



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO

CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

IAN FELIPE CABRAL

**AVALIAÇÃO DE EFICÁCIA DO SISTEMA AQUAPONICO NO
CRESCIMENTO ANIMAL/VEGETAL EM PEQUENA PROPRIEDADE
DE CUIABÁ-MT**

Cuiabá/MT

2014



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO

CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

IAN FELIPE CABRAL

**AVALIAÇÃO DE EFICÁCIA DO SISTEMA AQUAPONICO NO
CRESCIMENTO ANIMAL/VEGETAL EM PEQUENA PROPRIEDADE
DE CUIABÁ-MT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Campus Cuiabá - Bela Vista para obtenção de título de graduado, sob orientação do Professor Dr. Josias do Espírito Santo Coringa

**Cuiabá/MT
Dezembro 2014**

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da publicação na fonte. IFMT/Campus Bela Vista
Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

C117a

CABRAL, Ian Felipe

Avaliação de eficácia do sistema aquapônico no crescimento animal/vegetal em pequena propriedade de Cuiabá-MT. / Ian Felipe Cabral – Cuiabá, IFMT: O autor, 2014.

41f il.

Orientador: Prof. Dr. Josias do Espírito Santo Coringa

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Campus Cuiabá - Bela Vista. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.

1, Piscicultura. 2. Hidroponia. 3. Biomassa. I. Coringa, Josias do Espírito Santo II. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

CDD: 631.585.98172

IAN FELIPE CABRAL

**AVALIAÇÃO DE EFICÁCIA DO SISTEMA AQUAPONICO NO
CRESCIMENTO ANIMAL/VEGETAL EM PEQUENA PROPRIEDADE
DE CUIABÁ-MT**

Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental, submetido à Banca Examinadora composta pelos Professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso Campus Cuiabá Bela Vista como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduado.

Aprovado em 04 de Dezembro de 2014.

Prof. Dr. Josias do Espírito Santo Coringa
(Orientador IFMT)

Prof. Dra. Elaine de Arruda Oliveira Coringa
(Membro da Banca IFMT)

Prof. Dra. Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria
(Membro da Banca IFMT)

**Cuiabá
2014**

DEDICATÓRIA

Dedico a minha mãe, Theia Cabral, a qual é o espelho para uma vida justa e saudável. Ao meu irmão Marcelo M. Cabral, grande parceiro desde o primeiro dia em que vim ao mundo.

“Está aí uma coisa que nunca saberei nem compreenderei - do que os humanos são capazes.”

A menina que roubava livros.

Markus Zusak, 2005

“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma. ”

Antoine Lavoisier

AGRADECIMENTOS

Aos meus antigos amigos, Thiago Cardoso Barbosa e Ayrton Sens Brittes Junior e Mariana Gaebler Brandão que me deram dicas importantes, acompanharam-me nesta empreitada e me aguentaram nas horas tensas.

Aos professores do curso de Gestão Ambiental, por terem compartilhado o conhecimento e dividido experiências.

Aos piscicultores que deram dicas; À professora Dra. Elaine de Arruda Oliveira Coringa, por me indicar o orientador.

A meu orientador, professor Dr. Josias do Espírito Santo Coringa, que mesmo atarefado em suas obrigações diárias, aceitou participar e me ajudar nesta pesquisa, o qual me ofereceu uma oportunidade de deixar me fazer algo tão diverso e desafiador.

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo aplicar a água residual da criação de peixes ao cultivo hidropônico de hortaliças, particularmente da alface, visando a interação desses dois sistemas produtivos em único, denominado *Aquaponia*. O funcionamento deste sistema é dinâmico e fechado, o qual obedece aos princípios da sustentabilidade, colaborando para a melhoria da qualidade ambiental. Neste estudo monitorou-se o crescimento da alface produzida e dos peixes a fim de avaliar a integração do sistema, aliado ao controle da qualidade da água utilizada. Verificou-se que a Aquaponia pode ser adaptada em qualquer espaço para a produção de alimentos, onde os resíduos dos peixes processados em biorreatores, levados às bancadas NTF de hidroponia, proporcionaram crescimento e ganho de massa das alfaces, comprovando a eficácia do sistema integrado. Os parâmetros das águas dos tanques apresentaram-se em conformidade com os limites da legislação vigente, assim como para a qualidade da criação do peixe. O monitoramento biométrico permitiu avaliar a evolução do crescimento dos peixes e o desenvolvimento da alface, o qual se percebeu que o material advindo dos peixes, está diretamente relacionado com a disposição dos metabólitos que serviram de aporte nutricional à produção alface, quanto ao ganho de massa e altura.

Palavras chaves: piscicultura, hidroponia, biomassa.

ABSTRACT

This study objective to apply the residual water fish farming to hydroponic cultivation of vegetables, particularly lettuce, in view of the interaction of these two productive systems in only one, called *Aquaponics*. The system operation is dynamic and closed, which obey the principles of sustainability, contributing to the improvement of environmental quality. In this study is monitored the growth of lettuce and fish produced in order to evaluate the system integration, associated with the quality control of water used. It was found that the *Aquaponics* could be adapted into any space for food production, where the processed fish waste in bioreactors, the NTF taken hydroponic countertops growth and provided lettuce gain mass, demonstrating the effectiveness of the integrated system. The water pond parameters had to comply with the limits of the current legislation, as well as the quality of the fish creation. The biometric monitoring allowed evaluating the *evolution* of fish growth and development of lettuce that realized the fish arising material is directly related to the provision of metabolites that served as a nutritional support to lettuce production, as to gain weight and height.

Keywords: pisciculture, hydroponics, biomass.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho esquemático da montagem final do sistema aquaponico.	20
Figura 2: Bancada com seção triangular utilizada para o cultivo da alface hidropônica.....	21
Figura 3: Biorreator	22
Figura 4: Esquema do ciclo da amônia	23
Figura 5: Da esquerda para direita no mosaico, (A) Comparação com a mão do autor Peixe X Mão; (B) Peixe no ambiente de pesquisa, em comparação com caneta; (C) Sistema hidropônico 3 semanas; (B) Sistema do Tanque menor, ainda com 18 peixes.	31
Figura 6: Crescimento do peixe e produção de massa fresca de alface	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros utilizados no controle da água nos pontos amostrados.....	28
Tabela 2: Valores médios de crescimento dos peixes.....	30
Tabela 3: Medidas biométrica do cultivar hidropônico (alface).	33
Tabela 4: Correlações entre os dados biométrico da alface e do peixe	33

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Hidroponia.....	15
2.2 Piscicultura.....	16
2.3 Aquaponia.....	16
3. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo geral.....	19
3.2 Objetivos específicos	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Caracterização do local de estudo	20
4.2 Procedimentos metodológicos	20
4.2.1.De campo	20
4.2.2 Análises laboratoriais.....	24
4.2.2.1 Parametros fisico-quimicos de monitoramento da água e efeuntes	24
4.2.2.2 Das espécies produzidas/cultivadas (Peixes e Alfaces hidropônico)	26
4.3 Análises estatísticas:.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Parâmetros de monitoramento da qualidade da água	28
5.2 Controles do crescimento dos peixes	30
5.3 Controle biométrico do hidropônico.....	32
6. CONCLUSÃO	34
8. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A horticultura na atualidade tem como desafio manter uma produção estável em todas as estações do ano, oferecendo ao mercado consumidor produtos de qualidade. No entanto, a acessibilidade desses produtos para a maioria da população, é necessária que ao chegarem ao mercado seus preços sejam compatíveis com o poder aquisitivo da população alvo.

