



# Wetlands Brasil

GRUPO DE ESTUDOS EM SISTEMAS *WETLANDS* CONSTRUÍDOS  
APLICADOS AO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

**BOLETIM Nº12**

**Julho/2020**



---

GRUPO DE ESTUDOS EM SISTEMAS *WETLANDS*  
CONSTRUÍDOS APLICADOS AO TRATAMENTO DE  
ÁGUAS RESIDUÁRIAS

**WETLANDS BRASIL**

---

**BOLETIM N°12**  
**Julho/2020**

**Conselho Editorial:**

Dr. Pablo Heleno Sezerino  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
[pablo.sezerino@ufsc.br](mailto:pablo.sezerino@ufsc.br)

Dr. Ênio Leandro Machado  
Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC  
[enio@unisc.br](mailto:enio@unisc.br)

Dr. José Tavares de Sousa  
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
[jtdes@uol.com.br](mailto:jtdes@uol.com.br)

Drª. Karina Querne de Carvalho  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR  
[kaquerne@utfpr.edu.br](mailto:kaquerne@utfpr.edu.br)

Drª. Samara Terezinha Decezaro  
Universidade Federal de Santa Maria  
[samara.decezaro@ufsm.br](mailto:samara.decezaro@ufsm.br)

Dr. Rogério de Araújo Almeida  
Universidade Federal de Goiás - UFG  
[rogerioufg@gmail.com](mailto:rogerioufg@gmail.com)

Drª. Tamara Simone Van Kaick  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR  
[tamara.van.kaick@gmail.com](mailto:tamara.van.kaick@gmail.com)

Drª. Catiane Pelissari  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
[catianebti@gmail.com](mailto:catianebti@gmail.com)

Dr. Fernando Jorge Correa Magalhães Filho  
Universidade Católica Dom Bosco - UCDB  
[fernando@ucdb.br](mailto:fernando@ucdb.br)

**Esclarecimentos:** Este documento é um boletim produzido pelo grupo *Wetlands Brasil*. Todas as informações contidas neste documento não necessariamente representam as opiniões do grupo *Wetlands Brasil*, mas sim de quem as escreveram, isentando a responsabilidade do grupo. A reprodução da informação apresentada neste boletim é permitida desde que seja citada sua fonte.

**Periodicidade:** Semestral

**ISSN 2359-0548** (Publicação online intitulada “Boletim Wetlands Brasil”)

**Instituição publicadora:** Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado - GESAD  
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - ENS  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

**Contato:** Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Centro Tecnológico - CTC, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campus Universitário - Trindade - Florianópolis/SC - 88040-970. Telefone: +55 (48) 3721-7696.  
[wetlandsbrasil@gmail.com](mailto:wetlandsbrasil@gmail.com) / <http://www.gesad.ufsc.br>

---

## SUMÁRIO

---

<b>1. MENSAGEM DA EDITORA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. NOTÍCIAS.....</b>	<b>5</b>
EXPLORANDO AS CINCO EDIÇÕES DOS SIMPÓSIOS BRASILEIROS SOBRE WETLANDS CONSTRUÍDOS.....	5
LEVANTAMENTO DOS TRABALHOS ACADÊMICOS PUBLICADOS NAS EDIÇÕES DO BOLETIM WETLANDS BRASIL.....	7
EMPRESA WETLANDS CONSTRUÍDOS LANÇA CURSOS ON-LINE SOBRE WETLANDS PARA TRATAMENTO DE ESGOTOS E REMOÇÃO DE METAIS .....	8
ETE COM WETLAND CONSTRUÍDO EM CONSTRUÇÃO NO IFG.....	9
ESTUDO E APLICAÇÃO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA AMÉRICA LATINA .....	10
<b>3. ENTREVISTA .....</b>	<b>11</b>
<b>4. NOVIDADES DO MUNDO ACADÊMICO.....</b>	<b>13</b>
<b>5. EVENTOS .....</b>	<b>15</b>
<b>6. COLUNA LIVRE.....</b>	<b>16</b>
<b>7. RESUMOS DE TRABALHOS ACADÊMICOS.....</b>	<b>19</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA 12ª EDIÇÃO .....</b>	<b>20</b>

---

## MENSAGEM DA EDITORA

---

Prezados leitores,

Estamos vivendo um ano atípico, em que a pandemia de COVID-19 evidencia a necessidade do saneamento para promoção da saúde pública e reforça nosso importante papel enquanto pesquisadores e/ou praticantes da tecnologia *wetlands* construídos (WC).

Como o momento é de reflexão e aprendizado, este boletim inicia explorando as quatro edições dos Simpósios Brasileiros sobre *Wetlands* Construídos e apresenta um levantamento dos trabalhos acadêmicos já publicados no Boletim *Wetlands* Brasil, entre os anos de 2014 e 2019. Além disso, a empresa *Wetlands* Construídos, reafirmando sua atuação na difusão da tecnologia no país, comunica o lançamento de cursos totalmente on-line, uma excelente opção para o período de distanciamento social.

Destacamos neste boletim uma notícia do IFG sobre um projeto que visa o reuso de efluente de WC no arrefecimento de placas fotovoltaicas e as pesquisas conduzidas na UFSC e na UFSM sobre WC verticais com fundo saturado (itens 6 e 7). Nesse assunto, o colega Leandro Bassani nos apresenta um resumo muito interessante e detalhado sobre a influência do modo de alimentação no desempenho desses sistemas.

Dessa vez, a entrevista é com o professor Dr. Ênio Leandro Machado, um membro atuante no grupo desde sua criação. Na entrevista, Ênio relata a aplicação dos WC no estado do Rio Grande do Sul, cita os principais desafios na área e nos adianta como está o planejamento e suas expectativas para o 5º Simpósio Brasileiro sobre *Wetlands* Construídos, que será realizado na cidade de Santa Cruz do Sul.

Nas novidades do mundo acadêmico, são apresentadas publicações sobre: a remoção de micropoluentes em WC preenchidos com resíduos da construção civil (UTFPR); o emprego do Sistema Francês no Brasil, com investigações acerca do efeito da alimentação prolongada e da caracterização do depósito de lodo (UFMG); e também um *review* das experiências de aplicação de WC na América Latina. Destacamos, com base no *review* citado, o protagonismo dos pesquisadores brasileiros (ver item 2), o que nos enche de orgulho e nos fortalece enquanto Grupo *Wetlands* Brasil. Que continuemos a avançar...

Boa leitura a todos!

