

## **ESPÉCIES VEGETAIS UTILIZADAS EM SISTEMAS ALAGADOS CONSTRUÍDOS (SAC's) PARA POLIMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS**

Sanduel Oliveira de Andrade (1); Osvaldo Soares da Silva (2); Luiz Fernando de Oliveira Coelho (3); Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira (4)

*Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: prof.sanduelandrade@gmail.com<sup>1</sup>; Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: osvaldo@ccta.ufcg.edu.br<sup>2</sup>; Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: luifoc@ccta.ufcg.edu.br<sup>3</sup>; Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: andrea.maria@ufcg.edu.br<sup>4</sup>.*

### **INTRODUÇÃO**

A Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, estabelece que no Art. 3º que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução”. A partir desta premissa torna-se necessário a adoção de técnicas que visem o tratamento do efluente gerado no processo agroindustrial para posterior lançamento no corpo hídrico ou sua reutilização. Uma tecnologia em ascensão é a que utiliza espécies vegetais para remoção de nutrientes em água, conhecida por Sistemas Alagados Construídos (SAC's) ou Constructed Wetland (CW).

O termo sistemas alagados ou wetlands, em seu ambiente natural, consiste em um complexo ecossistema caracterizado por uma alta umidade, plantas (vasculares e algas), serapilheira (camada primária, composta por material orgânico vegetal), invertebrados (na maioria insetos, larvas e minhocas) e uma vasta gama de microrganismos (bactérias, fungos e algas). A presença prolongada de água propicia condições que favorecem o crescimento de plantas especialmente adaptadas (hidrófitas) e promovem o desenvolvimento de solos característicos de zonas úmidas (EPA, 2017).

Shrestha (2001) define a tecnologia SAC como um sistema de tratamento biológico projetado para reproduzir os processos naturais que ocorrem em ecossistemas de áreas húmidas. Em outras palavras, consiste em um complexo ecossistema onde os componentes físico-químicos e biológicos se interagem, resultando em um filtro mecânico e biogeoquímico capaz de remover uma considerável parcela de poluentes (MAINE et al., 2007). Para Lee et al. (2009), uma SAC é considerada um biorreator complexo. Uma série de processos físicos, químicos e biológicos com comunidades microbianas, plantas emergentes, solo e sedimentos.

A escolha da espécie implantada nos SAC's é de fundamental importância. É importante utilizar uma espécie que seja nativa ou de grande abrangência na região e adaptada a condições adversas, em especial a ambientes halófilos. Diante do exposto, este trabalho tem por finalidade elencar as diferentes espécies que podem ser utilizadas em um Sistema Alagado Construído para polimento de águas residuárias.

### **METODOLOGIA**

A presente pesquisa consistiu em uma revisão sistemática, pois utilizou como fonte de dados a literatura sobre determinado tema (SAMPAIO; MANCINI, 2007). Para este levantamento, atentou-se para o uso de artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais presentes nas bases de dados indexadas ao portal Periódicos da CAPES e no Google Acadêmico. Como critérios de seleção, foram adotados artigos que apresentava especificidade com o tema e a problemática em questão. Foram utilizados artigos com menos de dez

anos de publicação, salvo casos específicos, como contexto histórico e evolução da tecnologia ao longo do tempo. Foram excluídos os artigos que não continham relação com os objetivos avaliados, bem como, publicação que não dispuseram seu conteúdo na íntegra.

## **ESPÉCIES VEGETAIS UTILIZADAS EM SISTEMAS ALAGADOS CONSTRUÍDOS (SAC's)**

Para Williams (1964) apud Saeed e Sun (2012), as espécies macrófitas usadas em SAC's podem ser divididas em:

- Macrófitas emergentes: plantas enraizadas no solo submerso, onde uma parte da planta fica submersa e parte fora da água. Ex.: *Acorus calamus*, *Carex rostrata*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, e *Typha latifolia*;
- Macrófitas de folhas flutuantes: plantas enraizadas no solo submerso, com profundidade de 0,5 a 3,0 m. Possuem folhas flutuantes ou ligeiramente aéreas. Ex.: *Nymphaea odorata* e *Nuphar lutea*;
- Macrófitas submersas: plantas totalmente submersas na água, crescem bem em concentrações altas de oxigênio e podem ser usadas para polimentos em águas oriundas do tratamento secundário. Ex.: *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum* e *Rhodophyceae*;
- Macrófitas flutuantes livres: são plantas que flutuam livremente na superfície das águas, não enraizadas em substratos. São capazes de remover Nitrogênio (N) e Fósforo (P), incorporando-os na biomassa vegetal, por desnitrificação e também removem os sólidos em suspensão. Ex.: *Lemna menor*, *Spirodela polyrhiza* e *Eichhornia crassipes*.