Portanto, a necessidade da satisfação dos quesitos regularidade, qualidade e preço em consonância com a tecnológica adotada. Entretanto diversos fatores contribuem para sua implementação, como: o alto valor das terras, o custo elevado de mão de obra, a incidência de pragas e doenças nos cultivos convencionais. Além destes estão agregados uso de defensivos, possibilidades de perdas da produção pelas condições climáticas, baixa produtividade dos cultivos convencionais, aumento da demanda por hortaliças, mercado consumidor cada vez mais exigente. Todos esses fatores contribuem para que os horticultores lancem mão de tecnologias mais sofisticadas, como: cultivo em ambientes protegidos, fertirrigação, cultivo hidropônico e cultivo em substratos.

Para o processo de produção das culturas independente do sistema de cultivo, a água é um dos componentes primordiais. Assim, é imprescindível o bom uso desse recurso precioso, que em abundância em muitas propriedades rurais são usados para diversos fins, dentre eles a criação de peixes.

A integração de piscicultura e hidroponia é a junção de dois biosistemas diferentes, as quais dão origem à Aquaponia. O funcionamento deste sistema é dinâmico e fechado, o qual obedece aos princípios da sustentabilidade. Dessa forma, colabora para a melhoria da qualidade ambiental, na qual o principal problema enfrentado pelos produtores de peixes são as críticas negativas feitas por leigos e pelos órgãos ambientais, no sentido de que estariam promovendo a poluição dos mananciais de água.

Usando esse incremento de produtividade aquática, dada pelo aumento de biomassa de organismos fotossintetizantes, podemos vincular as altas taxas nutricionais ao para meio hidropônico, que consiste em cultivo sem solo, com uma solução nutritiva. Neste caso, a solução nutritiva será o efluente gerado por um

sistema de piscicultura tipo tanque como alternativa para desenvolvimento de hortaliças.

O crescimento da atividade de cultivo de organismos aquáticos nos últimos anos, contribuiu para a tomada de consciência, por parte dos pesquisadores e dos produtores, sobre a necessidade de manter o padrão de qualidade da água no ambiente do cultivo como viveiros, tanques, tanques-rede, caixas d'água e açudes.

Em virtude disto, o conhecimento, o controle da qualidade da água e o destino da água residual se tornam indispensáveis para que o setor possa crescer de forma autossustentável.

O presente trabalho teve por objetivo aplicar a água residual da criação de peixes ao cultivo hidropônico de hortaliças, particularmente da alface, visando a interação desses dois sistemas produtivos em único: a aquaponia. Para tanto, monitorou-se o crescimento da alface produzida e dos peixes afim de avaliar a integração do sistema, aliado ao controle da qualidade da água utilizada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os recursos hídricos no Brasil são usados de várias formas, dentre elas, a piscicultura. Segundo Black (2001), ela possui como resultantes resíduos brutos que muitas vezes não são tratados, sendo lançados nos corpos d'água, provocando modificações significativas ao meio ambiente.

Um dos processos limitantes proveniente do uso de água na piscicultura, consiste na acumulação de resíduos orgânicos, que se depositam ao fundo do tanque, elementos já metabolizados, como os nitrogenados e fosfatados, encontram-se diluídos no meio (CHAVES; SILVA, 2006). A concentração excessiva de nitrogênio e fósforo em ecossistemas provoca o desenvolvimento rápido de algas e crescimento de plantas aquáticas, além de bactérias respectivamente (TUNDISI, 2003).

O aproveitamento das águas do cultivo de peixes na produção de vegetais aperfeiçoaria o uso deste recurso, pois, além de integrar as diferentes atividades desenvolvidas nas propriedades rurais, combinaria a produção de proteína de origem animal com a produção de plantas, dentre as quais, hortaliças, grãos, frutas, plantas forrageiras, pastagens, e reflorestamento, através da fertirrigação, tendo ainda, a possibilidade de reduzir o uso de adubos químicos, baixando assim, os custos de produção destes (TESTOLIN, 2009).

Desta forma, a combinação peixe/plantas se tornaria muito interessante, porque, além de se produzir um alimento saudável que é o peixe se estaria dando um destino mais nobre para a água que sobra da piscicultura, vindo desta forma auxiliar a resolver, em parte, o impacto que esta atividade provoca ao meio ambiente. Os rejeitos gerados pelos peixes, assim como seus desprendimentos corporais e restos de alimento, aqui tratados como material metabólico é contaminante e podem virar toxinas para os mesmos (TESTOLIN, 2009).

Usando o resíduo produzido pelos peixes, dada pelo aumento da biomassa dissolvida na água, organismos fixados, amonificadores e nitrificadores, podem disponibilizar esse material de alta taxa nutricional para o meio hidropônico. O custo ecológico aplicado à produção de alimento torna se cada vez mais alto, fazendo assim necessária pesquisa e aperfeiçoamento de técnicas para produção de alimentos (AGROAMBIENTE, 2003).

2.1 Hidroponia

O termo hidropônico deriva de duas palavras gregas: hydro = água e ponos = trabalho ou “trabalhar com água” e, implicitamente, o uso de soluções de adubos químicos para se criar plantas sem-terra.

O cultivo hidropônico de plantas permite a produção efetiva em meio líquido, associado ou não a substratos não orgânicos naturais, adicionando solução nutritiva para suprir as necessidades da planta em seu desenvolvimento. (FILGUEIRA, 1982).

As primeiras experiências com cultivo de plantas sem solo foram realizadas por volta do ano de 1600. Porém, antes disso, nos jardins da Babilônia; nos jardins Astecas, no México, e nos jardins da China imperial, plantas já eram cultivadas sem o uso de solo. Hieróglifos escritos centenas de anos antes de Cristo também citam o cultivo de plantas em água. Antes de Aristóteles, Theophrasto (372-287 a.C.) realizou vários ensaios com nutrição vegetal (RESH,1997).

Em 1699, John Woodward, membro da Sociedade Real de Ciências da Inglaterra, realizou os primeiros estudos sobre o crescimento de plantas em água sem substrato sólido. Foram realizados cultivos com águas de diferentes origens: chuva, rios e poços. Através dos cultivos foram observadas que, quanto maior a concentração de partículas suspensas na água, maior era o desenvolvimento apresentado pelas plantas (JONES JUNIOR, 1982).

