

## O USO DE SISTEMAS DE ALAGADOS CONSTRUÍDOS (SAC)

**Reinaldo Oliveira Costa**

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária,  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

**Renato Alberto Momesso Franco**

Doutor em Agronomia – UNESP; Pós-Doutorado em Agronomia – UNESP;  
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

**Malani Helena do Amaral**

Engenheira Civil  
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

**Maria Clara Godinho Somer Avelino**

Mestre em Engenharia Civil e Ambiental – UNESP;  
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

### RESUMO

O presente trabalho baseia-se numa breve revisão bibliográfica acerca do uso de construídos alagados, também chamados de jardins-filtrantes ou “wetland”, onde se discute o conceito envolvido sob diversos ângulos, passando pelo olhar biológico, físico-químico (de forma a indicar os diversos modelos possíveis de desenvolvimento de projeto de construção do “jardim filtrante” reator), desencadeia-se discussões que envolvem temas de extrema relevância para a economia nacional e mundial, sustentabilidade e apelo a valorização econômica de uma propriedade/estação. De modo a criar uma provocação inicial acerca do assunto, é interessante entender o que são os sistemas de alagados construídos, uma boa definição para tal é que eles são tecnologias alternativas para tratamento de águas provenientes de esgotos e lodos, pois possuem como principal característica peculiar das demais formas de tratamento de águas efluentes a utilização de vegetais como elementos do sistema, o que leva a formação de um reator natural, onde ocorre-se processos físicos, químicos e biológicos concomitantes ao tratamento do efluente, sendo este responsável pela nutrição das plantas utilizadas, que na sua grande maioria são forrageiras, espécie muito utilizada como nutrição animal. O artigo também se preocupa com a caracterização dos constituintes dos sistemas e conceitua acerca das espécies utilizadas, bem como explora de forma ilustrativa a diversidade dos modelos que podem ser usados, baseada nas diferenças de processos físicos envolvidos no tratamento do efluente. E por fim elenca assuntos econômicos e ecológicos intrínsecos ao tema.

**PALAVRAS-CHAVES:** sistemas construídos alagados; fitodepuração; agregação de valor; paisagismo.

### 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas alagados construídos (SAC), conhecidos também como wetlands ou jardins filtrantes, são constituídos por tecnologias alternativas e de menor impacto ambiental para tratamento de águas provenientes de esgotos e lodos, tendo como principal característica diferenciadora das demais formas de tratamento de águas e efluentes a utilização de vegetais como elementos do sistema, formando-se

então um reator natural onde ocorrem processos físicos, químicos e biológicos, estes que ocorrem simultaneamente e garantem o tratamento do efluente. Sua utilização traz apelo econômico, haja vista que existem espécies de plantas (forrageiras) que são utilizadas para a alimentação animal bem como seu baixo custo e implantação e manutenção. Esta fitorremediação configura-se como uma técnica extremamente interessante pela questão estética da estação de tratamento de esgoto (ETE) (MARQUES; AGUIAR; SILVA, 2011), que transmite uma imagem de sustentabilidade bem como a redução da desvalorização da ETE e seu entorno. Sob a ótica agro-econômica, é interessante a seleção de uma ou mais espécies de interesse comercial que possam trazer retorno econômico para o cliente, como as forrageiras (estas que servem de forragem para alimentação animal). É interessante a ressalva de que a escolha deve incluir espécies com grande capacidade de extração de nutrientes, além das mesmas terem ótimas performances de desenvolvimento em ambientes encharcados, além é claro de apresentar valor nutricional para alimentação animal.

Tal sistema de tratamento de águas residuais se destaca das demais por utilizar a vegetação como um dos elementos do sistema, formando-se então verdadeiros reatores naturais, onde a zona de raiz atua na remoção de poluentes devido a adesão de microrganismos a mesma que leva a formação de biofilmes e conseqüentemente auxilia na depuração do efluente (SILVA et al., 2017).

Diversos pesquisadores, na maioria internacional, vêm elucidando em profundidade, ao longo das últimas décadas, os vários mecanismos e processos pelos quais os poluentes são removidos nos SAC. O que se pode afirmar é que cada grupo de poluentes (orgânicos, inorgânicos, patógenos) segue rotas específicas de degradação ou remoção. Em resumo, pode-se dizer que nestes sistemas ocorrem processos físicos (filtração, sedimentação, volatilização), químicos (adsorção, oxidação, redução, precipitação e quelação) e biológicos (degradação e absorção pelos microrganismos, decaimento de patógenos, extração pelas plantas, entre outros), segundo OLIVEIRA et al. (2018).

## 2 OBJETIVOS

O objetivo deste artigo é determinar de modo geral as possíveis identificações existentes entre nuances econômicas e paisagísticas que são geradas no local onde os sistemas de alagados construídos são implementados.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho teve como intuito uma breve revisão bibliográfica na base de dados Scielo, Google Acadêmico, repositório da UNESP, UFMG, UFLA e revistas científicas da área no que compreende o período de Fevereiro 2018 à Outubro de 2018, acerca do material científico disponível sobre sistemas de alagados construídos e suas relações econômico-paisagísticas. As palavras chaves utilizadas foram sistema de alagados construídos, *wetlands* e fitodepuração, dentre os quais foram selecionados sete artigos, duas dissertações, uma tese de doutorado e um anal de simpósio. Os trabalhos selecionados têm no máximo, sete anos de publicação, de modo a garantir que este artigo expusesse visões científico-contemporâneas sobre o tema.

