



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS

CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

FRANCISCO DE ASSIS MEDEIROS DE AQUINO JUNIOR

**ABSORÇÃO DE FÓSFORO, NITROGÊNIO E POTÁSSIO PELAS HORTALIÇAS
EM UM SISTEMA AQUAPÔNICO**

MOSSORÓ-RN

2019

FRANCISCO DE ASSIS MEDEIROS DE AQUINO JUNIOR

**ABSORÇÃO DE FÓSFORO, NITROGÊNIO E POTÁSSIO PELAS HORTALIÇAS
EM UM SISTEMA AQUAPÔNICO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Ambrósio Paula Bessa Junior,
Prof. Dr.

MOSSORÓ-RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A657a Aquino Junior, Francisco de Assis Medeiros de.
Absorção de Fósforo, Nitrogênio e Potássio pelas
Hortaliças em um Sistema Aquapônico / Francisco de
Assis Medeiros de Aquino Junior. - 2019.
27 f. : il.

Orientador: Ambrosio Paula Bessa Junior.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Pesca, 2019.

1. Aquaponia. 2. Cultivo. 3. Hortaliças. 4.
Nutrientes. 5. Peixes. I. Bessa Junior, Ambrosio
Paula, orient. II. Título.

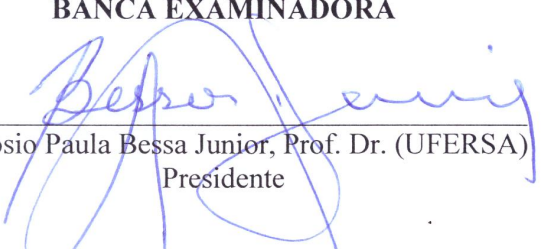
FRANCISCO DE ASSIS MEDEIROS DE AQUINO JUNIOR

**ABSORÇÃO DE FÓSFORO, NITROGÊNIO E POTÁSSIO PELAS HORTALIÇAS
EM UM SISTEMA AQUAPÔNICO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Pesca.

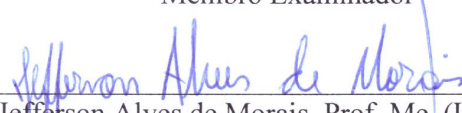
Defendida em: 22 / 03 / 2 019.

BANCA EXAMINADORA



Ambrosio Paula Bessa Junior, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Ivanilson de Souza Maia, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Jefferson Alves de Moraes, Prof. Me. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao eterno Deus de Israel Adonai e ao seu filho Yeshua, por ter me abençoado e me sustentado até aqui, não há palavras para agradecer o seu amor e infinita misericórdia na minha vida, pois me deram forças para chegar até o final dessa graduação, sempre ouvindo minhas orações e mesmo sem merecer teve compaixão de mim e concedeu da sua graça, que por diversas vezes quando pensava que não iria conseguir ele iluminou meu caminho, sempre que me abatia pelas dificuldades ele me erguia e não me deixava desistir.

Ao meu pai, Francisco de Assis Medeiros de Aquino, que sempre me ajudou apesar de todas as dificuldades, pelo grande exemplo de pai e pessoa, por sempre ajudar os filhos mesmo que para isso tenha que fazer sacrifícios, espero sempre poder honra-lo e agradece-lo por tudo, é meu pai, amigo e professor tanto na área escolar quanto na vida. Me ensinou a ter caráter e ser uma pessoa de bem, sua ajuda foi essencial para que chegasse a esse fim bem-sucedido.

A minha mãe, Maria Daguia de Araújo Barbosa de Aquino, que sempre teve o sonho de me ver formado e me ajudou da maneira que pode, sem medir esforços para isso, muitas vezes fazendo grandes sacrifícios para que eu pudesse vencer, desde o dinheiro para o ônibus ou para a gasolina, até nas despesas com material da faculdade. Nunca esqueci da felicidade estampada em seu rosto quando cheguei em casa com a matrícula da faculdade feita, nunca teria chegado até aqui sem ela.

As minhas irmãs, Sara e Sandja de Aquino, que sempre torceram pelo meu sucesso.