*Samara T. Decezaró*

## NOTÍCIAS

### Explorando as cinco edições dos Simpósios Brasileiros sobre Wetlands Construídos

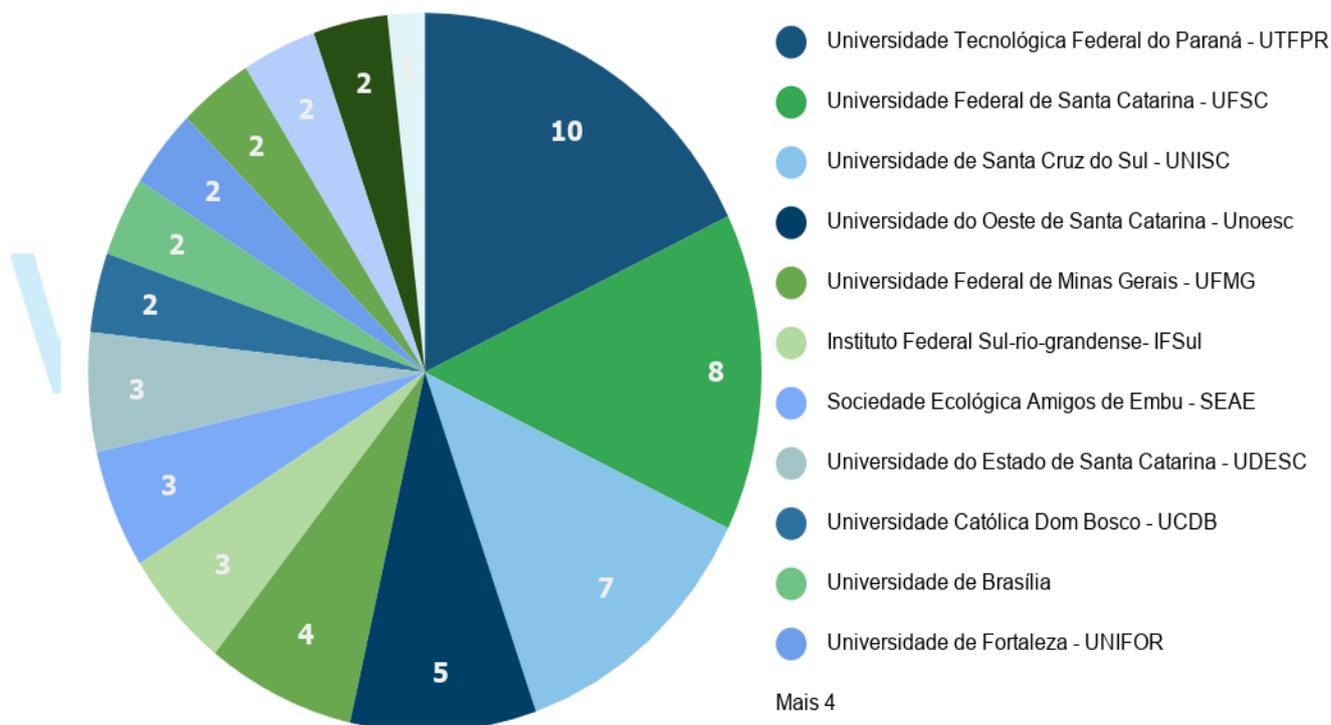
Por: Rafaela Chiminelli Borth, estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

Com o objetivo de trocar experiências e informações sobre a ecotecnologia dos wetlands construídos (WC), diversos pesquisadores de diferentes universidades brasileiras, profissionais de empresas de engenharia, projetistas, órgãos de controles, estudantes de cursos de pós-graduação e graduação reuniram-se, entre os anos de 2013 e 2019, em torno das edições dos Simpósios Brasileiros sobre Wetlands Construídos (SBWC). Esses encontros aconteceram nas cidades de Florianópolis em 2013, Curitiba em 2015, Campo Grande em 2017 e Belo Horizonte em 2019.

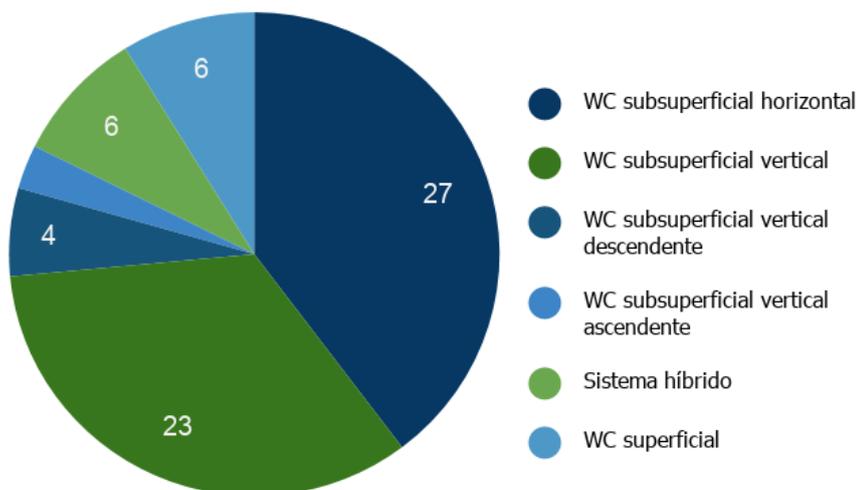
Com base nesses eventos, foi possível elencar informações que descrevem os avanços na pesquisa e aplicação de WC no Brasil, destacando-se as universidades que possuem essa tecnologia como linha de pesquisa, as categorias de WC empregados, os tipos de material filtrante empregados e o perfil do efluente estudado.

Nas figuras a seguir, apresenta-se um panorama geral das informações apresentadas nos simpósio brasileiros de WC.

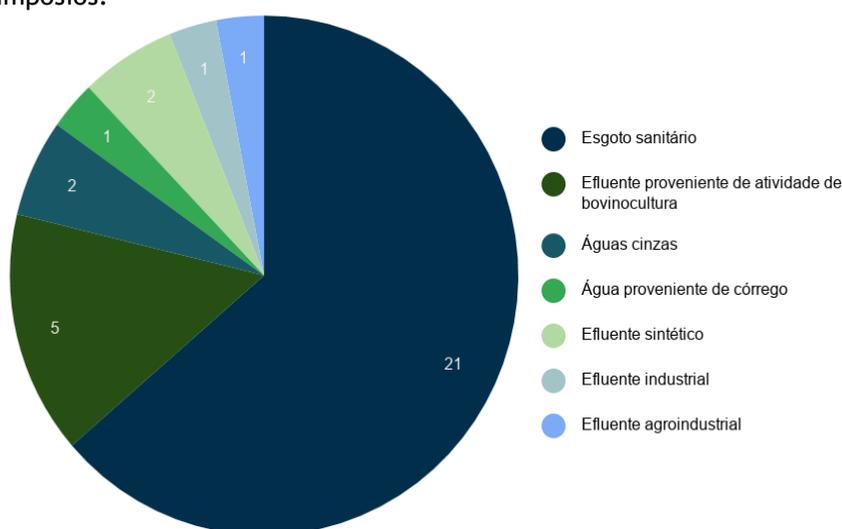
**Figura 1** - Distribuição do número de trabalhos publicados nos simpósios pelos parceiros institucionais.