Knop desenvolveu uma solução nutritiva utilizada por vários anos, como citam CASTELANE; ARAÚJO (1995). No século 20 já se construía listas mais completas de nutrientes para o desenvolvimento de várias espécies de plantas. Percebe-se que até o início do século 20 as soluções nutritivas eram utilizadas somente em estudos de laboratório. Em 1930 se deu o início da popularização do cultivo sem solo para produção vegetal em maior escala, foi nesse ano que o Dr. W.F. Gericke (Universidade da Califórnia - E.U.A.) criou o termo hidroponia, (do grego hidro = água + ponos = trabalho) (JONES JUNIOR,1982).

O sistema hidropônico, como qualquer aplicação de técnicas não convencionais, exige monitoramento constante de vários parâmetros relativos à solução nutritiva e ambiente, como pH, condutividade elétrica (que fornece uma estimativa indireta da concentração da solução nutritiva), umidade e temperatura.

2.2 Piscicultura

O desenvolvimento sustentável de atividades agrícolas, incluindo a piscicultura, deve preservar a terra, a água, a flora e a fauna, ser tecnicamente correto, economicamente viável, e socialmente desejável. Piscicultura – a produção e reprodução de peixes em condições controladas (AVAULT, 1996) – tem a água como sua principal fonte de oxigênio (o combustível para todas as reações e processos fisiológicos), mas também como seu meio para dispersão e assimilação de resíduos.

A piscicultura brasileira cresce cerca de 30% ao ano, por tratar-se de fonte de proteína de alta qualidade e pela lucratividade. Entretanto, a dificuldade do cultivo se mantém na obtenção de peixes de tamanhos uniformes e padrões solicitados pelo mercado, o que somente será resolvido por meio de manejo alimentar e de ambiente de cultivos adequados, principalmente a temperatura (BEERLI et al., 2004).

Os peixes são animais pecilotérmicos, com dependência direta e indireta do ambiente, em baixas temperaturas, o metabolismo é reduzido e não existe crescimento e dependendo dos limites letais da espécie, pode ocorrer mortalidade. Elevação de temperatura da água pode levar o maior crescimento, mas a partir de certo limite começa a ocorrer morte (dependendo da espécie) pois ocorre maior consumo de oxigênio (BALDISSEROTTO, 2002), além de exercer forte influência sobre outros parâmetros da água (VINATEA-ARANA, 2004).

O impacto ambiental da aquicultura resulta principalmente no enriquecimento dos corpos de água com nutrientes (SCHROEDER et al., 1991) e sólidos dissolvidos (NAYLOR et al., 1999). Entre os impactos negativos citam-se o consumo de recursos naturais, a geração de poluição e de interferências em níveis de biodiversidade como também sua associação direta com recurso de múltiplos usos e essencial para a qualidade de vida (a água) (TIAGO, 2007).

2.3 Aquaponia

A aquaponia é um sistema integrado de organismos aquáticos criados em cativeiro consorciado com hidroponia, onde ambos os sistemas relacionam se mutualissimamente (RAKOCY,2006). Esta metodologia busca aproveitar a mineralização do material orgânico transformando os em compostos simples, tais como o amoníaco, o dióxido de carbono e fosfato.

O processo consiste em um sistema de criação de peixe em tanque de forma intensiva, onde a recirculação da água em tempo curto é primordial, vinculada a cultivo de hortaliças hidropônicas. Portanto, a produção consorciada tem como principal intuito produzir simultaneamente duas culturas ao mesmo tempo (hortaliças e peixes) respeitando o tempo de maturação de cada uma delas (RAKOCY, 2006).

Os nutrientes necessários para crescimentos dos vegetais se dá pelo vínculo de peixes, plantas e bactérias, em uma criação intensiva de recirculação, onde o efluente é conduzido a biofiltros constituídos de substratos porosos para desenvolvimento das bactérias necessárias para a ciclagem nutricional (DAIKIR et al.,2006) O cultivo aquapônico está se desenvolvendo graças ao aperfeiçoamento de novas técnicas de cultivo de baixo custo e elevado custo de produção de sistemas extensivos, além do desenvolvimento urbano que força os produtores migrarem para regiões cada vez mais distantes dos centros consumidores para terras impróprias à agricultura (CORTEZ et al., 2009).

A aquaponia destaca-se por ser um sistema mutualista, o qual pode ser descrito como "Super Intensivo com Recirculação de Água" denominado (SIRA), sendo suas vantagens: o controle da qualidade da água, a mitigação acerca da produção espontânea de algas e fungos, as quais tendem a agregar sabor desagradável a carne do pescado, além de possibilitar a produção de várias safras durante o ano e o manejo intenso para o ganho de produção mais homogêneo (BRAZ FILHO, 2000).

Agrupar os sistemas de produção de peixe com hidroponia pode conduzir a uma solução para a utilização da água de maneira proveitosa, sejam elas, para os peixes ou massa vegetal, com o mesmo uso do recurso, o que mitiga a perda, sem que haja preocupação com a contaminação do meio, usando este contaminante como adubo orgânico (MARISCAL- LAGARDA et al, 2012).

Com produção intensificada, a cobrança por espaço, acaba por ser inferior aos sistemas e modelos tradicionais, sendo assim por sua vez, mais econômico, pela

redução de custos, além de possibilidade de instalação no meio urbano, o que garante a proximidade, a sociedade, diminuindo custos advindos de transporte e armazenamento (SILVEIRA, M. P; LOSEKANN, M. E; HISANO, H, 2013).

Pesquisadores garantem que o sistema aquaponia é auto suficiente, entretanto outros atestam a necessidade de algum tipo de correção nutricional, para um desenvolvimento eficaz das plantas, porém afirmam as vantagens desta simbiose (SILVA, 2011). Dessa forma, a tecnologia nos permite reduzir, reutilizar e mitigar o consumo de água da aquicultura, aproveitando os nutrientes advindos do metabolismo dos peixes e/ou crustáceos, para a produção de massa vegetal alimentar.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Verificar se a atividade integrada aquaponia é eficaz quanto ao aproveitamento da água proveniente de piscicultura para a produção hidropônica.

3.2 Objetivos específicos

- Monitorar e avaliar o crescimento e desenvolvimento dos peixes e da alface hidropônica produzida;
- Correlacionar a produtividade da espécie hidropônica com o crescimento dos peixes;
- Caracterizar e monitorar a qualidade da água dos tanques de criação de peixes ao longo do processo;

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do local de estudo

O projeto de pesquisa foi desenvolvido no município de Cuiabá/MT no bairro Jardim Araçá, situado a latitude $-15^{\circ}35'46.6\text{S}$ e longitude $-56^{\circ}08'01.7\text{W}$, altitude de 176 metros, e foi conduzido durante 12 meses, dividido em duas fases: De campo, para construção do sistema hidropônico, montagem das estruturas e parâmetros físico-químico de monitoramento, análises laboratoriais.

