

Abertas as inscrições para o ciclo de palestras "Os desafios do Saneamento"

Iniciativa e patrocínio:



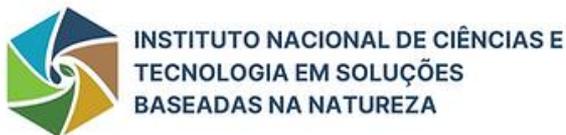
Realização:





Sistemas Baseados na Natureza (SbN) para tratamento de esgoto descentralizado

NATURE-BASED SOLUTIONS (NBS)



UFES

Dra. Daniele Damasceno Silveira
Prof. UFES

danidamasceno28@gmail.com

Soluções baseadas na natureza (NBS) referem-se à gestão e uso sustentável da natureza para enfrentar os desafios socioambientais.

Os desafios incluem:

- ✓ mudanças climáticas,
- ✓ segurança hídrica,
- ✓ poluição da água,
- ✓ segurança alimentar,
- ✓ saúde humana e
- ✓ gerenciamento de risco de desastres.





- ✓ urbanização insustentável;
- ✓ questões relacionadas à saúde humana;
- ✓ degradação e perda de capital natural e do ecossistema;
- ✓ serviços que presta (ar limpo, água e solo);
- ✓ mudanças climáticas e um aumento alarmante dos riscos de desastres naturais.



“urban-green”



- ✓ Água urbana;
- ✓ Sistema de Águas Residuárias e Esgoto;
- ✓ Drenagem urbana;
- ✓ Água potável e abastecimento de água.

“Uma NBS pode imitar os processos naturais e se basear em conceitos de gestão de águas totalmente operacionais que visam melhorar simultaneamente a disponibilidade e a qualidade da água”.

Renaturalização do canal



Pavimentação verde



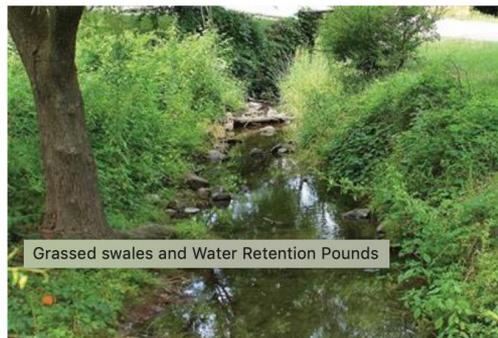
Floodable park - parque inundável



Jardins de chuva



Valas

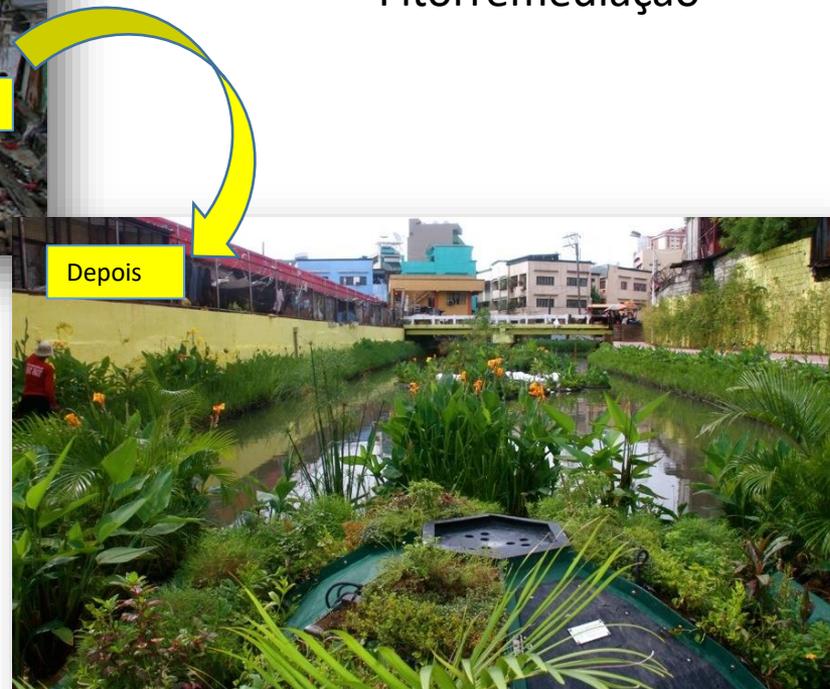


Urban catchment forest –
floresta de captação urbana





Fitorremediação



- Conscientização social
- Políticas públicas
- Incentivos e financiamentos
- RH especializado para elaboração de projetos
- Uso de sistemas naturais



