

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO  
PERNAMBUCANO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

**CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**AQUAPONIA, UMA EXPERIÊNCIA COM TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E  
COENTRO (*Coriandrum sativum* L.) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE  
ÁGUA E NUTRIENTES**

**JONATAS VALÉRIO BARRETO DOS SANTOS**

**PETROLINA, PE  
2019**

**JONATAS VALÉRIO BARRETO DOS SANTOS**

**AQUAPONIA, UMA EXPERIÊNCIA COM TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E  
COENTRO (*Coriandrum sativum*) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA  
E NUTRIENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*  
Petrolina Zona Rural, como parte dos  
requisitos para a obtenção de título de  
Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE  
2019**

**JONATAS VALÉRIO BARRETO DOS SANTOS**

**AQUAPONIA, UMA EXPERIÊNCIA COM TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E  
COENTRO (*Coriandrum sativum*) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA  
E NUTRIENTES**

Trabalho de Conclusão do Curso  
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*  
Petrolina Zona Rural, como parte dos  
requisitos para a obtenção de título de  
Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

---

Prof.Dr. Cícero Antônio de Sousa Araújo  
(Membro da banca examinadora)

---

Prof. Dr. Fábio Nascimento de Jesus  
(Membro da banca examinadora)

---

Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Elizângela Maria de Souza  
(Orientadora)

S237

Santos, Jonatas Valério Barreto dos.

Aquaponia, uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema de recirculação de água e nutrientes / Jonatas Valério Barreto dos Santos. - 2019.

22 f.: il. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2019.

Bibliografia: f. 20-22.

1. Aquaponia. 2. Hidroponia. 3. Piscicultura.  
I. Título.

CDD 631.585

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu bom e amado Deus, que ao longo dessa caminhada sempre esteve ao meu lado e nunca me permitiu fraquejar e desistir dessa jornada.

A Jesus sacramentado, que a cada missa alimentava meu corpo e minha alma com o seu corpo e com o seu sangue.

A grande mãe de Deus e nossa Maria Santíssima, por ter estendido a sua mão, assim como fez com o seu filho Jesus e sempre caminhou comigo todos os dias, que me fez contemplar o silêncio, que me ensinou a ter paciência, a esperar, a confiar e a acreditar nas promessas de Deus.

Aos meus pais João Barreto dos Santos (em memória) e Josilene Valério dos Santos, que me conduziram nos primeiros passos, que me ensinaram a ser o homem que hoje sou, que me deram dignidade e a cima de tudo muito amor. De Painho eu guardo as palavras "Estude meu filho para ser um doutor!", e lhe digo pai, estou caminhando. De mainha a frase que não me sai da memória, "Agora termine essa faculdade!", lhe entrego com muito amor!

A minha família, esse grande presente na minha vida que sempre me deram o maior apoio em todos os momentos da minha trajetória.

Aos meus filhos, Francisco, Bernardo (em memória) e Mariana, que fizeram um dos maiores trabalhos na minha vida, o de ser Pai e a melhor inspiração para viver... painho ama vocês!

A minha esposa, que chegou na minha vida para me completar, que sempre me mostrou que a conquista sempre é possível, te amo, você é um grande presente de Deus!

A Maria de Fátima Rodrigues Silva (em memória), há minha sogra, minha grande professora, me fazia acreditar todos os dias em mim, a grande consultora, intercessora... jamais esquecerei de suas palavras!

A Francineide, por cuidar tão bem de Mariana e proporcionar para nós a tranquilidade em saber que minha filha está em boas mãos, Deus irá lhe retribuir com muitas graças!

Todos os meus amigos da turma Agronomia 06, pela parceria de todos os dias, que Deus possa abençoar a vocês sempre!

Ao Sr. Osvaldo de Souza Coelho (em memória), que com grande raça e coragem, como porta voz do sertão, trouxe o projeto do IF Sertão, para formar profissionais em nossa região.

Ao Governo Federal do Brasil, que possibilitou o curso gratuito e de qualidade.

A minha orientadora, Elizangela Maria de Souza, que mantém o foco na educação e pesquisa e reflete em nós a vontade de sempre buscar novos conhecimentos e sem contar que é uma grande mãezona de todos!!! Muito obrigado mesmo Doutora!

A toda equipe de direção, administração, terceirizados do *campus* Petrolina Zona Rural do IF Sertão Pernambucano.

Todos os meus mestres de quem eu pude receber o conhecimento, que Deus possa continuar iluminando a cada um de vocês, que o vosso compromisso com a educação seja eterno.

Aos professores Cícero Antônio e Fábio Freire (Laboratório de Solos), prof. Hélder César (Hidroponia) e prof. Fábio Nascimento, por todo apoio para realização dos experimentos. Vocês são maravilhosos!

