

ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO COMO FONTE DE ÁGUA E NUTRIENTES PARA CULTIVO SUSPENSO DO ANTÚRIO

AMANDA RAMOS GASPARINI¹; THIAGO ROBERTO ALVES²; MARIANO
VIEIRA DOS SANTOS DE SOUZA LOPES³; PRISCILA HELENA DA SILVA
MACEDO³; JOSIANE RODRIGUES⁴ E CLAUDINEI FONSECA SOUZA⁴

¹Programa de Pós Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de São Carlos/UFSCar – Araras/SP, CEP: 13600-970, Araras, São Paulo, Brasil, amandagasparini@estudante.ufscar.br

²Graduado em Engenharia Agrônoma no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal São Carlos (UFSCar) campus Araras – SP, Brasil, thiagoalves@estudante.ufscar.br

³Mestre em Agricultura e Ambiente pelo Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras – SP, Brasil, mariano@estudante.ufscar.br; priscila.silva@ufscar.br

⁴Professores Doutores no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras – SP, Brasil, josirodrigues@ufscar.br; cfsouza@ufscar.br

1 RESUMO

A oferta de água para atividades urbanas e industriais tem sido sobrecarregada pelo aumento populacional e aumento de produção, sendo imprescindível seu descarte adequado e tratamento correto para seu possível reúso em outras atividades. Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial de produção de antúrio (*Anthurium andraeanum*) em um sistema de cultivo suspenso fertirrigado, utilizando esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes. Foram comparados três tratamentos: água potável com fertilizantes (TA), água de reúso com fertilizantes complementares (TRA) e apenas água de reúso (TR). Os resultados mostraram que o tratamento TRA, não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao tratamento TA em relação a aspectos quantitativos e qualitativos do crescimento do antúrio (comprimento da haste, espádice, espata, folha maior e número de flores) e produtividade. Apesar da presença de *Escherichia coli* na água de reúso, o cultivo foi considerado seguro por não apresentar contaminação no tecido vegetal, além disso, o antúrio não é destinado à alimentação humana. Conclui-se que a água de reúso, enriquecida com fertilizantes como suplemento nutricional, demonstrou viabilidade para ser empregada no sistema de cultivo suspenso de antúrio. Essa abordagem permite uma economia significativa tanto no consumo de água quanto de fertilizantes.

Palavras-chave: água de reúso, flores, sustentabilidade.

GASPARINI, A. R.; ALVES, T. R.; LOPES, M. V. S. S.; MACEDO, P. H. S.;
RODRIGUES, J.; SOUZA, C. F.

DOMESTIC SEWAGE TREATED AS A SOURCE OF WATER AND NUTRIENTS
FOR SUSPENDED CULTURE OF ANTHURIUM

2 ABSTRACT

The supply of water for urban and industrial activities has been overloaded by population growth and increased production, necessitating adequate disposal and correct treatment for

possible reuse in other activities. This study aimed to evaluate the production potential of anthurium (*Anthurium andraeanum*) in a fertigated suspended cultivation system using treated domestic sewage as a source of water and nutrients. Three treatments were compared: drinking water with fertilizers (TA), reused water with complementary fertilizers (TRA) and reused water only (TR). The results showed that the TRA treatment did not significantly differ from the TA treatment in terms of quantitative or qualitative aspects of anthurium growth (length of the stem, spadix, spathe, largest leaf and number of flowers) or productivity. Despite the presence of *Escherichia coli* in the reused water, the cultivation was considered safe because it did not cause contamination in the plant tissue. Furthermore, anthurium is not intended for human consumption. It was concluded that reused water enriched with fertilizers as a nutritional supplement was useful for use in the anthurium suspension cultivation system. This approach allows for significant savings in both water and fertilizer consumption.

Keywords: reuse water, flowers, sustainability.

3 INTRODUÇÃO

O aumento exponencial da população e a consequente necessidade de aumento da produção agrícola e industrial tem como resultado uma grande demanda de recursos naturais. A água por muito tempo foi considerada pela humanidade um recurso inesgotável e, talvez por isso, mal gerido (Florencio; Bastos; Aisse, 2006).

