



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ANA LUIZA ALVES PANTA VASCONCELOS

TRATAMENTO FÍSICO-BIOLÓGICO DE BAIXO CUSTO PARA AQUAPONIA
COMERCIAL

BRASÍLIA

2018



ANA LUIZA ALVES PANTA VASCONCELOS

**TRATAMENTO FÍSICO-BIOLÓGICO DE BAIXO CUSTO PARA AQUAPONIA
COMERCIAL**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa pela Faculdade de Ciências da Educação e da Saúde – FACES.

Orientação: Carlos Alberto da Cruz Junior

BRASÍLIA

2018

TRATAMENTO FÍSICO-BIOLÓGICO DE BAIXO CUSTO PARA AQUAPONIA COMERCIAL

Ana Luiza Alves Panta Vasconcelos – UniCEUB, PIC Institucional, aluno bolsista

ana.vasconcelos@sempreceub.com

Carlos Alberto da Cruz Junior – UniCEUB, professor orientador

carlos.junior@uniceub.br

Vitor Ramos Simões Correa – Engenheiro Agrônomo, colaborador

quintadelfim@gmail.com

A técnica de aquaponia, que tem por objetivo aumentar a produtividade de proteína animal e vegetal com menor mão de obra, utilizando menos solo e pouca água está em franco desenvolvimento no Brasil, em especial o sistema de subsistência. Uma das etapas mais importantes para o sucesso da aquaponia e a de tratamento biológico do efluente dos peixes uma vez que a amônia tóxica deve ser transformada em nitrato para uso na produção vegetal. O presente estudo foi realizado na Estação Experimental de Agroecologia – UniCEUB, Chácara Delfim T61, situada no Córrego do Urubu, Lago Norte, Distrito Federal, entre os meses de março de 2018 e agosto de 2018, com o intuito de avaliar a eficiência do sistema de tratamento de efluente de baixo custo para aquaponia comercial, em remover a amônia e disponibilizar nitrato para a produção vegetal. Para isso foram utilizados seis tanques cilíndricos construídos em ferro-cimento, povoados com tilápias de 250g. A alimentação foi ofertada 4 vezes ao dia, representando a porta de entrada de nutrientes para o sistema. Foi realizado o tratamento dos efluentes provenientes dos tanques através de um sistema de decanto digestão e filtragem mecânico biológica aeróbia e anaeróbia para favorecer o processo de nitrificação da amônia. Após estas etapas, o efluente tratado segue para um tanque de armazenamento para que seja conduzido até as piscinas de aquaponia. A qualidade do efluente foi monitorada, na entrada e saída do sistema, três vezes na semana, analisando parâmetros de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, amônia e nitrito. Na entrada do efluente verificou-se a menor temperatura (19,8°C) e a máxima de 24,3°C, pH máximo 7,12 e mínimo 5,9, oxigênio dissolvido máximo 7,7 e mínimo 3,05, amônia total máxima 3,5 e mínima 0,25, nitrito máximo 0,50 e mínimo 0,00. Na saída do tratamento verificou-se a menor temperatura (20,6°C) e a máxima de 23,4°C, pH máximo 7,9 e mínimo 6,4, oxigênio dissolvido máximo 7,67 e mínimo 5,5, amônia total máxima 1,00 e mínima 0,00, nitrito máximo 0,25 e mínimo

0,00. O sistema demonstrou eficiência satisfatória. Durante o período estudado ainda que as variáveis estudadas tenham apresentado variações nos valores os mesmos apresentaram-se satisfatórios para uso na produção vegetal.

Palavras-Chave: Agricultura. Aquicultura. Aquaponia. Produção vegetal.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por me abençoar, dar saúde e força para seguir em frente. Agradeço à minha mãe, Vânia, que sempre foi minha maior fonte de inspiração, por ser companheira, ajudar e apoiar todas minhas decisões. Sou grata ao meu irmão, Raul Alves, aos amigos, Raphaela dos Santos, Dino Marques, Raianny Lôbo e Milton Martins, que sempre estiveram presente, obrigada por acreditarem e apoiarem meus projetos. Agradeço a todos os colaboradores da Chácara Delfim, Sr Gilmar e Vitor Ramos pela ajuda e companhia durante o trabalho, ao pesquisador e amigo Bernardo Ramos, por me auxiliar e propor tanto conhecimento, e principalmente ao meu orientador, Carlos Alberto, por me proporcionar uma experiência ímpar, me orientar da melhor forma possível e colaborar grandiosamente no meu processo de formação acadêmica. Ao pessoal de apoio à pesquisa e funcionários do Labocien, meu muito obrigado. E, por fim, obrigado a todos que colaboraram de alguma forma, para que o presente trabalho fosse executado, por todo apoio, paciência e companheirismo nesses meses.