Ao meu avô, João Barbosa (Mimiu), que me criou durante parte da minha vida e é um grande exemplo na minha vida, sempre me ensinando a ser batalhador e nunca desistir, que sempre que podia me ajudava financeiramente apesar de toda a dificuldade.

A minha avó, Antônia Araújo (Negue Negue), por toda ajuda e apoio sem os quais não teria chegado até aqui e também por ter me criado junto com meu avô e ter me educado e sempre ter me dado exemplo de vida.

A minha namorada e amiga, Mara Ester, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos nessa caminhada. Por ter sido uma amiga e companheira nos momentos mais difíceis me apoiando e ajudando, sempre acreditando em mim. Sua ajuda e apoio foram essenciais para que pudesse concluir essa etapa. Não tenho palavras para demonstrar toda a minha gratidão, essa vitória também é dela.

Ao meu professor orientador, Dr. Ambrosio Paula Bessa Júnior, pela orientação e ajuda sem as quais esse trabalho não teria sido realizado.

A minha professora orientadora da monitoria, Dra. Inês Xavier Martins, pela oportunidade e por toda a confiança. Por todos os ensinamentos tanto na área acadêmica quanto na vida secular, pelo exemplo de pessoa e profissional e por toda a ajuda, serei sempre grato.

Ao auxiliar do Setor de Aquicultura da UFERSA, Samuel Costa, por ter me ajudado diretamente na execução desse trabalho, por ter me socorrido sempre que precisava, sem essa ajuda esse projeto não teria sido concluído.

A técnica responsável pelo Setor de Aquicultura da UFERSA, Natália Celedonio, pelo suporte que possibilitou a realização desse projeto.

Aos professores que participaram dessa jornada e contribuíram de maneira expressiva para a minha formação acadêmica, Paulo Cesar, Socorro Cacho, José Luiz, Miguel Ferreira, Cristiano Albuquerque, Marcelo Tubarão, Ivanilson Maia, Alex Augusto, Guelson Silva, Misleni Ricarti, Lucas Rebouças e José Ticiano.

Aos meus Companheiros de curso e amigos, Silvestre Braga e Vanderlan de Souza e em especial meu amigo Cláudio Giovanio, que sempre me ajudou na área acadêmica partilhando dos seus conhecimentos e me orientando por diversas vezes, sou muito grato.

Meu filho, se você receber minhas palavras e guardar minhas recomendações, prestando atenção à sabedoria, inclinando sua mente para a compreensão – sim, se você pedir conhecimento e elevar sua voz por discernimento, se buscar isso como se buscasse prata e procurar isso como se fosse um tesouro escondido – então entenderá o temor a ADONAI e achará o conhecimento de Deus.

Provérbios 2:1–5

RESUMO

A aquicultura tem-se mostrado uma forte alternativa para a produção de alimento de boa qualidade, porém essa atividade gera uma alta quantidade de resíduos que diminuem a qualidade da água, gerando poluição através do descarte dessa água e um alto consumo da mesma. Além disso, os sistemas tradicionais de cultivo ocupam áreas consideráveis de terra, o que torna essa atividade bastante onerosa. Para minimizar esses problemas foi criado o sistema de recirculação, onde se reaproveita quase que totalmente a água do cultivo, possibilitando uma densidade de estocagem maior, assim diminuindo o desperdício, aumentando a preservação do meio ambiente e reduzindo as áreas de cultivo. Esse tipo de sistema foi otimizado com associação da hidroponia ao mesmo, possibilitando a produção de vegetais e peixes simultaneamente de forma sustentável. Assim, os peixes geram nutrientes que serão absorvidos pelas plantas, as quais os usam para o seu desenvolvimento, diminuindo assim a quantidade destes no meio, o que proporcionará uma água com melhor qualidade para o cultivo dos peixes. Esse estudo foi desenvolvido no setor de aquicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizado no campus de Mossoró no Rio Grande do Norte. Para isso utilizou-se um sistema aquapônico do tipo NFT (nutrient film technique), com 15 tilápias (*Oreochromis niloticu*) com um peso médio inicial de 155,7 g estocadas em uma caixa de água de 500 l. Foram cultivadas alface cinderela (*Lactuca sativa*) e coentro verdão (*Coriandrum sativum* L.) em canos de PVC sem substrato. As hortaliças foram colhidas e levadas para análise para determinar o teor de P, N e K absorvidos pelas mesmas. Foram realizadas 3 coletas de água uma na saída das plantas e a outra no filtro mecânico para análise de P, N e K no meio de cultivo. O experimento durou 87 dias, da estocagem dos peixes na caixa de cultivo até a colheita das hortaliças. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi quantificar a produção e absorção dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio no cultivo de peixes e hortaliças em um sistema e aquapônico. A alface apresentou um teor de 28,0, 7,16 e 33,29 g. kg⁻¹ de N, P e K respectivamente, enquanto que o coentro registrou 27,56, 3,95 e 19,21 g. kg⁻¹ de N, P e K respectivamente, mostrando que os peixes produzem quantidades suficientes desses nutrientes para o desenvolvimento das hortaliças. Todos os nutrientes analisados apresentaram diminuição nas três amostras de água, no comparativo das análises de N, P e K, entre as três amostras realizadas tanto na água das plantas como na água do filtro, não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$). Assim, a água residual do cultivo de peixes pode fornecer N, P e K suficientes para a produção de alface e coentro num sistema de aquaponia, tornando desnecessária a adubação e fertilização dessas hortaliças com produtos comerciais.