As atividades antrópicas industriais e urbanas geram resíduos com alto potencial tóxico responsáveis pela contaminação de corpos hídricos, e sendo fontes de inóculo para a disseminação de doenças que afetam os seres humanos, estando diretamente ligados a falta de tratamento de esgoto, ou a má qualidade do mesmo quando presente (Tundisi, 2014). Entretanto, segundo Santos e Vieira (2020), do valor total de esgoto tratado apenas 1,5% tem como finalidade o reúso.

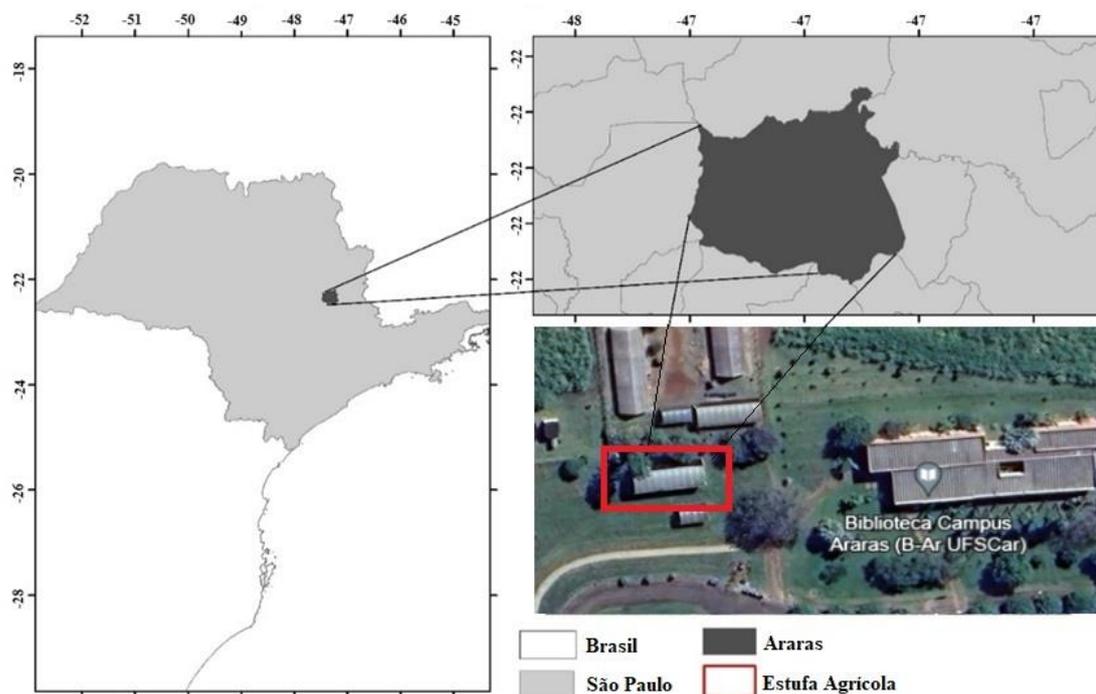
Uma forma de mitigar os impactos ambientais resultantes do descarte inadequado de águas contaminadas é

promover sua conservação, e buscar alternativas que possibilitem a reutilização da mesma para diversos fins. Uma medida já bastante difundida em outros países é a utilização de águas residuais para fins de irrigação agrícola (Urbano *et al.*, 2017).

No presente trabalho objetivou-se avaliar o potencial de produção no cultivo suspenso do antúrio utilizando esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo suspenso do antúrio foi realizado nas instalações do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental – DRNPA instalado no Centro de Ciências Agrárias – CCA da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, localizado no município de Araras – SP com latitude igual a 22°18'53,23" Sul e longitude igual a 47°23'00,91" Oeste (Figura 1).