<https://wildmile.org/>

Wild Mile Chicago

The World's First-Ever Floating Eco-Park

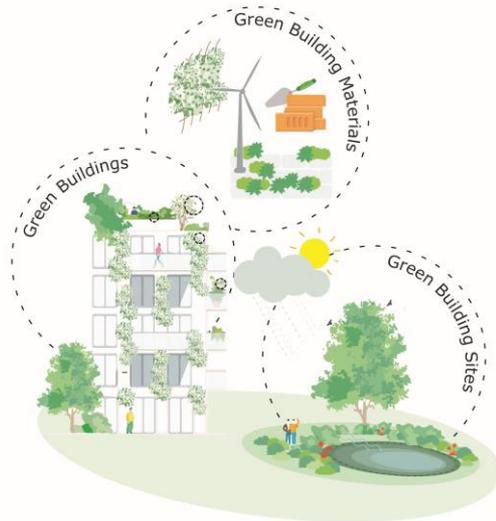
Native Plantings
Plants which originally belong to Illinois help feed native insects which provide food for native birds, mammals and fish



Suspended Roots
Roots hang directly in the water and provide habitat for fish as well as filtering river water



Escalas de implementação de NBS no ambiente construído



Os principais aspectos dos green buildings incluem:

- Eficiência Energética
- Gestão da Água
- Materiais Sustentáveis
- Qualidade do Ambiente Interno
- Gestão de Resíduos
- Infraestrutura Verde



A certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

URBAN GreenUP

is a EU-funded project which aims at developing, applying and validating a methodology for Renaturing Urban Plans to mitigate the effects of climate change, improve air quality and water management and increase the sustainability of our cities through innovative nature-based solutions.

DISCOVER
THE RESULTS



Discover some of the NBS in our Frontrunners cities

<https://www.youtube.com/channel/UCVN8vKhjFwtfS2QYLFqxMww>

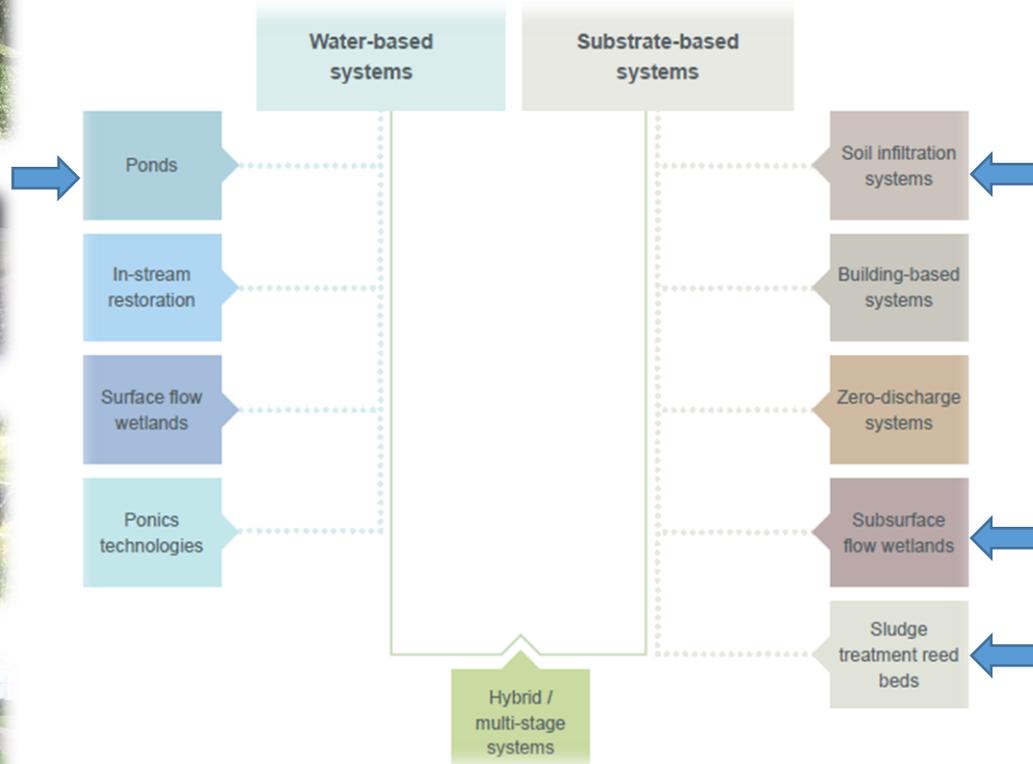
https://www.youtube.com/watch?v=Lx7X0WyMnwk&t=5s&ab_channel=URBANGreenUP

Milhões de pessoas sem saneamento
Zona Urbana e Rural



Como Universalizar o Saneamento em nosso país?

