

## FITORREMEDIAÇÃO DE AMBIENTES ÚMIDOS NO BRASIL: UMA BREVE REVISÃO

LUÍSA ANDINA BENDER<sup>1</sup>; LÍVIA MARIA BEANI PEREIRA<sup>2</sup>; MARÍLIA LAZAROTTO<sup>3</sup>; ROBSON ANDREAZZA<sup>4</sup>; SIMONE PIENIZ<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [luisa\\_andina@yahoo.com.br](mailto:luisa_andina@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pará – [libeanipereira@gmail.com](mailto:libeanipereira@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [marilia.lazarotto@ufpel.edu.br](mailto:marilia.lazarotto@ufpel.edu.br)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [robsonandrezza@yahoo.com.br](mailto:robsonandrezza@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [nutrisimone@yahoo.com.br](mailto:nutrisimone@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A contaminação dos ambientes aquáticos afeta o equilíbrio ecológico existente, modifica as propriedades físico-químicas do meio e pode causar danos à saúde humana e à biota, através da exposição direta aos contaminantes ou pela sua entrada na cadeia alimentar (SHAH e DAVEREY, 2020). Na busca de remediar os ambientes contaminados, a fitorremediação aparece como uma das mais promissoras alternativas por ser sustentável, tanto economicamente, quanto ecologicamente.

A fitorremediação tem por base, principalmente, a fisiologia vegetal, a bioquímica do meio e a química dos contaminantes, buscando a reabilitação da estrutura e da ecologia do ambiente (PATRA et al., 2020) e pode ser definida, então, como um processo de descontaminação mediado por plantas e também suas associações a micro-organismos (fungos e bactérias), os quais são capazes de remediar o meio através dos processos de degradação, acumulação e/ou estabilização dos contaminantes, além de reduzir a formação de resíduos secundários, que podem ainda serem tóxicos (SHAH e DAVEREY, 2020). É importante destacar que esses processos ocorrem naturalmente, pois é inerente ao metabolismo vegetal absorver elementos e excretar substâncias.

Para que uma espécie seja adequada para a fitorremediação é necessário que apresente algumas características, tais como: alta produção de biomassa, crescimento rápido, sistema radicular extenso, fácil de cultivar, manejar e colher. É necessário ainda, alta capacidade de tolerância e de absorção contaminante, possuir alto fator de acumulação, ciclo de vida curto, alta propagação e larga distribuição geográfica (SHAH e DAVEREY, 2020). PATRA et al. (2020) reforçam que dificilmente uma espécie contemplará todos os critérios anteriormente descritos.

A presente revisão tem por objetivo verificar o cenário de pesquisas relacionadas à aplicação da fitorremediação em zonas úmidas no Brasil, com condições reais de contaminação e/ou poluição em condições de campo.

### 2. METODOLOGIA

Realizou-se um levantamento bibliográfico nas bases de dados *Web of Science*, *Science Direct* e Periódicos da Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Como descritores utilizou-se os termos principais (all fields): *wetlands and phytoremediation*, e seus respectivos termos em português. O levantamento incluiu apenas estudos realizados no Brasil, com aplicações em escala de campo ou que utilizem matrizes contaminadas naturalmente, excluindo-se aquelas contaminadas artificialmente para o experimento.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação dos filtros, foram encontrados 58 artigos na plataforma *Web of Science*, destes, apenas 21 atendiam aos critérios e constam nessa revisão. Na plataforma *Science Direct*, a pesquisa remeteu à 110 artigos e na plataforma Periódicos da CAPES, constam 342 artigos, que ainda precisam ser avaliados quanto aos critérios. Foram descartados os artigos duplicados, os que foram realizados fora do Brasil e que utilizaram matrizes contaminadas artificialmente para a realização dos experimentos.

A fitorremediação foi avaliada em diversos formatos, como em sistemas alagados construídos (MATOS et al., 2010; CAMPOS e TEIXEIRA FILHO, 2019; CANO et al., 2019); jardins flutuantes (OSTI et al., 2020; ROCHA et al., 2021); áreas alagadas naturais (PREUSSLER, MAHLER e MARANHO, 2015); sistemas híbridos construídos por MARCATO et al. (2019), e por COLARES et al. (2021). Além de experimentos realizados em tanques vegetados como nos estudos de SOUZA et al. (2019) e BAUER et al. (2021).

