PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA EM AQUAPONIA DE AGRIÃO CULTIVADO COM TILÁPIA-DO-NILO E COM ACARÁ-BANDEIRA

Leonardo dos Reis Periard[1], Josemar Braga Senna[2], Davi Lustosa Santunioni[2], Maria Verônica Pachêco[1], Marcelo Gomes de Araújo[3], Pedro Pierro Mendonça[2].

[1]Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, s/nº, Bairro Guararema - 29500-000 – Alegre-ES, Brasil, leozinho.periard@gmail.com, mariaveronicapacheco23@gmail.com.
[2]Instituto Federal do Espírito Santo/Setor de Aquicultura, Rodovia BR 482, Km 47, Distrito de Rive - 29520-000 - Alegre-ES, Brasil, jbsenna3@hotmail.com, davilutosa40@gmail.com, ppierrom@gmail.com.
[3]Instituto Federal do Espírito Santo, Rodovia BR-259 (Colatina-Baixo Guandu), Km 70, zona rural do distrito de Itapina - 29717-000 - Colatina-ES, Brasil, mgaquicultura@gmail.com.

Resumo
O agrião (*Nasturtium officinale*) é uma hortaliça semiaquática compatível com sistemas de recirculação de água, o que motivou a avaliação, neste estudo, dos parâmetros físico-químicos da água em aquaponia de agrião associado a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) ou a acará-bandeira *(Pterophyllum scalare*). Conduzido no Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, o experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, durante 75 dias, acompanhando oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade elétrica, amônia, nitrito e nitrato. O tratamento com acará-bandeira registrou oxigênio dissolvido mais alto (7,62 mg L-1) do que o tratamento com tilápia (4,14 mg L-1); em contrapartida, a condutividade elétrica foi superior com tilápia (922,37 µS cm-1) frente ao acará-bandeira (520,73 µS cm-1), acompanhando a diferença na quantidade de ração fornecida. Os compostos nitrogenados variaram conforme o mês, com aumento expressivo no tratamento de acará-bandeira a partir de setembro. Conclui-se que a espécie de peixe condiciona diretamente a dinâmica hídrica do cultivo de agrião, associando o acará-bandeira a maior oxigenação, mas também a maior instabilidade nitrogenada ao fim do ciclo.
Palavras-chave: Qualidade da água. Amônia. Aquicultura. Hortaliça. Agricultura familiar.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias: Aquicultura

Introdução

Diferentemente da maioria das hortaliças, o agrião possui hábito de crescimento semiaquático, desenvolvendo-se bem em solos encharcados e em contato direto com a água corrente (Hirata; Hirata, 2015). Essa característica faz da espécie uma candidata natural ao cultivo em aquaponia, sistema de produção no qual peixes e plantas compartilham a mesma água em circuito fechado. Nesse arranjo, os dejetos e o excesso de ração não consumida pelos peixes são processados por bactérias nitrificantes alojadas no filtro biológico, transformando-se em nutrientes que sustentam o desenvolvimento vegetal (Carneiro *et al.*, 2015). Trata-se de uma técnica de diversificação produtiva capaz de reduzir o consumo de água em relação aos cultivos convencionais (Emerenciano *et al.*, 2015). Ademais, o cultivo consorciado de peixes e hortaliças favorece o desempenho zootécnico e o vegetal, desde que haja um acompanhamento adequado da qualidade da água (Contini; Belo; Branquinho, 2020).

O funcionamento desse sistema, no entanto, depende de um equilíbrio delicado entre diferentes variáveis da água: o oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade elétrica, visto que afetam diretamente o metabolismo dos peixes. Adicionalmente, exige-se o acompanhamento da amônia, nitrito e nitrato, produtos sucessivos da nitrificação, pois precisam se manter em faixas seguras tanto para os animais quanto para as raízes das plantas (Rengel; Cakmak; White, 2022). A maturação do biofiltro, processo pelo qual as colônias bacterianas se estabelecem e passam a operar em plena capacidade, é justamente a etapa mais sensível desse equilíbrio, podendo levar semanas até se estabilizar (Marques *et al.*, 2023).

A aquaponia consolida-se como uma alternativa produtiva sustentável de grande relevância no cenário contemporâneo, sobretudo ante as estimativas da Organização das Nações Unidas, que preveem uma população global de 9,7 bilhões de pessoas até 2050 (ONU, 2024). No Brasil, onde a agricultura familiar responde por cerca de 77% dos estabelecimentos rurais (IBGE, 2019), técnicas capazes de integrar produção animal e vegetal em pequena escala dialogam diretamente com os princípios da agroecologia, entendida como campo que articula agronomia, ecologia e ciências sociais na construção de sistemas produtivos mais equilibrados (Altieri, 2002; Caporal; Costabeber; Paulus, 2009).