SBN aplicáveis ao tratamento de esgoto...



Downloaded from <http://iwaponline.com/ebooks/book-pdf/915777/wio9781789062267.pdf>



Sistemas de Tratamento Wetlands – Wetlands Construídos

Tratamento combinado - esgoto e águas pluviais

Wetlands and the Built Environment: Building a Sustainable Future



<https://iwa-network.org/wetlands-and-the-built-environment-building-a-sustainable-future/>

A aplicação de Paredes Verdes

Ecological Engineering 169 (2021) 106321



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Ecological Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecoleng



Review

Green walls: A form of constructed wetland in green buildings

Olivia Addo-Bankas ^{a,b}, Yaqian Zhao ^{a,b,*}, Jan Vymazal ^c, Yujie Yuan ^b, Jingmiao Fu ^b, Ting Wei ^{a,d}

^a State Key Laboratory of Eco-Hydraulics in Northwest Arid Region, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, PR China

^b Department of Municipal and Environmental Engineering, Faculty of Water Resources and Hydroelectric Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, PR China

^c Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic

^d Chemical Engineering Department, University of Alcalá, Madrid, Spain



<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106321>

Economia circular



Fig. 3. An illustration of multiple roles of green walls in urban development. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

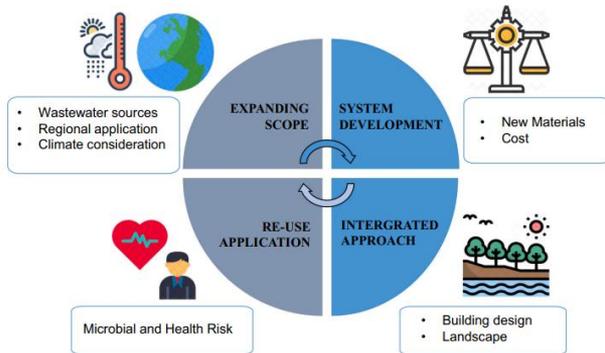


Fig. 4. A summary of future perspectives.