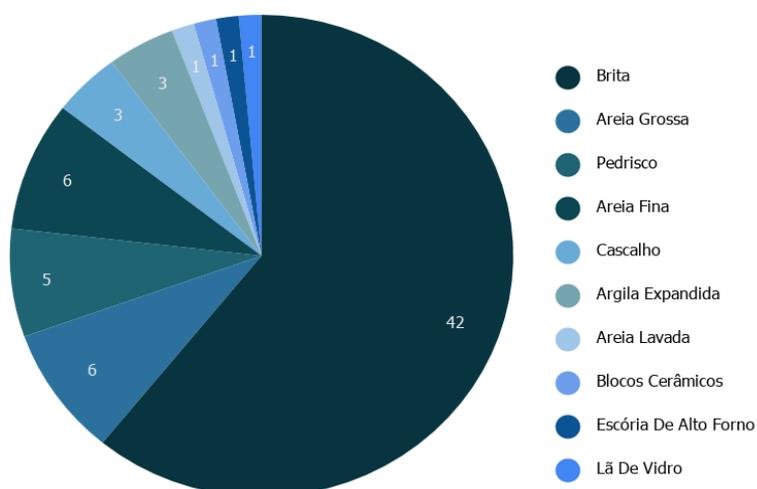
**Figura 2** - Classificação dos Wetlands Construídos publicados nos simpósios de acordo com o perfil de fluxo estudado.



**Figura 3** - Distribuição do tipo de afluente empregado nos Wetlands Construídos publicados nos simpósios.



**Figura 4** - Distribuição do tipo de material filtrante empregado nos WC publicados nos simpósios.

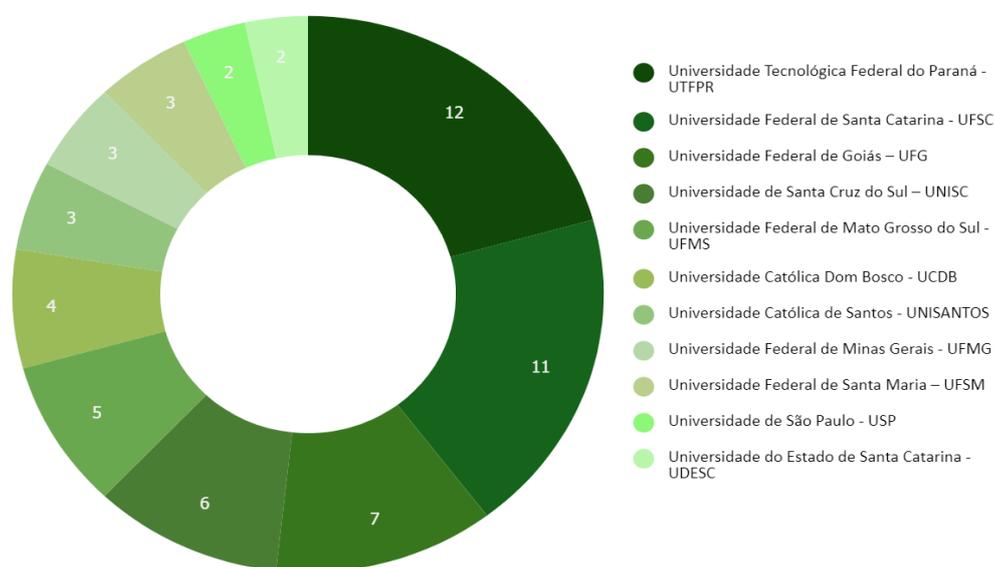


## Levantamento dos trabalhos acadêmicos publicados nas edições do Boletim Wetlands Brasil

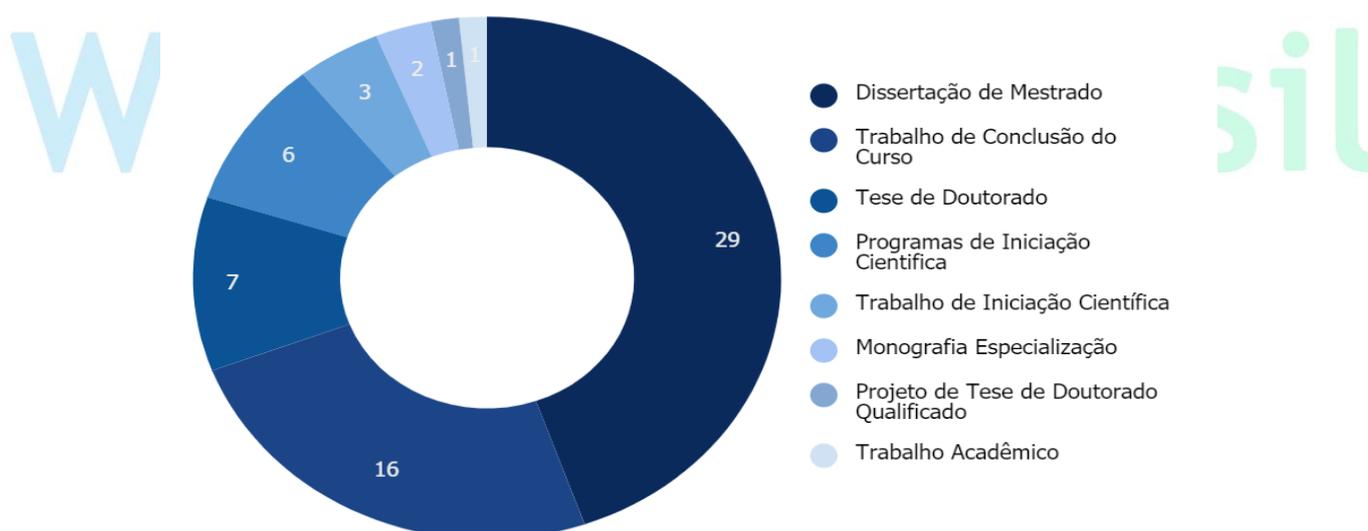
Por: Rafaela Chiminelli Borth, estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

Para evidenciar os trabalhos acadêmicos cujo resumos foram publicados nas edições dos Boletins Wetlands Brasil entre os anos de 2014 a 2019, fez uma compilação dos trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado e, ainda, trabalhos de iniciação científica, entre outros. As figuras a seguir apresentam uma distribuição destes trabalhos, bem como as universidades onde estes foram desenvolvidos.

**Figura 1** - Distribuição do número de trabalhos acadêmicos por instituição de ensino publicados nos boletins entre 2014 e 2019.



**Figura 2** - Distribuição e divisão de trabalhos acadêmicos apresentados nos Boletins Wetlands Brasil.



## Empresa Wetlands Construídos lança cursos on-line sobre wetlands para tratamento de esgotos e remoção de metais

Por: Gabriel Vasconcellos - Engenheiro da Empresa Wetlands Construídos

Com o objetivo de compartilhar nossas experiências e contribuir com a difusão da tecnologia no Brasil, a empresa Wetlands Construídos lança dois cursos totalmente on-line sobre wetlands e um curso sobre os fundamentos e tecnologias de tratamento de esgotos. Nos cursos compartilhamos todo o nosso acervo audiovisual, bibliográfico e documental conduzindo os participantes com visitas técnicas por vários sistemas ao redor do mundo.

Visitamos e documentamos várias wetlands para diversas aplicações, como: mineralização de lodo, tratamento e polimento de efluentes sanitários, industriais e tratamento de águas de mineração. Quem ministra os cursos é o Gestor Executivo da empresa, André Baxter. Ele é biólogo sanitarista e possui mestrado e doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG, com enfoque em wetlands construídos.