Quanto às espécies aquícolas empregadas neste estudo, a tilápia-do-nilo respondeu por cerca de 70% de toda a produção brasileira de peixes de cultivo em 2025, reflexo de sua rusticidade e de sua boa resposta ao manejo alimentar (Peixe BR, 2026; Queiroz *et al.*, 2021). O acará-bandeira, por outro lado, é um ciclídeo de finalidade ornamental, cujo desempenho em diferentes sistemas de criação já foi estudado cientificamente (Ribeiro; Preto; Fernandes, 2008), com exportações em expansão nos últimos anos (Brasil, 2025).

A partir desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar e comparar os parâmetros físico-químicos da água em sistema aquapônico de agrião cultivado em associação com tilápia-do-nilo ou com acará-bandeira.

Metodologia

Empregou-se delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e três repetições cada: tilápia-do-nilo associada ao agrião (T2) e acará-bandeira associado ao agrião (T4). Ambos os tratamentos fizeram parte de um experimento fatorial mais amplo, que contemplou ainda o cultivo consorciado com cebolinha. No tratamento com tilápia, 30 juvenis por caixa, com peso médio inicial de 24,7 ± 3,42 g, receberam ração extrusada com 36% de proteína bruta; no tratamento com acará-bandeira, 180 juvenis por caixa, com peso médio inicial de 2,01 ± 0,09 g, foram alimentados com ração extrusada contendo 40% de proteína bruta. Em ambos os casos, o arraçoamento ocorreu três vezes ao dia, às 7 h, 12 h e 17 h, até a saciedade aparente.

Cada unidade experimental foi montada com uma caixa d'água de 150 L, sendo 100 L de volume útil, conectada a três canaletas de cultivo em tubos de PVC de 75 mm, dispostas com declividade de 10%, além de filtro mecânico de 3 L e filtro biológico de 57 L preenchido com brita. O agrião foi plantado na densidade de 8 mudas por sistema, no espaçamento de 30 x 30 cm.

O experimento ocorreu no setor de Aquicultura do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Campus Alegre, no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO), em área de 108 m² protegida por tela anti-pássaro e tela de sombreamento de 50%, entre 30 de julho e 15 de outubro de 2022, totalizando 75 dias. A pesquisa contou com aprovação prévia da Comissão de Ética no Uso de Animais do Ifes, certificado n° 4/2022, código REI-CEA (11.02.37.15.05).

Diariamente, às 6 h, foram registrados oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade elétrica, com auxílio de aparelhos digitais portáteis. Já a amônia, o nitrito e o nitrato foram quantificados semanalmente, em análises laboratoriais conduzidas na Universidade Federal do Espírito Santo, conforme protocolo do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Rice *et al.*, 2023). As médias dos tratamentos foram comparadas por análise de variância seguida do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, processadas no programa estatístico R.

Resultados

A Tabela 1 reúne os valores médios de oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade elétrica registrados nos tratamentos de agrião associado à tilápia-do-nilo (T2) e ao acará-bandeira (T4) ao longo dos 75 dias de experimento.

Verificou-se diferença estatística entre os tratamentos para oxigênio dissolvido, com médias maiores para o sistema com acará-bandeira, e para condutividade elétrica, com médias maiores, nesse caso, ao sistema com tilápia. Temperatura e pH, por outro lado, comportaram-se de forma semelhante entre os dois arranjos, sem diferença significativa.

Tabela 1 - Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água em sistema aquapônico de agrião cultivado com tilápia-do-nilo e acará-bandeira.

Parâmetro	Tilápia e agrião	Acará-bandeira e agrião
Oxigênio dissolvido (mg L-1)	4,14 b ± 0,10	7,62 a ± 0,24
Temperatura (°C)	26,07 a ± 0,07	26,89 a ± 2,14
pH	6,12 a ± 0,37	6,17 a ± 0,36
Condutividade elétrica (µS cm-1)	922,37 a ± 15,03	520,73 b ± 14,04

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si (p<0,05) pelo teste de Tukey.
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Já os compostos nitrogenados, detalhados na Tabela 2, revelaram um padrão mais irregular ao longo dos meses. No tratamento com acará-bandeira, a amônia permaneceu baixa até setembro e disparou em outubro; o nitrato, por sua vez, cresceu progressivamente a partir de setembro, superando estatisticamente o valor obtido com tilápia. O nitrito, ao contrário dos demais parâmetros, manteve-se elevado em praticamente todos os meses e em ambos os tratamentos, sem diferenças relevantes entre eles na maior parte do período.