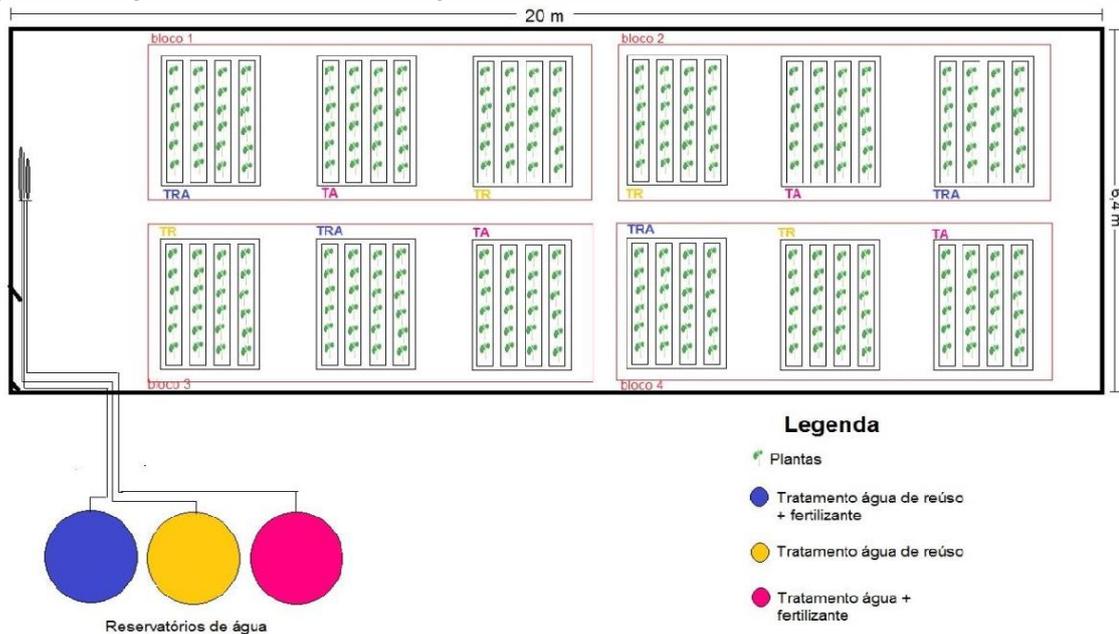
Figura 1. Localização e características da área de estudo.

Fonte: Autor

A estufa agrícola foi construída com uma estrutura metálica de teto em arco, coberta com polietileno transparente, e possui dimensões de 6,4 metros de largura, 20,0 metros de comprimento e 5,0 metros de altura. Para o fechamento das laterais, utiliza-se tela tipo sombrite. O sistema de cultivo adotado é o sistema suspenso com fertirrigação, também conhecido como cultivo sem solo com fibra de coco e irrigado por gotejamento.

O experimento foi composto por doze bancadas de cultivo, cada uma medindo 2,0 metros de comprimento e 1,8 metros de

largura; divididas em 4 blocos casualizados, cada bloco contendo os três tratamentos, sendo TA – tratamento com água potável com adição de fertilizantes químicos, realizado de acordo com as recomendações de adubação para a cultura do antúrio, segundo Leme (2009); TRA – tratamento com água de reúso com adição de fertilizantes químicos, nesse caso o complemento nutricional foi realizado após a análise química da água de reúso, desconsiderando os nutrientes já presentes e o TR – tratamento com água de reúso sem adição de fertilizantes (Figura 2).

Figura 1. Esquema das bancadas suspensas de cultivo.

Fonte: Autor

Cada bancada foi constituída de 32 plantas, com 128 plantas alocadas em cada tratamento, totalizando 384 plantas nos três tratamentos. As plantas foram fertirrigada através de um sistema de irrigação por gotejamento e o manejo da irrigação foi realizado através de sensores de solo.

A água de reúso foi captada na Estação de Tratamento de Esgoto Piloto do CCA – UFSCar e a caracterização deste esgoto tratado apresentaram os seguintes resultados como pH 7,2, Turbidez 1,14 (NTU), condutividade elétrica (CE) 61,1 $\mu\text{S cm}^{-1}$, Sódio (Na) 48,70 mg L^{-1} , Potássio (K) 13,26 mg L^{-1} , Cálcio (Ca) 147,33 mg L^{-1} , Nitrogênio Total (NT) 32,86 mg L^{-1} , Fósforo Total (PT) 2,3 mg L^{-1} , Magnésio (Mg) 15,67 mg L^{-1} , Carbono Orgânico Total (TOC) 11,90 mg L^{-1} , *E. coli* $2,1 \times 10^3$ NMP 100ml⁻¹ (Oliveira; Bastos; Souza, 2019).