Palavras-chave: Aquaponia; Cultivo; Hortaliças; Nutrientes; Peixes.

ABSTRACT

Aquaculture has proven to be an alternative source for good quality food, but this activity generates a high amount of waste that decreases water quality, causing pollution through the discharge of water and high consumption of water. In addition, traditional farming systems occupy considerable areas of land, which makes this activity very costly. In order to minimize these problems, the recirculation system was created, in which the water of the crop is reused almost completely, allowing a higher stocking density, thus reducing waste, increasing the preservation of the environment and reducing the cultivation areas. This type of system was optimized with the association of hydroponics to the same, allowing the production of vegetables and fish simultaneously in a sustainable way. Thus, fish generate nutrients that will be absorbed by the plants, which use them for their development, thus reducing the amount of these in the medium, which will provide better quality water for fish farming. This study was developed in the aquaculture sector of the Federal Rural Semi-Arid University (UFERSA), located on the campus of Mossoró in Rio Grande do Norte. A NFT (nutrient film technique) type aquaponic system with 15 tilapias (*Oreochromis niloticus*) with an average initial weight of 155.7 g was stored in a 500-L water box. Cinderella lettuce (*Lactuca sativa*) and Coriander Verdão (*coriandrum sativum* L.) were cultivated in PVC pipes without substrate. The vegetables were harvested and taken for analysis to determine the content of P, N and K absorbed by them. Three water samples were collected at the exit of the plants and the other in the mechanical filter for analysis of P, N and K in the culture medium. The experiment was carried out in 87 days, from the storage of the fish in the growing box to the harvest of the vegetables. In this context, the objective of this work was to quantify the production and absorption of nutrients nitrogen, phosphorus and potassium in the cultivation of fish and vegetables in an aquaponic system. The lettuce had a content of 28.0, 7.16 and 33.29 g. kg⁻¹ of N, P and K respectively, while the coriander recorded 27.56, 3.95 and 19.21 g. kg⁻¹ of N, P and K respectively, showing that fish produce sufficient quantities of these nutrients for the development of vegetables. All the analyzed nutrients showed a decrease in the three water samples, in the comparative analysis of N, P and K, between the three samples both in the water of the plants and in the water of the filter, did not present significant differences ($P > 0.05$). Thus, residual water from fish culture can provide N, P and K sufficient for the production of lettuce and coriander in an aquaponic system, making fertilization and fertilization of these vegetables unnecessary with commercial products.