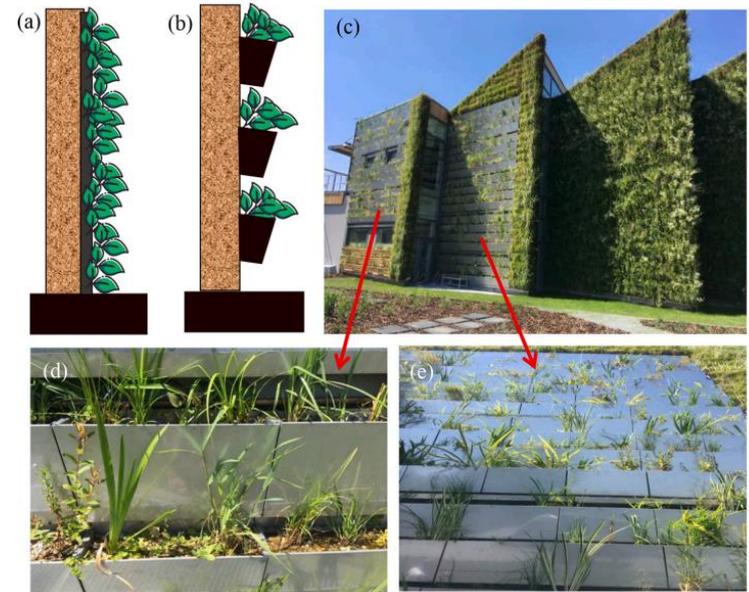
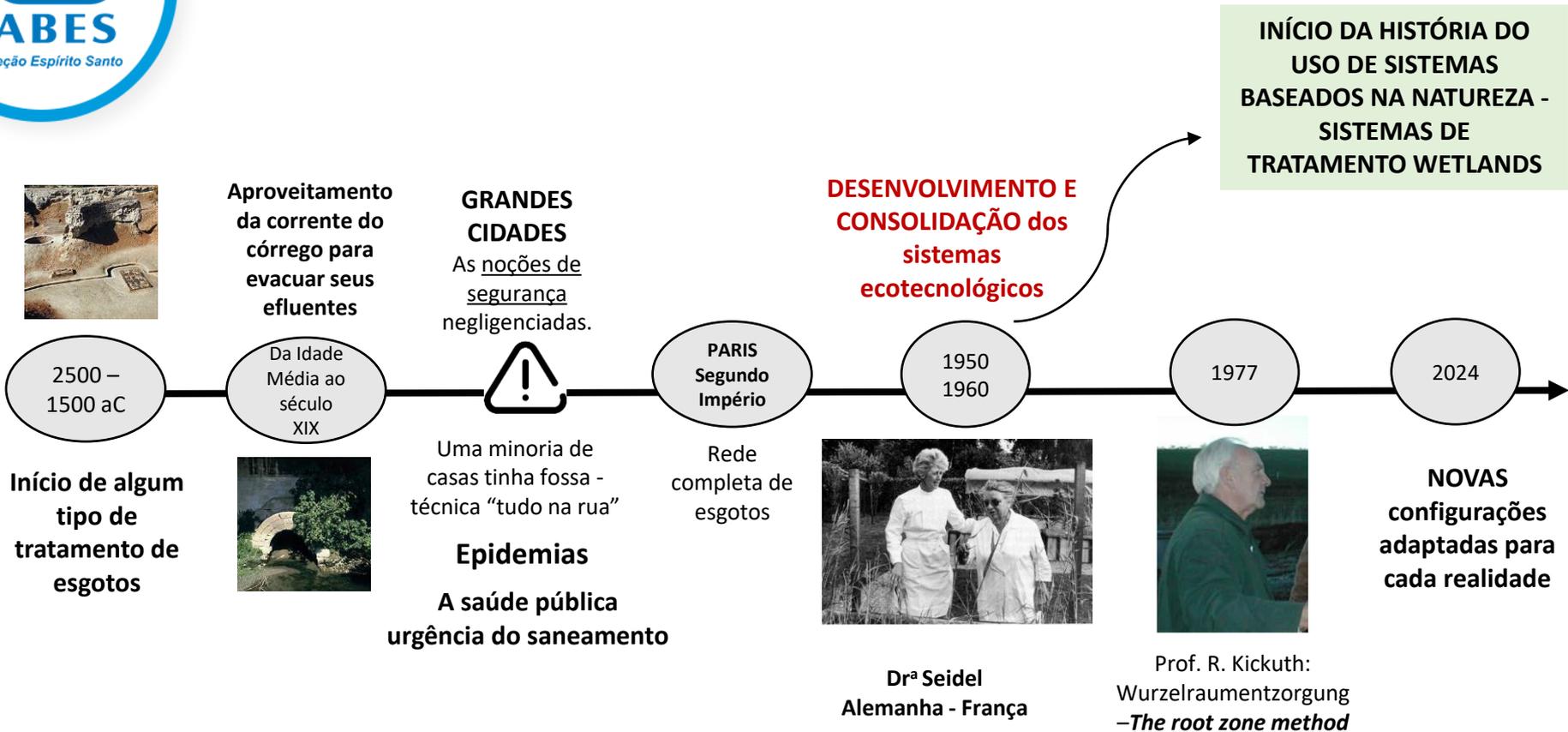
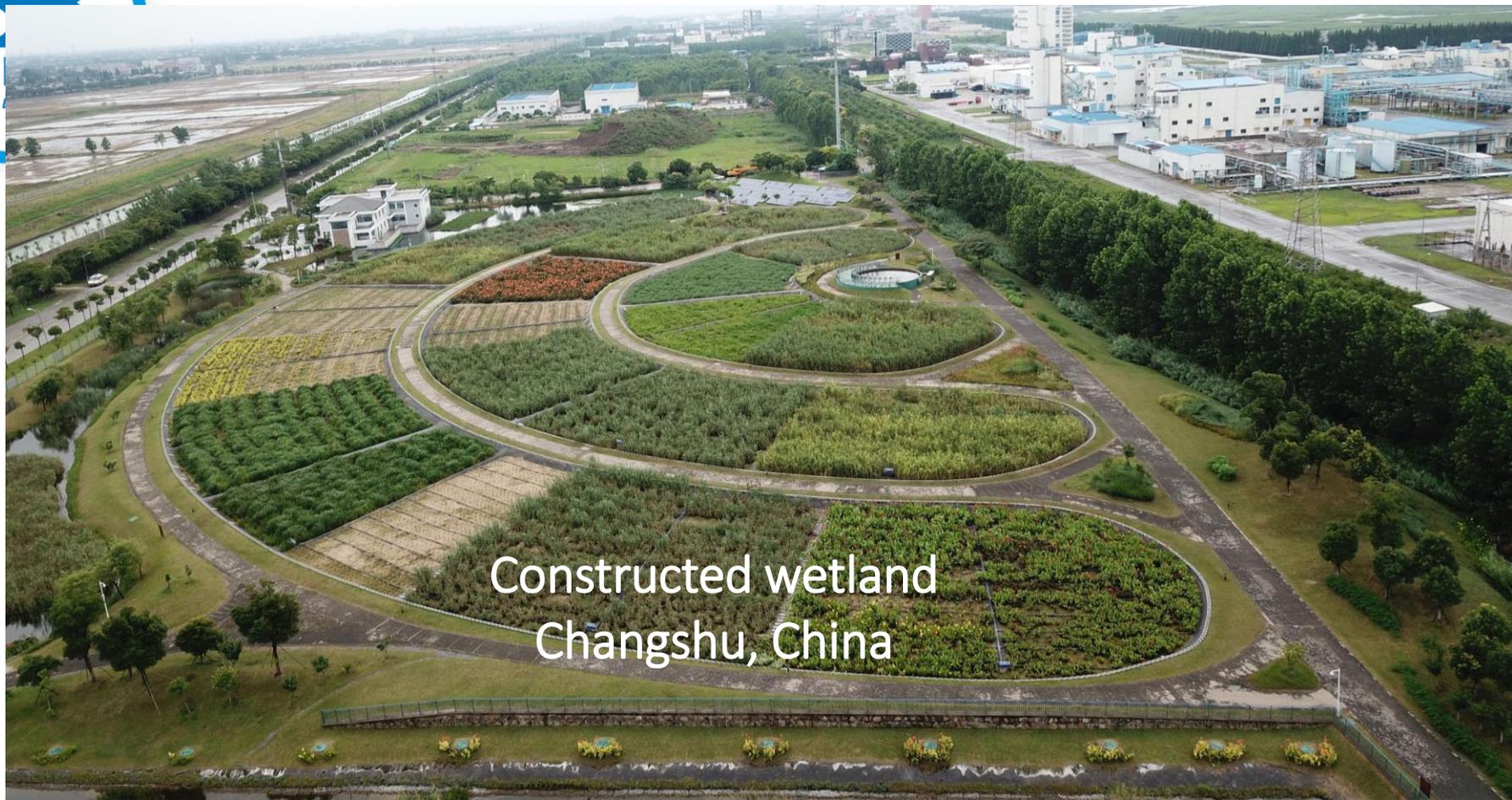