A cultivar de antúrio escolhida foi o Antúrio Sumi, uma variedade bastante utilizada no Brasil, principalmente na região sudeste. Planta ornamental, ideal para ambientes protegidos como varandas ou jardins de inverno. Muito utilizada em decorações e arranjos florais como flor de

corde. As mudas foram adquiridas em produtor certificado (Van Vliet Antúrios) com 5 meses e os tratos culturais foram todos realizados.

Para a condução da análise comparativa dos tratamentos, foram consideradas múltiplas características, abrangendo dimensões físicas, tais como altura da planta, número de folhas por planta, comprimento da haste das plantas, formato e tamanho da espata, bem como a quantidade de flores por planta. Por fim, aspectos microbiológicos foram avaliados usando placas de Petrifilm da 3M, com o propósito de identificar e quantificar a presença de coliformes totais e *E. coli* nas flores. Para análises, foram selecionadas aleatoriamente 10 plantas de cada tratamento, excluindo as plantas localizadas nas bordas.

Os resultados foram analisados estatisticamente através do R Core Team software, onde os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) a fim de verificar quais tratamentos apresentaram diferença significativa na produção de biomassa, bem como na qualidade e quantidade de flores. Posteriormente para analisar a normalidade

na estatística utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados estatísticos dos parâmetros biométricos tratados com base no teste de Tukey a 5%, observamos que os parâmetros analisados, nos tratamentos TRA e TA, não mostraram diferenças significativas. No entanto, o tratamento TR apresentou resultados inferiores, indicando que sua baixa condutividade elétrica está relacionada à menor fertilidade da solução. De acordo com Taiz *et al.* (2021), deficiências nutricionais

podem causar desordens fisiológicas e morfológicas na planta.

Segundo Leme e Honório (2004) seguindo a classificação Holandesa, os tratamentos TRA e TR que apresentaram média de 33,72 e 32,27 centímetros, respectivamente, para o comprimento da haste, são enquadrados como tamanho 7,5, ou seja, nessa classificação as hastes de antúrio podem ter o comprimento de 301 mm até 350 mm. O tratamento TR, que apresentou comprimento da haste inferior aos tratamentos TRA e TA, com 26,40 centímetros, é classificado como tamanho 6, onde o comprimento da haste do antúrio é de 251 mm até 300 mm. (Tabela 1).

Tabela 1. Análises biométricas realizadas na cultura do antúrio em cultivo protegido.

Tratamento	CH (cm)	CFM (cm)	CEPD (cm)	CES (cm)	AP (cm)	NFP	NFL
TRA	33,72 a	26,10 a	5,86 a	11,23 a	41,71 a	14,34 a	2,80 a
TA	32,27 a	25,82 a	5,82 a	10,98 a	39,79 a	14,75 a	2,77 a
TR	26,40 b	18,05 b	4,90 b	8,24 b	32,43 b	12,08 a	2,04 b
ANOVA							
p-valor	1,43x10 ⁻³	6x10 ⁻⁶	5,4x10 ⁻⁶	1x10 ⁻⁶	4,6x10 ⁻⁴	0,055	0,002
C.V. (%)	5,18	3,09	1,51	1,83	4,3	9,5	7,69
Shapiro-Wilk							
P-valor	0,489	0,337	0,582	0,658	0,163	0,087	0,946

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. TRA = efluente doméstico tratado + fertilizantes minerais; TA = água potável + fertilizantes minerais; TR = apenas efluente doméstico tratado. CH = comprimento da haste da planta (cm); CFM = comprimento da folha maior (cm); CEPD = comprimento da espádice (cm); CES = comprimento da espata (cm); AP = altura da planta (cm); NFP = número de folhas por planta; NFL = número de flores por planta.

Fonte: autor

Ao analisar os resultados de produtividade utilizando o teste de Tukey com nível de significância de 5%, verificou-se que o tratamento denominado TRA apresentou média de produtividade de 52,5 flores por bancada, contendo 32 plantas, que não diferiu significativamente do tratamento TA, que registrou média de 52,4 flores por bancada. Por outro lado, o tratamento TR

apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado aos tratamentos TRA e TA, com média de produtividade de 33,3 flores por bancada, apresentando desempenho inferior. O coeficiente de variação entre os tratamentos foi de $\pm 3,46\%$, e o teste de Shapiro-Wilk com p-valor de 0,633 indicou que os

resíduos são considerados normais. (Tabela 2)

A baixa produtividade observada no tratamento TR pode ser atribuída à nutrição da planta. A carência de nitrogênio (N) foi identificada como o fator responsável pela redução na quantidade de flores produzidas

na cultura do pimentão (Silva, 2013). Além disso, a deficiência de ferro (Fe) e manganês (Mn) caracteriza a produção de flores com baixa qualidade de mercado, resultando em flores menores e menor tempo de prateleira (Pinho *et al.*, 2012).

