

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA EM UM MÓDULO DE AQUAPONIA FAMILIAR

Thiago Bernardo de Souza¹, Simone Wellita Simão de Carvalho², Leonardo dos Reis Periard³, Maria Verônica Pacheco³, Deusélio Bassini Fioresi⁴, Alessandro Coutinho Ramos¹.

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Av. Alberto Lamego, 2000 - Parque Califórnia, 28013-602, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil, thiagoaquicultura@gmail.com, alessandro@uenf.br

²Universidade Federal do Espírito Santo - Departamento de Agronomia, Alto Universitário, s/n, Guararema, 29500-000, Alegre - ES, Brasil, simonewellita@gmail.com

³Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Rod. Br 482, Km 47 s/n, 29520-000 - Alegre - ES, Brasil, leozinho.periard@gmail.com, mariaveronicapacheco23@gmail.com

⁴Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Venda Nova do Imigrante, Avenida Elizabeth Minete, Av. Domingos Perim, Nº 500 - Bairro São Rafael, 29375-000, Venda Nova do Imigrante - ES, Brasil, deus.elio40@gmail.com

Resumo

A aquaponia é um método de cultivo inovador que trabalha a ciclagem de nutrientes e a recirculação de água em um sistema interligado entre as plantas, peixes e bactérias, proporcionando o máximo aproveitamento dos recursos naturais, sem a liberação de efluentes no meio ambiente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos da água no sistema de aquaponia familiar, localizado no Laboratório de Tecnologias Aquícolas Susutentáveis do IFES/Campus de Alegre. Foram realizadas onze coletas de água quinzenalmente na caixa dos peixes, sendo avaliados os parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, amônia tóxica, nitrito e nitrato. A temperatura, oxigênio, pH, nitrito e o nitrato apresentaram variações dentro do ideal permitido para a tilápia. No entanto, a amônia apresentou níveis acima do indicado após a colheita das hortaliças, mas não foi prejudicial ao ponto de causar a mortalidade dos indivíduos, demonstrando a importância das plantas e do manejo adequado no equilíbrio do sistema de produção.

Palavras-chave: sustentabilidade. alimentação saudável. recirculação.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma - Aquicultura

Introdução

Pesquisas indicam que em 2050 o planeta irá atingir 9,7 bilhões de pessoas, aumentando a demanda por alimentos e recursos naturais (BORETTI; ROSA, 2019; UNITED NATIONS, 2021). As mudanças climáticas previstas podem gerar consequências para a segurança alimentar em todo planeta, elevando a possibilidade de milhões de pessoas sofrerem com fome no futuro, caso nenhuma iniciativa seja realizada (MOLOTOKS; SMITH; DAWSON, 2021).

Os limites planetários já foram ultrapassados em diversas variáveis, sendo a produção de alimentos incorreta uma das principais causas por essas alterações, interferindo diretamente no equilíbrio dos ecossistemas (WILLETT *et al.*, 2019; PERSSON *et al.*, 2022). Conforme os objetivos do desenvolvimento sustentável, é necessário a aplicação de técnicas de produção sustentáveis e resilientes, que possibilitem aumentar a produção e a produtividade nos cultivos, reduzindo os impactos ambientais (ONU BRASIL, 2023).

Nesse contexto, a produção de alimentos através da técnica de aquaponia, permite a conexão entre bactérias nitrificantes, peixes e plantas, promovendo a ciclagem de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), sem geração de efluentes, reutilizando a água do sistema e repondo apenas as perdas por evapotranspiração (SOMERVILLE *et al.*, 2014). A aquaponia é a integração dos sistemas de aquicultura e hidroponia, onde é feita a conciliação entre os cultivos de organismos aquáticos e a produção de plantas sem o uso do solo, em sistemas fechados de recirculação de água e nutrientes

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

(CARNEIRO *et al.*, 2015). Em sistemas como esse, os dejetos nitrogenados, excretados pelos peixes possuem uma fração de nutrientes que atende às exigências dos vegetais, os quais utilizam estes compostos para a própria produção de biomassa, retirando estes compostos tratados em filtragem biológica da água e tornando a água limpa para retornar ao sistema novamente (RAKOCY *et al.*, 2016; HUNDLEY, 2013; CARNEIRO *et al.*, 2015).