Sumário

1.	Introdução	7
2	Fundamentação Teórica	7
3.	Metodologia	10
4.	Resultados e Discussão	11
5.	Considerações Finais	15
6.	Referências	16

1. Introdução

Diante da escassez hídrica que assola o Brasil a produção consumiu cerca de 75% da vazão de consumo em 2014, segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2016). A Organização da Nações Unidas (ONU) revela que aproximadamente 70% de toda a água disponível no mundo é utilizada para irrigação (UNESCO,2012), no Brasil, esse índice chega a 72% (WALBERT,2013). Assim, a agricultura é vista pela ONU como alvo prioritário para as políticas de controle racional de água. Lennard (2004) e Braz (2000), afirmam que as crescentes restrições e custos com respeito à utilização da água para viabilização da produção de alimentos.

A técnica de aquaponia, que integra proteína animal e de vegetais com menor mão de obra, utilizando menos solo e pouca água. Sendo um sistema estritamente controlado, combina alto nível de biossegurança com baixo risco de doenças e contaminação externa, enquanto produz sem a necessidade de químicos e pesticidas. Além disso, é uma ferramenta potencialmente usual para transpassar alguns desafios da agricultura tradicional em frente à escassez hídrica, mudanças climáticas e a degradação do solo. Pode ainda ser utilizada em regiões onde o solo apresenta baixa fertilidade química (solos distróficos) e a água é escassa, por exemplo, em áreas urbanas, climas áridos e ilhas abaixo do nível do mar (FAO, 2016).

O tratamento de água da piscicultura apresenta-se como um gargalo tecnológico do sistema intensivo, principalmente a questão de remoção de amônia (JORDAN et al., 2011). Segundo Emerenciano et al. (2015) os componentes básicos do sistema aquapônico são o tanque para cultivo dos peixes e a estrutura com as bancadas hidropônicas, porém para o melhor funcionamento do sistema são necessários componentes secundários como filtros mecânicos e biológicos para remoção dos sólidos particulados e viabilização do processo de nitrificação, respectivamente. Este processo é responsável por gerar nutrientes assimiláveis às plantas e eliminar a amônia tóxica aos peixes.

Segundo Somerville (2014), o ecossistema presente na aquaponia está totalmente relacionado às bactérias, portanto, se as bactérias não estiverem presentes ou mesmo não estiverem funcionando apropriadamente, a concentração de amônia irá aumentar e poderá causar morte de animais. Nestas condições é vital ao sistema manter saudáveis as colônias de bactérias responsáveis por controlar a concentração de amônia.

Diante do cenário apresentado e a crescente demanda por sistemas de aquaponia comercial, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficiência do sistema de tratamento de efluente de baixo custo, remover a amônia e disponibilizar nitrato para a produção vegetal.

2. Fundamentação Teórica

Apesar da aquicultura e hidroponia serem 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 (RAKOCY et al., 2006). A literatura brasileira ainda é escassa no que se refere a aquaponia, com apenas algumas publicações recentes (ABREU, 2012; HUMDLEY & NAVARRO, 2013; JORDAN et al., 2013; SILVA et al., 2013; BRAZ FILHO, 2014). Recentemente pesquisadores de algumas universidades brasileiras e da Embrapa iniciaram seus primeiros ensaios experimentais sobre o assunto, em especial para pequenos sistemas de produção. 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 (RAKOCY et al., 1997; LENNARD & LEONARD, 2004; SAVIDOV, 2004; RAKOCY et al., 2006, LENNARD & LEONARD, 2006; TYSON et al. 2008; GRABER & JUNGE, 2009; ENDUT et al. 2010; TYSON et al., 2011; ROOSTA & MOHSENIAN, 2012; DANAHER et al., 2013).

Paralelamente às pesquisas realizadas nessas últimas duas décadas, muito interesse foi despertado nos países supracitados do ponto de vista de sistemas comerciais, onde já há registro dos primeiros resultados. Entretanto, é necessário considerar a realidade tropical do Brasil e as demandas por sistemas que utilizem tecnologia de baixo custo e que sejam aproveitáveis pelo produtor rural.

