




Caroline Lopes da SILVA \*  
 <https://orcid.org/0000-0002-9956-2008>

Eliane Aparecida JEREMIAS \*\*  
 <https://orcid.org/0000-0002-2063-8787>

Kaic Vinícius FERRAZ \*\*\*  
 <https://orcid.org/0000-0003-1522-2813>

Andreia E. Moreira de SOUZA \*\*\*\*  
 <https://orcid.org/0000-0002-4741-6797>

Recebido em: 27 de dezembro de 2017  
Aprovado em: 20 de agosto de 2019

## COMPARAÇÃO DE MATERIAIS DISTINTOS UTILIZADOS COMO FILTROS BIOLÓGICOS EM SISTEMAS AQUAPÔNICOS

### COMPARISON OF DIFFERENT MATERIALS USED AS BIOLOGICAL FILTERS FOR AQUAPONIC SYSTEM

#### RESUMO

A aquaponia constitui uma forma de produção integrada na qual os dejetos dos animais são convertidos em nutrientes para as plantas por filtros biológicos constituídos por microrganismos retidos em diferentes suportes. Esses participam do ciclo do nitrogênio possibilitando sua absorção pelas plantas. O presente estudo tem por objetivo analisar a eficácia do sistema aquapônico com dois tipos de materiais com filtros biológicos. Para isso, foi utilizada argila expandida e tiras de garrafa pet, dois aquários de 20 litros como reservatórios do peixe Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*) e cebolinha (*Allium schoenoprasum*), na proporção de 1:1, para compor o sistema. A implantação do sistema seguiu etapas sequenciais: ciclagem para estabelecimento de microrganismos, introdução dos peixes e, posteriormente, introdução das hortaliças. A análise da água foi efetuada semanalmente com o kit Acquacombo, obtendo dados de concentração de amônia, nitrito e pH quinzenalmente para a análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Além disso, foi realizada análise microbiológica dos filtros em meio de cultura Sabouraud seguida de coloração de Gram. Observou-se que no filtro de argila houve uma maior concentração de amônia e maior conversão em nitrito, com valores mais elevados de DBO. Nesse, o biofilme também foi maior, como evidenciado pela análise microbiológica. Em ambos os sistemas, as hortaliças cresceram de forma semelhante, demonstrando haver conversão de nutrientes suficientes. Conclui-se que ambos os sistemas avaliados são eficazes e apresentaram vantagens como fácil construção e operacionalização, demonstrando que é possível a utilização de materiais alternativos na retenção de matéria orgânica e microrganismos, garantindo uma sustentabilidade ainda maior ao sistema.

**Palavras-chave:** Aquaponia. Filtro biológico. Sustentabilidade.

#### ABSTRACT

Aquaponics is a combined production way in which animal wastes are converted into nutrients to plants with biological filters composed by retained microorganisms on different holders. Those ones are part of nitrogen cycle making the plants absorption possible. The present paper aims to analyze aquaponics system effectiveness for two types of biological filters. Thus, expanded clay and PET bottles stripes were used, two 20 liters fish tanks were used with the specie Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*) and spring onions (*Allium schoenoprasu*), on a 1:1 basis, to compose the system. The system implementation followed sequential steps: cycling to microorganism establishment, fish introduction and afterwards vegetable introduction. A weekly water analysis was made by using Acquacombo kit, collecting data such as ammonia concentration and nitrite, pH was fortnightly sent to Biochemical Oxygen Demand (BOD) analysis. Besides, a microbiologic filter analysis was made by Sabouraud culture followed by Gram's Method. It was observed that the clay filter concentrated more ammonia and a greater nitrite conversion, and also high BOD levels. In that, the biofilm was also bigger, as evidenced by microbiological analysis. For both systems, vegetable grow was similar, presenting enough nutrient conversion. It must be concluded that both systems present advantages with regard to easy construction and operationalization, proving that alternative material use is feasible to retain organic matter and microorganisms, ensuring a bigger sustainability to system.

**keywords:** Aquaponics. Biological Filter. Sustainability.

\* Graduanda em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul - SP. Bolsista do PIBIC/Unifunec, carolinesn1@gmail.com

\*\* Graduanda em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul - SP. Bolsista do PIBIC/Unifunec, lia.ap.j@hotmail.com

\*\*\* Graduanda em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul - SP. Bolsista do PIBIC/Unifunec, kaic.ferraz@hotmail.com

\*\*\*\* Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul - SP, ae\_moreira@yahoo.com.br



## 1 INTRODUÇÃO

Visando aumentar a produção de peixes em menores espaços, os aquicultores se depararam com o problema de lidar com os resíduos. Para contornar esse problema, foram integradas plantas aquáticas no sistema, analisando sua capacidade de filtrar a água e utilizar os resíduos, iniciando-se, dessa forma, os estudos sobre aquaponia (ALBERONI, 1998).

Aquaponia é o sistema de produção de organismos aquáticos em cativeiro integrado com a hidroponia, de forma que ambos se beneficiem. Esse sistema utiliza menor quantidade de água em relação à agricultura convencional, pois nele a integração entre as plantas e os peixes promove sua reciclagem. Além disso, o sistema integra diferentes atividades desenvolvidas nas propriedades rurais, combinando a produção de proteína de origem animal com a produção vegetal (TESTOLIN, 2009).