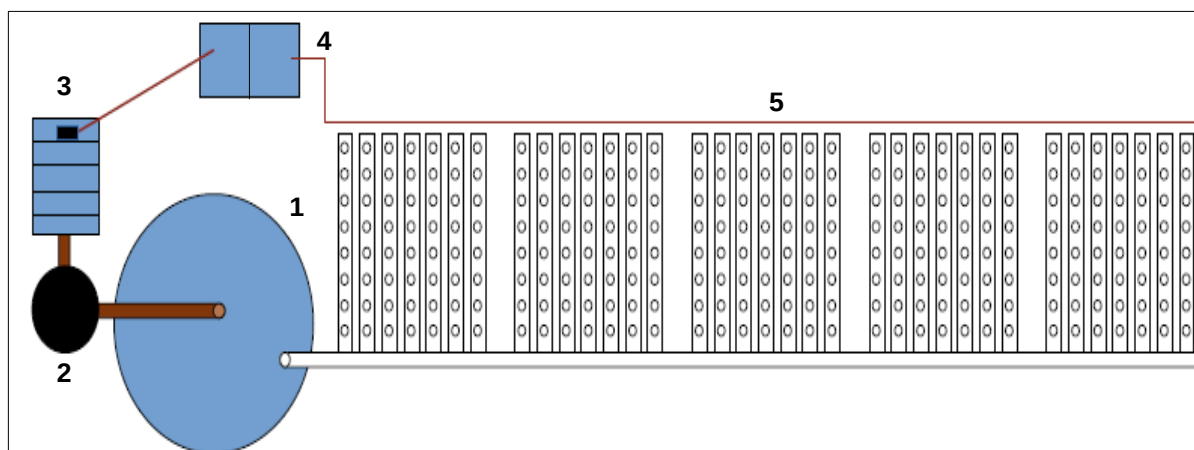
Por este motivo, a aquaponia têm se tornado uma atividade promissora e rentável, garantindo vantagens em ambos os cultivos, apostando na sustentabilidade da atividade aquícola, se tornando um atrativo para os pesquisadores que buscam estudar sistemas de produção alimentar como este, uma vez que nesses sistemas produtivos são fornecidos aos consumidores produtos com um maior nível de segurança alimentar, com melhor aproveitamento dos recursos hídricos, devido ao baixo consumo de água (RAKOCY *et al.*, 2016). A montagem de um sistema de aquaponia, apresenta características complexas e dinâmicas, e o monitoramento dos parâmetros de qualidade da água são indispensáveis para desenvolvimento dos organismos envolvidos no sistema e para uma produção viável (SILVA *et al.*, 2013; LEIRA *et al.* 2017). Objetivou-se com esse trabalho avaliar os parâmetros físico-químicos da água no sistema de aquaponia familiar.

Metodologia

O Experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologias Aquícolas Sustentáveis (LABTAS) do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, no município de Alegre, ES. (20°45'32"S / 41°27'08"O). O sistema de aquaponia foi desenvolvido a partir da técnica conhecida como *Nutrient Film Technique* (SOMERVILLE *et al.* 2014).

Foi implementado um módulo de aquaponia familiar adaptado conforme Somerville *et al.* (2014), sendo elaborado por uma caixa plástica de 2.000 litros, sendo nela o local de cultivo contendo 60 tilápias (*Oreochromis niloticus*), com densidade final de 30 kg/m³. Dentro dessa caixa, havia um "over flow" por onde a água era retirada do fundo da caixa e se deslocava para um decantador (caixa de 240 litros), em seguida a água percorria para o filtro mecânico (caixa de 300 litros). No filtro mecânico, foi instalada uma bomba submersa com vazão de 4.000 litros por hora (L/h), a qual direcionava a água para 2 biofiltros (caixas de 300 litros), em cada biofiltro foram colocadas 750 bio balls para fixação das bactérias nitrificantes. O biofiltro foi instalado com 1,5 metros de altura do solo. Após esse percurso, a água seguia por gravidade para os 40 perfis de hidroponia que foram instalados como "cama de cultivo", onde foram inseridas 320 mudas de alfaces (*Lactuca sativa*), ainda por gravidade a água retorna por uma calha para a caixa de cultivo contendo as tilápias, fechando o ciclo do sistema de produtivo de aquaponia (Figura 1). Um soprador de 18m³/h foi utilizado para melhorar a oxigenação na caixa de cultivo dos peixes e nos biofiltros.