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 um futuro mais 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, 2015).

Na maioria dos casos a aquicultura em recirculação utiliza filtros biológicos para remoção dos resíduos potencialmente tóxicos da água (TYSON,2007). Alguns sistemas de aquicultura em recirculação diferenciam-se da aquaponia pela ausência da parcela vegetal e utilizam-se de outros métodos para transformar, retirar e utilizar os nutrientes diluídos na água (RAKOCY,2006).

Os desenhos de um sistema de aquaponia podem variar muito, porém são necessários a realização de três processos complementares, o cultivo dos peixes (onde há entrada de nutrientes na forma de ração), a nitrificação das diferentes formas de apresentação do nitrogênio, em filtros biológicos e mesas de hidroponia, e a absorção de nutrientes pela parcela vegetal do sistema. Os peixes são estocados em altas densidades, com circulação contínua de água e utilização de sistemas de aeração secundários (RAKOCY,2007).

O fornecimento da ração aos peixes é a entrada de insumo mais importante desse processo, onde ao se alimentarem produzem excretas que naturalmente são convertidas nos nutrientes que serão absorvidos pelas plantas. Na aquaponia, há um fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que estão relacionados por meio de ciclos biológicos naturais, como a nitrificação promovida por bactérias, observada no processo.

As bactérias nitrificantes dos gêneros nitrosomonas e nitrobacter são responsáveis pela conversão da amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-) e esse em nitrato (NO_3^-), transformando substâncias tóxicas produzidas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas. Ao consumir esses nutrientes as plantas, juntamente com as bactérias, desempenham papel importante na filtragem biológica da água, garantindo sua condição adequada para o desenvolvimento normal dos animais (TYSON et al., 2011).

Como o nitrogênio é o nutriente requerido pelas plantas em maior quantidade e o nitrato é a forma preferida de absorção, a compreensão e o manejo adequado das colônias de bactérias é de fundamental importância na aquaponia (CARNEIRO, 2015). O surgimento dessas bactérias em um filtro biológico é de ocorrência natural, porém pode ser estimulado pela introdução de água trazida de outro local onde é conhecida a sua presença. As bactérias nitrificantes crescem em biofilmes aderidos a superfícies de material inerte ou de partículas orgânicas.

Após a introdução dos peixes no sistema pode-se acompanhar o aumento contínuo do nível de amônia durante a primeira semana. A partir desse momento nota-se o decréscimo na concentração desse elemento ao mesmo tempo em que são detectados níveis crescentes de nitrito, denunciando o desenvolvimento das colônias de nitrosomonas. Outra semana se passa, os níveis de nitrito começam a baixar e os de nitrato a subir, indicando a presença de nitrobacter. Geralmente são necessários 20

a 30 dias para um sistema aquapônico apresentar seu ciclo de nitrificação em equilíbrio (FRANCIS-FLOYD et al., 2009).

3. Metodologia

A área de estudo está localizada em um fragmento de mata de galeria e savana de aproximadamente 27 hectares, no Lago Norte, Brasília – DF e está localizada na chácara Delfim T-61, situada no núcleo rural córrego do Urubu, a 11km da rodoviária do Plano Piloto. Localizada pelas seguintes coordenadas geográficas: Latitude (S) 15° 42' 0,05" e Longitude (O) 47° 51' 27,8", na unidade hidrográfica Santa Maria/ Torto (bacia hidrográfica do lago Paranoá), inserida em duas importantes Áreas de Proteção Ambiental (APA) do Planalto Central e do lago Paranoá. O clima da região é tropical com estação seca, do tipo Aw na classificação climática de Köppen- Geiger, com temperaturas médias mensais sempre superiores a 18°C e índice pluviométrico em torno de 1.540 milímetros anuais, concentrados entre os meses de outubro e abril. O experimento foi realizado entre os meses de setembro de 2017 a agosto de 2018.