O efluente natural da aquicultura geralmente é rico em nutrientes, especialmente, em compostos de nitrogênio e fósforo derivados dos resíduos liberados pelos peixes, apresentando grande potencial para o uso em produção de vegetais hidropônicos. No sistema aquapônico, os dejetos dos animais criados são transformados em sais orgânicos e inorgânicos a partir de um filtro biológico constituído por bactérias e outros microrganismos, utilizando-se um sistema aeróbio (DIAS; MARIANO, 2015).

Nesse sistema, são encontradas, especialmente, nos filtros biológicos, colônias de bactérias que participam do ciclo do nitrogênio, que se inicia com a proteína encontrada na ração do peixe como também com a amônia excretada em sua urina. As bactérias nitrificantes, como *Nitrosomonas spp.* e *Nitrobacter spp.*, convertem a amônia em nitrito e, posteriormente, em nitrato, o qual é absorvido pelas plantas (CARNEIRO *et al.*, 2015).

A aplicação da tecnologia anaeróbia para o tratamento de resíduos ainda é a mais utilizada no Brasil. Todavia, de acordo com Reis (2012), os sistemas anaeróbios, usualmente, não são capazes de produzir efluentes que possam se adequar aos padrões ambientais, sendo, constantemente, substituídos por sistemas aeróbios que utilizam filtros biológicos e cultivo de plantas pós-filtragem.

O sistema de filtragem por microrganismos utilizado na aquaponia é considerado um processo aeróbio uma vez que a água circula entre os vazios do material que constitui a base do filtro, possibilitando o aumento das colônias de bactérias nitrificantes. Quando o biofilme de bactérias fica muito espesso, os vazios diminuem de dimensão e a velocidade com que o efluente circula aumenta. Devido a isso, surgem forças da corrente da água que fazem com que

o biofilme de microrganismos se desgarre do material, sendo necessária manutenção constante e análise dos materiais mais adequados para dar suporte ao biofilme (MISSAGIA, 2010).

Para manter a qualidade de água em um sistema aquapônico, é necessária manutenção do filtro biológico, renovação e análise da água frequentemente. Além disso, é recomendado analisar a densidade de estocagem de peixes, pois eles irão excretar os teores tóxicos de amônia transformados em nitrito e, posteriormente, em nitrato pelos microrganismos retidos no filtro (BRAZ FILHO, 2000).

O filtro biológico pode ser constituído por vários materiais, até mesmo recicláveis, que possibilitam a formação de colônias de bactérias e outros microrganismos. O usual é a argila expandida, mas outros materiais podem ser utilizados também com mesma capacidade, obtendo assim um custo menor e sustentável ao produtor (BRAZ FILHO, 2000).

O efluente passa rapidamente pelo suporte em direção ao dreno de fundo. No suporte, as bactérias absorvem a quantidade de matéria orgânica, digerindo-a lentamente e transformando-a em nutrientes para as plantas integradas ao sistema (PASTANA FILHO; CRUZ; GONÇALVES, 2004).

Dessa forma, a aquapônia consiste em um sistema integrado que minimiza o impacto ao meio ambiente e otimiza a produção. O emprego desse sistema, aliado a filtros biológicos alternativos possibilitará a reutilização de materiais reciclados em uma produção sustentável, de fácil aplicação, com manutenção da qualidade da água, redução da proliferação de algas e repetição da produção.

Portanto, o presente estudo tem por objetivo analisar a eficácia do sistema aquapônico de dois tipos de materiais utilizados como filtros biológicos, garrafas Pet (Polietileno Tereftalado) e argila expandida. Para a avaliação da eficácia, serão avaliadas as variáveis de capacidade de retenção de microrganismos, concentração de amônia e nitrito e redução da demanda bioquímica de oxigênio, inferindo sobre a manutenção da qualidade da água e absorção de nutrientes pela planta, além de fatores físicos, como pH e turbidez, que demonstrarão, em conjunto, a sustentabilidade do sistema.

## 2 METODOLOGIA

Foram construídos dois sistemas aquapônicos com dois diferentes materiais como filtros biológicos, argila expandida e tiras de garrafa Pet, analisando o desenvolvimento das plantas produzidas, que constituíram a população de estudo.



A planta inserida foi *Allium schoenoprasum*, conhecida como cebolinha europeia. O peixe utilizado foi o Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*), originário da bacia amazônica, pertencente à família dos ciclídeos e que está entre as espécies ornamentais mais comercializadas, com boa adaptação a diferentes sistemas de cultivo (SELVATICI *et al.*, 2017).

Os sistemas foram instalados no Campus II do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP, em estufa de cobertura de tela de sombreamento 50% (figura1).

Figura1 - Instalação dos sistemas aquapônicos em estufa, visão panorâmica.