Figura 1 – Módulo de Aquaponia.



Legenda: 1 – Caixa de cultivo de tilápias; 2 - Decantador; 3 - Filtro mecânico; 4 - Biofiltro com bio balls; 5 - Perfis do cultivo de alfaces.

Fonte: Autor.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

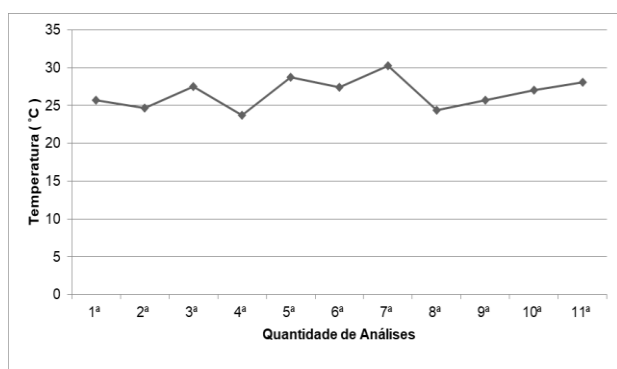
Foram avaliados a temperatura, pH, oxigênio, nitrito, nitrato e amônia tóxica, sendo esses considerados os principais parâmetros físico-químicos da qualidade de água. As análises foram realizadas na caixa de cultivo das tilápias, no período de dezembro de 2022 a maio de 2023, totalizando onze coletas durante o período. Os parâmetros físico-químicos monitorados foram, a temperatura e oxigênio dissolvido, ambos aferidos com uso do oxímetro Hanna HI9146-04®, o pH com uso do peagâmetro AK95®, a amônia não ionizada, nitrito e nitrato medidos com uso do Fotômetro Hanna HI83325-02®.

O projeto foi aprovado na Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Ceua/lfes, com o Protocolo: 23147.003768/2022-90.

Resultados

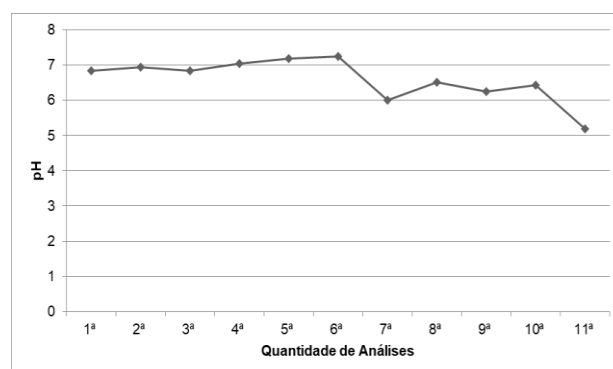
Os parâmetros físico-químicos da água são considerados fatores imprescindíveis para os peixes, principalmente em sistemas de recirculação de água, os quais são apresentados nos gráficos abaixo.

Gráfico 1: Valores de temperatura
aferidos no sistema



Fonte: o autor

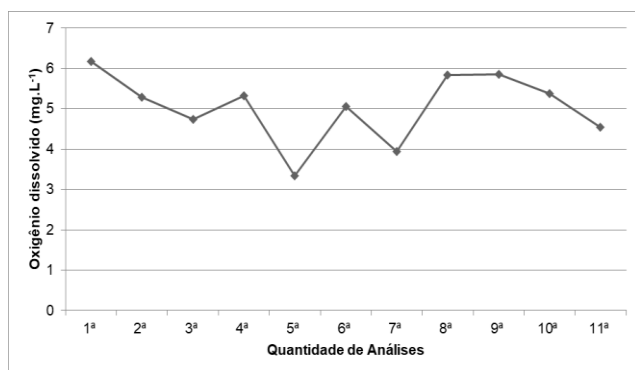
Gráfico 2: Valores de pH aferidos no
sistema