Keywords: Aquaponics; Cultivation; Vegetables; Nutrients; Fish.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	.....	16
Figura 2	–	.....	17
Figura 3	–	.....	17
Figura 4	–	.....	18
Figura 5	–	.....	18
Figura 6	–	.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	—	.....	22
Tabela 2	—	.....	22
Tabela 3	—	.....	23
Tabela 4	—	.....	23
Tabela 5	—	.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	MATERIAL E METODOS	16
3.1	Local do Estudo	16
3.2	Estrutura do Projeto	16
3.3	Introdução dos Peixes no Sistema e Plantio das Hortaliças	18
3.4	Colheita e Análise das Hortaliças	19
3.5	Manejo dos Peixes	20
3.6	Coletas e Análises de Água	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a preocupação pública com os desastres decorrentes da produção alimentícia convencional está cada vez maior. Com a degradação dos solos, poluição das águas e do ar e até mesmo problemas decorrentes dos resíduos de produtos tóxicos nos alimentos, faz com que o cultivo destes esteja se modificando para uma produção ecologicamente correta, entretanto a produção alimentícia de grande escala ainda se faz necessária devido à falta de produtos para atender todo o mercado, desta forma, uma das grandes preocupações do mercado consumidor e dos produtores é aumentar a produtividade com baixo custo e sem riscos ao meio ambiente (OLIVEIRA, 2016).

Tradicionalmente, a aquicultura é uma atividade conduzida em viveiros escavados de grandes dimensões, acima de 1.000 m². Porém, nas últimas três décadas houve avanços significativos na aquicultura realizada em sistemas de recirculação, possibilitando a obtenção de produtividade muito superior aquelas observadas nos sistemas tradicionais. Apesar da grande vantagem dos sistemas de recirculação de água, por reduzir drasticamente a área necessária para a produção de organismos aquáticos, as altas densidades de estocagem empregadas normalmente apresentam como desvantagem o grande volume de resíduo orgânico produzido e que precisa ser retirado do sistema. (CARNEIRO et al., 2015).

De acordo com Osti et al (2018), a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das principais espécies criadas no Brasil devido à facilidade de reprodução e obtenção de alevinos. Possibilidade de manipulação sexual hormonal para obtenção de populações masculinas, boa aceitação de vários tipos de alimentos, grande capacidade de aproveitar alimentos naturais em tanques, conversão alimentar entre 1,0:1 a 1,8:1 e bom crescimento em cultivo intensivo, manejo intensivo de apoio e baixos níveis de oxigênio dissolvido na produção e sua alta resistência a doenças, além de carne branca, textura firme, sem espinhos, sabor levemente aguçado e boa aceitação (apud SOUZA, 2002; SOUZA et al., 2004; SIMÕES et al., 2007).

No início dos estudos com aquaponia, pensava-se que apenas plantas menos exigentes como as folhosas poderiam ser cultivadas neste sistema. Porém, hoje já se sabe que é possível produzir uma gama muito grande de espécies vegetais em aquaponia como alface, manjerição, agrião, repolho, rúcula, morango, pimenta, tomate, quiabo, pepino e muitas outras. Espécies vegetais adaptadas à hidroponia são sempre recomendadas para a aquaponia (CARNEIRO et al., 2015).

De acordo com Jordan et al (2018), aquaponia consiste em um conjunto de tecnologias agrícolas que integram de forma sustentável a piscicultura intensiva em um sistema de recirculação de água com hidroponia (apud ROOSTA & AFSHARIPOOR, 2012). Tal integração permite o condicionamento da água para piscicultura, através do cultivo de plantas e, ao mesmo tempo, com a recirculação de água, o aproveitamento de resíduos gerados na piscicultura no cultivo de plantas (apud IHEJIRIKA et al., 2012; GEISENHOFF et al., 2016).

De acordo com Jordan et al (2018), este sistema comporta-se como uma relação simbiótica, na qual os peixes fornecem os nutrientes para o cultivo das plantas (apud MARTINS et al., 2010; ROOSTA & AFSHARIPOOR, 2012) e as plantas removem os metabólitos presentes na água, que são prejudiciais ao peixe, permitindo seu desenvolvimento (apud HUNDLEY et al., 2013).

Segundo Jordan et al (2018), a recirculação de água entre piscicultura e cultivo de plantas proporciona condições de otimização de ambas as atividades, de modo que, durante a recirculação, as características da água e do ambiente da piscicultura sejam monitoradas e condicionadas (apud DALSGAARD et al., 2013). Assim, a piscicultura e o cultivo de plantas ocorrem em condições adequadas, resultando em um produto com alto padrão de qualidade comercial (apud DEDIU et al., 2012; GEISENHOFF et al., 2016).