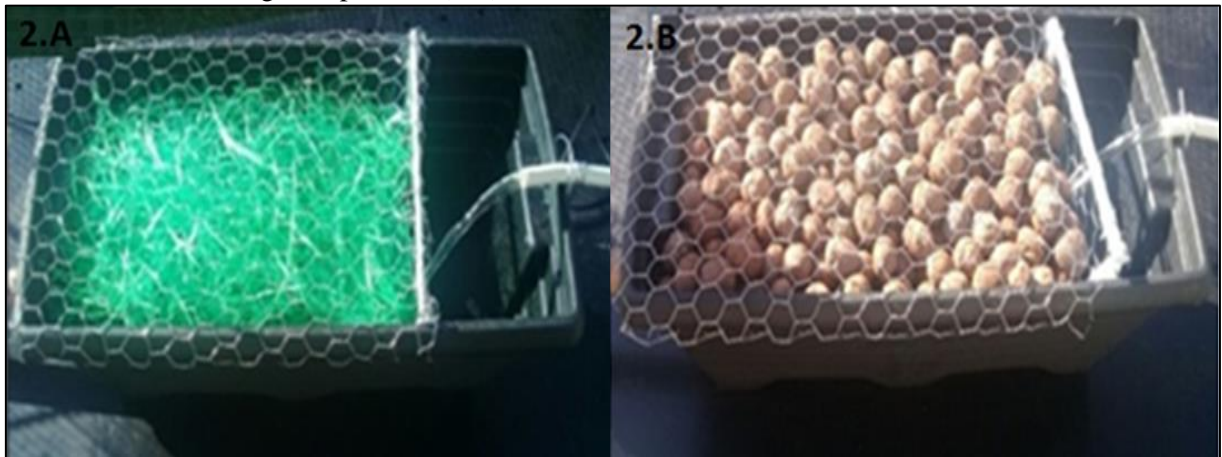


Fonte: Dos próprios autores.

Para a instalação dos sistemas aquapônicos, foram utilizados dois aquários de 20 litros, como reservatório para os peixes, sendo utilizados 6 peixes e 6 plantas na proporção de um peixe por planta. As plantas de cada sistema ficaram nos filtros acondicionadas em fileiras e interligadas em pares. Foi inserido um soprador para aeração, uma bomba de água bombeando de forma direta dos aquários dos peixes para os filtros biológicos distintos.

Em um sistema, foram utilizadas garrafas Pet cortadas em tiras de, aproximadamente, 10 cm de comprimento, lixadas e higienizadas. No outro, foi utilizada argila expandida adquirida comercialmente (fabricante CINEXPAN). O recipiente usado para acondicionar os filtros foi um vaso jardineira adaptado para permitir a passagem de água ao seu interior. Em um lado do vaso, foi feito um corte circular de aproximadamente 6 cm de diâmetro e acoplado um adaptador e uma mangueira transparente de 1 metro em cada filtro (figura 2).

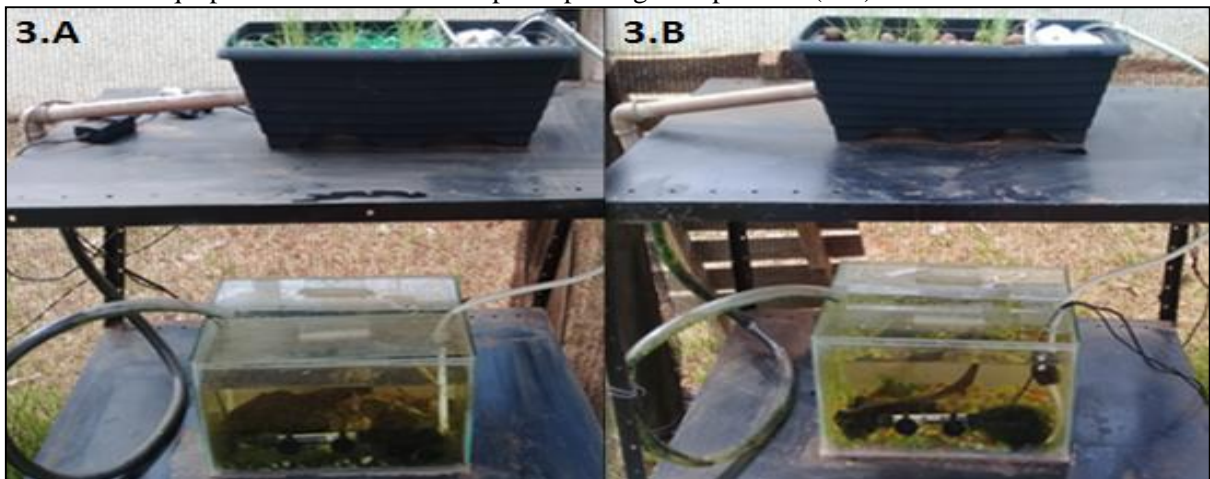
Figura 2 – Filtros biológicos testados nos sistemas aquapônicos. Filtro 1: fitas de garrafas Pet (2.A); Filtro 2: argila expandida (2.B).



Fonte: Dos próprios autores.

O funcionamento dos sistemas aquapônicos teve início em setembro de 2017 com a circulação inicial da água originada de poço artesiano. Após 24 horas de circulação, foram introduzidas madeiras e pedras no aquário juntamente com pequena quantidade de ração para a produção inicial de nitrogênio. Os peixes foram introduzidos no aquário após 7 dias de funcionamento e as plantas após 14 dias (Figura 3).