4.2 Procedimentos metodológicos

4.2.1. De campo

O experimento foi instalado em duas etapas a seguir:

A) O sistema de criação de peixes

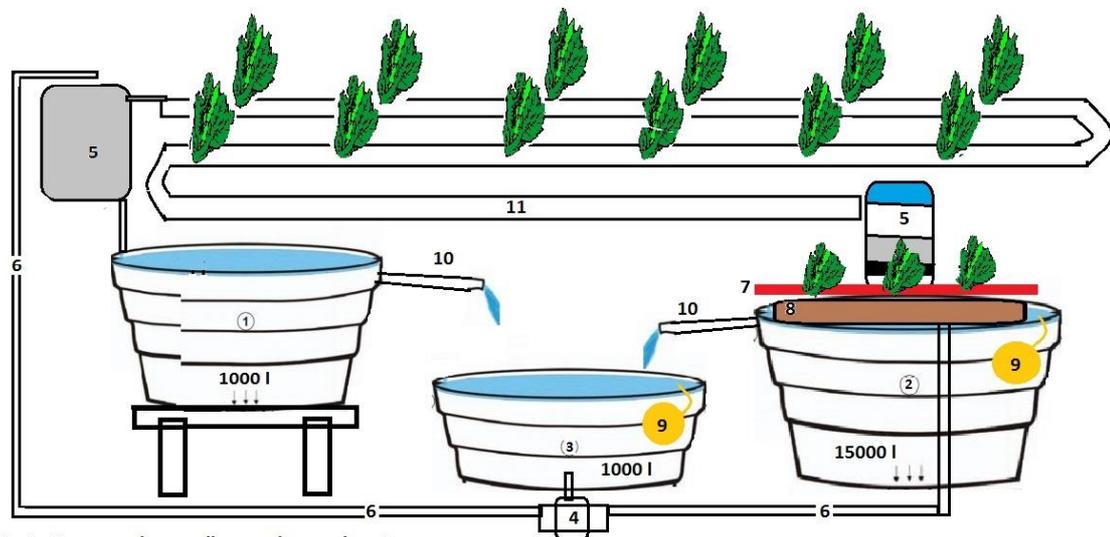


Figura 1: Desenho esquemático da montagem final do sistema aquapônico.

Onde :

- 1- Tanque de 1000 litros, para sedimentação, circulação e distribuição,
- 2- Tanque de 1500 litros, estocagem de 39 peixes, com sistema de aeração e recirculação,

- 3- Tanque de 1000 litros, estocagem e 39 peixes, com sistema de aeração e recirculação,
- 4- Moto bomba não submersa com potência de ½ HP,
- 5- Bioreator -semi alagado, fibra sintética, carvão atizado e argila expandida,
- 6- Tubos ligados a bomba para distribuição,
- 7- Foto-reator com capacidade 5000mil litros de filetagem UV, não constante,
- 8- Mesa com argila expandida, com capacidade para 10 plantas,
- 9- Aeradores,
- 10- Tubos de PVC de retorno dos tanques 1 e 2 para o 3,
- 11- Tubos de PVC 50mm, para sistema NTF, Hidroponia.

B) O Sistema hidropônico

O suporte para o desenvolvimento das plantas envolveu a sobreposição de canais em seção sinfônica para montagem do sistema hidropônico. Para tanto, foram acoplados na parede 6 tubos PVC (100mm e 6 metros comprimento), com espaçamento no sentido vertical de 0,20m, o canal da base a 1 m distante do piso. Em cada canal foram feitos orifícios de 0,05m distanciados de 0,35m entre si, para fixação das plantas. A bancada teve orientação no sentido norte-sul, portanto, essa distribuição proporcionou a todas as plantas dos tratamentos a mesma exposição à radiação solar (Figura 2). A inclinação longitudinal das bancadas foi de 3%.

Figura 2: Bancada com seção triangular utilizada para o cultivo da alface hidropônica.



C) Sistema de Biorreator/ Filtro Biológico

Os metabólitos dos peixes são levados por tubulação para um bioreator, que consiste estruturalmente em uma membrana sintética, argila expandida e carvão ativado. Nestas fases ficam dispostos os microrganismos que transformam esse aporte em sais, onde as plantas absorvem o material decomposto (nitrificado), gerando sais orgânicos e inorgânicos com cadeias simples.

As raízes extraem parte desse material aquoso mostrando que as raízes também têm um papel fundamental para a filtragem e fixação desse material, o qual retorna para os tanques, (Figura 3).



Figura 3: Biorreator

O filtro biológico/biorreator tem ligação direta com o ciclo da amônia, onde a metabolização e a adição da ração não consumida nos tanques tendem a ficarem contaminados com alto aporte de nutrientes e material orgânico. Neste contexto, ocorrem os “*Blooms*” (crescimento em excesso e repentino) de ciano e fito plâncton

que podem aumentar a concentração de amônia, sendo o reator fundamental para reduzir sua concentração VIANA, 2004 (Figura 4).

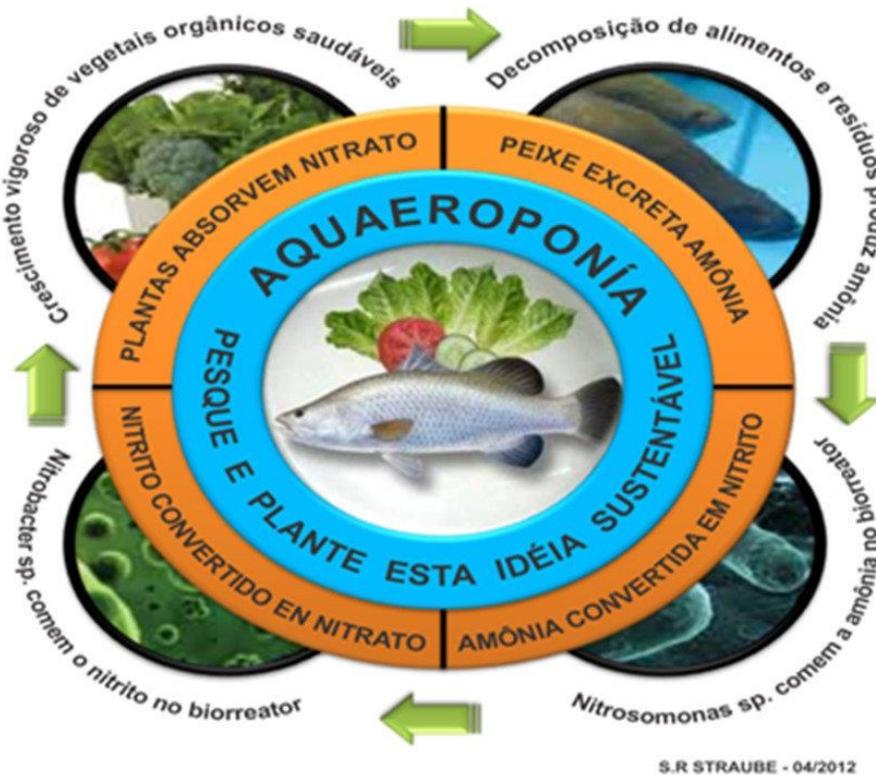


Figura 4: Esquema do ciclo da amônia

Espécie de peixe

Com a finalidade de proporcionar o incremento da renda de pequenos produtores regionais, nesse projeto foi utilizado o Tambacú, por ser consumida e conhecida dos autores e por ser de apreciação de população Cuiabana e Mato-grossense. O Tambacú é o resultado do cruzamento induzido entre Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Suas características assemelham mais ao Tambaqui, sendo o porte e cor, assim como seu hábito onívoro (SOUZA, 1998). Uma espécie híbrida, tolera melhor as temperaturas e suas oscilações, apresentando crescimento mais rápido que o Pacu (MELO; PEREIRA, 1994).