## RESUMO

### **AQUAPONIA UMA EXPERIÊNCIA COM TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E COENTRO (*Coriandrum sativum* L.) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA E NUTRIENTES**

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. É uma alternativa econômica e sustentável para regiões de escassez hídrica e também, um sistema de baixos impactos ambientais, produz alimentos em larga escala e que necessita de menos espaços para o mesmo tipo de produção. O presente trabalho teve como objetivo a implantação um sistema aquapônico recirculante integrando produção de coentro com criação de tilápias do Nilo, considerando o princípio da sustentabilidade. O experimento foi conduzido na estufa de hidroponia, na área experimental do Instituto Federal do Sertão Pernambucano *Campus* Petrolina Zona Rural (CPZR). O experimento teve duração de 120 dias, incluindo montagem do sistema, semeadura, colheita das plantas, biometrias e análises dos resultados. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos (T1 – testemunho- hidroponia e T2 – teste- aquaponia) e seis repetições (cada calha de PVC com plantas). No sistema de aquapônico utilizou-se uma caixa d'água de polietileno circular de 1000 litros, onde foram adicionados 25 peixes gerando um total de 1200 gramas. Utilizou-se 30 plantas para cada tratamento, cinco plantas por repetição. Ao final do período experimental foi realizada: a biometria das plantas, onde verificou-se: matéria fresca da raiz e parte aérea, massa seca da raiz e parte aérea, comprimento de raiz e da parte aérea, e concentrações de clorofilas (a, b e total) das folhas, e concentrações de macronutrientes (N, P, K, Na, Ca e Mg) e micronutrientes (Mn, Fe e Zn) da matéria seca da parte aérea. Os parâmetros da água, como condutividade, temperatura e pH, foram aferidos durante todo período experimental. Conclui-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, quanto aos parâmetros biométricos, sendo o T1 valores superiores ao T2, bem como a concentração de clorofila a, e as concentrações de N, K e Fe foram maiores em T1, enquanto que em T2, houve maior concentração de Na. Os demais nutrientes não diferiram entre os tratamentos. Quanto aos parâmetros físico-químicos, a condutividade do T2 foi inferior ao T1. Nesse sentido, as melhores respostas em crescimento e produção do coentro foram no sistema hidropônico.

**Palavras-chave:** alimentos, hidroponia, piscicultura, sustentabilidade.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
<b>Figura 1:</b> Interação entre os componentes biológicos de um sistema aquapônico.....	11
<b>Figura 2:</b> Sistemas hidropônico.....	17
<b>Figura 3:</b> Sistemas aquapônico.....	17
<b>Tabela 1:</b> Concentrações de clorofilas a (CLA), b (CLB) e total (CLT), e parâmetros biométricos de coentro <i>Coriandrum sativum</i> L.: massa fresca da parte área (MFPA), massa seca da parte área (MSPA), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR).....	17
<b>Tabela 2</b> – Concentração de macronutrientes e micronutrientes na matéria seca da parte área do coentro <i>Coriandrum sativum</i> L. N (nitrogênio); P (fósforo); K (potássio); Na (sódio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); Zn (zinco); Fe (ferro) e Mn (manganês).....	19
<b>Tabela 3</b> – Acúmulo de macronutrientes e micronutrientes na matéria seca da parte área do coentro <i>Coriandrum sativum</i> L. N (nitrogênio); P (fósforo); K (potássio); Na (sódio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); Zn (zinco); Fe (ferro) e Mn (manganês).....	20

## SUMÁRIO

	Página
<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	08
<b>2.REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	09
2.1 Aquaponia.....	09
2.2 Coentro.....	11
2.3 Tilápia do Nilo.....	12
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	12
3.1 Objetivo Geral.....	12
3.2 Objetivos Específicos.....	13
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
4.1 Montagem dos sistemas hidropônico e aquapônico.....	13
4.2 Concentração de clorofila e biometrias das plantas.....	14
4.3 Análises de macro e micronutrientes.....	15
4.4 Análise Estatística.....	16
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	16
5.1 Biometria e concentração de clorofila.....	16
5.2 Macro e micronutrientes.....	18
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	20
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	20

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura é a principal atividade consumidora de água, e a crescente população mundial combinada com o aumento da demanda por água impõe enorme pressão sobre os setores envolvidos na produção de alimentos (FERNANDES et al., 2013).

A busca por técnicas de produção agropecuária inovadoras é imprescindível para atender a demanda crescente por alimento e diminuir a velocidade de esgotamento de nossos recursos hídricos (ARAÚJO, 2012; BRAZ FILHO, 2014). Em se tratando de regiões onde há histórico de escassez de água como muitos dos municípios do Nordeste brasileiro, produzir alimentos com pouca água é um dos maiores desafios (EMBRAPA, 2016).

É imprescindível em tempos de racionamento e uso sustentável dos recursos naturais, saber utilizar as fontes de água doce existentes. 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 (LENNARD, 2012).

A aquaponia preconiza a reutilização total da água, evitando seu desperdício em diminuindo drasticamente, ou até eliminando, a liberação do efluente no meio ambiente. (HUNDLEY e NAVARRO, 2013; CELESTRINO e VIEIRA, 2018). Os primeiros estudos sobre aquaponia, demonstraram que é possível a criação intensiva de peixes consorciada com cultivo de vegetais em hidroponia. Este processo acontece devido a ação de um sistema de filtro biológico, local onde os compostos orgânicos e inorgânicos provenientes das excretas dos animais são convertidos por bactérias nitrificantes em formas assimiláveis pelas plantas (SIPAUBA-TAVARES, 2002).