O sistema conta com seis tanques cilíndricos construídos em ferrocimento, com capacidade de 12.000 litros cada, dotados de um sistema de aeração por soprador/difusor de ar de 2 cavalos de potência. Cada tanque com renovação de água diária na ordem de 30%. Foi povoado um tanque por mês com 350 alevinos de tilápia, provenientes de fornecedor idôneo, objetivando produção e despesca mensais, e semelhança no perfil físico-químico do efluente durante todo o período do experimento. A oferta de alimento para os animais ocorreu quatro vezes ao dia, com ração comercial de 32% de proteína, ajustando-se o volume conforme a tabela do fabricante, Supra.

O efluente proveniente dos tanques com peixes é direcionado para um sistema de filtragem biológica, constituído por uma caixa de água de 10.000 litros, a qual funciona como como filtro de sólidos por decantação e aumenta o tempo de detenção hidráulica. Segue passando por quatro subestações, construídas com manilhas, de aproximadamente 1,7 metros de altura, que possuem telhas e materiais inerentes, com fluxo ascendente da passagem do efluente, favorecendo o processo de nitrificação da amônia, fundamental para uma melhor absorção dos nutrientes pelas plantas do sistema de aquaponia. As quatro estações contam com aeração forçada por soprador/difusor. O efluente tratado fica armazenado no tanque de recalque para seguirem para as piscinas de hidroponia.

Foram realizadas avaliações da eficiência do tratamento durante todo o projeto, observando a qualidade do efluente na entrada e saída de cada elemento do sistema, três vezes na semana, analisando temperatura, pH e oxigênio dissolvido, por meio de sonda multiparâmetros e amônia, nitrito e nitrato, utilizando Kits comerciais para piscicultura.

Para análise estatística fez-se uso do teste de Variância (ENOVA-one way) para detectar diferenças ($P < 0,05$) entre as médias, para comparação destas, o teste de Tukey (5% de probabilidade). Estes foram realizados no programa Statistica version 7.1.

4. Resultados e Discussão

Alguns autores como Lennard (2004) e Braz (2000), afirmam que as crescentes restrições e custos quanto ao uso da água já obrigam produtores rurais em inúmeros países a buscarem alternativas mais econômicas a respeito da utilização da água para viabilização da produção de alimentos. Diante desse cenário, a aquaponia configura-se como uma alternativa econômica de baixo custo, para a viabilização da produção de alimentos, onde do ponto de vista teórico, apresenta vantagens técnicas, ecológicas e sociais.

Além de unir a piscicultura e a hidroponia, a aquaponia deve contar com um sistema de tratamento do efluente proveniente dos tanques com peixes, pelo fato destes eliminarem desejos sólidos que são decompostos em amônia, que podem acumular no sistema e até atingir o ponto de toxicidade para os peixes e as plantas. Parte da remoção da amônia pode ser feita diretamente pelas plantas, porém a maior parte necessita ser retirada ou convertida em nitrato, forma de apresentação do nitrogênio de preferência da maioria das plantas de interesse na aquaponia (TOKUYAMA, 2004).

Pode-se observar no experimento uma queda relativa nos níveis de amônia, como mostra o gráfico 2. No mês de abril (mês 4), os níveis de amônia do efluente oriundo dos tanques com peixes chegaram em média a 2,50 ppm (valor máximo observado), e após passar por todo o tratamento aeróbico e anaeróbico, apresentou valor 0,50 ppm mostrando a eficiência do processo em reduzir os níveis de amônia (gráfico 1).