Concomitantemente ao desenvolvimento das técnicas de recirculação foram feitos muitos estudos utilizando plantas aquáticas no intuito de diminuir a carga orgânica produzida pelos peixes. Plantas terrestres também foram testadas e os resultados foram promissores, mostrando não apenas efeitos positivos na redução da carga orgânica de sistemas de recirculação, como também o grande potencial de produção de vegetais com a “solução de nutrientes” presentes em ambientes de criação de peixes, à semelhança do que ocorre na hidroponia (CARNEIRO et al., 2015).

A tendência é aprimorar o cultivo para atender o mercado consumidor, utilizando novas técnicas visando a produção de hortaliças e peixes em cativeiro com a intenção de minimizar os impactos ambientais, que no caso da produção de organismos aquáticos sem recirculação de água, promove a liberação de efluentes ricos em nutrientes em corpos d’ água causando a eutrofização dos mesmos, além da introdução de espécies exóticas em rios e lagos e erosão com o carregamento e sedimento para cursos d’ água naturais (OLIVEIRA, 2016).

Apesar da aquicultura e hidroponia ser práticas de produção de alimentos com estudos realizados há mais de 50 anos, as pesquisas em aquaponia somente 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. A literatura brasileira

ainda é escassa no que refere se a aquaponia, com apenas algumas publicações recentes. Apenas nos últimos anos foi observado maior interesse sobre esse assunto, e pesquisadores de algumas universidades brasileiras e da Embrapa iniciaram seus primeiros ensaios experimentais. Por outro lado, há muita informação técnicas e científicas sobre aquaponia no exterior, com destaque a países tais como Austrália, Canadá, Estados Unidos e Israel (CARNEIRO et al., 2015).

Apesar da aquaponia ainda ser pouco difundida no Brasil, há grande expectativa de que essa forma sustentável de produção de alimentos torne-se muito popular em nosso país em futuro muito próximo, a exemplo do rápido desenvolvimento e uso dessa técnica observado nos últimos 10 anos em vários países. Contudo, a aquaponia envolve conhecimentos específicos para seu pleno funcionamento e sucesso de sua aplicação, seja para fins domésticos, comerciais ou educacionais, pois requer a compreensão dos elementos biológicos envolvidos no sistema (CARNEIRO et al., 2015). Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a produção e absorção dos nutrientes no cultivo de peixes e hortaliças conhecido como aquaponia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Quantificar a produção e absorção dos nutrientes nitrogênio, fosforo e potássio no cultivo de peixes e hortaliças em um sistema e aquapônico.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a produção de nitrogênio, fósforo e potássio no ambiente de cultivo dos peixes;
- Avaliar a absorção de nitrogênio, fósforo e potássio no ambiente de cultivo das hortaliças.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Estudo

O presente estudo foi desenvolvido no Setor de Aquicultura no campus leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1).



Figura 1: Setor de Aquicultura da UFERSA no município de Mossoró/RN (Fonte: Eduardo Mendonça).

3.2 Estrutura do Projeto

O Setor de Aquicultura possui um sistema aquapônico do tipo NFT (nutrient film technique) (Figura 2) formado por uma caixa de 500 l que foi usada para o cultivo dos peixes (Figura 3), três canos de pvc de 100 mm perfurados com espaçamento de 20 cm e diâmetro de 50 mm, dois canos de pvc de 60 mm perfurados com espaçamento de 5 cm e diâmetro de 50 mm. Duas bobonas de 100 l cada foram usadas para os filtros mecânico e biológico (Figura 4), sendo que no filtro biológico foram colocadas conchas do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliensis*. Outra caixa de 500 l é usada para armazenar a água que sai dos filtros (Figura 5), nessa foi acoplada uma bomba com vazão de 2000 l/h, possibilitando a recirculação da água e a fértil irrigação das hortaliças. A caixa de cultivo recebeu um sistema tipo Venturi ligado a bomba para oxigenação para os peixes.

A estrutura de aquaponia foi coberta com três camadas de sombrite para minimizar a incidência da luz solar sobre as plantas (Figura 2).



Figura 2: Estrutura aquapônica coberta com sombrite.



Figura 3: Caixa de cultivo dos peixes.