O primeiro curso "Introdução aos wetlands construídos para tratamento de esgotos" possui 7 horas de duração e é dividido em 11 módulos. O curso tem como proposta trazer um panorama geral e introdutório sobre os vários aspectos técnicos relacionados à aplicação dos wetlands para tratamento de esgotos sanitários brutos, em escala municipal.



O segundo curso "Wetlands para remoção de metais: aplicação para o setor de mineração" possui 4 horas de duração e aprofunda mais nos efluentes gerados pelos processos de mineração. São efluentes bastante diversificados e possuem características físico-químicas diversas, que são influenciadas pelas formações geológicas ou pelos processos de beneficiamento dos minérios. Além da complexidade de remover metais em águas, as grandes vazões geradas pelos processos trazem aos projetos grandes desafios no dimensionamento do sistema, nas estruturas hidráulicas e nas configurações empregadas. O curso mostra visitas virtuais a vários wetlands para estas aplicações, como, por exemplo, o maior sistema para esta finalidade localizado em Oman, com 360 hectares, tratando águas residuárias de atividades de exploração de petróleo. Mais informações sobre os cursos em: <https://www.wetlands.com.br/cursos-wetlands-construidos>

## ETE com Wetland Construído em construção no IFG

Por: Douglas Pitaluga



Figura 1 - Wetlands Construído vegetado com taboas em fase de crescimento.

Professores pesquisadores do Instituto Federal de Goiás projetaram um sistema de eficiência energética, em que, o Wetlands Construído é um dos componentes do sistema. O sistema, que é uma estação experimental e funcional, está sendo implantado no Câmpus Aparecida do IFG. A unidade universitária foi selecionada pelos pesquisadores por dispor de grandes áreas e por ser desprovida de estação de tratamento de esgotos. Dentre as partes principais do sistema, tem-se: o Wetlands Construído (Figura 1), o Reator UASB com filtro de gás (Figura 3), as Placas Fotovoltaicas (Figura 4) e um Autotransformador (em aquisição), além dos órgãos acessórios destes componentes.

A finalidade do projeto é reusar o efluente tratado no arrefecimento de placas fotovoltaicas, aumentando sua eficiência na geração de energia elétrica a ser utilizada nas edificações do Câmpus. Bem como, reusar o efluente tratado na irrigação das áreas verdes



Figura 2 - Área verde a ser irrigada com efluente tratado.

(Figura 4), uma vez que, atualmente o Câmpus consome bastante água potável na irrigação de sua vasta área verde. Por outro lado, utilizar o biogás do Reator UASB na geração de energia elétrica a ser utilizada nas edificações do Câmpus. Vislumbra-se também, avaliar o potencial deste biogás na alimentação dos fogões da cozinha do Restaurante Universitário do Câmpus. A construção do sistema está na reta final e os pesquisadores preveem dar o *start* no sistema ainda neste mês de junho.



Figura 3 - Reator UASB + Filtro de Gás com carvão ativado.



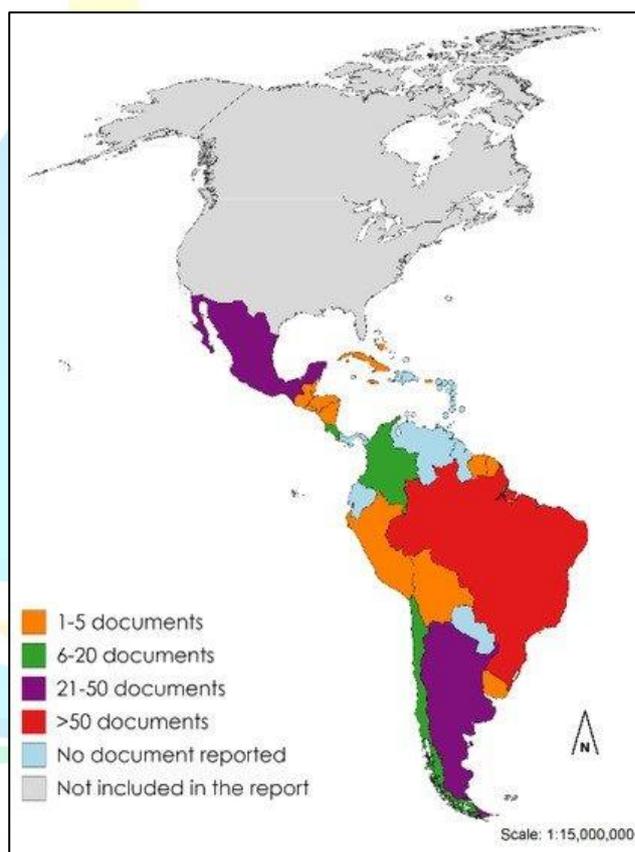
Figura 4 - Placas Fotovoltaicas a serem resfriadas com efluente tratado.

## Estudo e aplicação de wetlands construídos no tratamento de águas residuárias na América Latina

Por: Arieleen Reis, mestranda em Engenharia Ambiental, PPGA - UFSC

O Brasil vem comprovadamente se destacando nas pesquisas sobre Wetlands Construídos na América Latina e grande parte desse interesse se dá pela adaptabilidade da tecnologia ao clima, onde alcança altas eficiências de remoção com baixo requisito energético e, também, por suas inúmeras modalidades que se adequam às variadas necessidades sanitárias do país.

Em recente artigo publicado na Revista WATER, referente ao estudo e aplicação de wetlands construídos no tratamento de águas residuárias na última década na América Latina, o Brasil foi o país que apresentou o maior percentual de publicações, alcançando um percentual de 32% do total de artigos publicados.



### Referência:

RODRIGUEZ-DOMINGUEZ, Marco et al. Constructed Wetlands in Latin America and the Caribbean: A Review of Experiences during the Last Decade. Water, [S. l.], p. 1,30, 18 jun. 2020.

Artigo Completo Disponível para Download em:

<https://www.mdpi.com/2073-4441/12/6/1744>

---

## ENTREVISTA

---

### Professor Ênio Leandro Machado

Graduado em Química Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (1991), mestrado em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (1994) e doutorado em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1999). Atualmente é professor adjunto da Universidade de Santa Cruz do Sul. Tem atuação nas áreas de Química Sanitária e Química Tecnológica, principalmente nos seguintes temas: tecnologias limpas, tratamento de efluentes; processos avançados de oxidação; desinfecção e detoxificação.



#### 1) QUAL É A SUA VISÃO SOBRE A APLICAÇÃO DOS WETLANDS CONSTRUÍDOS NO RIO GRANDE DO SUL?

Com muito espaço e potencialidade para crescer!

Necessita de maior divulgação, como acho que é o caso em muitos estados brasileiros. Acho que hoje destacaria o trabalho da Feevale em conjunto com empresa parceira, a Werde Phyto, bem como da Ecocell de Pelotas, que por sinal tem a exemplo da Werde Phyto, experiência internacional na aplicação da tecnologia de Wetlands Construídos (WCs). A Ecotelhado também é uma empresa de referência, pois associa o conceito de ecodesenho para os sistemas de captação de água e tratamento de águas residuárias, incluindo os WCs.