Figura 3 - Sistema aquapônico completos com o filtro composto por garrafa Pet (3.A) e sistema aquapônico com o filtro composto por argila expandida (3.B).



Fonte: Dos próprios autores.

As análises do desenvolvimento da cebolinha foram realizadas, semanalmente, determinando a altura das plantas, definida pela distância vertical da base até o topo da planta, utilizando-se régua milimétrica.

A água foi analisada quanto ao pH, alcalinidade, concentração de amônia e nitrito, utilizando-se o kitAcquacombo (fabricante ALFAKIT). Foi também obtida a Demanda

Bioquímica de Oxigênio (DBO) em laboratório particular no início do funcionamento do sistema e após 15 dias de utilização (KAMIYAMA, 1988). A temperatura foi medida diariamente por termostato.

Foram também realizadas análises microbiológicas para verificar retenção de microrganismos pelos filtros. Para isso, utilizou-se o meio de cultura Agar Sabouraud 2% (fabricante LABSYNTH). As amostras foram coletadas com swab estéril na região central dos filtros biológicos, dissolvidas em 5 ml de soro fisiológico e 0,5 ml dessa solução inoculada nos meios de cultura supracitados, sob condições assépticas (Fluxo Laminar). As placas foram armazenadas em estufa bacteriológica a 37°C/ 48 horas para crescimento microbiano. Para a identificação das bactérias presentes nos sistemas, foi realizada coloração de Gram e posterior análise ao microscópio óptico em objetiva de imersão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da água variou entre 27 °C e 29 °C e é considerada adequada de acordo com Pérez *et al.* (2003), que recomenda que a temperatura não ultrapasse 30 °C para o cultivo do acará-bandeira. Os dados referentes à temperatura do ambiente variaram, aproximadamente, entre 19 e 34°C, com temperatura média de 26,5 °C.

Verificou-se diferença na coloração da água entre os aquários (figura 4). O sistema com filtro de garrafa pet apresentou menor turbidez em relação ao de argila expandida. Segundo Buzelli; Cunha-Santino (2013), a turbidez é um parâmetro que possui estreita relação com os sólidos totais e com a quantidade de matéria orgânica no sistema, com o aumento da DBO. Portanto, o sistema com argila expandida apresentou maior quantidade de matéria orgânica dissolvida.

Observaram-se valores médios de 11 mg/L DBO no sistema contendo argila e 5 mg/L no sistema contendo pet. Esses dados evidenciam maior quantidade de matéria orgânica no filtro contendo argila, estando de acordo com dados obtidos de turbidez e pH.

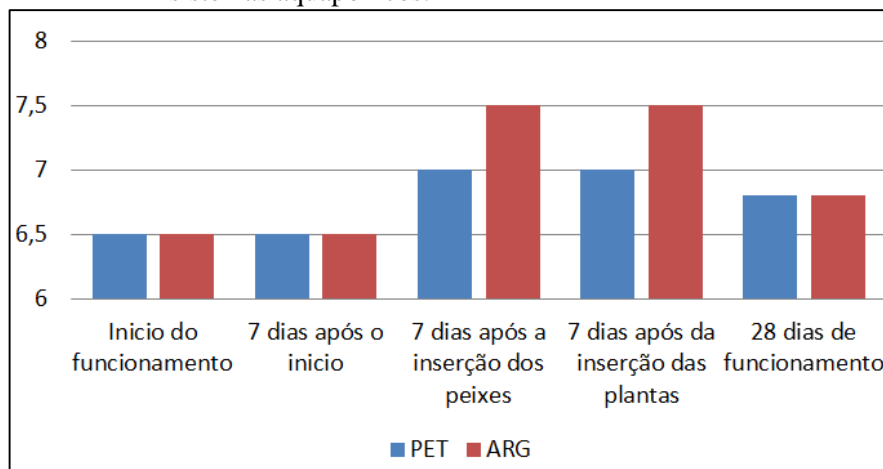
Figura 4–Turbidez observada no sistema com o filtro de garrafa Pet (5.A) e no sistema com o filtro de argila expandida (5.B) com 20 dias de funcionamento.



Fonte: Dos próprios autores.

As análises de pH de ambos os sistemas estão apresentadas no gráfico 1. Antes da inserção dos peixes, o pH de ambos os sistemas manteve um valor igual a 6,5. Com a inserção dos peixes e, conseqüentemente, a produção de amônia, o pH aumentou para 7,0 no sistema com garrafa pet e 7,5 no sistema com argila, mostrando uma maior concentração de matéria orgânica nesse último. Com a introdução das hortaliças, o pH manteve-se estável na faixa de 6,8 em ambos os sistemas, devido à absorção de nutrientes pelas plantas. Esse valor está dentro da faixa adequada para o desenvolvimento de peixes, das plantas e dos microrganismos e mostra o funcionamento integral do sistema.

Gráfico 1 - Valores obtidos de pH nos períodos analisados em ambos os sistemas aquapônicos.