Fonte: o autor

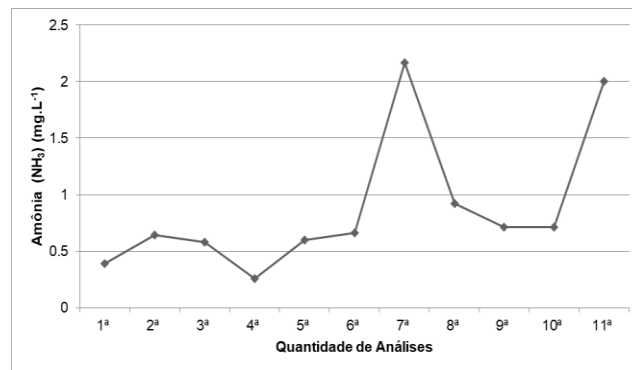
De acordo com as análises de água realizada, a temperatura no sistema de cultivo variou de 23.7 à 30.3°C. (Gráfico 1). O pH teve uma variação de 5.18 a 7.25 (Gráfico 2).

Gráfico 3: Concentração de Oxigênio
dissolvido aferido no sistema



Fonte: o autor

Gráfico 4: Concentração de Amônia
aferida no sistema

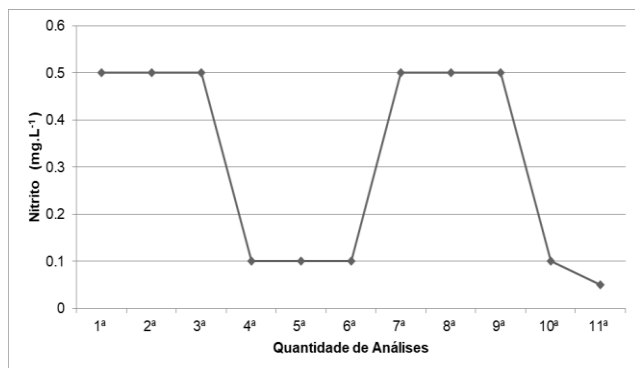


Fonte: o autor

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

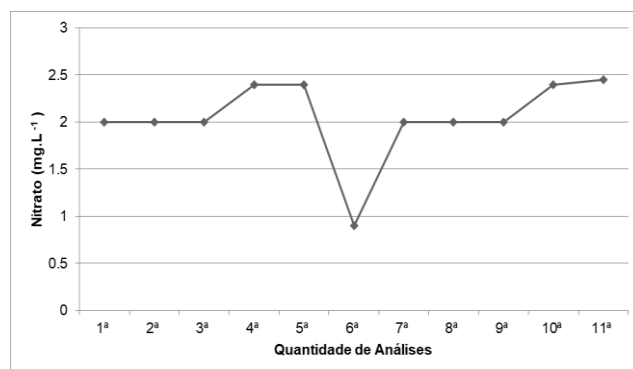
Os valores obtidos de Oxigênio dissolvido variaram de 3.33 a 6.18 mg/L⁻¹ (Gráfico 3), e a Amônia tóxica estava presente com variação de 0.6 a 2.17 mg/L⁻¹ (Gráfico 4).

Gráfico 5: Concentração de nitrito aferido no sistema



Fonte: o autor

Gráfico 6: Concentração de nitrato aferido no sistema



Fonte: o autor

A concentração de nitrito teve variação de 0.05 a 0.5 mg/L⁻¹ (Gráfico 5), e a concentração de nitrato variou de 0.9 a 2.45 mg/L⁻¹ (Gráfico 6). Foram realizadas colheitas de hortaliças ao fim do ciclo de desenvolvimento da alface, e ao final do experimento, foi feita a despesa dos peixes.