Figura 4: Bobonas utilizadas como filtros mecânico e biológico.



Figura 5: Caixa de armazenamento da água que sai dos filtros.

3.3 Introdução dos Peixes no Sistema e Plantio das Hortaliças

Na caixa de cultivo foram colocados 15 exemplares de Tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio inicial de 155,07 ($\pm$ 41,34) g e foram introduzidos no sistema no

dia 16/06/2018. As hortaliças utilizadas no projeto foram alface cinderela (*Lactuca sativa*) e coentro verdão SF 177 (*Coriandrum sativum* L.), elas foram semeadas numa bandeja de isopor (Figura 6) com adubo no dia 27/06/2018. As hortaliças foram transferidas para o sistema aquapônico 22 dias após sua semeadura e 33 dias após o povoamento dos peixes, em copos descartáveis de 300 ml sem substrato, apenas na solução que sai do cultivo dos peixes. Foram estocadas 46 mudas de alface e 116 mudas de coentro na estrutura aquapônica.



Figura 6: Bandeja de isopor onde foram semeadas as sementes das hortaliças.

3.4 Colheita e Análise das Hortaliças

Foram coletados 30 pés de coentro e 20 pés de alface escolhidos aleatoriamente. A colheita do coentro e da alface foi feita com 64 e 76 dias respectivamente após o plantio das sementes nas bandejas de isopor e levadas para posterior análise no Centro de Pesquisa do Semiárido (CPVSA) localizado na UFERSA no campus de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte para assim obter as concentrações de N, P e K (Tabela 1). As hortaliças ficaram numa estufa a uma temperatura de 65° durante 4 dias para a retirada de toda a umidade e em seguida foram moídas. Depois disso, foram colocadas em blocos digestores a 350° em uma capela durante 3 horas para que fosse realizada a digestão. As amostras obtidas através do processo de digestão foram analisadas através dos métodos do livro manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes da EMBRAPA.

3.5 Manejo dos Peixes

As tilápias foram alimentadas com quatro tratos de ração de 18 g cada diariamente durante um mês, de acordo com as especificações da tabela PLANO NUTRICIONAL AQUOS para tilápias, depois a quantidade de ração aumentou para 25 g por trato, essa quantidade permaneceu inalterada até o final do experimento. A biometria dos peixes foi realizada quinzenalmente para se obter o peso médio durante o experimento.

3.6 Coletas e Análises de Água

Foram coletadas três amostras de água para determinar o teor de N, P e K. As amostras foram coletadas na saída da água que nutri as hortaliças e no filtro mecânico que recebe a água dos peixes. A primeira coleta foi realizada 15 dias após o plantio das hortaliças nos canos de cultivo, a segunda 28 dias e a terceira com 48 dias após o plantio. Para análises da produção de nutrientes pelos animais, as amostras de água foram analisadas no Laboratório de Solos da UFERSA no campus de Mossoró. A determinação do N, P e K das amostras de água foi feita utilizando os métodos do livro manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes da EMBRAPA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tilápias apresentaram um ganho de peso de 191,06 ($\pm 93,82$) g ao final de 87 dias de cultivo com 100% de sobrevivência. Bahnasawy et al (2003) conseguiram um ganho de peso final maior de 243,6 g utilizando alevinos de tilápia com peso inicial de 6,4 g cultivados em tanques escavados de 0,5 há com uma densidade de estocagem de 2,4 peixes/m² durante 6 meses, isso se deu provavelmente devido a maior área de cultivo, menor taxa de estocagem e ao maior tempo de cultivo em relação a este estudo. Isso mostra que o método utilizado no estudo é eficiente para o ganho de peso dos peixes comparado com o cultivo tradicional.

A alface apresentou maiores valores de N, P e K em relação ao coentro com uma maior concentração de K, em quanto que no coentro a maior concentração foi do N (Tabela 1).