Uma das principais espécies do Alto Amazonas, o Tambaqui é cultivado em todo território nacional, pois a produção de alevinos é de fácil manipulação e

crescimento rápido. Entretanto, possui risco de mortalidade nos meses de inverno, como na parte Sul do país, que pode atingir temperaturas inferiores a 17°C (SOUZA, 1998).

Encontrado nas bacias dos rios Paraná, Uruguai e Paraguai, o Pacu é de fácil manipulação e adaptação a sistemas de cultivos intensivos. O alto valor comercial, rápido crescimento e apreço alimentar é um peixe muito usado na piscicultura (BITTENCOURT, 2008).

D) Espécie de planta

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma herbácea da família Asteraceae, considerada a folhosa mais importante na alimentação brasileira, que lhe expressa importância econômica (CARVALHO et al., 2005). Para atender a demanda de consumo, a modernização e aprimoramento das técnicas, a alface se destaca entre outras hortaliças por ser tratar de uma cultura de fácil manejo e apresentar ciclo curto de produção, o que garante o retorno de investimento (KOEFFENDER, 1998).

4.2.2 Análises laboratoriais

4.2.2.1 Parâmetros físico-químicos de monitoramento da água e efluentes:

A qualidade do efluente da estação experimental de ciclos alternados acoplado em biorreator foi avaliada por meio de análises físico-químicas. As análises foram realizadas em amostras de efluente da entrada e saída do biorreator, correspondendo a um ciclo de 24 horas, coletados frascos específicos para essa finalidade. Os parâmetros físico-químicos foram determinados no laboratório de águas do Campus Cuiabá Bela Vista do IFMT, com a utilização da metodologia proposta pelo *Standard Methods* (APHA, 2012).

A) Determinação do pH

Para realização da análise desse parâmetro, foi utilizado aparelho de pHmêtro de bancada marca MARCONI modelo MA-522/MA-522P (Figura 5), que após a

calibração com solução tampão pH 7 e pH 4 foi realizado a leitura das amostras dos efluentes (APHA,2012).

B) Determinação da alcalinidade total

Para análise de alcalinidade (Figura 6) das amostras, foi utilizada a metodologia da titulação por neutralização. Foram titulados, em triplicata, 100 ml da amostra de água com H_2SO_4 0,02 N e adicionado três gotas de metil Orange como indicador sendo a cor de viragem de alaranjado para vermelho (APHA,2012).

C) Determinação da dureza

Para análise de dureza das amostras utilizou-se a técnica analítica da titulação de complexação onde ocorre a formação de um complexo colorido entre o analito e o titulante indicando o ponto estequiométrico da reação.

Para a determinação da dureza das amostras proveniente do Sistema de produção (Figura 7), transferiu-se 50 ml de água para 3 erlenmeyer e feita à adição de 2 ml de solução tampão para dureza. Como indicador utilizou-se uma gota de indicador de negro de ericromo. Feito o preparo das amostras a serem analisadas titulou-se as mesmas com solução de EDTA 0,01N para viragem do negro de ericromo de roxo para azul (APHA,2012):

D) Determinação da turbidez

Para determinação da turbidez foi utilizado turbidímetro marca POLICONTROL modelo AP 2000 (Figura 8), com resultado expresso em NTU (APHA,2012):

E) Determinação da cor

A cor da água é função direta da quantidade e qualidade de substâncias orgânicas e inorgânicas em dissolução na água, a quantidade excessiva de

substâncias na água tende a apresentar uma cor escura, por sua vez reduz a capacidade biogênica da água, pois limita a penetração de luz.

A amostra foi colocada em um tubo com água destilada (Figura 9) e colocada em um mergulhador, não permitindo a formação de espaços vazios e adaptado no aparelho (lado esquerdo). Colocaram-se as amostras de água no outro tubo; colocou o mergulhador e adaptou no aparelho (lado direito). Após este procedimento ligou-se a lâmpada e a realização da medida foi feita por olhar no visor (distância de 25 cm aproximadamente).

F) Determinação de oxigênio dissolvido (od)

Os níveis de oxigênio dissolvido indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática. A sua concentração é um indicador primário da qualidade da água (JANZEN et al., 2008). Para realização da análise desse parâmetro, foi utilizado aparelho Oxímetro de bancada marca HANNA – Modelo HI 2400.

4.2.2.2 Das espécies produzidas/cultivadas (Peixes e Alfaces hidropônico)

A) Biometria

As medidas biométricas do peixe foram através do uso de régua, verificando-se o comprimento total da cabeça, com a boca cerrada até a ponta da nadadeira caudal, a altura mensurou-se da parte mais alta da coluna vertebral até a parte mais baixa da barriga. O peso foi determinado com balanças de precisão com peixe in natura (NOGUEIRA, 2011).

Nas espécies de alface hidropônica determinaram-se os índices biométricos: massa seca, massa fresca, através de balança de precisão, diâmetro e altura por régua, medindo de uma extremidade a outra, e número de folhas por planta colhida (FIGUEIREDO, 2010).

4.3 Análises estatísticas:

A estatística descritiva dos resultados (média, desvio padrão, coeficiente de variação). Os testes de correlações estatística a nível de 5% ($p < 0,05$) significância . Utilizou-se o programa ASSISTAT versão 7.7 Beta, desenvolvido pelo Prof. Dr. Francisco de Assis Santos e Silva, do DEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, Brasil.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros de monitoramento da qualidade da água

Os valores de pH encontrados (Tabela 1) na pesquisa variam na faixa de 5,5 a 6,5 no sistema, que não se distanciaram dos valores de 5,3 a 6,3 d'gua da torneira. A faixa de pH do sistema variou devido ao metabolismo dos peixes e restos de ração.

Tabela 1: Parâmetros utilizados no controle da água nos pontos amostrados.