Tabela 2. Produtividade média mensal por tratamento em sistema suspenso com fertirrigação em cultivo protegido de antúrio.

Tratamentos	Produtividade (flores)
TRA	52,5 a
TA	52,4 a
TR	33,3 b
ANOVA	
p-valor	0
C.V. (%)	3,46
Shapiro-wilk	
p-valor	0,633

Fonte: autor

Os resultados deste estudo revelaram que a utilização de esgoto doméstico tratado foi eficaz na preservação da integridade física e microbiológica das plantas cultivadas. No entanto, é importante observar que, quando o esgoto doméstico é empregado como única fonte de nutrientes, a produtividade das plantas tende a ser significativamente reduzida.

Os resultados da pesquisa indicam que, embora o esgoto doméstico tratado contribua para a manutenção da qualidade física e microbiológica das plantas, sua utilização isolada não é suficiente para otimizar a produtividade. Portanto, a complementação com fertilizantes adicionais pode ser necessária para maximizar a produção de culturas.

Foi demonstrado que o uso de esgoto doméstico tratado com adição nutricional possibilitou a manutenção de alta produtividade, resultados apontam para a viabilidade da aplicação do esgoto doméstico tratado como fonte alternativa e sustentável de água e fertilizantes no cultivo protegido de antúrio em substrato de fibra de

coco, garantindo a integridade fitossanitária da planta e a segurança do produto final.

A utilização do esgoto doméstico tratado complementado com fertilizantes minerais (TRA), permitiu obter resultados satisfatórios em relação a produtividade e características agrônomicas desejadas pelo mercado para o cultivo de antúrio, sendo uma fonte sustentável de água e nutrientes. O potencial produtivo e agrônomico do TRA foi o mesmo em comparação ao TA para o cultivo do antúrio, evidenciando tanto a economia de água potável, quanto de fertilizantes minerais, entretanto o tratamento TR utilizando apenas esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutriente, apresentou severas deficiências nutricionais quando comparado com TRA e TA, que tiveram adição nutricional.

5 CONCLUSÕES

A água de reúso, enriquecida com fertilizantes como suplemento nutricional, demonstrou viabilidade para ser empregada no sistema de cultivo suspenso de antúrio.

Essa abordagem permite uma economia significativa tanto no consumo de água quanto de fertilizantes.

6 AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor e a FAPESP (Processo 2022/13391-7), pelo auxílio financeiro.

7 REFERÊNCIAS

- FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: Abes, 2006. 426 p.
- LEME, J. M.; HONÓRIO, S. L. Padronização e qualidade de antúrio. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 10, n. 1/2, p. 49-51, 2004.
- LEME, J. M. **Qualidade do antúrio 'IAC Eidibel' em cultivo hidropônico com fibra de coco**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- OLIVEIRA, A. A. S.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Adaptation of domestic effluent for agricultural reuse by biological, physical treatment and disinfection by ultraviolet radiation. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 14, n. 2, p. 1-10, 2019.
- PINHO, P. J.; FRAZAO, J. E. M.; SOUZA, G. A.; CARVALHO, J. G.; BASTOS, A. R. R.; OLIVEIRA, N. P. Sintomas visuais de deficiências simples e múltiplas de micronutrientes em Antúrio. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 63-70, 2012.
- SANTOS, A. S. P.; VIEIRA, J. M. P. Reúso de água para o desenvolvimento sustentável: Aspectos de regulamentação no Brasil e em Portugal. **Gesta: Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 50-68, 2020.
- SILVA, A. Z. **Sintomas de deficiências de macronutrientes em pimentão**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia/Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2021. 584 p.
- TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014. 76 p.
- URBANO, V. R.; MENDONÇA, T. G.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Effects of treated wastewater irrigation on soil properties and lettuce yield. **Agricultural Water Management**, Amsterdã, v. 181, n. 1, p. 108-115, 2017.