Geisenhoff et al. (2016) encontraram concentrações de 34,38 e 54,00 g. kg⁻¹ de N e K respectivamente em alfaces cultivados com espuma flexível de poliuretano como substrato e 32,46 e 52,00 g. kg⁻¹ de N e K respectivamente para alfaces da espécie *Lactuca sativa* cultivados com brita como substrato, entretanto, as concentrações de P foram menores, com concentrações de 5,81 e 5,99 g. kg⁻¹ para alfaces cultivados com espuma flexível de poliuretano e brita respectivamente utilizados como substrato, utilizando tilápias da variedade Gift (*Oreochromis niloticus*). Isso se deu provavelmente devido a esses materiais reterem a água por um maior período, proporcionando um tempo maior de contato das plantas com esses nutrientes, aumentando assim a absorção dos mesmos pelas hortaliças. A baixa concentração do P se deu provavelmente pelo fato da colheita ter sido feita em um período de tempo menor, com 33 dias após o transplante no sistema, resultando em um curto período para uma maior absorção desse nutriente, enquanto que nesse estudo foi feita com 54 dias após o transplante das hortaliças da bandeja de isopor para os canos de cultivo.

Segundo Geisenhoff et al. (2016), quando a planta se aproxima do estágio reprodutivo, geralmente, a concentração de P tende a ser maior; o P acumulado é usado na floração e formação de sementes (apud KANO, et al., 2011).

Cortez et al (2009), encontraram valores de N, P e K para alface crespa de 23,10, 6,04 e 57,90 g. kg⁻¹ respectivamente, utilizando matrinxã (*Brycon cephalus*) em tanques de criação com uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 2,5 m³, com 60 peixes em média por tanque, isso se deve provavelmente devido às variações de alguns fatores, como densidade de peixes e a espécie utilizada no cultivo.

Tabela 1: Resultado das análises de nitrogênio, fosforo e potássio absorvido pelas hortaliças

Amostra	N	P	K
	g. kg ⁻¹		
Alface	28,0	7,16	33,29
Coentro	27,56	3,95	19,21

De acordo com Geisenhoffa et al (2016), a concentração de P recomendada para alface, está na faixa de 4 a 7 g/kg (apud RAIJ et al., 1996), esse valor está próximo a concentração encontrada na alface nesse estudo, mostrando que esse sistema é eficiente na disponibilização de P para este vegetal.

Taiz et al (2017), mostra que certos elementos foram determinados como essenciais para o crescimento vegetal. Um elemento essencial é definido como aquele que é um componente intrínseco na estrutura ou no metabolismo de uma planta ou cuja ausência causa anormalidades severas no crescimento, no desenvolvimento ou na reprodução vegetais ou pode impedir uma planta de completar seu ciclo de vida. Se as plantas recebem esses elementos, assim como água e energia solar, elas podem sintetizar todos os compostos de que necessitam para o crescimento normal. Entre esses elementos estão o N, P e K. Por isso é importante ter uma quantidade adequada desses nutrientes no meio de cultivo, para se ter um bom crescimento da planta.

No comparativo das análises de N, P e K, entre as três amostras realizadas na água das plantas como na água do filtro, não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$).

A maior concentração dos nutrientes nas amostras da primeira coleta (Tabela 2), pode ter ocorrido devido as hortaliças ainda serem jovens, pois segundo Cerozi e Fitzsimmons (2017), quando as plantas são jovens a sua capacidade de captação de nutrientes é limitada, isso permite que os nutrientes dissolvidos aumentem, mas com o tempo, as plantas começam a desenvolver significativamente mais área foliar, mais capacidade de fotossíntese e um sistema radicular maior, capaz de causar uma absorção significativamente maior.

Tabela 2: Resultados da análise de N, P e K da primeira coleta.

Amostra 1	N	P	K
	mg L ⁻¹		
Saída das Plantas	10,92	4,56	19,87
Filtro Mecânico	10,43	4,19	20,51

A diminuição das concentrações de todos os nutrientes na segunda coleta, com uma menor concentração na saída das plantas (Tabela 3), pode ser explicada devido as plantas já estarem crescidas, assim sua capacidade de captação de nutrientes aumentou. Kuhnem et al (2016), obtiveram uma concentração na água do cultivo de $0,59 \text{ mg L}^{-1}$ de P ao final de três semanas de cultivo utilizando 25 mudas de manjerição e 50 alevinos de tilápia. Essa baixa quantidade se deve ao tempo de cultivo, que é bastante inferior ao do presente estudo. Além disso o sistema desse trabalho permaneceu 33 dias sem plantas, apenas com peixes, isso favoreceu o acúmulo desses nutrientes no sistema.