Pontos amostrados	Mês	Parâmetros Analisados					
		Dureza (mg/LCaCO ₃)	Cor (uH)	Turbidez (NTU)	pH	Alcalinidade (mg/LCaCO ₃)	OD (mg/LO ₂)
Água da torneira	Mar/Abr	35,0	0,0	0,0	7,41	29,6	6,0
	Mai/Jun	32,0	0,0	0,0	7,37	30,0	5,5
	Jul/Ago	36,0	0,0	0,0	7,31	29,0	6,3
Água antes do reator	Mar/Abr	38,0	0,0	0,0	7,37	22,3	5,8
	Mai/Jun	42,0	2,5	0,5	7,2	22,6	6,0
	Jul/Ago	46,0	1,5	2,1	7,17	23,0	6,1
Água pós Reator	Mar/Abr	84,0	2,5	10,7	7,24	24,6	6,0
	Mai/Jun	106,0	5,0	13,7	7,14	23,0	5,5
	Jul/Ago	114,0	5,5	17,1	7,09	22,6	6,3

De acordo com o Manual de Boas Práticas de Disqual 2013, o pH ideal para cultivo da alface varia entre 6,0 e 6,8; Valores superiores ou inferiores podem ser prejudiciais a absorção das plantas, pois o pH influencia a absorção radicular, em que os macronutrientes e micronutrientes tem disponibilidade na faixa de 6.5, (MALAVOLTA, 1980).

Para o espécime Tambacú, foi possível mantê-lo à margem de pH 7,64, para o qual, as condições ideais de seu desenvolvimento são: pH da água ligeiramente ácido e temperatura em torno de 26°C (MELO; PEREIRA, 1994).

Observou-se que a maioria dos parâmetros aumenta após passar pelo reator devido ao carreamento de material particulado.

Para o cultivo de peixes, a dureza deve permanecer entre 20 e 75 mgL⁻¹ CaCO₃. Para a alface a dureza não influenciara diretamente, pois está ligada aos sais dissolvidos provenientes dos peixes.

Para a dureza a faixa encontrada variou de 38 a 114 mgL⁻¹ CaCO₃, indicando que a água pós reator possui uma dureza superior às demais, em função da adição de Sal (NaCl) no sistema para manutenção da mucosa dos peixes, somado às condições inerentes as águas de chuva que entraram no sistema.

A alcalinidade ideal para peixes deve estar entre 20 e 300 mgL⁻¹ CaCO₃ (MATOS et al, 2007). Água com alcalinidade superior a 40 mgL⁻¹ tem grande produtividade primária (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

A alcalinidade da água do tanque analisada variou de 22,3 a 24,6 mgL⁻¹ CaCO₃ devido a passagem pelo biofiltro e carvão ativado.

A alcalinidade para alface pode atingir níveis de até 87 mgL⁻¹ CaCO₃ facilitando a dispersão aquosa de nutrientes tornando-os disponíveis às plantas. (GALATI, 2013).

A Turbidez apresentou valores na faixa de 10,7 a 17,1 NTU, fato explicável pelo metabolismo do peixe e concentração de algas no sistema. Essa turvação é ocasionada basicamente por carbonatos e bicarbonatos, onde inicialmente não havia turbidez. Entretanto não existe uma turbidez ideal para piscicultura, e conseqüentemente para a hidroponia. (CYRINO, 2012).

A cor da água está associada à presença de sólidos dissolvidos, o que restringe a água da torneira, por ser tratada e apresentar cor igual a zero, por outro lado os valores encontrados no sistema estão na faixa de 1,5 a 5,5 uH, por ter material em estado coloidal apresentou, os valores encontrados podem ser justificados considerando dois fatores:

- Primeiro: material adicionado (resto de ração), que ao dispersarem na água, formam de corpo de fundo;
- Segundo: metabolismo dos pelos peixes formam resíduos que são consumidos pela microfauna (algas), formando uma cor esverdeada. Essas substâncias são controladas através de Fotoreator, com função de evitar, que esse produto se torne toxico para os peixes.

O oxigênio é de essencial importância para os organismos aeróbios, os valores encontrados então em uma faixa de 5,8 a 6,3 mgL⁻¹O₂.

O fator OD nos tanques tende a apresentar variações de 0,30 a 0,70 mgL⁻¹, no que diz respeito ao clima, em comparação com a literatura a faixa de Oxigênio está dentro do limite proposto, para as alfaces não existe valor limite. (EMBRAPA, 2000).

Neste estudo a temperatura permaneceu na faixa de 25,1 a 26,3 °C, onde a temperatura considerada ótima para a piscicultura situa-se entre 25°C e 32°C. (EMBRAPA, 2000).

A temperatura da água é um parâmetro importante, pois pode influenciar quase todos os processos físico-químicos e biológicos da água, tais como: alterações na velocidade de sedimentação, saturação do oxigênio, aumento da velocidade de reação dos processos químicos e bioquímicos aeróbios e anaeróbios e da atividade metabólica dos organismos aquáticos.

5.2 Controles do crescimento dos peixes

Os dados referentes ao controle do crescimento dos peixes estão contidos na Tabela 2, representados pelas variáveis peso, altura e comprimento, o monitoramento é mostrado na Figura 5.

Tabela 2: Valores médios de crescimento dos peixes

Mês	Peso (g)	Altura (cm)	Comprimento(cm)
Dez/13	0,60	1,62	4,50
Jan/14	17,50	2,75	6,85
Fev/14	26,00	3,50	8,50
Mar/14	33,50	4,25	9,55
Abr/14	55,00	4,50	10,50
Mai/14	115,00	7,50	12,00
Jun/14	130,00	9,00	14,00
Jul/14	185,00	13,00	14,75
Ago/14	290,00	13,75	17,75

No mês de abr/14, os valores de crescimento e ganho de massa são menores, justificando-se pela limpeza dos dois biorreatores provocando uma diminuição dos nutrientes disponíveis para as alfaces desse mês.

Os dados mostram que no início do estudo o crescimento inicial (dez/13 para jan/14) sendo os alevinos, foi caracterizado pelo aumento do peso de 0,60 g e 4,5 cm de comprimento para 17,5 g e 6,85cm de comprimento. Podemos destacar 3 momentos importantes a serem discutidos:

Figura 5: Da esquerda para direita no mosaico, (A) Comparação com a mão do autor Peixe X Mão; (A)



(B) Peixe no ambiente de pesquisa, em comparação com caneta; (C) Sistema hidropônico 3 semanas; (B) Sistema do Tanque menor, ainda com 18 peixes.

A) Fase Inicial.

É a fase de *start*, que corresponde a dezembro/13, onde foi produzido o material metabólico advindo dos peixes e conseqüentemente as primeiras bactérias foram-se fixando nos biorreatores, sendo elas responsáveis pelo primeiro momento de relação entre os extratos. O material advindo dos peixes transforma os compostos tóxicos do nitrogênio (amônia) em nitrito e nitrato através da oxidação bioquímica, posteriormente utilizada pelas alfaces em seu desenvolvimento.

B) Fase Mediana.

No mês de Março/2014, devido ao acúmulo muito grande de material sedimentar e metabolizado, foi necessário a limpeza dos biorreatores, para evitar acúmulo e crescimento descontrolado de bactérias dentro do sistema.