As espécies vegetais adaptadas à hidroponia são sempre recomendadas para a aquaponia, como: o coentro, manjeriço, o agrião, o repolho, a rúcula, a pimenta, o tomate, o quiabo, o pepino, dentre outras; também são capazes de se adaptarem bem neste contexto, uma vez que a maioria delas toleram altos teores de água em suas raízes (CARNEIRO et al., 2015, 2016).

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) pertencente à família Apiaceae, originada do mediterrâneo, planta anual, herbácea, caule estriado e grande importância na gastronomia, inflorescência do tipo umbela (MEDEIROS et al., 2009). O *C. sativum*

L. é uma cultura muito desenvolvida na agricultura devido a sua baixa exigência nutricional e resistência a acidez, dificilmente tem problemas fitossanitários. O seu ciclo para produção de semente dura de 60 a 90 dias e para consumo de folhas pode variar de 40 a 50 dias (SILVA et al., 2016).

A espécie de peixe deve ser tolerante a altas densidades de estocagem e manejos frequentes. A Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, por ser um peixe rústico e resistente, apresentar boa conversão alimentar, tolerar altas densidades de estocagem, ter seu pacote tecnológico de cultivo difundido por todo o mundo e por ter, em geral, bom valor comercial, tem sido o peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia (CARNEIRO et al., 2013).

Conquanto, não existem estudos a respeito da produção do coentro em sistema aquapônico, proposta deste trabalho.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aquaponia**

A prática de utilização de resíduos fecais e excrementos de peixes para fertilizar plantas já existia desde as civilizações antigas da Ásia e América do Sul, mas somente a partir da década dos anos 70, que essa forma básica de aquaponia evoluiu para os modernos sistemas de produção de alimentos. A produção de alimentos através da aquicultura e hidroponia já são estudadas há mais de 50 anos, mas as pesquisas em aquaponia começaram a apresentar seus resultados mais expressivos nos últimos 10 anos, com especial referência aos estudos conduzidos por pesquisadores da Universidade das Ilhas Virgens- EUA (RAKOCY, 2007).

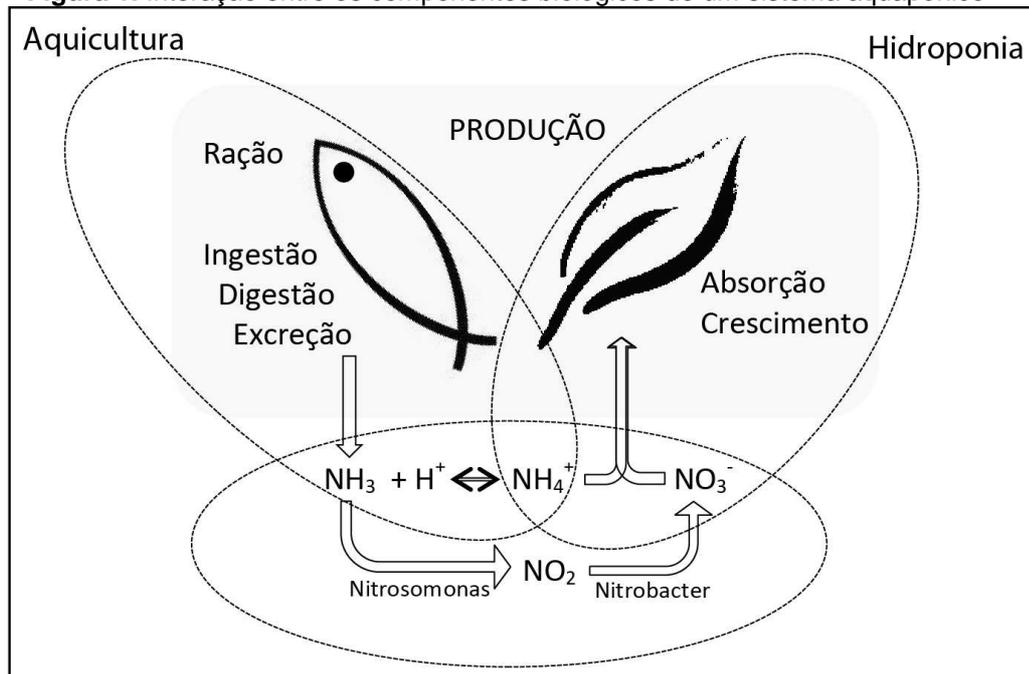
A aquaponia propõe a reutilização total da água, evitando o desperdício e diminuindo significativamente a liberação de efluente no meio ambiente. A água necessária para um sistema de aquaponia é muito pouca comparativamente aos sistemas tradicionais de agricultura e aquicultura, que envolvem irrigação diária e renovação constante de água, respectivamente (FERNANDES et al., 2013).

A aquaponia é comum diversos países da Europa, na Austrália, Estados Unidos, China e Israel, na cidade de Abu Dhabi, onde está um dos maiores projetos de aquaponia no mundo. A literatura brasileira ainda é escassa no que refere-se a aquaponia, com apenas algumas publicações recentes (ABREU, 2012; HUNDLEY e NAVARRO, 2013; JORDAN, et al., 2013; SILVA et al., 2013; BRAZ FILHO, 2014).