Discussão

A temperatura ideal indicada para o cultivo de vegetais em sistemas aquaponia que favorece o crescimento das espécies é entre 18 à 30°C (SOMERVILLE *et al.*, 2014). A tilápia é considerada uma espécie tolerante a diferentes graus de temperatura, que pode variar de 14 a 33°C (MORO *et al.*, 2013) porém, para se obter maior rendimento da espécie, a temperatura recomendada é de 27 a 32°C (KUBITZA, 2015). Goddek *et al.* (2015), afirmam que espécies, como a tilápia e as bactérias nitrificantes, se desenvolvem melhor em temperaturas entre 25°C a 30°C, enquanto a maioria das plantas se adaptam em temperaturas próximas de 20°C a 25°C. É possível observar que a variação de temperatura registrada neste experimento se manteve dentro dos valores indicados para espécies presentes no sistema.

A estabilidade do pH em sistema de aquaponia é necessária para se obter o equilíbrio dos organismos vivos ali presentes (peixe, plantas e bactérias), cada espécie, apresenta um valor de pH ideal, as plantas precisam de um pH entre 6 e 6,5 para aumentar a absorção de nutrientes (GODDEK, *et al.*, 2015). A tilápia apresenta tolerância a grandes variações de pH entre 3,7 e 11, embora o melhor desempenho e crescimento da espécie seja registrado com pH 7,0 e 9,0 (BEVERIDGE; MCANDREW, 2000). As bactérias nitrificantes possuem o pH ideal mais elevado, acima de 7 (GODDEK, *et al.*, 2015). Entretanto, de acordo com a Somerville *et al.* (2014), o pH entre 6 e 7 favorece a cultivo de plantas e peixes em sistemas de aquaponia. Para as espécies utilizadas, os valores de pH obtidos nas análises estiveram dentro do permitido para as espécies.

A oxigenação no sistema de aquaponia é um fator crucial para a sobrevivência das bactérias nitrificantes, das plantas e dos peixes (CARNEIRO *et al.*, 2015). O monitoramento do oxigênio dissolvido é necessário, e o indicado é que esteja entre 3 a 8 mg/L⁻¹, apesar de que, espécies como a tilápia sejam tolerantes até o nível de 2 mg/L⁻¹, porém, quanto mais elevado, melhor será para os organismos ali presentes, embora isso interfira em outros parâmetros (CARNEIRO *et al.*, 2015;

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

SOMERVILLE *et al.*, 2014). Os valores de oxigênio dissolvido registrados se manteve de acordo com o níveis indicado.

A amônia presente no sistema de aquaponia se origina principalmente das rações fornecidas aos peixes e da liberação por excretas desses animais (PEREIRA; MERCANTE, 2005; SOMERVILLE *et al.*, 2014). Para a maioria das espécies, a concentração acima de 0,82 mg/L⁻¹ é considerada letal, mas para as tilápias, esse valor fica próximo de 7,4 mg/L⁻¹. Contudo, os valores aferidos nesse estudo, apresentaram-se acima do ideal em algumas coletas, porém, não provocaram doenças e nem mortalidade, indicando a resistência da espécie para essa substância (BENLI; KOKSAL, 2005).

Semelhante a amônia não ionizada, o nitrito em altas concentrações é tóxico para os organismos aquáticos, em se tratando de sistemas fechados, pode rapidamente atingir níveis letais, acima de 11,65 mg/L⁻¹ (YANBO *et al.*, 2006). Em um sistema de aquaponia com filtragem biológica adequada, os níveis de nitrito tendem a ser próximos a zero, ou no máximo 1,0 mg/L⁻¹, valores acima disso, poderá reduzir o transporte de oxigênio na corrente sanguínea dos peixes (SOMERVILLE *et al.*, 2014). Os valores de concentração de nitrito encontrados, se mantiveram dentro dos valores considerados ideais para um sistema aquapônico não interferindo no desenvolvimento dos peixes. Assim, a manutenção do nitrito em concentrações adequadas, conforme verificado neste estudo, é um indicativo de que o filtro biológico presente no sistema funcionou adequadamente. Além disso, os bons níveis de concentração de oxigênio dissolvido na água obtidos, também colaboraram com a manutenção dos níveis de nitrito, uma vez que afetam positivamente o processo oxidativo dos compostos nitrogenados pelas bactérias nitrificantes (WONKIEW *et al.*, 2017).