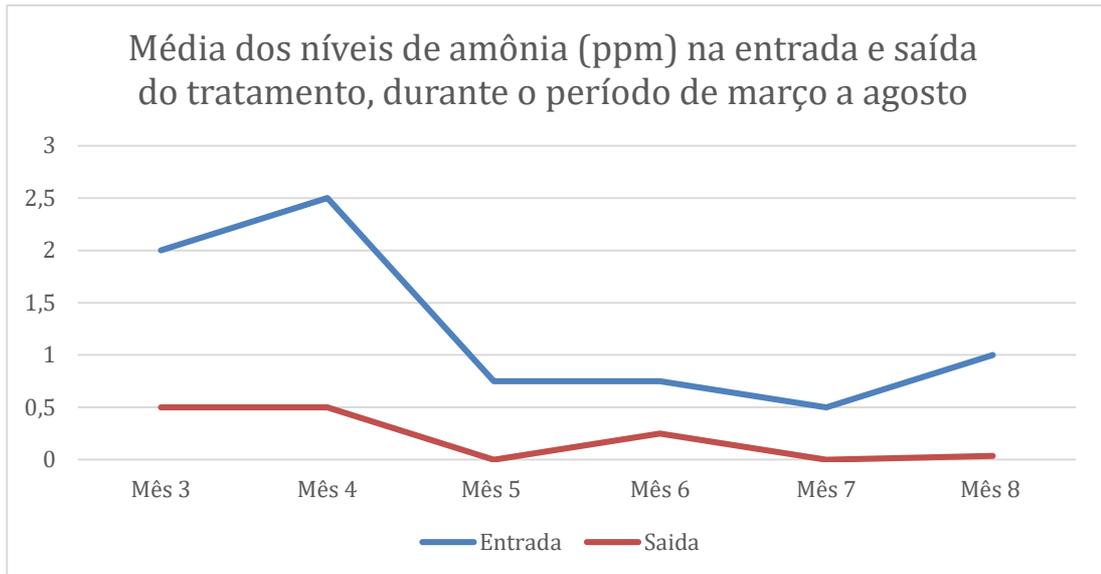


Gráfico: 2, arquivo próprio. Níveis de amônia.

Por serem tolerantes a altos teores de água em suas raízes e significativas variações relacionadas aos nutrientes, os vegetais são sempre recomendados para a aquaponia, uma vez que a maioria deles tem crescimento ótimo em pH entre 5,8 e 6,2 (RAKOCY, 2007). No sistema os parâmetros de pH do efluente tratado, para ser direcionado as estufas de hidroponia, se manteve em uma faixa aceitável para o crescimento dos vegetais, sendo o valor máximo 7,9 e mínimo 6,4 considerando que na entrada apresentava pH máximo 7,12 e mínimo 5,9 (gráfico 2)

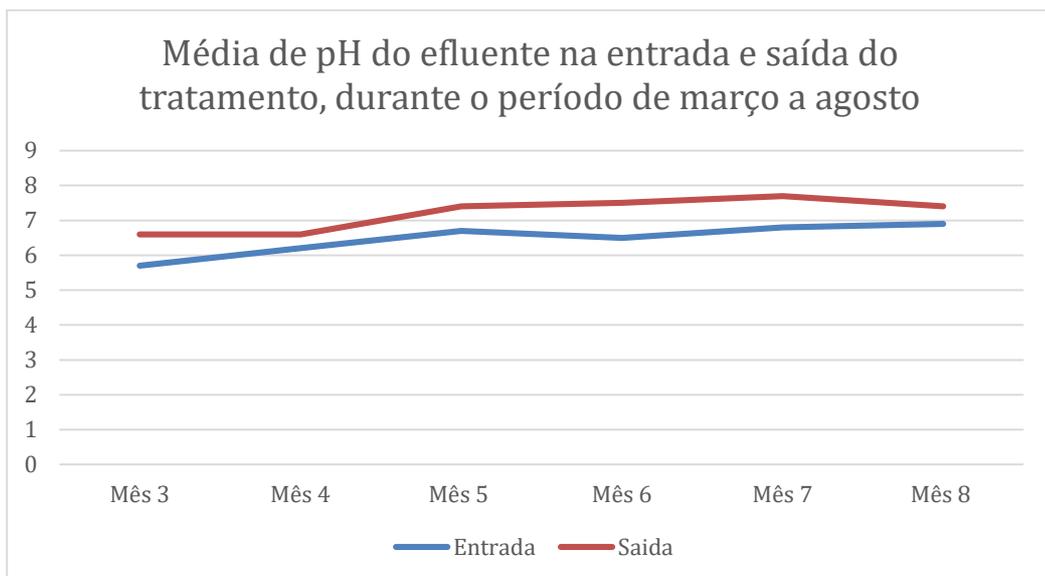


Gráfico 2: fonte própria. Análise de pH.

De acordo com Braz (2000), as bactérias nitrificantes são responsáveis por oxidarem a amônia para nitrito e depois para nitrato, estas precisam de um ambiente amplamente aeróbico e pH perto da neutralidade e de uma superfície de fixação. Ao analisar os dados de nitrito, constatou-se que desde o valor mínimo (0,25 ppm) produzido até o valor máximo (0.50 ppm), foi possível chegar a nível zero (0) o que indica que as colônias de bactérias estão fixas no sistema e disponibilizando nitrato para os vegetais (gráfico 3).