Além da diversidade de formatos para aplicação da fitorremediação, nota-se também a variedade de espécies vegetais utilizadas nos tratamentos, como capim-elefante e capim-tifton (MATOS et al., 2010), *Pistia stratiotes*, *Echinochloa polystachya*, *Eichhornia crassipes* e *A. philoxeroides* (PREUSSLER, MAHLER e MARANHO, 2015), *E. crassipes* (CAMPOS e TEIXEIRA FILHO, 2019), *Heliconia psittacorum* e *Cyperus papyrus* (CANO et al., 2019), *T. domingensis* e *Pontederia parviflora* (SOUZA et al., 2019), *E. crassipes* (MARCATO et al., 2019), *T. domingensis* (PETRY, COSTA e DROSTE, 2020), *C. papyrus*, *C. isocladius*, *Canna x generalis*, *Iris pseudacorus*, *Tradescantia pallida*, *T. zebrina*, *Heliconia psittacorum*, *Spathiphyllum wallisii*, *Epipremnum pinnatum* e *Xanthosoma sagittifolium* (ROCHA et al., 2021), *T. domingensis* (BAUER et al., 2021), *C. generalis*, *Chrysopogon zizanioides*, *C. papyrus* Nanus, *Hymenachne grumosa* e *Equisetum hyemale* (COLARES et al., 2021). Apesar da diversidade, não foram todas as espécies que tiveram atuações significativas na redução dos parâmetros analisados nos experimentos, como no estudo de COLARES et al. (2021) onde as espécies mais capazes na remoção de nutrientes foram a *C. generalis*, *C. papyrus* e *H. grumosa*, e no estudo de ROCHA et al. (2021) onde as espécies que melhor se adaptaram às condições do meio foram a *C. papyrus*, *C. generalis*, *I. pseudacorus* e *X. sagittifolium*.

Ainda foi possível observar diferentes fontes de contaminação que foram utilizadas para os experimentos, como águas residuais de indústrias de laticínios (MATOS et al., 2010), águas residuárias de suinocultura (MATOS, FREITAS e BORGES, 2011), lixiviado de aterro (PREUSSLER, MAHLER e MARANHO, 2015; CANO et al., 2019), efluente de aquicultura (OSTI, HENARES e CAMARGO, 2018), esgoto doméstico (CAMPOS e TEIXEIRA FILHO, 2019; BAUER et al., 2021), resíduos da fabricação de álcool de cana-de-açúcar (MARCATO et al., 2019), reservatório urbano de água (ROCHA et al., 2021).

### 4. CONCLUSÕES

As espécies mais utilizadas na fitorremediação são *Eichhornia crassipes* e *Typha domingensis*, porém diversas outras tiveram suas ações estudadas. Quanto às fontes de contaminação, também são variadas, derivadas da criação de animais, atividades industriais, resíduos e efluentes domésticos. Cada qual com uma composição bioquímica particular, demonstrando que a fitorremediação pode atuar em diversas situações. Quanto às formas de aplicação, pôde-se perceber que a

técnica é possível de ser aplicada *in situ* ou *ex situ*, quando há a coleta da água residuária ou lixiviado para posterior tratamento em outro local, demonstrando mais uma vez sua versatilidade.

A fitorremediação é considerada uma alternativa de baixo custo, podendo ser aplicada *in situ*, além de utilizar as espécies de ocorrência natural do local a ser remediado. Apesar dos diversos resultados positivos, são necessários estudos de bioprospecção para a seleção das espécies mais adequadas para cada caso, considerando a vasta biodiversidade dos ambientes brasileiros, e também estudos que visem o melhoramento vegetal nas características desejadas para uma aplicação efetiva da fitorremediação.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUER, L. H.; ARENZON, A.; MOLLE, N. D.; RIGOTTI, J. A.; BORGES, A. C. A.; MACHADO, N. R.; RODRIGUES, L. H. R. Floating treatment wetland for nutrient removal and acute ecotoxicity improvement of untreated urban wastewater. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 18, p. 3697-3710, 2021. DOI 10.1007/s13762-020-03124-x. Acesso em 08/06/2022.

CAMPOS, J. M.; TEIXEIRA FILHO, J. Balanço de fósforo e nitrogênio em leitos cultivados com *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 1, 2019. DOI 10.1590/S1413-41522019133600. Acesso em 10/06/2022.

CANO, V.; VICH, D. V.; ROUSSEAU, D. P. L.; LENS, P. N. L.; NOLASCO, M. A. Influence of recirculation over COD and N-NH<sub>4</sub> removals from landfill leachate by horizontal flow constructed treatment wetland. **International Journal of Phytoremediation**, v. 21, n. 10, p. 998-1004, 2019. DOI 10.1080/15226514.2019.1594681. Acesso em 12/06/2022.