Gao et al. (2015) estudaram a espécie *Iris sibirica* em SAC's de fluxo subsuperficial vertical para remoção de cádmio (Cd). Considerado um elemento traço, o Cd é considerado altamente tóxico para a maioria dos organismos e pode contaminar a cadeia alimentar (HE et al., 2005). A espécie *Iris sibirica* apresentou bons índices de tolerância a estresse de Cd, podendo ser utilizada para absorção deste elemento. A maior concentração de Cd se deu na região radicular, obtendo uma retenção média na ordem de 91,8% (GAO et al., 2015).

Wang et al. (2016) analisaram o efeito das espécies *Typha orientalis*, *Scirpus validus*, *Canna indica* e *Iris tectorum* na remoção de altas concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) em SAC's subsuperficial de fluxo horizontal. Em ambientes aquáticos, a amônia tem a capacidade de reduzir drasticamente os níveis de Oxigênio Dissolvido (OD), ocasionando efeito deletério em boa parte da biota existente. Nas espécies avaliadas, o crescimento de *C. indica* e *T. orientalis* foi afetado em níveis superiores a 200 mg L<sup>-1</sup> de N-NH<sub>3</sub>. Já o crescimento de *S. validus* e *I. tectorum* foi suprimido em níveis acima de 100 mg L<sup>-1</sup>. Em suma, *C. indica* e *T. orientalis* foram indicadas como espécies tolerantes ao N-NH<sub>3</sub> para uso em SAC's.

Wang et al. (2017) avaliaram a eficiência da macrófita aquática *Vallisneria spiralis*, em combinação com a ozonização, na remoção de contaminantes de efluentes oriundos de pocilgas. Este tipo de efluentes possui elevada carga orgânica e compostos inorgânicos. Este tratamento apresentou resultados satisfatórios na remoção de nitrogênio total e fósforo total. Contudo, Wang et al. (2017) salientam que altas concentrações de ozônio causam efeito deletério no desenvolvimento da espécie *V. spiralis*.

Bonanno e Giudice (2010) avaliaram a espécie *Phragmites australis* como indicador de contaminantes, bem como a bioacumulação de metais pesados. As concentrações de metais pesados absorvidas terão estreita relação com as partes da planta, onde as raízes possuem uma maior capacidade de bioacumulação em relação as

demais partes. Outro ponto importante que foi constatado diz respeito a baixa mobilidade dos metais pesados da raiz para outras partes da planta. Contudo, as demais partes da *Phragmites australis* refletiram os efeitos cumulativos da contaminação ambiental sendo indicado como bioindicadores e potencialmente úteis na detecção de mudanças nas condições ambientais em decorrência de metais pesados.

Wu et al. (2011) utilizaram a espécie *Salix babylonica* em SAC's de fluxo subsuperficial vertical para remoção de poluentes em efluentes domésticos e esta foi eficiente na remoção de DBO<sub>5</sub>, sólidos totais suspensos, nitrogênio amoniacal (NH<sub>4</sub>-N) e fosforo total (PT) na ordem de 96%, 97%, 88,4% e 87,8%, respectivamente. Lv et al. (2014) fazendo uso das espécies *Phragmites australis* e *Berula erecta* em SAC'S conseguiu remover 96% e 95% respectivamente do pesticida imazalil (IMZ) indicando rapidez e alta habilidade na fitorremediação deste composto químico.