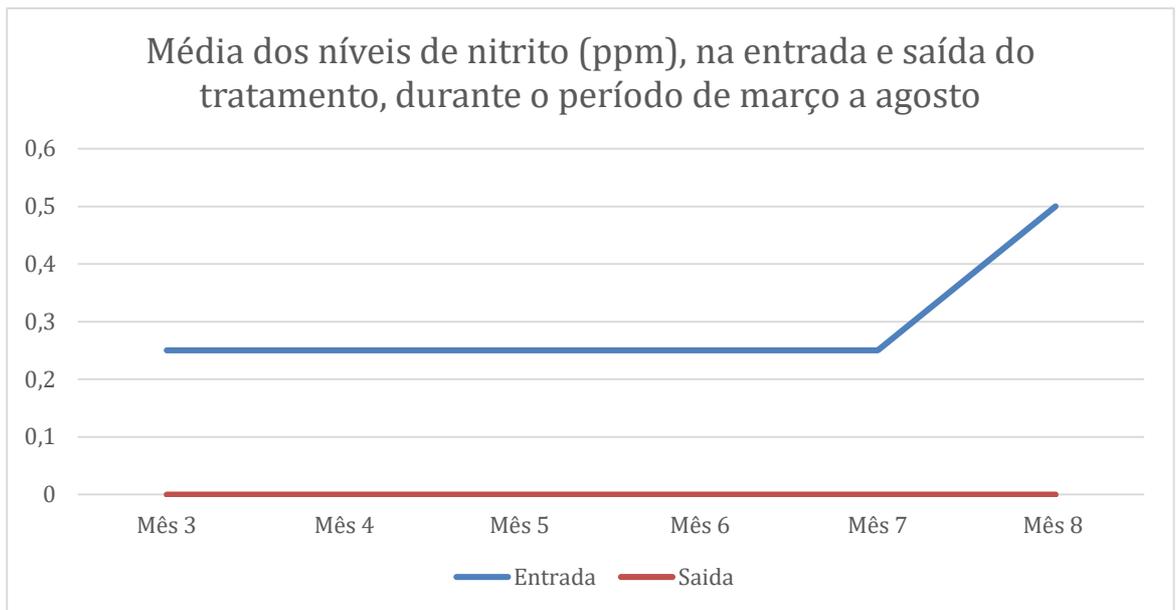


Gráfico: 3, arquivo próprio. Níveis de

Estudos apontam que na aquaponia é ideal que a temperatura se situe na faixa de 10 a 25°C, dados muito acima ou abaixo desses valores levam a perda de oxigênio e prejudicam a atividade das bactérias. Foram registradas mudanças de temperaturas durante o período do estudo que estão diretamente ligadas a mudanças climáticas. Referente a temperatura de entrada e saída do efluente no tratamento, constatou-se que não houveram diferenças significativas e este parâmetro se manteve em um nível aceitável para a produção (gráfico 4).

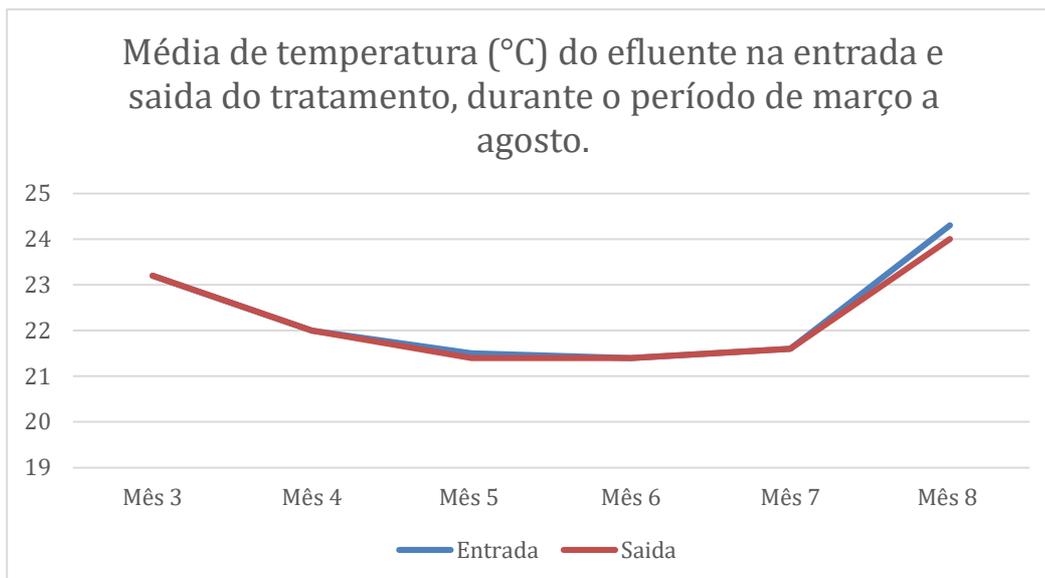


Gráfico: 4, arquivo próprio. Temperatura do efluente.