Apenas nos últimos anos foi observado o maior interesse sobre esse assunto, e pesquisadores de algumas universidades brasileiras, juntamente com pesquisadores da Embrapa iniciaram seus primeiros ensaios em escala experimental.

A aquaponia, é um sistema de contínuo fluxo de água e nutrientes, e envolve uma relação simbiótica entre bactérias, plantas e organismos que excretam na água, a exemplo dos peixes (Figura 1). Os peixes são alimentados com ração, produzindo excretas ricas em nutrientes que são encaminhadas para o filtro biológico, onde ocorrerá o processo de nitrificação por bactérias nitrificantes que farão a conversão da amônia ( $\text{NH}_3$ ) em nitrito ( $\text{NO}_2$ ) e em nitrato ( $\text{NO}_3$ ). Transformando substâncias tóxicas provenientes dos peixes em nutrientes a serem aproveitados pelas plantas, que por sua vez ao se apropriarem destes nutrientes realizam uma filtragem biológica da água proporcionando uma condição adequada para o desenvolvimento dos peixes (JORDAN et al., 2014; CARNEIRO et al.,2015).

**Figura 1.** Interação entre os componentes biológicos de um sistema aquapônico



Fonte: CARNEIRO et al. (2015).

Algumas plantas, como o tomate, o manjeriço, a manjerona, o alface, o agrião, o coentro, o repolho, a rúcula, a pimenta, o quiabo, o pepino, dentre outras; apresentam grande potencial para produção em sistemas aquapônicos.

De acordo com Araújo et al. (2018) que o cultivo de tomate aquapônico apresenta muitas vantagens a exemplo: rápido crescimento vegetativo, floração

precoce, não houve infestação de pragas e doenças – especificamente da bactéria *R. solonecearum*, causadora da murchadeira. Produto final livre de agrotóxicos e fertilizantes químicos, agregação de valor ao produto final, produção em pequenos espaços e em qualquer lugar de dois produtos ao mesmo tempo e no mesmo sistema, hortaliças e peixes.

HUNDLEY et al. (2013) avaliaram o crescimento de manjericão (*Origanum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) utilizando efluente do cultivo de tilápia em sistema de aquaponia. O manjericão apresentou maior peso e crescimento em comparação a manjerona. Concluindo que o efluente do cultivo de peixe pode ser usado no cultivo de manjericão e manjerona em sistema de Aquaponia, garantindo um desenvolvimento favorável das plantas.

TONET et al. (2011) avaliaram as condições higiênico-sanitárias da água e de alface no cultivo da aquaponia, hidroponia, e da alface do cultivo em solo. Verificou-se que todos os sistemas de cultivo avaliados forneceram neste estudo qualidade microbiológica similares no produto final, encontrando-se aptas para consumo humano.

RIGO (2017) estudando o desempenho zootécnico e a produtividade de alface (*Lactuca sativa*) e de chicória (*Cichorium intybus*) de qualidade de água durante o experimento, em aquaponia e em substrato, observou que o sistema de aquaponia não atendeu as exigências nutricionais das plantas.

## 2.2 Coentro

O coentro *C. sativum* L. é uma das hortaliças mais populares da culinária nordestina, cujas folhas são utilizadas na composição e decoração de diversos pratos regionais (GRANJEIRO et al., 2011).

As sementes são bastante utilizadas na indústria como condimento para carne defumada e na fabricação de pães, pickles e licores finos. A cultura se adapta bem a regiões de clima quente é intolerante a baixas temperaturas, apresenta precocidade no ciclo (45 a 60 dias), o que garante retorno rápido do capital investido, aumentando a renda das famílias envolvidas na exploração, tornando-se então, uma espécie de notável alcance social (LINHARES et al., 2012).

O coentro é uma hortaliça rica em vitaminas A, B1, B2 e C, sendo boa fonte de cálcio e ferro, mas também apresentam propriedades medicinais. Com a evolução dos processos químicos e biológicos pode-se conhecer a composição

química do coentro e avaliar as verdadeiras potencialidades do mesmo, é aplicado em várias áreas tais como a medicina, farmácia, alimentar, indústria e ambiente. Uma das grandes vantagens do coentro é que diferentes partes da planta podem ser usadas assim como, as sementes, a planta jovem ou adulta, ou mesmo os óleos essenciais extraídos das mesmas (COSTA et al., 2018).

### **2.3 Tilápia do Nilo**

As tilápias pertencem à família Cichlidae, ordem dos Perciformes, e são de origem africana e península arábica. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a principal espécie produzida no Brasil, representando grande parte da produção aquícola continental (FAO, 2015).

A disseminação dessa espécie está relacionada com diversas características zootécnicas desejáveis: ocupa baixo nível trófico na cadeia alimentar, hábito fitoplanctóforo com tendência a onívora, adapta-se bem ao confinamento em diversos níveis de produtividade, apresenta boa resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvido, grande rusticidade, tolera altas densidades de estocagem facilidade de obtenção de alevinos, adaptabilidade aos vários sistemas de criação, grande aceitação no mercado de lazer e alimentício; apresenta qualidade nutritiva e organoléptica do seu filé, resistência ao manejo e variações climáticas, além de rusticidade e boa conversão alimentar (MEURER et al., 2009; FURUYA, 2013).