Tal situação foi responsável por um retrocesso do crescimento das alfaces, no mês de Abril/14. A limpeza foi necessária devido ao acúmulo de sedimento de fundo, causado por ineficiência das dosagens da ração, superiores ao necessário. Levando em conta a logística de limpeza, deixou-se 10% do material encrostado nos biorreatores, para que os ciclos do nitrato e outros, não fossem inteiramente interrompidos ou iniciados do zero.

C) Fase Final.

Posteriormente à limpeza do sistema, os procedimentos de ração foram melhor manejados, os extratos das alfaces voltaram a crescer, embora em uma taxa menor em tamanho e peso em relação aos meses anteriores.

5.3 Controle biométrico do hidropônico

Observou-se não uniformidade no crescimento da alface e do peixe neste estudo durante nos meses de avaliação. Os dados mostraram a necessidade de maior controle das condições ambientais para que proporcionassem maior rendimento. Isto é demonstrado na figura 6, na qual se percebe que a medida em que os peixes começam a ganhar peso proporciona o aumento de nutrientes na água e consequentemente a produção de maior quantidade de massa fresca de alface.

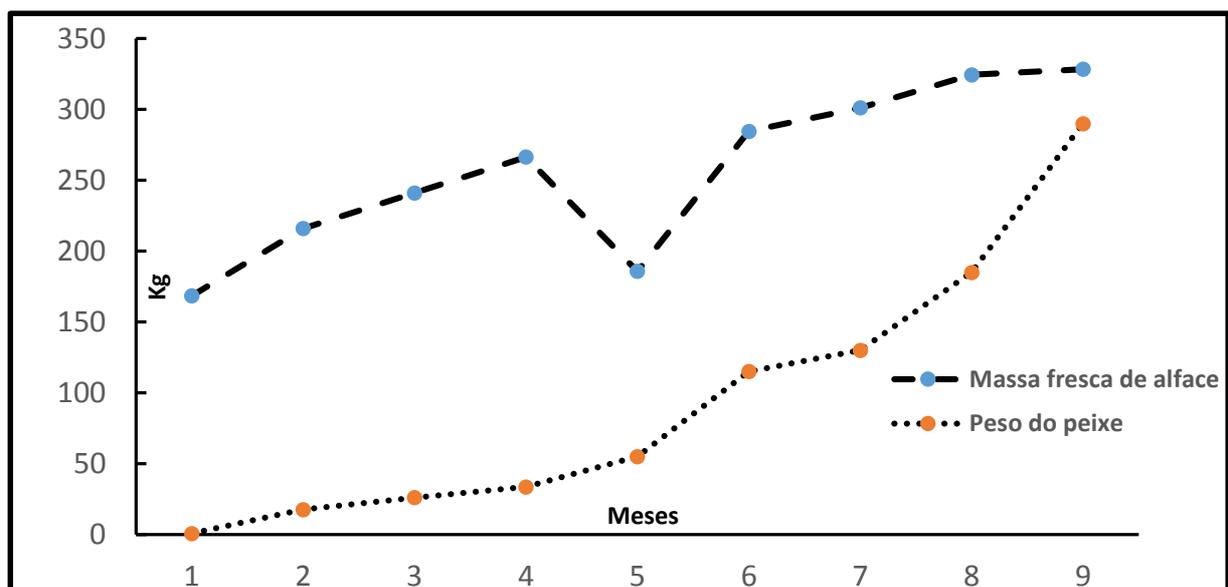


Figura 6: Crescimento do peixe e produção de massa fresca de alface

Quanto aos resultados obtidos na TABELA 3, verifica-se que as médias dos parâmetros biométricos da alface foram semelhantes nos meses estudados. Portanto, os conteúdos de massa fresca e seca apresentam médias próximas nos meses de mar/14, mai/14, jun/14 e jul/14, não havendo diferença significativa entre elas.

Tabela 3: Medidas biométrica do cultivar hidropônico (alface).

Mês	Massa Fresca (g)	Massa Seca	N° por Planta	Diâmetro (cm)	Altura (cm)
Dez/13	168,39	13,12	13,8	10,79	11,6
Jan/14	215,92	23,66	17,9	12,97	14,81
Fev/14	241,1	25,62	22,5	15,1	16,65
Mar/14	266,47	27,74	26,5	17,03	19,36
Abr/14	185,71	14,65	14,1	11,37	12,56
Mai/14	284,54	32,95	30,5	19,83	21,05
Jun/14	301,11	36,11	33,9	22,15	22,94
Jul/14	324,48	40,13	36,3	23,51	24,24
Ago/14	328,43	38,86	36,6	24,11	24,97
MÉDIA	257,35	28,09	25,79	16,84	18,69
DESVIO PADRÃO	58,44	9,87	9,15	5,22	5,02
CV%	11,87	24,25	21,8	17,5	17,11

Como o monitoramento biométrico foi realizado durante o período experimental, confeccionou-se a matriz de correlação entre as variáveis. Os valores foram considerados com correlação significativa quando $r \geq 0,8$ ($p < 0,05$), de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4: Correlações entre os dados biométrico da alface e do peixe

Variáveis	Alface					
	Massa Fresca(g)	Massa Seca(g)	N° de folhas por Planta	Diâmetro (cm)	Altura (cm)	
P e i x e	Peso (g)	0,830	0,803	0,835	0,873	0,845
	Altura (cm)	0,891	0,872	0,897	0,928	0,901
	Comprimento(cm)	0,878	0,842	0,874	0,902	0,887

Observa-se correlação positiva entre os todos os parâmetros biométricos analisados tanto do peixe quanto da alface. Isso comprova que o aumento de peso do peixe produz mais sólidos na água e promove o desenvolvimento da alface. Se comparar os dados biométricos tanto do peixe quanto da alface verifica-se correlação mais elevada variando de $r=0,956$ a $0,996$, $p < 0,05$.

6. CONCLUSÃO

Verificou-se que a interação entre a hidroponia e piscicultura (Aquaponia) é uma tecnologia de cunho ambiental e social, que para ser adaptada em qualquer espaço para a produção de alimentos, onde os resíduos dos peixes processados em biorreatores, levados às bancadas NTF de hidroponia, proporcionaram crescimento e ganho de massa das alfaces, comprovando a eficácia do sistema integrado.

Os parâmetros das águas dos tanques apresentaram-se em conformidade com os limites contidos na RESOLUÇÃO N° 357, art 4°, classe 2, inciso “e”, assim como para a qualidade da criação do peixe.

O monitoramento biométrico permitiu avaliar a evolução do crescimento dos peixes e o desenvolvimento da alface, o qual percebeu-se que o material advindo dos peixes, está diretamente relacionada com a disposição dos metabólitos que serviram de aporte nutricional à produção alface, quanto ao ganho de massa e altura

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROAMBIENTE, **Aquaponia - Fisgando Peixes e Plantas**. 2003. Disponível em <www.agroambiente.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=108:aquaponia&catid=29:the-cms&Itemid=18> Acessado em 26 de Outubro de 2014.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. Washington: APHA, 2012.