Tabela 2 - Valores médios mensais de amônia, nitrato e nitrito da água em sistema aquapônico de agrião cultivado com tilápia-do-nilo e acará-bandeira.

Parâmetro (mg L-1)	Tratamento	Jul.	Ago.	Set.	Out.
Amônia	Tilápia e agrião	0,0217 a	0,0664 a	0,0650 a	0,3200 a
	Acará-bandeira e agrião	0,0013 b	0,0010 b	0,0019 b	1,1067 a
Nitrato	Tilápia e agrião	0,0491 a	0,0556 a	0,0516 a	0,0854 a
	Acará-bandeira e agrião	0,0088 c	0,1441 b	1,0602 a	1,1067 a
Nitrito	Tilápia e agrião	0,1296 a	0,1081 a	0,8540 b	0,1029 a
	Acará-bandeira e agrião	1,1067 a	0,9861 a	1,1029 a	1,1128 a

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si (p<0,05) pelo teste de Tukey.
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Discussão

Vale destacar, antes de tudo, a instabilidade dos compostos nitrogenados no tratamento com acará-bandeira ao final do ciclo. A elevação progressiva do nitrato a partir de setembro, seguida do salto na amônia em outubro, é um padrão característico de biofiltros ainda em maturação, cujas colônias de bactérias nitrificantes não alcançaram plena capacidade de conversão. Marques *et al.* (2023) observaram comportamento semelhante ao testar diferentes substratos filtrantes em sistemas de recirculação com tilápia-do-nilo: mesmo biofiltros tidos como maduros voltam a oscilar diante de aumentos súbitos na biomassa de peixes ou na oferta de ração, o que ajuda a explicar o padrão registrado neste experimento.

Os valores de nitrito, consistentemente mais altos nos dois tratamentos com agrião, está no próprio hábito de crescimento semiaquático do agrião que ao manter as raízes em contato constante com água parada ou de baixa oxigenação, a planta pode favorecer condições que retardam a etapa final da nitrificação, justamente aquela em que o nitrito é oxidado a nitrato (Carneiro *et al.*, 2015). Ainda assim, é importante frisar que a toxicidade desses compostos depende de fatores associados, como temperatura, pH e oxigênio dissolvido, que se mantiveram estáveis ao longo do experimento, o que reduz o risco de efeitos agudos sobre os peixes (Araújo *et al.*, 2021).

As maiores taxa de oxigênio dissolvido no tratamento com acará-bandeira está associado à menor quantidade de ração ofertada a essa espécie. Menos resíduo orgânico circulando no sistema significa menor atividade de bactérias decompositoras, que competem com peixes e plantas pelo oxigênio disponível (Carneiro *et al.*, 2015). Mesmo assim, tanto no tratamento com tilápia quanto no com acará-bandeira, os valores mantiveram-se acima de 4 mg L-1, faixa considerada segura para a manutenção conjunta de peixes, plantas e bactérias nitrificantes em pequenos sistemas aquapônicos (Lima *et al.*, 2015).

Em relação a condutividade elétrica mais elevada no tratamento com tilápia acompanha essa mesma lógica, mais ração ofertada resulta em mais matéria orgânica mineralizada pelo filtro biológico e, consequentemente, maior concentração de íons dissolvidos na água (Carneiro *et al.*, 2015). Como

esse parâmetro funciona como indicador indireto da disponibilidade de nutrientes minerais para as plantas (Rengel; Cakmak; White, 2022), é coerente que o agrião cultivado com acará-bandeira tenha tido à disposição uma solução nutritiva relativamente mais diluída do que o agrião cultivado com tilápia.

Conclusão

Os resultados evidenciam que a escolha da espécie de peixe altera de forma consistente o comportamento hídrico do sistema aquapônico de agrião. Com o acará-bandeira, obtêm-se águas mais oxigenadas e com menor condutividade elétrica, mas também mais sujeitas a picos de amônia e nitrato ao final do ciclo, o que recomenda atenção redobrada ao manejo do biofiltro nesse arranjo. Com a tilápia, por sua vez, a maior oferta de ração eleva a carga de nutrientes dissolvidos, sem, contudo, comprometer a estabilidade dos compostos nitrogenados ao longo do período avaliado. De todo modo, ambos os arranjos se mostraram viáveis do ponto de vista da qualidade da água, reforçando o potencial da aquaponia de agrião como alternativa produtiva para a agricultura familiar.

Referências

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** Guaíba: Agropecuária, 2002.