A tilápia, por ser um peixe bastante rústico e resistente, ter boa conversão alimentar, ter seu pacote tecnológico de cultivo, de melhoramento, de reprodução e de nutrição avançados e difundidos por todo o mundo e por ter, em geral, um bom preço comercial, tem sido o peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia (MARENGONI, 2006).

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo Geral:**

Avaliar a produtividade em sistema aquapônico recirculante produção de coentro (*Coriandrum sativum* L.) com criação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

### **3.2 Objetivos Específicos:**

- Avaliar a produtividade de coentro em um sistema aquapônico em cultivo integrado;
- Verificar a concentração de clorofilas A, B e total e parâmetros biométricos dos nos coentros produzidos nos sistemas hidropônico e aquapônico;
- Verificar através de análises de macro e micronutrientes presentes na planta, se água com dejetos dos peixes suprem as necessidades para o desenvolvimento do coentro.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Estufa Hidropônica, na área experimental do Instituto Federal do Sertão Pernambucano *Campus* Petrolina Zona Rural (CPZR), situado no perímetro irrigado N-4, na cidade de Petrolina – PE, Brasil, localização geográfica 9°33'67,36''S 40°69'01,61''W.

O experimento teve duração de 120 dias, incluindo montagem do sistema, cultivo e colheita das plantas, biometrias e análises das concentrações de macronutrientes e micronutrientes da matéria seca da parte aérea das plantas. Foram dois tratamentos (T1 – tratamento referência - hidroponia e T2 – teste- aquaponia) e seis repetições (cada calha de PVC com plantas), na forma de delineamento inteiramente casualizado (DIC).

### **4.1 Montagem dos sistemas hidropônico e aquapônico**

Foi montado um sistema de aquaponia (T2) utilizando uma caixa d'água de polietileno circular de 1000 litros, com 25 peixes, pesando em média 48g cada, gerando um peso inicial total de 1200 gramas de peixe na caixa. As 60 plantas foram distribuídas em seis calhas de PVC 75 mm, com o espaçamento de 18cm entre plantas e 20 cm entre filas. Considerando o número de plantas e a relação do número de peixes necessários para nutri-las sugeridas por Lennard (2004), os peixes foram alimentados diariamente com 60 g de ração e seus dejetos foram transportados pela água por gravidade para um tanque de sedimentação e, em seguida para um filtro biológico (com teflon e argila expandida), onde através de

uma bomba submersa (2000L/h) foram para as calhas onde estavam as plantas, e que novamente por gravidade a água já filtrada retornava a caixa dos peixes.

Após montagem do sistema, os peixes foram colocados na caixa d'água, objetivando a produção de dejetos e o surgimento de bactérias nitrificantes no filtro biológico. Os peixes foram alimentados diariamente (2 x ao dia) com ração comercial com 32% de proteína bruta. Seguido 20 dias de permanência dos peixes no sistema, as mudas de coentro já prontas, foram transferidas para os dois sistemas (hidropônico e aquapônico). Foram avaliados diariamente parâmetros físico-químicos dos dois sistemas: pH (pHmetro), temperatura (termômetro digital) e condutividade (condutivímetro) e semanalmente: amônia e oxigênio dissolvido (kits comerciais Labcon). Quando necessário foi feita a correção do pH da água do sistema para a faixa ideal de cultivo os integrantes do sistema (peixe, bactérias e plantas). Como sistema referência, foi montado um sistema hidropônico com as mesmas dimensões do sistema aquapônico, onde as plantas receberam solução nutritiva padrão.

A solução nutritiva foi adaptada no pelo Laboratório de Solos do *Campus Petrolina Zona Rural (CPZR)* do IF Sertão-PE. Os volumes de água com solução em um tambor de 50 L e distribuídas nos canais de cultivo nos tubos pvc de 75 mm que possui a melhor condição para o desenvolvimento da cultura do coentro respectivamente. A condutividade elétrica 1900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e o pH 6,1 da solução nutritiva foram avaliados diariamente.

#### **4.2 Concentração de clorofila e biometria das plantas**

Ao final do experimento foram aferidos os valores de clorofilas a e b, com uso de um clorofilometro, seguidas as plantas foram colhidas e levadas ao Laboratório de Solos (CPZR), para avaliação dos seguintes parâmetros: massa fresca e seca da parte aérea: será o peso em gramas de toda parte aérea da planta; massa fresca e seca da raiz: será o peso em gramas de toda raiz da planta; comprimento da raiz: medida através da régua milimetrada.

Após a determinação de massa fresca da raiz e da parte aérea, o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado em estufa de circulação forçada, à temperatura de 65 °C até atingir peso constante, para se quantificar as massas de matéria seca da raiz e da parte aérea das plantas, em balança de precisão (0,001 g).

### **4.3 Análises de macro e micronutrientes**

A metodologia aplicada para as análises das concentrações dos nutrientes foi proposta pela EMBRAPA, porém, adaptada pelo Laboratório de Solos do CPZR. As amostras de matéria seca da parte aérea foram processadas em moinho tipo Willey (peneira de 2 mm) e acondicionadas em recipientes fechados.