Os valores de nitrato devem ser mantidos entre 5 e 150 mg/L⁻¹, caso os valores ocorram acima do recomendado é necessário que se realize a troca parcial de água no sistema (TPA) (SOMERVILLE *et al.*, 2014). Nesse estudo não houve a necessidade da realização de metodologias para diminuição de valores de nitrato, pois os valores encontrados se mantiveram dentro do ideal para o cultivo. O nitrato, é a fonte de nitrogênio mais acessível para as plantas, e quando presente em concentrações acima de 250 mg/L⁻¹ na água, podem acarretar um crescimento excessivo e acumular em excesso nas folhas das plantas, o que é perigoso para a saúde humana, daí a importância de mantê-lo na faixa recomendada (SOMERVILLE *et al.*, 2014).

Conclusão

A temperatura, pH, oxigênio, nitrito e o nitrato apresentaram variações dentro do valor permitido para as espécies envolvidas no sistema. No entanto, após as colheitas das hortaliças, a amônia não ionizada apresentou concentração acima do ideal, demonstrando a importância das plantas e do manejo adequado no equilíbrio do sistema de produção.

Referências

BEVERIDGE, M. C. M.; MCANDREW, B. J. **Tilapias: biology and exploitation**. Eds.; Springer: Heidelberg, The Netherlands, 2000; p. 508.

BORETTI, A; ROSA, L. Reassessing the projections of the world water development report. **NPJ Clean Water**, v. 2, n. 1, p. 15, 2019.

CARNEIRO, P. C. F. *et al.* Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. **Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros**. 27p, 2015.

GODDEK, S. *et al.* Challenges of sustainable and commercial aquaponics. **Sustainability**, v. 7, n. 4, p. 4199-4224, 2015.

HUNDLEY, G. C. Aquaponia, uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de recirculação de água e nutrientes. 57 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - **Universidade de Brasília**, Brasília, 2013.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

BENLİ, A.Ç.K; KOKSAL, G. The acute toxicity of ammonia on tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) larvae and fingerlings. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, v. 29, n. 2, p. 339-344, 2005

KUBITZA, F. CAMPOS, J. L. Aquicultura no Brasil. Conquistas e Desafios. **Panorama da Aquicultura**, v. 25, n. 150, p. 11-13, 2015

LEIRA, M. H. *et al.* Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Pubvet**, v. 11, n. 1, p. 11-17, 2017.

MOLOTOKS, A.; SMITH, P.; DAWSON, T. P. Impacts of land use, population, and climate change on global food security. **Food and Energy Security**, v. 10, n. 1, p. 261, 2021.

MORO, G. V. *et al.* Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. **RODRIGUES, APO; LIMA, AF; ALVES, AL; ROSA, DK**, p. 141-169, 2013.

ONU BRASIL. **NAÇÕES UNIDAS BRASIL**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/about/about-the-un>. Acesso em 09 de ago.2023.

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2005.

PERSSE, L. *et al.* Outside the safe operating space of the planetary boundary for novel entities. **Environmental science technology**, v. 56, n. 3, p. 1510-1521, 2022.

RAKOCY, J. E. *et al.* Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture. **Oklahoma Cooperative Extension Service**, 2016.

SILVA, M. S. G. M. E. *et al.* Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes. **Embrapa Meio Ambiente, Documentos 95**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, p. 39, 2013.

SOMERVILLE, C. *et al.* Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming. **FAO Fisheries and aquaculture technical paper**, n. 589, p. I, 2014.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC *et al.* **World social report 2021: reconsidering rural development**. United Nations. 2021.

WILLETT, W. *et al.* Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **The lancet**, v. 393, n. 10170, p. 447-492, 2019.

WONGKIEW, S. *et al.* Fate of nitrogen in floating-raft aquaponic systems using natural abundance nitrogen isotopic compositions. **International Biodeterioration, Biodegradation**, v. 125, p. 24-32, 2017.

YANBO, W. *et al.* Acute toxicity of nitrite on tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different external chloride concentrations. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 32, p. 49-54, 2006.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e a Agência de Desenvolvimento das Micro e Pequenas Empresas e do Empreendedorismo (ADERES).