AVAULT, J.W. **Fundamentals of Aquaculture: a step by step guide to commercial aquaculture**. Baton Rouge: AVI Publishing Co., 1996.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212p.

BITTENCOURT, F. **Cultivo de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) sob diferentes densidades em tanque-rede no reservatório de Itaipu**. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

BLACK, K. D. **Environmental Impacts of aquaculture**. 1. ed. Oban, UK: Sheffield Academic Press, 2001

BRAZ FILHO, M.S.P. **Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água**. São Paulo, SP: Centro Universitário Nove de Julho, 2000. 41p.

CHAVES, S. W. P.; SILVA I. J. O. **Integração da piscicultura com a agricultura irrigada**. São Paulo, SP, 2006

CARVALHO, J.E.; ZANELLA, F.; MOTA, J.H.; LIMA, A. L. S. **Cobertura morta do solo no cultivo de alface Cv. Ji-Paraná, RO, 2005**.

CASTELLANE, P.D.; de ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1995, 43p.

CYRINO, J.E.P., SAMPAIO DE OLIVEIRA A.M.B.M., COSTA A.B. **Curso – Introdução à Piscicultura**. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012.

CORTEZ, G. E. P.; ARAÚJO, J. A. C.; BELLINGIERI, P. A.; DALRI, A. B. Qualidade química da água residual da criação de peixes para cultivo de alface em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p.494-498, 2009.

DAIRIKI, J.K.; BALDESSIN JUNIOR, I.; PENA, S.V.; CYRINO, J.E.P. **Manual técnico de extensão (2), Pacu e Tambacu**, Piscicultura ESALQ-USP Disponível em: <<http://www.zootecnia.esalq.usp.br/piscicultura/pacu%20e%20tambacu.pdf>> Acesso em 20 Setembro de 2013.

DISQUAL. **Manual de Boas Práticas - Alface**, 2013 Disponível em:<
http://www2.esb.ucp.pt/twt/disqual/pdfs/disqual_alface.pdf Acesso em 20 Setembro
 de 2013

EMBRAPA, **Parâmetros ambientais e qualidade da água na piscicultura**,
 Recomendações técnicas N° 8/2000.

FIGUEIREDO, .FC.; PETRAZZINI, L.L.; BOTREL, P.P.; RODRIGUES, C.R.;
 PINTO, J.E.B.P.; CHAGAS, J.H. **Produção e nutrição da alface crespa
 pulverizada com fontes e doses de silício solúvel**. Horticultura Brasileira 28:
 S3975-S3979, 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de
 hortaliças**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, 1982. 357p.

FILHO, H. N.; et al. **Aquaponia: interação entre alface hidropônica e criação
 super-intensiva de Tilápias.**, Santa Maria, RS, 2003.

FURTADO, M. R. **Tratamento de efluentes**. Revista Química e Derivados.
 Disponível em: <<http://www.quimica.com.br/revista/qd459/tratamentos1.htm>>.
 Acessoem: 31 Maio de 2013.

GALATI, V.C. **Armazenamento refrigerado e processamento Mínimo de alface
 americana cultivada em Hidroponia com diferentes doses de silício**,
 Jaboticabal, SP, 2013.

JONES JUNIOR, J.B. Hydroponics: its history and use in plant nutrition studies. **J.
 Plant Nutr.**, v.5, n.8, p.1003-1030, 1982.

KOEFENDER, R. B. **Hidroponia – como instalar e manejar o plantio de
 hortaliças dispensando o uso do solo**. São Paulo: Nobel,. 102 p, 1998.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo:
 Agronômica Ceres, 1980.

MARISCAL-LAGARDA, M. M.; PÁEZ-OSUNA, F.; ESQUER-MÉNDEZ, J. L.;
 GUERRERO-MONROY, I.; DEL VIVAR, A. R.; FÉLIX-GASTELUM, R. **Integrated
 culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon
 esculentum* Mill) with low salinity groundwater: management and production**.
Aquaculture, Amsterdam, Holanda, 2012.

MATOS, A. T.; ALBANEZ, J. R.; MACEDO, J. A. B. **Aqüicultura. In Águas &
 águas**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ - MG, 2007.

MELO, J. S. C.; PEREIRA, J. A. **Crescimento do híbrido tambacu (fêmea de
Colossoma macropomum x macho de *Piaractus mesopotamicus*) em cultivo
 intensivo**. Boletim Técnico do CEPTA, Pitassununga, v 7, p.56-61, 1994.

NAYLOR, S.J.; MOCCIA, R.D.; DURANT, G.M. The chemical composition of
 settleable solid fish waste (manure) from commercial rainbow trout farms in Ontario,
 Canada. **North American Journal of Aquaculture**, v.61, p.21-26, 1999.

NOGUEIRA, E.C, MIRANDA, F.A.G, PNTINI, F, et al. **Monitoramento da qualidade da água de um viveiro de cultivo de tilápia do nilo (*oreochromisniloticus*)**. IFMT –Campus de Alegre ES, 2011.

RAKOCY, J.E. **Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture**. Southern Regional Aquaculture Center, 2006

RESH, H.M. **Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower**. Santa Barbara: Woodbridge Press Publishing Company, p.297-298, 1997.

Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em 9 de Outubro de 2014.

SCHROEDER, G.L.; KALTON, A.; LAHER, M. Nutrient flow in pond aquaculture systems. In: BRUNE, E.; TOMASO, J.R. (Eds.) **Aquaculture and water quality**. Advances in World Aquaculture 3. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 1991. p.489-505.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1995.

SILVA, R. F; **Aquaponia - Simbiose de Organismos**. 2011 Disponível em:<<http://today3tech.blogspot.com.br/2010/09/aquaponia-simbiose-de-organismos.html>>. Acesso em: 21 Fevereiro de 2014

SILVEIRA, M. P; LOSEKANN, M. E; HISANO, H, 2013. **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes**. Jaguariúna, SP. 2013.

SOUZA, V.L. **Efeitos da restrição alimentar e da realimentação no crescimento e metabolismo energético de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887)**. 1998. 118p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

TESTOLIN, G. **Avaliação da alface hidropônica usando água de piscicultura misturada com diferentes porcentagens de soluções nutritivas**. 2009. 75p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – ESALQ/USP.2009

TIAGO, G. G. **Aqüicultura, Meio Ambiente e Legislação** - 2ª edição atualizada - 2007. São Paulo: Gláucio Gonçalves Tiago (editor), 201p.

TUNDISI, J. G. **Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos**. São Paulo, SP, 2003.

VIANA, P, Z. **Biorreator com membrana aplicado ao tratamento de esgotos domésticos: avaliação do desempenho de módulos de membranas com circulação externa**. 2004. 162 f. Dissertação (Especialização em Mestre em

Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/URFJ – Rio de Janeiro

VINATEA-ARANA, L. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 2. ed. Florianópolis: Ed.da UFSC, 2003.