De acordo com Rakocy (2007), ocorre maior absorção dos nutrientes pelas plantas e existe maior probabilidade de microrganismos benéficos se fixarem às suas raízes se os níveis de oxigênio dissolvido na água forem mais altos, enquanto o oposto pode acarretar a presença de organismos maléficos e menor desenvolvimento dos vegetais. No presente tratamento foi presenciado um nível máximo 7,7 mg/l e mínimo de 3,05 mg/ na entrada do sistema e na saída máximo de 7,67 mg/l e mínimo de 5,5 m/l, apesar de terem ocorrido algumas variações no período analisado (gráfico 5), algumas vezes devido a problemas com o equipamento de aeração, as fases de tratamento continuaram em bom funcionamento e as plantas a se desenvolverem, apesar de apresentarem tamanhos diferentes ao final.

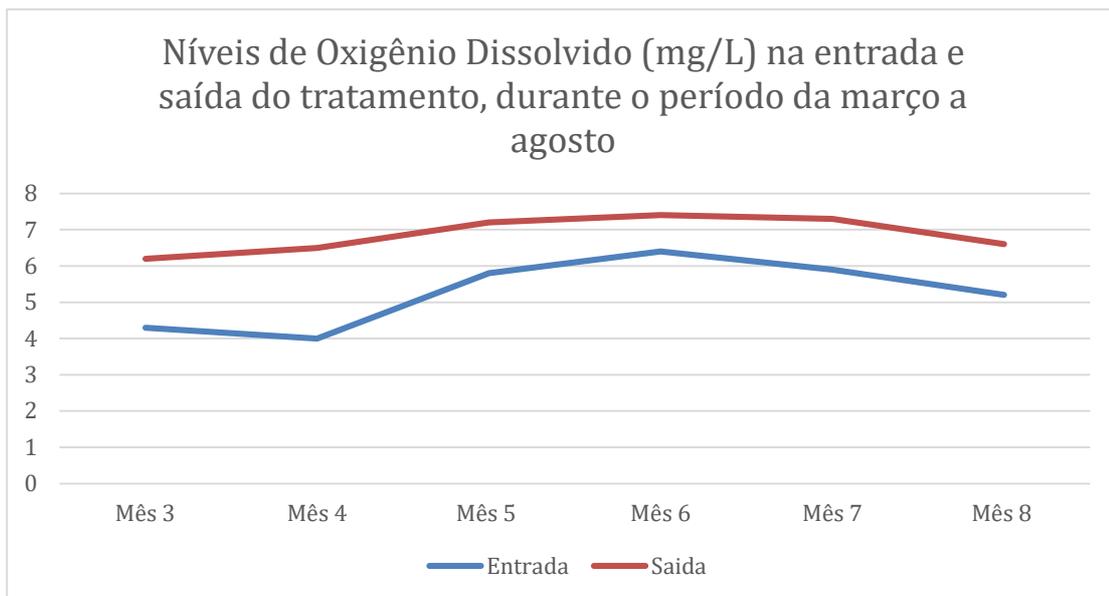


Gráfico: 5, arquivo próprio. Níveis de oxigênio dissolvido.

5. Considerações Finais

Diante os dados apresentados, foi possível concluir que o sistema demonstrou eficiência satisfatória em remover a amônia e disponibilizar nitrato para a produção vegetal, ainda que as variáveis estudadas tenham apresentado inconstância nos valores, os mesmos apresentaram-se em uma faixa satisfatórios para uso na produção vegetal. Vale ressaltar que o sistema além de eficiente, exige baixo custo de implantação e apresenta vantagens técnicas, ecológicas e sociais.