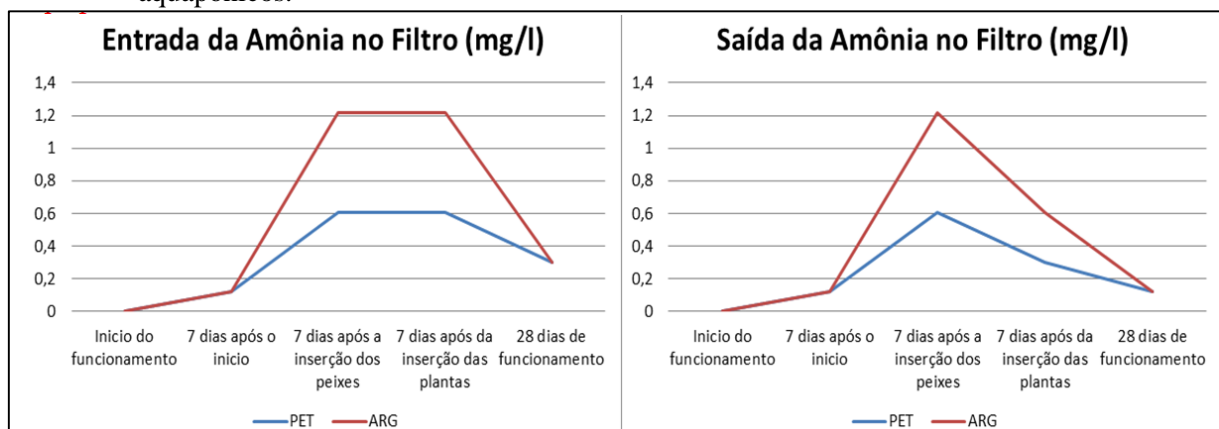
Fonte: Dos próprios autores.

O pH requer muita atenção no sistema aquapônico, pelo fato de envolver peixes, plantas e bactérias em um mesmo corpo d'água, sendo importante conhecer as necessidades de cada um

deles para que o pH seja satisfatório para todos. Segundo Carneiro *et al.* (2015), as bactérias nitrificantes são, predominantemente, aeróbicas e têm o pH ótimo no intervalo entre 7,0 e 8,0. Por outro lado, a maioria das plantas cultivadas em hidropônica cresce melhor em pH entre 5,5 e 6,5. Para a maioria das espécies de peixes de água doce de interesse econômico e que podem ser utilizados num sistema aquapônico, o pH ideal encontra-se entre 7,0 e 9,0. Com isso, recomenda-se que o pH da água seja mantido entre 6,5 e 7,5 para atender, satisfatoriamente, a todos os componentes biológicos presentes num sistema aquapônico, mostrando-se adequado pelas análises descritas acima.

Conforme Esteves (1998), a formação de compostos nitrogenados reduzidos, como por exemplo a amônia, ocorre como resultado da decomposição aeróbia e anaeróbia da matéria orgânica. A oxidação biológica desses compostos a nitrato é denominada nitrificação. O gráfico 2 evidencia que as concentrações de amônia dos filtros foram distintas.

Gráfico 2 -Concentração de amônia (mg/L) na entrada e na saída dos filtros biológicos dos sistemas aquapônicos.



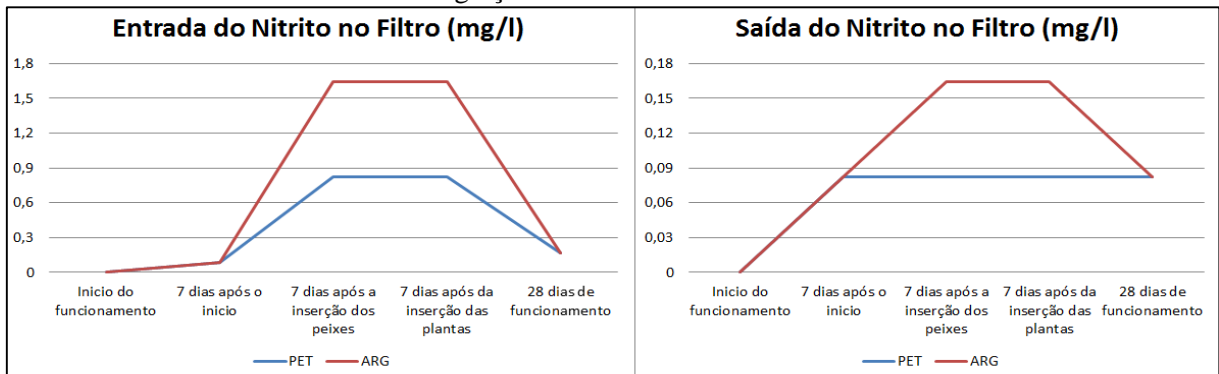
Fonte: Dos próprios autores.

Pode-se observar que, no primeiro dia, não havia presença de amônia. Com a introdução da ração e dos peixes a quantidade de amônia subiu gradativamente e os valores foram maiores no sistema com filtro de argila. Após a inserção das plantas, a amônia total caiu gradativamente indicando oxidação por bactérias e absorção pelas plantas, evidenciando funcionamento adequado de ambos os filtros no processo de nitrificação.

A análise da saída da amônia do sistema mostra que a maior parte da amônia produzida é transformada pelas bactérias, restando cerca de 0,2 mg/L, após 28 dias de funcionamento de ambos os sistemas, mostrando a adequação da filtragem biológica.

O nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) é uma substância tóxica, quando em grande quantidade, mas, na presença de oxigênio e bactérias, é transformado em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) que, posteriormente, será consumido pelas plantas (TORTORA, 2012). O Gráfico 3 apresenta a concentração de nitrito livre em cada um dos sistemas.

Gráfico 3 - Concentração de nitrito na entrada e na saída dos filtros biológicos dos sistemas aquapônicos testados do início até a integração total do sistema.

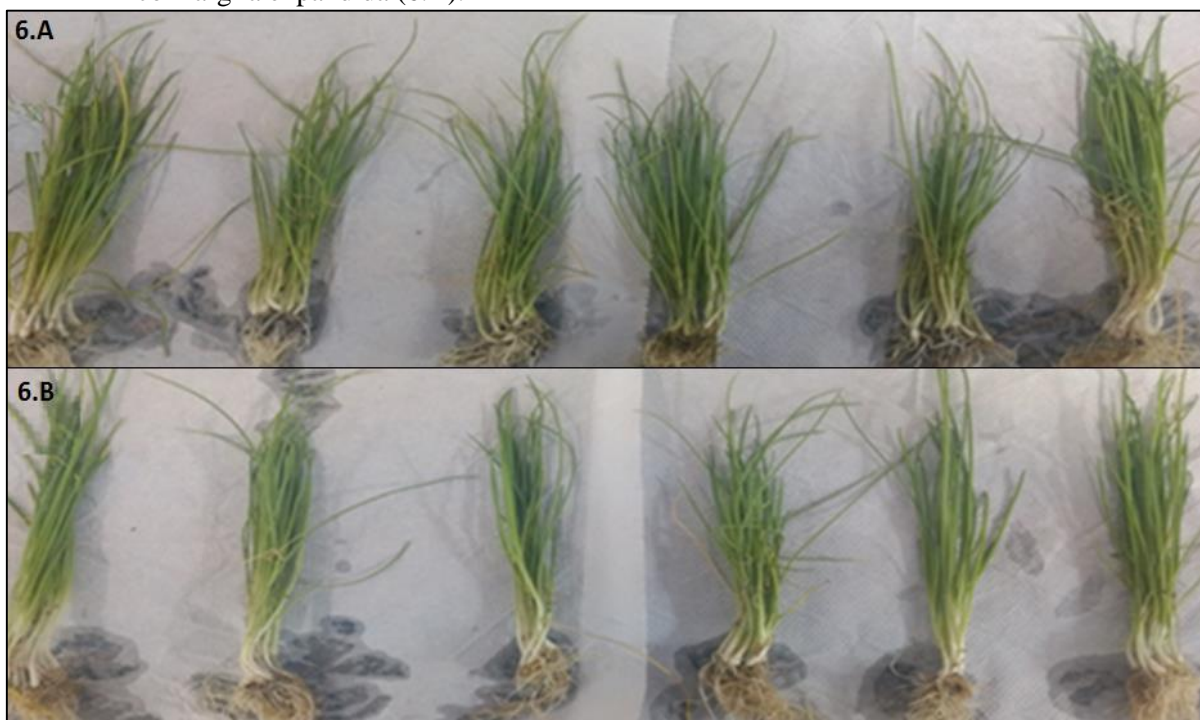


Fonte: Dos próprios autores.

Observa-se que a concentração de nitrito livre foi maior no sistema que utiliza argila expandida, seguindo o mesmo padrão de concentração de amônia, mas, em ambos os filtros, ocorreu o processo de nitrificação, mostrando a ciclagem de nutrientes. Para avaliar se a quantidade de nutrientes está adequada, foi analisado o desenvolvimento da cebolinha nos sistemas.

As mudas de cebolinha introduzidas nos sistemas estavam, em média, com 11,5 cm. No período de análise do sistema, as cebolinha cresceram em média 5 cm, com aumento significativo em sua folhagem evidenciando quantidade ótima de nutrientes (Figura 5). Não houve diferença no crescimento das hortaliças em ambos os sistemas, o que evidencia que a quantidade de nitrato disponível para as plantas foi similar, inferindo a presença tanto de bactérias do gênero *Nitrosomonas*, que transformam amônia em nitrito, como de *Nitrobacter*, que transformam nitrito em nitrato.

Figura 5 – *Allium schoenoprasum* produzida pelo sistema aquapônico com tiras de garrafa Pet (6.A) e com argila expandida (6.B).



Fonte: Dos próprios autores.