Uma outra referência no estado são os WCs aplicados em unidade de processamento de carvão, no município de Butiá, assim como, no tratamento de lixiviados das áreas de aterro em Minas do Leão. Associam-se a isto os trabalhos ambientais de saneamento rural no Alegrete, em Vera Cruz, sendo este último, desenvolvido pela UNISC. E no contexto das universidades cabe referenciar um dos sistemas de maior consistência quanto ao projeto e pesquisas, que é o da UFSM com a professora Delmira Wolff.

Aliás também na UFSM o campus de Frederico Westphalen tem unidade iniciada com a equipe do professor Pablo Sezerino, enquanto morador das terras gaúchas, além da professora Pellizzaro e doutora Pelissari. Na UNISC já trabalhamos com wetlands construídos desde 2005, sendo que agora iniciamos tratativas de cooperação com o professor Jan Vymazal, da República Tcheca. Na Univates o professor Odorico Konrad tem experiência com os wetlands construídos para efluentes industriais, especialmente na área de alimentos. No IPH-UFRGS a professora Lúcia Ribeiro Rodriguez desenvolve pesquisas para efluentes urbanos também em unidades piloto.

## **2) QUAIS OS PRINCIPAIS DESAFIOS E ALEGRIAS DO SEU GRUPO EM PESQUISAR A TECNOLOGIA DOS WETLANDS CONSTRUÍDOS?**

Primeiro a multidisciplinaridade e interdisciplinaridade que as pesquisas demandam, associando convivência integradora de biólogos, engenheiros de diferentes áreas, e químicos, isto nos faz muito bem!

Ensino, Pesquisa e Mercado de Trabalho exigem conexão e integração. Somos de fato equipe, pois operar os sistemas, mantê-los, proceder coletas e análises, ter seminários (que por sinal melhoraram com o Google meet), participar/pensar e organizar eventos, conceber novos sistemas e integrações de métodos e finalmente, propor, pensar e escrever artigos, capítulos de livros, bem como, livros, exige equipe.

Acredito que o desafio é termos nossos alunos no mercado de trabalho também como equipe, desenvolvendo cursos, empresas de consultoria, de desenvolvimento e fabricação de equipamentos, de novos pesquisadores em universidades, de efetiva integração com os centros de referência na América do Sul, América do Norte e Europa, enfim tornar os sonhos e projetos de vida wetlanianos em realidade.

## **3) QUAIS FORAM AS MOTIVAÇÕES DO PROFESSOR E DO SEU GRUPO PARA ASSUMIREM A ORGANIZAÇÃO DA PRÓXIMA EDIÇÃO DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS?**

As lembranças já existentes de participação de todos os Simpósios sobre Wetlands Construídos nos fazem ter orgulho de participarmos de um evento tão construtivo e integrador, onde professores e colegas que admiramos e respeitamos estão juntos debatendo novas possibilidades sobre tecnologias limpas de saneamento. Apesar das incertezas que o SARS-COV-2 traz, planejamos e pensamos muito em como fazer o evento dos dez anos dos Simpósios ter a excelente qualidade que os anteriores nos ofertaram. Queremos receber a todos muito bem. Nossas parcerias iniciaram também no contato com a Feevale, em Novo Hamburgo e IPH-UFGRS, em Porto Alegre.

A UFSM, UNIPAMPA, UFPel, UPF e a Univates também serão fundamentais. Seremos instituições ditas comunitárias no ensino gaúcho, unidas com instituições de referência para nós, para termos aspectos científicos e tecnológicos com ampla discussão no nosso evento. O apoio da UFSC, como referência é o ponto de apoio chave para a organização também, afinal é a instituição mãe do Simpósio.

## NOVIDADES DO MUNDO ACADÊMICO



### Construction waste as substrate in vertical subsuperficial constructed wetlands treating organic matter, ibuprofene, acetaminophen and ethinylestradiol from low-strength synthetic wastewater



Gabriela Ribeiro Marcelino<sup>a</sup>, Karina Querne de Carvalho<sup>b,s</sup>, Mateus Xavier de Lima<sup>c</sup>, Fernando Hermes Passig<sup>d</sup>, Aldria Diana Belini<sup>e</sup>, Jossy Karla Brasil Bernardelli<sup>c</sup>, André Nagalli<sup>b</sup>

<sup>a</sup> The Federal University of Technology – Paraná (UTFPR), Environmental Sciences and Technology Graduate Program, Deputado Heitor de Alencar Furtado St., 5000, Ecoville, 81280-340 Curitiba, Paraná, Brazil

<sup>b</sup> The Federal University of Technology – Paraná (UTFPR), Civil Construction Academic Department, Deputado Heitor de Alencar Furtado St., 5000, Ecoville, 81280-340 Curitiba, Paraná, Brazil

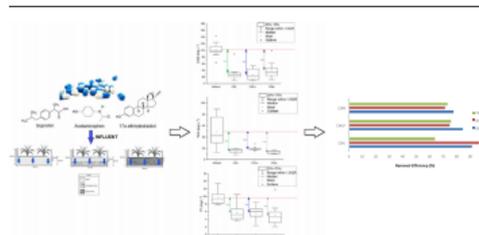
<sup>c</sup> The Federal University of Technology – Paraná (UTFPR), Civil Engineering Graduate Program, Deputado Heitor de Alencar Furtado St., 5000, Ecoville, 81280-340 Curitiba, Paraná, Brazil

<sup>d</sup> The Federal University of Technology – Paraná (UTFPR), Chemistry and Biology Academic Department, Deputado Heitor de Alencar Furtado St., 5000, Ecoville, 81280-340 Curitiba, Paraná, Brazil

#### HIGHLIGHTS

- Light expanded clay, porcelain tiles and clay bricks as substrates in alternative to gravel and sand.
- The use of water lettuce fixed onto substrates in sequencing-batch mode CW.
- Clay bricks achieved the highest mass removal for TKN ( $2.64 \text{ g m}^{-2}$ ), TAN ( $1.26 \text{ g m}^{-2}$ ) and TP ( $0.24 \text{ g m}^{-2}$ ).
- Ibuprofen removed by the combination of biodegradation and sorption.
- Acetaminophen and ethinylestradiol removed via biodegradation.

#### GRAPHICAL ABSTRACT



1443

© IWA Publishing 2019 | Water Science &amp; Technology | 80.8 | 2019

### Performance of a French system of vertical flow wetlands (first stage) operating with an extended feeding cycle

Camila Maria Trein, Jorge Alejandro García Zumalacarregui, Mirene Augusta de Andrade Moraes and Marcos von Sperling

#### ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the treatment performance in the first stage of a vertical flow constructed wetland – French system (VCW-FS) over an extended feeding period (seven days), in two parallel units, for a population equivalent (p.e.) around 100 inhabitants (total of  $0.6 \text{ m}^2\text{-p.e.}^{-1}$ ), under Brazilian tropical climatic conditions. One of the units had a greater surface sludge deposit layer, accumulated over nine years of operation, while the other unit had its sludge removed prior to the experiments. Four intensive monitoring campaigns covering all days of the feeding cycle were undertaken and the results were compared with those obtained from the conventional monitoring. The results indicated that, over the days of the feeding cycle, dissolved oxygen concentrations decreased, but were still kept at sufficiently high values for the removal of organic matter. Therefore, chemical oxygen demand (COD) removal, although not high, remained acceptable for compliance with local discharge standards during the whole the period. The  $\text{NH}_4\text{-N}$  removal efficiency and  $\text{NO}_3\text{-N}$  production were higher at the beginning of the feeding cycle, as a result of the more well-established aerobic conditions, with the nitrification rate decreasing from the third day of feeding. The sludge deposit seemed to hinder liquid percolation, especially at the end of the feeding cycle, thus affecting oxygen transfer. Due to the variability of the results over the feeding cycle, if sampling is to be done once a week, it is important to identify the sampling day that best represents the system's performance.