As análises químicas para a determinação dos teores de nutrientes presentes em cada fração foram feitas nos extratos obtidos pela digestão sulfúrica, que tem como princípio a solubilização das amostras com misturas oxidantes objetivando a retirada dos elementos dos compostos orgânicos ou adsorvidos a estes, deixando os elementos a serem determinados livres na solução ácida, na forma inorgânica simples e apropriadas para determinação analítica.

O nitrogênio foi quantificado pelo método (Destilador micro kjeldahl). O fósforo é determinado espectrofotometricamente, por meio da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibídico em meio redutor. O potássio e o sódio por fotometria de emissão de chamas (Fotômetro de Chamas B462 MICRONAL), calibração de 20 ppm.

As concentrações de cálcio, magnésio, ferro, zinco e manganês foram avaliados por complexometria, leitura em espectrofotômetro de absorção atômica (PARKINELMER AAnalys 400).

Para realização da leitura, foi necessário fazer alguns preparos. A partir da digestão, preparou-se uma amostra (mistura) de 0,5 mL da amostra digerida e acrescentou 10 mL de óxido de lantânio a 0,1%.

Os resultados das análises forneceram as concentrações dos nutrientes (N, P, K, Na, Ca, Mg, Zn, Fe e Mn ) e para se determinar a quantidade destes acumulados, multiplicou-se a concentração pela massa seca da parte aérea da planta.

### **4.4 Análise estatística**

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância sendo explicado por meio de testes de médias com nível de 5% de probabilidade através do pacote estatístico SISVAR 2008.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Biometria e concentração de clorofila

Ocorreu diferença estatística entre os tratamentos. A hidroponia apresentou melhores concentrações de clorofila a, massa fresca e seca de parte aérea e comprimento da parte aérea (Tabela 1).

As plantas do aquaponia (figura 3) apresentaram tons verdes mais claros que o cultivo hidropônico (Figura 2), porém não apresentou nenhum tipo de deficiência aparente.

Sugere-se que essa menor quantidade de clorofila A na aquaponia tenha uma relação direta com o baixo teor de nitrogênio (Tabela 2), em vista de que clorofila e o nitrogênio se correlacionam positivamente. O nitrogênio é um dos constituintes da molécula de clorofila, portanto, é de se esperar que a redução das doses de nitrogênio, diminua também o teor de clorofila nas folhas (PAULUS et al., 2010).

A clorofila B, que amplia a faixa de luz utilizada na fotossíntese, não diferiu com a testemunha o que pode ter estabilizado a clorofila total que não diferenciou entre tratamentos (Tabela 1).

As principais medidas de crescimento são as determinações do comprimento da relação massa fresca/massa seca, do número de células e de estômatos e, de dosagens de substâncias (clorofila, macro e micronutrientes.), dentre outros (TAIZ; ZEIGER, 2004, 2014).

Ocorreu diferença significativa no comprimento da parte aérea, sendo as plantas da hidroponia apresentaram tamanhos maiores. Quanto ao comprimento das raízes, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

**Tabela 1** – Concentrações de clorofilas a (CLA), b (CLB) e total (CLT), : massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) em função do sistema de cultivo.

Tratamentos	CLA	CLB	CLT	MFPA	MSPA	MFR	MSR	CPA	CPR
<b>Hidroponia</b>	37,93 <sup>a</sup>	8,42 <sup>b</sup>	46,35 <sup>a</sup>	115,87 <sup>a</sup>	10,30 <sup>a</sup>	30,96	1,99 <sup>b</sup>	39,27 <sup>a</sup>	29,24 <sup>a</sup>
<b>Aquaponia</b>	32,29 <sup>b</sup>	10,93 <sup>a</sup>	43,22 <sup>a</sup>	79,45 <sup>b</sup>	8,04 <sup>b</sup>	33,8	2,53 <sup>a</sup>	34,33 <sup>b</sup>	30,33 <sup>a</sup>
<b>CV %</b>	6,95	57,4	14,54	3,54	6,12	7,01	9,06	2,80	7,80

**Figura 2 – Sistema hidropônico**



Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 3 – Sistema aquapônico**



Fonte: Arquivo pessoal

Nas matérias frescas e secas da aquaponia, ocorreu uma diminuição significativa quando comparado com hidroponia. Supõe-se que esses resultados tenham ocorridos devido a deficiência do nitrogênio e o potássio, uma vez que eles são os principais nutrientes responsáveis no processo de crescimento do tecido meristemático e adsorção da água na planta.

O comprimento da raiz da aquaponia obteve um menor crescimento com relação a testemunha, porém quando analisado na matéria seca, houve uma inversão nesse valor, acredita-se que isso pode ter acontecido devido ao processo

natural da planta, com o aumento da superfície de contato com a solução através do aumento dos pelos radiculares.

## 5.2 Macro e micronutrientes

De acordo com FAQUIN (2005) uma série de fatores externos (do meio) e internos (da planta) tem sido enumerada como influentes no processo de absorção de nutrientes nas plantas. A primeira condição para que um íon seja absorvido é que o mesmo esteja na forma disponível e em contato com a superfície da raiz. Portanto, todos os fatores que afetam a disponibilidade, também afetam a absorção, citando-se como exemplos: o teor total do elemento no ambiente (solo, água); pH; aeração; umidade; matéria orgânica; temperatura; presença de outros íons. O aumento da disponibilidade aumenta a concentração de íons na solução e, dentro de limites, a velocidade de absorção.

