria dos peixes



Figura 9: medição do substrato pedra de rio

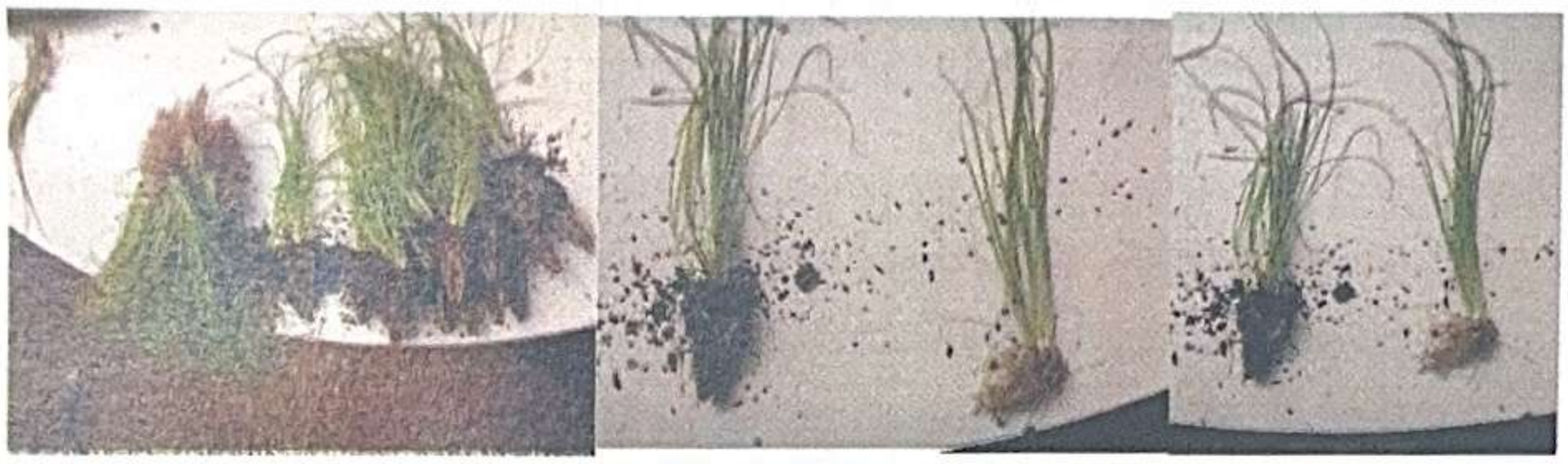


Figura 10: mudas de cebolinha



Figura 11: mudas de alface



Figura 12: matérias para colheita das mudas (caderno, balança, calculadora).



Figura 13: colheita da alface e cebolinha, analise de tamanho e peso.



Figura 14. Sistema experimental de aquaponia