COLARES, G. S.; DELL'OSBEL, N.; BARBOSA, C. V.; LUTTERBECK, C.; OLIVEIRA, G. A.; RODRIGUES, L. R.; BERGMANN, C. P.; LOPEZ, D. R.; RODRIGUEZ, A. D.; VYMAZAL, J.; MACHADO, E. L. Floating treatment wetlands integrated with microbial fuel cell for the treatment of urban wastewaters and bioenergy generation. **Science of the Total Environment**, v. 766, 142474, 2021. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.142474. Acesso em 10/06/2022.

MARCATO, A. C. de C.; SOUZA, C. P. de; PAIVA, A. B. de; EISMANN, C. E.; NAVARRO, F. F.; CAMARGO, A. F. M.; MENEGÁRIO, A. A.; FONTANETTI, C. S. Hybrid treatment system for remediation of sugarcane vinasse. **Science of The Total Environment**, v. 659, p. 115-121, 2019. DOI 10.1016/j.scitotenv.2018.12.252. Acesso em 17/06/2022.

MATOS, A. T. de; ABRAHÃO, S. S.; BORGES, A. A.; MATOS, M. P. de. Influência da taxa de carga orgânica no desempenho de sistemas alagados construídos cultivados com forrageiras. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 1, 2010. DOI 10.1590/S1413-41522010000100010. Acesso em 13/06/2022.

MATOS, A. T. de; FREITAS, W. da S.; BORGES, A. C. Estudo cinético da remoção de matéria orgânica de águas residuárias da suinocultura em sistemas alagados construídos cultivados com diferentes espécies de vegetais. **Engenharia Agrícola**,

v. 31, n. 6, p. 1179-1188, 2011. DOI 10.1590/S0100-69162011000600015. Acesso em 14/06/2022.

OSTI, J. A. S.; CARMO, C. F. do; CERQUEIRA, M. A. S.; GIAMAS, M. T. D.; PEIXOTO, A. C.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; MERCANTE, C. T. J. Nitrogen and phosphorus removal from fish farming effluents using artificial floating islands colonized by *Eichhornia crassipes*. **Aquaculture Reports**, v. 17, 100324, 2020. DOI 10.1016/j.aqrep.2020.100324. Acesso em 16/06/2022.

OSTI, J. A.; HENARES, M. N. P.; CAMARGO, A. F. M. The efficiency of free-floating and emergent aquatic macrophytes in constructed wetlands for the treatment of a fishpond effluent. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 10, p. 3468-3476, 2018. DOI 10.1111/are.13813. Acesso em 13/06/2022.

PATRA, D. K., PRADHAN, C., PATRA, H. K. Toxic metal decontamination by phytoremediation approach: Concept, challenges, opportunities and future perspectives. **Environmental Technology & Innovation**, v. 18, 2020. DOI 10.1016/j.eti.2020.100672. DOI 10.1016/j.eti.2020.100672. Acesso em 26/05/2021

PETRY, C. T.; COSTA, D. T.; DROSTE, A. Removal of ammoniacal nitrogen from municipal landfill leachate with floating *Typha domingensis* (Typhaceae). **Acta Biológica Colombiana**, v. 25, n. 1, p. 5-13, 2020. DOI 10.15446/abc.v25n1.74749.

PREUSSLER, K. H.; MAHLER, C. F.; MARANHO, L. T. Performance of a system of natural wetlands in leachate of a posttreatment landfill. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 12, n. 8, p. 2623-2638, 2015. DOI 10.1007/s13762-014-0674-0. Acesso em 10/06/2022.

ROCHA, E. G.; FEITOSA, P. H. C.; COURA, M. de A.; BARBOSA, D. L. Temporal and spatial trends of a floating islands system's efficiency. **Journal of Environmental Management**, v. 277, 111367, 2021. DOI 10.1016/j.jenvman.2020.111367. Acesso em 17/06/2022.

SHAH, V.; DAVEREY, A. Phytoremediation: A multidisciplinary approach to clean up heavy metal contaminated soil. **Environmental Technology & Innovation**, v. 18, 100774, 2020. DOI 10.1016/j.eti.2020.100774. Acesso em Janeiro/2021.

SOUZA, D. C. de; IWAKURA, L.; LIMA, S. B. de; LOCASTRO, J. K. Comparative effect of temperature on the performance of *Typha domingensis* pers. And *Pontederia parviflora* Alexander in phytotreatment. **Acta Scientiarum – Technology**, v. 41, 2019. DOI 10.4025/actascitechnol.v41i1.39038. Acesso em 15/06/2022.