O coentro hidropônico acumulou uma maior quantidade de N (Tabela 2) nas folhas, quando comparado ao aquapônico, o nitrogênio é adsorvido pelas raízes e assimilados para suprir as necessidades dos compostos nitrogenados da planta. Podendo ser observado com a relação do aumento da concentração do N e a matéria seca da parte aérea da planta. Conforme A assimilação do N nas plantas compreende os processos de redução do nitrato a amônio e a incorporação do amônio em aminoácidos para formação de proteínas, que participam como enzimas nos processos metabólicos das plantas exercendo assim, atividade funcional (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000). Além disso, o N desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, clorofila, ácidos nucleicos, entre outros (TAIZ; ZAIGER, 2013).

O potássio (Tabela 1) também foi um elemento que obteve uma maior concentração na planta, a sua adsorção se dá pela necessidade da planta no seu crescimento, ele também participa da fotossíntese, da síntese da proteína, ativação enzimática, transporte de carboidratos, dentre outras funções no sistema metabólico da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Já a concentração de sódio na planta foi bem maior no sistema de cultivo aquapônico (Tabela 1) o que não é desejado no cultivo de plantas, o aumento do Na promove retardamento de crescimento do coentro (REBOUÇAS et al., 2013), altas concentrações do íon  $\text{Na}^+$  em contato com as membranas das células causa a

despolarização, podendo conduzir à interrupção dos mecanismos de absorção iônica e seletividade (GREENWAY; MUNNS, 1980). Além disso, o aumento da concentração de Na<sup>+</sup> nos tecidos foliares pode afetar processos fisiológicos e bioquímicos dependentes de K<sup>+</sup>, como a abertura estomática, a fotossíntese, a respiração e a síntese de proteínas, em virtude da similaridade físico-química entre esses íons (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O ferro foi também um nutriente que o sistema aquapônico obteve menor concentração (Tabelas 1 e 2). De acordo com elemento que é responsável pelas funções catalíticas e estruturais, encontra-se nos cloroplastos e possui ao que se parece, atuação na formação da clorofila e o metabolismo dos ácidos nucleicos, constituinte do fitocromo e proteínas envolvidas na fotossíntese, fixação de nitrogênio e respiração.

Os demais nutrientes sendo eles, P, Ca, Mg, Zn e Mn (Tabelas 1 e 2) não houve diferença significativa entre os tratamentos.

**Tabela 2** – Concentração de macronutrientes e micronutrientes na matéria seca da parte aérea do coentro *Coriandrum sativum* L. N (nitrogênio); P (fósforo); K (potássio); Na (sódio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); Zn (zinco); Fe (ferro) e Mn (manganês).

Tratamentos	N	P	K	Na	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn
	g/Kg						mg/Kg		
<b>Hidroponia</b>	66,2 <sup>a</sup>	1,66 <sup>a</sup>	46,62 <sup>a</sup>	1,23 <sup>b</sup>	11,22 <sup>a</sup>	2,93 <sup>a</sup>	103,10 <sup>a</sup>	355,84 <sup>a</sup>	182,87 <sup>a</sup>
<b>Aquaponia</b>	32,27 <sup>b</sup>	1,09 <sup>b</sup>	37,52 <sup>b</sup>	4,64 <sup>a</sup>	10,72 <sup>a</sup>	3,07 <sup>a</sup>	79,58 <sup>b</sup>	258,75 <sup>b</sup>	181,09 <sup>a</sup>
<b>CV (%)</b>	11,55	38,41	14,52	27,59	10,54	11,72	24,6	13,96	24,86

**Tabela 3** – Acúmulo de macronutrientes e micronutrientes na matéria seca da parte aérea do coentro *Coriandrum sativum* L. N (nitrogênio); P (fósforo); K (potássio); Na (sódio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); Zn (zinco); Fe (ferro) e Mn (manganês).

Tratamentos	N	P	K	Na	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn
	g						mg		
<b>Hidroponia</b>	0,733 <sup>a</sup>	1,411 <sup>a</sup>	0,515 <sup>a</sup>	0,013 <sup>b</sup>	0,125 <sup>a</sup>	0,033 <sup>a</sup>	1,060 <sup>a</sup>	3,686 <sup>a</sup>	1,958 <sup>a</sup>
<b>Aquaponia</b>	0,258 <sup>b</sup>	0,008 <sup>b</sup>	0,301 <sup>b</sup>	0,038 <sup>a</sup>	0,085 <sup>b</sup>	0,025 <sup>b</sup>	0,638 <sup>b</sup>	2,083 <sup>b</sup>	1,44 <sup>b</sup>
<b>CV (%)</b>	25,67	339,99	22,37	30,4	24,28	28,34	26,66	21,21	29,91

Quanto aos fatores físico-químicos, a condutividade do sistema aquapônico foi inferior ao sistema hidropônico, já o pH e a temperatura não diferiram entre os tratamentos.