Yang et al. (2018) utilizaram 13 espécies no intuito de remover N e P em ambientes eutrofizados. Em N obtiveram reduções que variaram entre 98 % e 99% na seguinte ordem *M. sinensis cv. 'Gracillimus'* > *Cyperus alternifolius* > *Iris pseudoacorus* > *Iris siberian* > *C. glauca* > *Cortaderia selloana* > *Scirpus tabernaemontani* = *Lythrum salicaria L.* > *Nymphaea tetragona* = *Arundo donax var. versicolor* > *Iris pseudoacorus* > *Pontederia cordata* > *M. sinensis cv. 'Variegatus'* > *L. salicaria cv. white flower*. Já para o P, as reduções variaram entre 25% e 77% na ordem *Iris siberian* > *Iris pseudoacorus* > *Scirpus tabernaemontani* > *C. glauca* = *M. sinensis cv. 'Gracillimus'* > *Cyperus alternifolius* > *Arundo donax var. versicolor* > *Lythrum salicaria L.* > *Pontederia cordata* > *L. salicaria cv. white flower* > *Nymphaea tetragona* > *Cortaderia selloana* > *M. sinensis cv. 'Variegatus'*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dos Sistemas Alagados Construídos (SAC's) se faz viável para o processo de polimento de águas residuárias, onde é utilizada para mitigar compostos tóxicos de efluentes oriundo do sistema de tratamento. Com isso, a escolha da espécie vegetal a ser utilizada neste sistema é de fundamental importância para determinar o grau de eficiência deste. A escolha da espécie está relacionada a diversos fatores, tais como: as características físico-químicas do efluente tratado, a fisiologia e níveis de tolerância da espécie de determinados compostos, o grau de absorção de nutrientes, quantidade de biomassa gerada ao final do processo, dentre outros. Por fim, se faz necessário maiores estudos avaliando as mais diversas espécies vegetais e sua eficiência neste sistema.

## REFERÊNCIAS

BONANNO, G.; GIUDICE, R. L. Heavy metal bioaccumulation by the organs of *Phragmites australis* (common reed) and their potential use as contamination indicators. **Ecologica indicators**, v. 10, n. 3, p. 639-645, 2010.

BRASIL, CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **What is a Wetland?** Disponível em: <<https://www.epa.gov/wetlands/what-wetland>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

GAO, J.; ZHANG, J.; MA, N.; WANG, W.; MA, C.; ZHANG, R. Cadmium removal capability and growth characteristics of *Iris sibirica* in subsurface vertical flow Constructed Wetland. **Ecological Engineering**, v. 84, p. 443-450, 2015.

LEE, C.; FLETCHER, T. D.; SUN, G. Nitrogen removal in Constructed Wetland

systems. **Engineering in Life Sciences**, v. 9, n. 1, p. 11-22, 2009.

LV, T.; ZHANG, Y.; CARVALHO, P. N.; ARIAS, C. A.; BRIX, H. Growth of five wetland plant species in water contaminated with imazalil and their phytoremediation capability. In: **IWA 14th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control**, At Shang Hai, China, 2014.

MAINE, M. A.; SUÑE, N.; HADAD, H.; SÁNCHEZ, G.; BONETTO, C. Removal efficiency of a Constructed Wetland for wastewater treatment according to vegetation dominance, **Chemosphere**, v. 68, n. 6, June 2007, Pages 1105-1113, ISSN 0045-6535

SAEED, T.; SUN, G. A review on nitrogen and organics removal mechanisms in subsurface flow Constructed Wetland: dependency on environmental parameters, operating conditions and supporting media. **Journal of environmental management**, v. 112, p. 429-448, 2012.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de Revisão Sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. V. 11, n. 1. São Carlos-SP: **Revista Brasileira de Fisioterapia**, p. 83-89, 2007.

SHRESTHA, R. R.; HABERL, R.; LABER, J.; MANANDHAR, R.; MADER, J. Application of constructed wetlands for wastewater treatment in Nepal. **Water science and technology**, v. 44, n. 11-12, p. 381-386, 2001.

WANG, J.; CHEN, G.; LIU, F.; SONG, X.; ZOU, G. Combined ozonation and aquatic macrophyte (*Vallisneria natans*) treatment of piggery effluent: Water matrix and antioxidant responses. **Ecological Engineering**, v. 102, p. 39-45, 2017.

WANG, X.; PAN, H.; GU, J.; QIAN, X.; GAO, H.; QIN, Q. Effects of oxytetracycline on archaeal community, and tetracycline resistance genes in anaerobic co-digestion of pig manure and wheat straw. **Environmental technology**, v. 37, n. 24, p. 3177-3185, 2016.

WU, S.; AUSTIN, D.; LIU, L.; DONG, R. Performance of integrated household Constructed Wetland for domestic wastewater treatment in rural areas. **Ecological Engineering**, v. 37, n. 6, p. 948-954, 2011.

YANG, J.; QI, Y.; LI, H.; XU, G. Comparison of nitrogen and phosphorus purification effects of different wetland plants on eutrophic water. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2018.