**Key words** | developing countries, organic deposit layer, oxygen transfer, raw sewage treatment, treatment wetlands

Camila Maria Trein (corresponding author)  
Jorge Alejandro García Zumalacarregui  
Mirene Augusta de Andrade Moraes  
Marcos von Sperling   
Department of Sanitary and Environmental  
Engineering,  
Federal University of Minas Gerais,  
6627 Antônio Carlos Ave., Engineering School,  
Room 4622, 31270-901 Belo Horizonte,  
Brazil  
E-mail: [camilatrein@yahoo.com.br](mailto:camilatrein@yahoo.com.br)

Jorge Alejandro García Zumalacarregui  
Faculty of Agricultural Sciences,  
University of Cuenca,  
12 de Octubre Ave., Cuenca,  
Ecuador



## French vertical flow treatment wetlands in a subtropical climate: Characterization of the organic deposit layer and comparison with systems in France



Camila Maria Trein<sup>a,\*</sup>, Camille Banc<sup>b</sup>, Kevin Maciejewski<sup>b</sup>, Amanda de Moraes Motta<sup>a</sup>, Rémy Gourdon<sup>b</sup>, Pascal Molle<sup>c</sup>, Mathieu Gautier<sup>b</sup>, Marcos von Sperling<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Sanitary and Environmental Engineering, Federal University of Minas Gerais, 6627 Antônio Carlos Ave., Engineering School, Room 4622, 31270-901 Belo Horizonte, Brazil

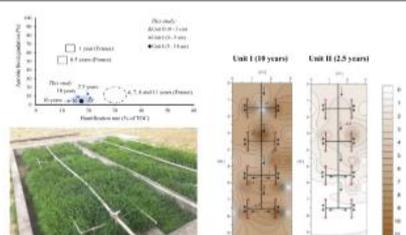
<sup>b</sup> Univ. Lyon, INSA Lyon, DEEP (Laboratory Wastes Water Environment Pollutions), National Institute of Applied Sciences, 20 av. Albert Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex, France

<sup>c</sup> INRAE – REVERSAAL Research Unit, 5 Rue de la Doua, 69100 Villeurbanne, France

### HIGHLIGHTS

- The organic matter content in units with 2.5 and 10-years of operation was 61% and 51% for depth of 0-5 cm, respectively.
- The yearly rate of sludge accumulation in the Brazilian subtropical condition was less than the values observed in France.
- The characteristics of the deposit layer from the Brazilian wetland were close to mature organic deposits from French systems.
- Similar characteristics of organic matter were observed in the wetland deposit layer operating in Brazil and France.

### GRAPHICAL ABSTRACT



Review

## Constructed Wetlands in Latin America and the Caribbean: A Review of Experiences During the Last Decade

Marco A. Rodríguez-Domínguez<sup>1,\*</sup>, Dennis Konnerup<sup>1,2,3</sup>, Hans Brix<sup>1,2</sup> and Carlos A. Arias<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Aarhus University, Ole Worms Allé 1, Building 1135, DK-8000 Aarhus C, Denmark; dennis.konnerup@ias.au.dk (D.K.); hans.brix@bios.au.dk (H.B.)

<sup>2</sup> Aarhus University Centre for Water Technology WATEC, Aarhus University, Ny Munkegade 120, building 1521, DK-8000 Aarhus C, Denmark

<sup>3</sup> Aarhus Institute of Advanced Studies AIAS, Aarhus University, Hoegh-Guldbergs Gade 6B, DK-8000 Aarhus C, Denmark

\* Correspondence: mard@bios.au.dk (M.A.R.-D.); carlos.arias@bios.au.dk (C.A.A.)

Received: 28 April 2020; Accepted: 11 June 2020; Published: 18 June 2020

**Abstract:** The review aims to report the state-of-the-art constructed wetlands (CW) in the Latin America and Caribbean (LAC) region not limited to national and local conditions. The aim is with a broader view, to bring updated and sufficient information, to facilitate the use of the CW technology in the different countries of LAC. Thus, 520 experiences extracted from the 169 reviewed documents in 20 countries were analyzed. According to the data, horizontal subsurface flow wetlands are the most reported CW in the region (62%), the second most common CW technology in the region is free water surface CW (17%), then vertical flow systems (9%), followed by intensified constructed wetlands (8%), and finally French systems (4%). The performance for nutrient removal is analyzed, finding that the mean of Chemical Oxygen Demand (COD), Total Nitrogen (TN), and Total Phosphorous (TP) removal efficiencies varies from 65% to 83%, 55% to 72%, and 30% to 84%, respectively. The results suggest a generally good performance for COD and TN removal, but a low performance for TP removal. Regarding plant species used for CWs, 114 different plant species were reported, being until now the most extensive report about plant species used in CWs in the LAC region.

---

## EVENTOS

---

V Conferencia Panamericana de Sistemas de Humedales  
para el Manejo, Tratamiento y Mejoramiento de la Calidad del Agua  
28 a 30 | Abril | 2021

Florianópolis - Santa Catarina - Brasil

**Informamos o adiamento do evento HUMEDALES.**

**A nova data será de 28 a 30 de abril de 2021, mesmo local.**

[www.conferenciahumedales2020.com.br](http://www.conferenciahumedales2020.com.br)

Organização

UFSC

GESAD

Wetlands Brasil

HUPANAM

AARHUS UNIVERSITET

Projecta Eventos

Gerenciamento

Apoio

CNPq

CAPES

Print

PPGEA

ae aegea

Rotária do Brasil

WETLANDS construídos

Ecocell

ENGIE

Terranálises

<https://www.conferenciahumedales2020.com.br/>

---

## COLUNA LIVRE

---

### A influência do modo de alimentação sobre o desempenho de Wetlands Construídos Verticais de Fundo Saturado

---

Por: Leandro Bassani

Considerando as variantes da tecnologia dos WC, as unidades tipo wetland construído de escoamento vertical com fundo saturado (WCV-FS) estão sendo amplamente empregados no mundo, e tem se revelado promissoras em termos de desempenho de tratamento, especialmente para a remoção de carbono e nitrogênio total (SANTOS, 2019). No entanto, o WCV-FS é uma tecnologia que envolve escoamento em meio não saturado, ao mesmo tempo em que a alimentação é realizada de forma intermitente. Nesta situação, é difícil prever o valor de duas variáveis fundamentais ao bom desempenho do sistema, a saber: o tempo de detenção hidráulico (TDH) e a disponibilidade de oxigênio.