Provavelmente, foi um dos fatores que promoveu tamanhos inferiores das plantas de T2 com relação ao tratamento testemunho. Segundo Kampf e Fermino (2000). A condutividade elétrica está diretamente relacionada ao teor de sais solúveis, que, estando em valores inadequados, pode afetar negativamente o desenvolvimento das plantas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No sistema hidropônico os parâmetros: clorofila a, a matéria seca e fresca da parte já aérea e comprimento da parte aérea, apresentou valores superiores ao sistema aquapônico. Na aquaponia o comprimento da raiz foi maior do que no sistema hidropônico.

A pesar das diferenças nutricionais dos tratamentos, ambos tratamentos concluíram o seu ciclo, sem nenhum sintoma aparente que ocasionassem uma má formação ou ataque de praga e doença, o produto final poderia ser comercializado normalmente.

## 7. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. C. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: GHEYI, H. R. et al. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, p. 29-43, 2012.

ARAÚJO, E. SILVA.; MELO, N. A.; LIMA, E. S.; DINIZ, C. G.; MELO, M. A. D. **Construção de um sistema de aquaponia para a produção consorciada de tomate Itália (*Solanun lycopersicum*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, Jul. 2018.

BRAZ FILHO, M. S. P. Aquaponia: alternativa para sustentabilidade na aquicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24, 2014. **Anais**. Vitória: UFES, 2014.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, p. 365-372, 2000.

CARNEIRO, P.C.F. ; MARIA, A.N. ; NUNES, M.U.C. ; FUJIMOTO, R. Y. . Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais.. In: Tavares Dias, M.; Mariano, W.S.. (Org.). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. 1ed.São Carlos: Pedro & João, v. 2, p. 683-706, 2015.

CARNEIRO, P., MARIA, A., FUJIMOTO, R., & NUNES, M. **Sistema familiar de aquaponia em canaletas**. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Circular Técnica (INFOTECA-E). 2016.

COSTA, C.M.F.L; ARAGÃO, A.A.P.; BRAGA, D.D.; SAMPAIO, M.E.O.; PESSOA, C.V. **Propriedade antiinflamatória do coentro (*Coriandrum sativum* L.): revisão de literatura**. Mostra Científica da Farmácia, Quixadá, volume 5, número 1, 2018.

**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Acessado em 01 julho de 2018: <<http://www.embrapa.br/>>.

FAQUIN, VALDEMAR. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005.

FERNANDES, D. A.; GOBBO, S.D.A, A.; SUHET, M. I.; AMARAL, A. A. Uso de água e sustentabilidade da agricultura. **Revista Verde** , v. 8, n. 5, p. 101 - 107, 2013.

HUNDLEY, G. M. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: a integração entre piscicultura e a hidroponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 3, p. 52-61, 2013.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 31, p.149-190, 1980.

GRANJEIRO, L.C.; FREITAS, F.C.L.; NEGREIROS, M.Z.; MARROCOS, S.T.P.; LUCENA, R.R.M.; OLIVEIRA, R.A. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.11-16, 2011.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, H. H. (Ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. 312 p.

LENNARD, W. A. Aquaponics research at RMIT university, Melbourne Australia. **Aquaponics Journal**, v. 35, p. p18-24, 2004.

LINHARES, P.C.F.; PEREIRA, M.F.S.; DIAS, M.A.V.; HOLANDA, A.K.B.; MOREIRA, J.C. Rendimento de coentro (*Coriandrum sativum* L. ) em sistema de adubação verde com a planta jitirana (*Merremia aegyptia* L. ). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, .p143-148, 2012.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas, nutrição mineral**. 3ª Edição. Editora UFV, 2009, 486 p .

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.FRIZZONE, J.A.; SOARES, T.M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 29-35, 2010.

SILVA, M.G.; SOARES, T.M.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, I.S.; SILVA FILHO, J.A. Crescimento e produção de coentro hidropônico sob diferentes densidades de semeadura e diâmetros dos canais de cultivo. **Irriga**, v. 21, p. 312-326, 2016.

SIPAUBA-TAVARES. L.H.; FAVERO, E.G.P.; BRAGA, F.M.S. Utilização de biofiltros de macrófitas em efluentes de aquicultura: I. Planta flutuante. **Brazilian Journal of Biology**, v.62, n.4, p.713-723, 2002.

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

REBOUÇAS, J. R. L.; FERREIRA NETO, M; DIAS, N. S.; SOUZA NETO, O. N.; DINIZ, A. A.; LIRA, R. B. Hydroponic cultivation of coriander using saline waste. **Irriga**, v. 18, n. 4, p. 624-634, 2013.

RIGO, C.D. **Avaliação de desempenho entre substrato e um sistema de aquaponia com tilápias (*Oreochromis niloticus*) para o cultivo de alface (*Lactuca sativa*) e chicória (*Cichorium intybus*)**. Monografia (Bacharelado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TONET, A.; RIBEIRO, A.B.; BAGATIN, A.M.; QUENEHENN, A.; SUZUKI, C.C.L.F. Microbiological analysis of water and lettuce (*Lactuca sativa*) cultivated in hydroponic and aquaponic systems and in soil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 2, n. 2, 2013.