### 4 DEFINIÇÃO DOS SACs

Antes de aprofundar acerca do conceito “*wetland* construído” e suas implicações no tratamento de efluentes, faz-se necessário entender o significado da palavra precedente a “construído”, que segundo (BULLER; TEIXEIRA; ORTEGA, 2014) conceitua, o termo *wetland* é utilizado para designar áreas alagadas ou inundáveis, permanentemente ou sazonalmente, que, na natureza, compõem diversos ecossistemas desde as regiões costeiras até as interioranas e apresentam condições apropriadas para o crescimento de macrófitas. Os mesmos autores ainda ressaltam o importante papel dos *wetlands*, categorizando-os como “rins naturais” devido ao seu importante papel para a preservação da qualidade das águas por meio da remoção de nutrientes e de metais tóxicos.

Inicialmente, a tecnologia de tratamento de águas residuais, intitulado como *wetlands* construídos, foi empregada por Käthe Seidel do Instituto Max Planck (Alemanha) em meados de 1950, para a remoção de fenol e na redução da carga orgânica de efluente de laticínio. Anos depois no Brasil, no início de 1980, surgem as primeiras experiências conduzidas pelos pesquisadores Salati e Rodrigues com a utilização do *wetlands* na melhoria da qualidade da água e no controle da poluição (SEZERINO et al., 2015).

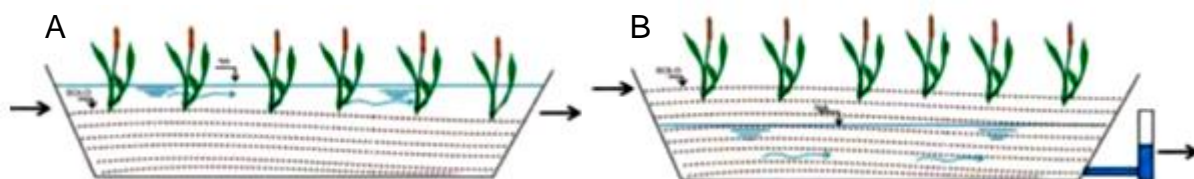
## 5 MECANISMOS DE FUNCIONAMENTO DOS SACs

Após a contextualização histórica e etimológica do termo, torna-se possível agora elucidar os mecanismos de funcionamento do mesmo, a começar pela escolha de vegetação adotada nesses sistemas, que usualmente adota as macrófitas aquáticas por serem mais eficientes para a remoção de poluentes, em virtude de suas altas taxas de crescimento em águas eutróficas, além de possuírem intensa capacidade de remoção de nutrientes, oferecendo um sistema de baixo custo para a fitodepuração (COSTA, 2013).

## 6 CARACTERIZAÇÃO DOS CONSTITUINTES DOS SACs

Ainda sobre as macrófitas aquáticas, definição e seu importante papel nos *wetlands*, COELHO (2017) as caracteriza como formas macroscópicas de vegetais superiores, enraizadas em ambiente aquático, visíveis a olho nu, cujas partes fotossintetizantes ativas estão permanentemente. Outra característica é que por diversos meses, todos os anos, ficam total ou parcialmente submersas em água doce ou salobra, ou ainda flutuante na mesma com grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes. Por possuírem uma alta exigência nutricional, as mesmas possuem potencial para despoluir lagos e rios, por meio da retirada de elementos como o N e o P, gerados no uso industrial e doméstico, formando um sistema físico-biológico em intensa atividade microbiana que podem transformar, por meio de reações, o nitrato em nitrito e posteriormente em nitrogênio gasoso, e na zona anaeróbica, ocorre à remoção da carga orgânica com a decomposição das bactérias anaeróbicas e o P pode ser absorvido pelas macrófitas.

**Figura 1. Ilustração esquemática de sistemas alagados de escoamento horizontal.** A. Fluxo superficial horizontal. B. Fluxo subsuperficial horizontal.

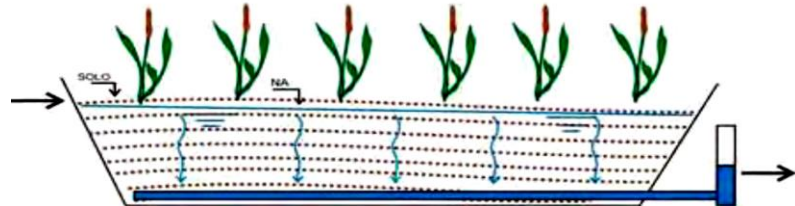


Fonte: Adaptado de Avelino, 2012.