A interação entre a capacidade de transporte de oxigênio, avaliada pelo fluxo afluente de oxigênio e o TDH pode ser inferida pela taxa de consumo de oxigênio (TCO em  $g/m^2.dia$ ), uma vez que valores elevados de TCO significam que o oxigênio afluente ao wetland está sendo realmente utilizado, ou seja, o tempo de contato entre o biofilme aderido ao material filtrante e o fluxo de efluente é suficiente para que as reações de oxidação ocorram. Considerando o modo de alimentação intermitente e a insaturação do meio, o cálculo do TDH e do fluxo de oxigênio, somente é possível pela solução computacional de equações diferenciais parciais em regime transiente (KADLEC e WALLACE, 2009 e PETIJEAN et al, 2012).

O modo de alimentação intermitente é caracterizado pelos seguintes parâmetros: carregamento hidráulico diário, que é a razão entre o volume de líquido aplicado diariamente e área superficial do sistema ( $C_{HID}$  em  $mm/dia$ ), pelo número de pulsos diários em que  $C_{HID}$  é fracionado (Número de Pulsos - NP), pela taxa hidráulica específica, que representa a razão entre a vazão instantânea da bomba de alimentação e a área superficial do sistema (THE em  $L/m^2.min$ ), pelo tempo de duração do pulso (TP em minutos), pelo volume específico do pulso, que é a razão entre o volume total aplicado em um pulso e área superficial do sistema (VE em  $L/m^2$ ) e pelo intervalo entre os pulsos ( $\Delta T$  pulso em horas).

Os parâmetros operacionais THE e VE determinam a variação temporal e espacial da umidade relativa do meio filtrante ( $\Theta$ ). Esta por sua vez influencia a velocidade de infiltração, que é determinante sobre o fluxo convectivo de ar/oxigênio e sobre o tempo de permanência do líquido no meio filtrante (TDH).

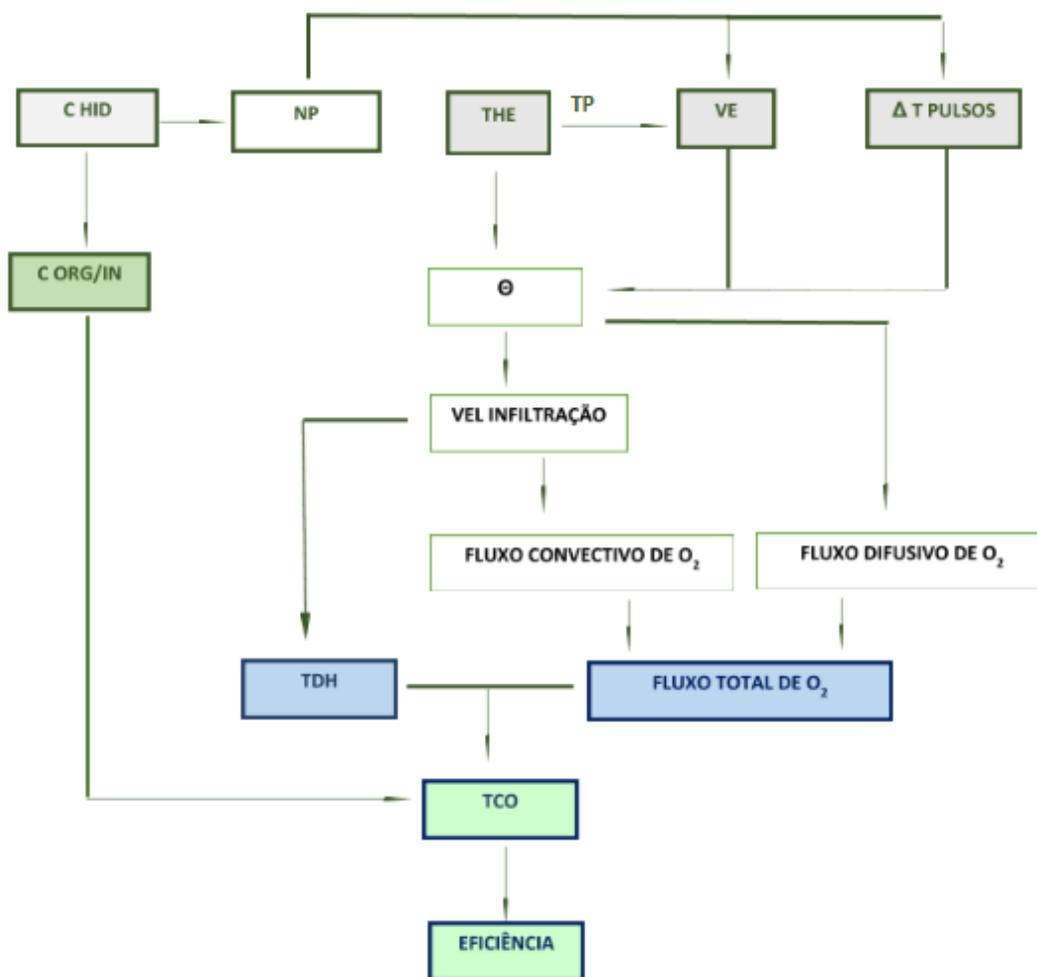
O parâmetro  $\Delta T_{PULSOS}$ , determina o valor de  $\Theta$  no início de cada pulso, pois quanto maior o valor de  $\Delta T_{PULSOS}$ , menor será o valor de  $\Theta$ . Como consequência deste menor valor de  $\Theta$ , maiores serão os fluxos convectivo de ar/oxigênio (FORQUET et al, 2009) e difusivo (KAISER e KUNST, 2005).

Do exposto acima pode-se inferir que os parâmetros VE, THE e  $\Delta T_{PULSOS}$ , influenciam o fluxo total de oxigênio (soma dos fluxos convectivo e difusivo) e o valor de TDH. A disponibilidade de oxigênio e o tempo de contato efluente biofilme (estimado por TDH), conjuntamente com os carregamentos orgânicos e inorgânicos aplicados ( $C_{ORG/IN}$ ), determinam a taxa de consumo de oxigênio (TCO), que é uma medida da eficiência do sistema em oxidar compostos orgânicos e inorgânicos.

É preciso considerar ainda que as varrições de  $\Theta$  são fortemente influenciadas pelas características granulométricas do material filtrante. Devido as dificuldades de cálculo, a maioria das diretrizes para projeto de unidades wetlands de fluxo vertical é omissa no que se refere ao modo de alimentação, apesar de sua influência sobre a eficiência deste tipo de tratamento. Somente em 2017, as novas diretrizes para projeto de unidades wetlands, publicadas pela DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) passaram a incluir recomendações sobre VE e THE e  $\Delta T_{PULSOS}$ . (NIVALA et al, 2018).

A adaptação da diretriz alemã às condições de clima tropical constitui ainda questão a ser melhor esclarecida. Na figura 1, é possível sintetizar as relações existentes entre o modo de alimentação o carregamento orgânico e inorgânico e a TCO.