Tabela 3: Resultados da análise de N, P e K da segunda coleta.

Amostra 2	N	P	K
	mg L^{-1}		
Saída das Plantas	4,97	1,96	3,53
Filtro Mecânico	6,93	2,53	3,53

O aumento na concentração de N na terceira amostra (Tabela 4) pode ser atribuído a retirada do centro do sistema, ficando apenas a alface para absorver esse nutriente, conseqüentemente sua concentração na água será maior. Isso mostra que essa hortaliça absorve melhor esse nutriente.

A maior diminuição do N e do K ao final do experimento comparado com o P, corrobora com os resultados encontrados na tabela 1, mostrando que as hortaliças absorvem maiores quantidades desses nutrientes.

Tabela 4: Resultados da análise de N, P e K da terceira coleta.

Amostra 3	N	P	K
	mg L^{-1}		
Saída das Plantas	6,16	1,29	3,21
Filtro Mecânico	7,3	2,21	3,21

Podemos observar que a média geral das análises do N, P e K das três amostras de água coletadas (Tabela 5), foram superiores nas coletas dos filtros mecânicos, do que as concentrações na saída das plantas, isso demonstra a produção constante por parte dos peixes

destes nutrientes em função da ração fornecida, bem como dos dejetos produzidos em forma de matéria orgânica.

Tabela 5: Resultados da média das análises de N, P e K das três amostras

Média	N	P	K
	mg L⁻¹		
Saída das Plantas	7,35	2,6	8,87
Filtro Mecânico	8,22	2,98	9,08

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, concluiu-se que a água residual do cultivo de peixes pode fornecer N, P e K suficientes para a produção de alface e coentro num sistema de aquaponia, tornando assim desnecessária a adubação e fertilização dessas hortaliças com produtos comerciais.

Assim, é fundamental integrar a piscicultura com a hidroponia, resultando em uma maior diversidade de produtos, tornando possível o cultivo de duas culturas utilizando a mesma água sem necessidade de renovação, gerando uma diminuição no impacto ambiental e diminuindo os custos. Para a aquaponia ter mais sucesso necessita-se ainda de mais estudos das interações entre plantas e peixes e sua geração de efluentes, para dessa forma aumentar a eficiência em desempenho na produção.

REFERÊNCIAS

BAHNASAWY, Mohamed H.; ABDEL-BAKY, Taman E.; ABD-ALLAH, Gamal A. growth. Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings raised in an earthen pond. **Archives Of Polish Fisheries**, Damietta, v. 11, n. 2, p.277-285, jan. 2003.

CARNEIRO, P. C. F et al. **Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais**. Macapá, 683–706p. v 2, 2015.

CEROZI, B.s.; FITZSIMMONS, K. Phosphorus dynamics modeling and mass balance in an aquaponics system. **Agricultural Systems**, [s.l.], v. 153, p.94-100, maio 2017.

CORTEZ, Glauco E. P. et al. Qualidade química da água residual da criação de peixes para cultivo de alface em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p.494-498, ago. 2009.

GEISENHOF, Luciano O. et al. Effect of different substrates in aquaponic lettuce production associated with intensive tilapia farming with water recirculation systems. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p.291-299, abr. 2016. v. 36, n. 2, p.291-299/2016.

JORDAN, Rodrigo A. et al. Yield of lettuce grown in aquaponic system using different substrates. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 22, n. 1, p.27-31, jan. 2018.

KUHNEN, Ágatha Della R. et al. Aquaponia como alternativa para o cultivo de peixes e hortaliças. **Anais do Xiv Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental**, Brasília, Editora Edgard Blücher, out. 2016.

OLIVEIRA, Saulo Duarte de. **Sistema de Aquaponia**. 2016. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2016.

OSTI, J. A. S. et al. Nitrogen and phosphorus flux from the production of Nile tilapia through the application of environmental indicators. **Brazilian Journal Of Biology**, [s.l.], v. 78, n. 1, p.25-31, 10 jul. 2017.

SILVA, Fábio Cesar da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2009.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p. Tradução de: Alexandra Antunes Mastroberti et al.