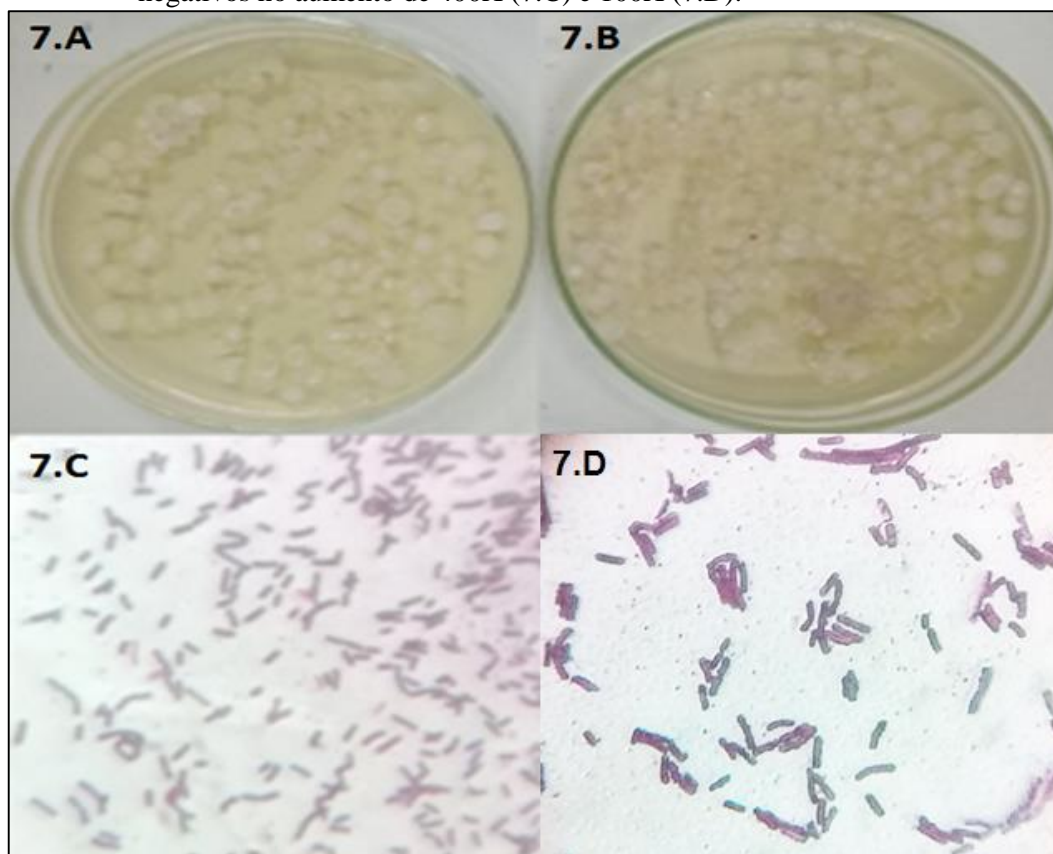
Segundo Silva (2016), a disponibilidade de nutrientes para as hortaliças se deve por sua posição em relação ao filtro, no qual as plantas dispostas à frente recebem diretamente mais nutrientes e as que se encontram na parte posterior, menor quantidade de nutrientes. Outro fator relacionado à disponibilidade de nutrientes para as plantas é o fluxo da água no filtro biológico, ou seja, quanto maior a área de contato no material utilizado como filtro, mais haverá aderência de biofilme, dificultando assim o fluxo da água para o final do filtro. Isso foi especialmente visualizado no filtro de argila expandida, no qual as cebolinhas alocadas na frente se desenvolveram mais do que as alocadas na parte posterior.

No filtro com tiras de garrafa Pet, a área de contato foi menor possibilitando maior fluxo da água até o final do filtro, assim a diferença no desenvolvimento das cebolinhas, segundo sua posição, foi menor (gráfico 3).

Com relação à análise microbiológica da presença de microrganismos aderidos à argila expandida e às tiras de garrafa Pet, pode-se observar que ambos os sistemas reterão microrganismos. No filtro de argila expandida, a amostra coletada revelou a presença de 137

UFC (Unidades Formadoras de Colônias), sendo relativamente maior do que o filtro de garrafa pet que apresentou 105 UFC (figura 7).

Figura 7 – Unidades Formadoras de colônias obtidas dos filtros com argila expandida (7.A) e com garrafa Pet (7.B). Coloração de Gram evidenciando a presença de bastonetes Gram-negativos no aumento de 400X (7.C) e 100X (7.D).



Fonte: Dos próprios autores.

A coloração de Gram mostrou a presença de bactérias Gram-negativas na forma de bastonetes longos semelhantes às formas observadas nas bactérias nitrificantes dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, confirmando sua retenção nos filtros biológicos.

Ambos os sistemas testados nesse trabalho apresentaram-se eficientes na ciclagem de nutrientes e integração do cultivo de peixes e plantas. Constituem sistemas em pequena escala, utilizando materiais comerciais de baixo custo ou materiais recicláveis, o que possibilita a aplicação em residências. Esse tipo de aquaponia residencial é também conhecido como “backyard aquaponics” (BACKYARD AQUAPONICS, 2012), termo em inglês para “aquaponia de quintal”, que vem ganhando espaço na mídia por constituir um sistema de produção sustentável com redução na quantidade de água em relação a sistemas de produção isolados e utilização total do efluente. A utilização de materiais recicláveis como garrafa PET

para formação do filtro biológico garante uma sustentabilidade maior ao sistema e, como mostrado no trabalho, pode substituir o filtro convencional de argila expandida com eficiência semelhante.

#### 4 CONCLUSÃO

Os sistemas avaliados apresentaram vantagens como fácil construção e operacionalização, demonstraram absorção e assimilação de nutrientes entre os peixes e as plantas com o pleno funcionamento dos filtros biológicos na transformação de amônia em nitrato. Verificou-se a fácil adaptação do peixe da espécie *Pterophyllum scalare* no sistema e crescimento efetivo da hortaliça *Allium schoenoprasum*, podendo ser reproduzido em residências e escolas.