6. Referências

- ABREU, S.P.M. *Dossiê técnico: sistema aquapônico*. Serviço brasileiro de respostas técnicas. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico. CDT/ UnB. Disponível em <http://ww.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTY4NA>, 2012.
- Agência Nacional de Águas – ANA. *Levantamento de Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil – 2014: relatório síntese/ Agência Nacional de Águas*. Brasília: ANA, 2016. 33p.
- BRAZ, M.. *Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água*. Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, SP. 2000.
- BRAZ FILHO, M. S. P. *Aquaponia: Alternativa para sustentabilidade na aquicultura*. XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia. UFES. Vitória, ES, 2014.
- CARNEIRO, P. C.; MORAIS, C. A.; NUNES, M. U.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y. *Produção integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.
- DANAHER, J. J.; SHULTZ, R. C.; RAKOCY, J. E.; BAILEY, D. S. *Alternative solids removal for warm water recirculating raft aquaponics systems*. Journal of the World Aquaculture Society, 44: 374-383, 2013.
- EMERENCIANO et. al., *Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura*. Panorama da aquicultura. Vol.25. Jan/ Fev. 2015.
- ENDUT, A.; JUSOH, A.; ALI, N.; WAN KIK, W.B.; HASSAN,. *A study on the the optimal hydraulic loading rate and plant ratios in recirculation aquaponic system*. Bioresource technology, 101: 1511-1517,2010.
- FAO. *Report of the FAO technical workshop on advancing aquaponics: an efficient use of limited resources*, Bogor, Indonesia, 23-26 November 2015. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1133. Rome, Italy, 2016.
- FRANCIS-FLOYD, R.; WATSON, C.; PETTY, D.; POWDER, D. B. *Ammonia in aquatic systems*. Univ. Florida. Dept. Fisheries Aquatic Sci., Florida Coop. Ext. Serv. FA-16. 2009. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/FA031>
- JORDAN, R. A et al., *Bomba de calor de duplo efeito térmico aplicada em um sistema com recirculação de água para a criação de peixes tropicais e de águas frias*. Anais do XII Congresso Brasileiro de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação, Aquecimento e Tratamento do Ar. São Paulo, SP. 20 a 23 de setembro de 2011, p 207-221,2011.
- LENNARD, W. A. *Aquaponics research at RMIT university, Melbourne Australia*. Aquaponics Journal, v. 35, p. p18-24,2004.

LENNARD, W. A.; LEONARD, B. V. *A comparison of three diferente hydroponic sub-sistems (gravel bed, floating anda nutrientes film technique) in a Aquaponic test system*. *Aquaculture International*, 14: 539-550,2006.

RACKOCY, J. E. *Integrating tilapia culture with vegetable hydroponics in regulating systems*. In COSTA-PIERCE, B.A.,; RAKOCY. (Ed.). *Tilapia aquaculture in the Americas*. Baton Rouge: World Aquaculture S

RACKOCY, J.; MASSER, M.; LOSORDO, T. *Ten Guidelines for Aquaponic Systems*. *Aquaponics Journal*, v.46, p.14-17, 2007.

RACKOCY, J.; MASSER, M.; LOSORDO, T. *Recircultating aquaculture tank production systems: Aquaponics- Integrating fish and plant culture*. Southern Reg. Aquaculture Center Publications No, 454. 2006.

TOKUYAMA, T.; MINE, A.; KAMIYAMA, K. et al. *Nitrosomonas communis strain YNSRA, an ammonia-oxidizing bacterium, isolated from the reed rhizoplane in an aquaponics plant*. *Journal of bioscience and bioengineering*, v.98, n.4, p.309-312, 2004.

TYSON, R. V.; RICHARD,. *“Reconciling pH for ammonia biofiltration in a cucmber/tilapia aquaponics system using a perlite médium”*, 2007.

TYSON, R. V.; SIMONNE, E., H.; TREADWELL, D. D.; WHITE, J. M.; SIMONNE, A. *Reconciling pH for ammonia biofiltration and cucumber yield in a recirculating aquaponic system with perlite biofilters*. *Hortscience*, 43: 719-724, 2008

TYSON, R. V.; SIMONNE, E., H.; TREADWELL, D. D. *Opportunities and Challenges to Sustainability*. *Hortscience*, 21:6-13,2011

UNESCO.2012. *Fatos de dados*. Relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos. O manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco. 17 p. Paris, França.

WALBERT, A. Portal EBC – *Quem mais gasta água no Brasil e no Mundo*. 2013. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-água-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 11 jun.2018.