Os SACs apresentam diversos tipos de configurações relacionadas ao escoamento da água e sua direção, ao regime de aplicação do afluente e o tipo de

macrófita utilizada (BÔAS, 2013). Os SACs podem ser caracterizados em: (i) sistema alagados de escoamento horizontal (SACH) [podem ser subdivididos em escoamento superficial (Figura 1A) e subsuperficial (Figura 1B)] e (ii) sistemas alagados de escoamento vertical (SACV) (podem ser subdivididos em sistemas ascendente e descendente) (Figura 2).

**Figura 2. Ilustração esquemática de sistemas alagados de escoamento vertical com fluxo subsuperficial vertical.**



Fonte: Extraído de Avelino, 2012.

Após essa classificação e conceituação tecnológica do processo envolvido, é interessante ressaltar a questão econômica e ecológica envolvida de forma indireta quando se opta por tal forma de tratamento de efluente. Como SILVA (2015) ressalta, os SACs são autossustentáveis haja vista que podem agregar benefício econômico por meio da biomassa vegetal e/ou dos grãos produzidos quanto com a redução dos custos pela utilização de um meio suporte encontrado no próprio local, sem que haja a necessidade de compra e transporte dessa matéria. Com relação aos benefícios ambientais, não se tem a contaminação dos corpos d'água superficiais pelo lançamento de esgotos com concentrações elevadas de poluentes e pelo carreamento, por meio do escoamento superficial, de substâncias presentes no solo em razão da aplicação de fertilizantes químicos em áreas agrícolas e também pela redução da retirada de água dos rios para a irrigação de culturas.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o término de tal pesquisa bibliográfica conseguiu caracterizar-se basicamente dois aspectos, aspecto econômico-paisagístico e a sustentabilidade. Onde a relação econômico-paisagístico nasce da agregação de valor que a wetland confere sobre a propriedade/estação através da venda do conceito eco-friendly, além de sinalizar outro campo interessante de estudo, a "auto sustentabilidade" do pequeno produtor rural (haja vista que essa rede tratadora de efluentes se adequa melhor a pequenas quantidades de efluentes, além da questão espacial exigida para a

construção), pois as mesmas também utilizam forrageiras, muito usadas na alimentação do gado.

Evidencia-se assim a ampla necessidade de estudo na área, haja vista sua real aplicabilidade econômica, seja por seu conceito paisagístico conferido ou por indicar outra maneira de produzir alimentação ao gado atrelada a sustentabilidade de um reator natural tratador de efluentes.

Por fim, conclui-se que os sistemas de alagados construídos entendem como uma tecnologia alternativa, viável e barata para tratamento de águas provenientes de esgotos e lodos ricos em material orgânico (FÍA et al., 2016).

## REFERÊNCIAS

AVELINO, M. C. G. S. Construção de um sistema de alagados construídos e o comportamento dos parâmetros físico-químicos e biológicos da fase de maturação dos leitos de fluxo vertical. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Faculdade de Engenharia da Unesp, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru. 2012.

BULLER, L. S.; TEIXEIRA, M.; ORTEGA, E. Wetlands naturais e construídas para o tratamento de resíduos da suinocultura. 4. Anál. do II SIGERA – FEA/UNICAMP, Campinas. 2014.

COELHO, J. C. Macrófitas Aquáticas Flutuantes na remoção de elementos químicos de água residuária. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. 2017.

COSTA, J. F. Remoção de poluentes em um sistema de alagados construídos atuando como pós-tratamento de efluente de reator UASB e de filtro biológico percolador. 2013. 193 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FÍA, F. R. L.; MATOS, A. T.; FIA, R.; BORGES, A. C.; CECON, P. R.; Efeito da vegetação em sistemas alagados construídos para tratar águas residuárias da suinocultura. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental., Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 303-311, mar./abr. 2016.

MARQUES, M.; AGUIAR, C. R. C.; SILVA, J. J. L. S da. Desafios técnicos e barreiras sociais, econômicas e regulatórias na fitorremediação de solos contaminados. Revista Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 1-11, Jan/Fev. 2011.

OLIVEIRA, L. P.; SOUZA, M. B.; SOARES, A. F. S.; ANDRADE, I. C. Avaliação da eficiência de Wetlands na remoção de matéria orgânica de esgoto sanitário. Revista NBC, Belo Horizonte, v. 8, n. 15, p. 68-84, Jun. 2018.

SEZERINO, P. H.; BENTO, A. P.; DECEZARO, S. T.; MAGRI, M. E.; PHILIPPI, L. S. E. Experiências brasileiras com wetlands construídos aplicados ao tratamento de águas. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.20, n.1, p. 151-158, Mar. 2015.

SILVA, S. C.; BERNARDES, R. S.; RAMOS, M. L. G. Remoção de matéria orgânica do esgoto em solo de wetland construído. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 533-542, Dez. 2015.

SILVA, L. S. M.; NUNES, K. E. S.; SARDINHA, A. S.; SOARES, J. S.; Tratamento de águas residuárias domésticas por zona de raízes de macrófitas em uma residência na cidade de Marabá-PA: [s.n.], Belém, 2017.

VILAS BÔAS, R. B. Avaliação de Sistemas de Alagados Construídos Combinados com diferentes configurações. 2013. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções, Ambiente e Tratamento de Resíduos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.