O filtro reciclável demonstrou que é possível a utilização de materiais alternativos na retenção de matéria orgânica e microrganismos, obtendo um resultado satisfatório na produção de hortaliças.

#### REFERÊNCIAS

ALBERONI, R.B. **HIDROPONIA: Como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo.** São Paulo: Nobel. 102p. 1998. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=hCXvE53h924C&pg=PA4&lpg=PA4&dq=alberoni+hidroponia&source=bl&ots=S\\_tKze7UYm&sig=jjf7dlUb0RqrBzKaoYJ81cz3nGI&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiSxNTovJbXAhXEhpAKHe5rDIEQ6AEIJjAA#v=onepage&q=alberoni%20hidroponia&f=false](https://books.google.com.br/books?id=hCXvE53h924C&pg=PA4&lpg=PA4&dq=alberoni+hidroponia&source=bl&ots=S_tKze7UYm&sig=jjf7dlUb0RqrBzKaoYJ81cz3nGI&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiSxNTovJbXAhXEhpAKHe5rDIEQ6AEIJjAA#v=onepage&q=alberoni%20hidroponia&f=false). Acesso em: 18 abr. 2017.

**BACKYARD AQUAPONICS:** bringingfoodproduction home. Gettoknow aquaponics. 2012. Disponível em: <http://www.backyardaquaponics.com/>. Acesso em: 10 jul. 2017

BRAZ FILHO, M.S.P. **Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água.** São Paulo, SP: Centro Universitário Nove de Julho, 2000. 41 p. Disponível em: [http://www.snatural.com.br/PDF\\_arquivos/Aquicultura-Sistema-Recirculacao-Agua.pdf](http://www.snatural.com.br/PDF_arquivos/Aquicultura-Sistema-Recirculacao-Agua.pdf). Acesso em: 12 jun. 2017

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. D. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água.** Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 8, n.1, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n1/14.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2017.



CARNEIRO, P. C. F. *et al.* **Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais.** São Carlos: Editora Pedro & João, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/134647/1/Carneiro.pdf>. Acesso em: 17 de out. 2017.

DIAS, M. T.; MARIANO, W. D. S. **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas.**v.1. São Carlos: Pedro & João Editores. 429p. 2015.  
ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência, 1998. p. 223-243.

PASTANA FILHO, A. P.; CRUZ, A. L. D.; GONÇALVES, D. Aspecto biológico do filtro biológico. **Dae**, São Paulo, v. 93, n. 408, p.84-96, jul. 2004. Disponível em: [http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_93\\_n\\_405.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_93_n_405.pdf). Acesso em: 09 maio 2017.

KAMIYAMA, H. A complexidade do DBO. **Dae** v.48, n.152, jul/set 88. Disponível em: [http://www.revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_152\\_n\\_60.pdf](http://www.revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_152_n_60.pdf). Acesso em: 12 jun. 2017.

MISSAGIA, B. **Estudo das comunidades bacterianas em Filtros Biológicos Percoladores utilizados para o pós-tratamento de efluentes de um reator UASB.** Belo Horizonte 2010. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/530D.PDF>. Acesso em: 02 maio 2017.

PÉREZ, E.; DIAZ, F.; ESPINA, S. Thermoregulatory Behavior and Critical Thermal Limits Of Angel fish *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein) (Pisces: Cichlidae). **Journal of Thermal Biology**, v.28, p.531 –537, 2003.

REIS, A. S. **Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio.** Recife, 2012. Disponível em: <https://www3.ufpe.br/ppgecam/images/documentos/2013/dt1alexandro.pdf>. Acesso em: 09 maio 2017.

SELVATICI, P. D. C. *et al.* Manejo alimentar de juvenis de acará bandeira (*pterophyllumscalare*): **Nutrição, peixe ornamental, restrição alimentar.** v. 14, n.1, jan./ fev. de 2017. Disponível em: [http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/Artigo\\_406.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_406.pdf). Acesso em: 10 jul. 2017.

SILVA, P. R. D. **Desenvolvimento e avaliação preliminar de sistema aquapônico com bioflocos.** Uberaba, 2016. Disponível em: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ksnUiAcxV4gJ:www.iftm.edu.br/visao/loader\\_anexo\\_cursos.php%3Fsrc%3D240517151637\\_28\\_-\\_paulo\\_roberto\\_dias\\_da\\_silva.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=opera](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ksnUiAcxV4gJ:www.iftm.edu.br/visao/loader_anexo_cursos.php%3Fsrc%3D240517151637_28_-_paulo_roberto_dias_da_silva.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=opera). Acesso em: 09 maio 2017.

TESTOLIN, G. **Avaliação da alface hidropônica usando água de piscicultura misturada com diferentes porcentagens de soluções nutritivas.** Piracicaba, 2009. Disponível em: [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-23062009-101123/publico/Gilmar\\_Testolin.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-23062009-101123/publico/Gilmar_Testolin.pdf). Acesso em: 09 maio 2017.

TORTORA, G. J. **Microbiologia.** 10.ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 934 p.