ARAÚJO, T. P.; BRIGHENTI, L. S.; SANTOS, H. B. dos; CASTRO, A. H. F.; THOMÉ, R. G. Toxicidade de compostos nitrogenados em peixes influenciada por parâmetros físico-químicos da água: uma revisão narrativa. ***Research, Society and Development***, v. 10, n. 11, e359101119779, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19779. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19779. Acesso em: 21 abr. 2026.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Peixes ornamentais: aeroporto de Guarulhos concentra 95,5% das licenças de exportação.** Brasília: MPA, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/noticias/peixes-ornamentais-aeroporto-de-guarulhos-concentra-95-5-das-licencas-de-exportacao. Acesso em: 24 set. 2025.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia: ciência do campo da complexidade.** Brasília, 2009.

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 23 p. (Documentos, 189). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1025991/1/Doc189.pdf. Acesso em: 09 fev. 2025.

CONTINI, G. G.; BELO, L. R.; BRANQUINHO, R. G. Produção consorciada de tilápias e vegetais em sistema de aquaponia. ***Agropecuária Técnica***, Areia, v. 41, n. 1-2, p. 41-46, 2020. DOI: 10.25066/agrotec.v41i1-2.49804. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/49804. Acesso em: 06 fev. 2026.

EMERENCIANO, M. G. C.; MELLO, G. L.; PINHO, S. M.; MOLINARI, D.; BLUM, M. N. Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura. ***Panorama da Aquicultura***, Rio de Janeiro, v. 25, n. 147, p. 24-35, 2015. Disponível em: https://panoramadaaquicultura.com.br/aquaponia-uma-alternativa-de-diversificacao-na-aquicultura. Acesso em: 20 jan. 2026.

HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E. K. Desempenho produtivo do agrião d'água cultivado em solo sob telas de sombreamento. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, Brasília, v. 50, n. 10, p. 895-901, out. 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015001000005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/SwVrYHBHDbxCCV5VQCgKkQn. Acesso em: 17 fev. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html. Acesso em: 05 dez. 2025.

LIMA, J. de F.; BASTOS, A. M.; MONTAGNER, D.; BORGES, W. L. **Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura e horticultura familiar do Amapá.** Macapá: Embrapa Amapá, 2015. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1037219/1/CPAFAP2015Folderaquaponia.pdf. Acesso em: 11 mar. 2026.

MARQUES, V. S.; VIEIRA, J. S. O.; ALVES, A. P.; COSTA, N. S. P.; OLIVEIRA, J. A. V.; MENDONÇA, P. P.; LOPES, T. S. Avaliação da maturação de biofiltros em sistema de recirculação em aquicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 62., 2023, Natal. ***Anais [...].*** **Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química**, 2023. Disponível em: https://www.abq.org.br/cbq/2023/trabalhos/5/25029-29675.html. Acesso em: 03 ago. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **World population prospects 2024: summary of results.** New York: UN DESA, 2024. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/pd/world-population-prospects-2024. Acesso em: 10 mar. 2026.

PEIXE BR. **Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixe BR 2026.** Brasília: Associação Brasileira de Piscicultura, 2026. Disponível em: https://www.peixebr.com.br/anuario-2026. Acesso em: 02 mar. 2026.

QUEIROZ, J. F. de; ALVES, J. M. C.; LOSEKANN, M. E.; FRASCA-SCORVO, C. M. D.; SCORVO FILHO, J. D.; FERRI, G. H.; ISHIKAWA, M. M. **Manejo alimentar e da qualidade da água na produção de tilápia-do-nilo (Oreochromis niloticus).** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2021. (Documentos, 130). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1131706/1/SERIE-DOCUMENTOS-130-JULIO-06-05-21.pdf. Acesso em: 26 fev. 2026.

RENGEL, Z.; CAKMAK, I.; WHITE, P. J. (ed.). **Marschner's mineral nutrition of plants.** 4. ed. London: Academic Press, 2022.

RIBEIRO, F. de A. S.; PRETO, B. de L.; FERNANDES, J. B. K. Sistemas de criação para o acará-bandeira (Pterophyllum scalare). ***Acta Scientiarum. Animal Sciences***, Maringá, v. 30, n. 4, p. 459-466, 2008. DOI: 10.4025/actascianimsci.v30i4.685. Disponível em: https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/685. Acesso em: 15 jan. 2026.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; BAXTER, T. E. (eds.). **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 24. ed. Washington, DC: APHA Press, 2023.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001, e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES). Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pelo apoio institucional e infraestrutura concedidos ao Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais para a execução desta pesquisa.