Figura 1 - Relações entre modo de alimentação, carregamento orgânico /inorgânico e TCO.



**Referências:**

FORQUET, N.; WANKO, A.; MOSÉ, R.; SADOWSKI, A.G. Diphasic modelling of vertical flow filter. *Ecological Engineering* v.35 p. 47-56 ,2009.

KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D. *Treatment Wetlands*. 2 ed. Taylor & Francis, 2009.

KAYSER, K.; KUNST, S. Processes in vertical-flow reed beds: nitrification, oxygen transfer and soil clogging. *Water Science & Technology*, v. 51, n.9, p 177-184, 2005.

NIVALA, J.; VAN AFFERDEN, M.; HASSELBACH, R. The new German standard on constructed wetland systems for treatment of domestic and municipal wastewater. *Water Science And Technology*, [s.l.], v. 78, n. 11, p.2414-2426, 28, 2018.

PETITJEAN, A.; FORQUET N.; WANKO, A; LAYURENT, J.; MOLLE, P.; MOSÉ R.; SADOWSKI, A. Modelling aerobic biodegradation in vertical flow sand filters: Impact of operational considerations on oxygen transfer and bacterial activity. *Water Research*, v. 46, n. 7, p.2270-2280, 2012.

SANTOS, M.O. Otimização de wetland construído vertical empregado no tratamento de esgoto sanitário. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.



# Wetlands Brasil

---

## RESUMOS DE TRABALHOS ACADÊMICOS

---

Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC  
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

---

### Influência da saturação de fundo e do carregamento orgânico no desempenho de wetland vertical aplicado ao tratamento de esgoto doméstico bruto

---

Luis Gustavo Marchioro<sup>1</sup>, Delmira Beatriz Wolff<sup>2</sup>, Samara Terezinha Decezaro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria (PPGEC - UFSM).

<sup>2</sup>Docente do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Santa Maria (DESA - UFSM).

<sup>3</sup>Docente do Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen (DETA - UFSM).

Os wetlands construídos de fluxo vertical (WCFV) são sistemas naturais, de baixo custo e que apresentam relativa simplicidade operacional, tornando essa tecnologia atrativa ao tratamento de efluentes de forma descentralizada, encaixando-se bem às necessidades de pequenas comunidades. Esses sistemas apresentam uma boa remoção de matéria orgânica carbonácea e significativa nitrificação. Contudo, a remoção de nitrogênio total é limitada nesses sistemas. Uma alternativa para essa limitação consiste na saturação de uma camada do leito filtrante objetivando a formação de um ambiente anóxico e assim tornar mais eficiente o processo de desnitrificação. O objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho de sistemas em escala piloto de WCFV tradicionais e sistemas adaptados com fundo saturado no tratamento de esgoto doméstico bruto. O experimento foi operado por 339 dias, monitorado por 218 dias e consistiu na utilização de colunas de PVC com 0,031 m<sup>2</sup> de área superficial, preenchidas com brita, transplantadas com *Canna sp.*, alimentados 5 vezes ao dia, por 3,5 dias na semana, com o mesmo tempo destinado a repouso (sem alimentação). O desempenho das colunas foi avaliado para três taxas de aplicação hidráulica - TAH (40, 70 e 100 mm d-1), com os respectivos carregamentos orgânicos médios de 49, 86 e 123 g DQO m<sup>-2</sup> d-1, em duas condições: drenagem livre (DL) e fundo saturado (FS) correspondendo a 1/3 do leito (25cm/75cm), totalizando assim, 6 colunas avaliadas, as quais foram nomeadas como DL1 e FS1 (40 mm d-1), DL2 e FS2 (70 mm d-1) e DL3 e FS3 (100 mm d-1). Verificou-se melhor desempenho na remoção de DQO para as colunas com fundo saturado (96, 95 e 93 % para FS1, FS2 e FS3, respectivamente), comparadas às colunas de drenagem livre (86, 84 e 78 % para DL1, DL2 e DL3, respectivamente). Também foi observado melhor desempenho na remoção de NT nas colunas FS (94, 87 e 79 % para FS1, FS2 e FS3, respectivamente), comparadas às colunas DL (80, 73 e 63 %, para DL1, DL2 e DL3, respectivamente). Com a elevação das TAH foi observada uma limitação para as colunas de fundo saturado na remoção de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, tendo FS3 apresentado desempenho inferior a DL3 para esse parâmetro. A elevação das TAH demonstrou influenciar o acúmulo de material sólido na superfície e também o desenvolvimento da vegetação, onde ao término do período de operação, as colunas apresentaram um acúmulo médio de lodo na superfície de 0,128, 0,272 e 0,467 kg m<sup>-2</sup> para os pares DL1/FS1, DL2/FS2 e DL3/FS3, respectivamente, bem como uma produção média de biomassa vegetal de 1,70, 2,78 e 4,74 kg m<sup>-2</sup>. A partir da realização deste experimento conclui-se que a adaptação de saturação de fundo exerce um papel importante na operação de WCFV, sendo capaz de incrementar substancialmente o desempenho desses sistemas quando aplicados ao tratamento de esgoto doméstico bruto.

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS DA 12ª EDIÇÃO

---

Prezados amigos e amigas.

Neste momento tão delicado que estamos passando, onde nosso maior bem que é a nossa saúde está sob ameaça, esperamos que esta 12ª edição do Boletim encontre todos bem, assim como seus familiares.

Estamos aprendendo a produzir de formas muito distintas daquelas que estávamos acostumados, destacando-se o trabalho no formato de *home office*, reuniões por videoconferências, *webinars*, discussões em por meio de *lives* nas mídias sociais, atividades de ensino remotas, e por aí vai...

Contudo, ainda temos nossas pesquisas em campo, nossos projetos para implantar, nossas estações de tratamento para operar, de onde precisamos nos ater aos cuidados com nossa proteção pessoal e daqueles que nos cercam.

Percebemos o cancelamento e a postergação de inúmeros eventos e encontros técnicos, destacando-se aqui em especial a nossa V Conferência Panamericana de Sistema Humedales para el Tratamiento y Mejoramiento de La Calidad del Agua, a qual estamos preparando com muito carinho e, agora, com a preocupação máxima relativo à saúde de todos os participantes. Para tanto, postergamos nossa conferência para as datas de 28 a 31 de abril de 2021, e esperamos que até lá todos possamos nos encontrar presencialmente em Florianópolis/SC. Pedimos que acessem o site oficial do evento para maiores esclarecimentos <https://www.conferenciahumedales2020.com.br/>

Destacamos ainda, a real possibilidade de postergação da nossa 5ª edição do Simpósio Brasileiro de Wetlands Construídos, previamente programado para ocorrer no primeiro semestre de 2021 por meio da organização dos nossos colegas da UNISC, sob a coordenação do Professor Ênio Leandro Machado, do qual tivemos o prazer de entrevistar nessa edição. Lembramos também, que o sucesso desse grupo remete-se a união e esforço do mesmo. Dessa forma, estamos à disposição para sugestões e contribuições de todos.

Atenciosamente,

Equipe *Wetlands* Brasil.