Fig. 2. Schematic diagram and images of living walls: (a) Continuous living wall; (b) Modular living wall; (c) Continuous living wall at the premises of Liko-S company, Slavkov, Czech Republic (photo Jan Vymazal); (d) Part of living wall (c); (e) Close look of the wall.

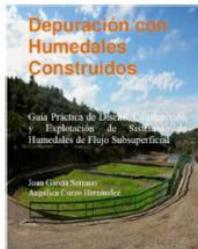
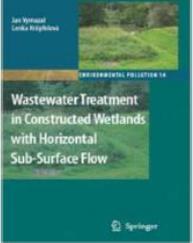
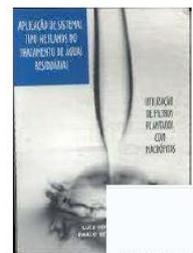
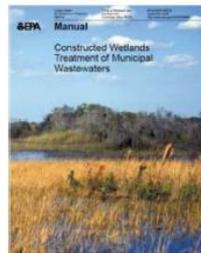
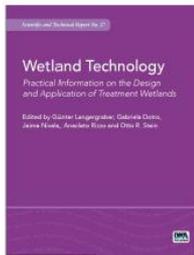








Constructed wetland
Changshu, China



Uma tecnologia consolidada no mundo!!

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
17076

Primeira edição
26.04.2024

Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte — Requisitos

Design Small domestic wastewater treatment systems — Requirements



ABNT/CB-177
PROJETO ABNT NBR 17076
OUT 2022

Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte — Requisitos

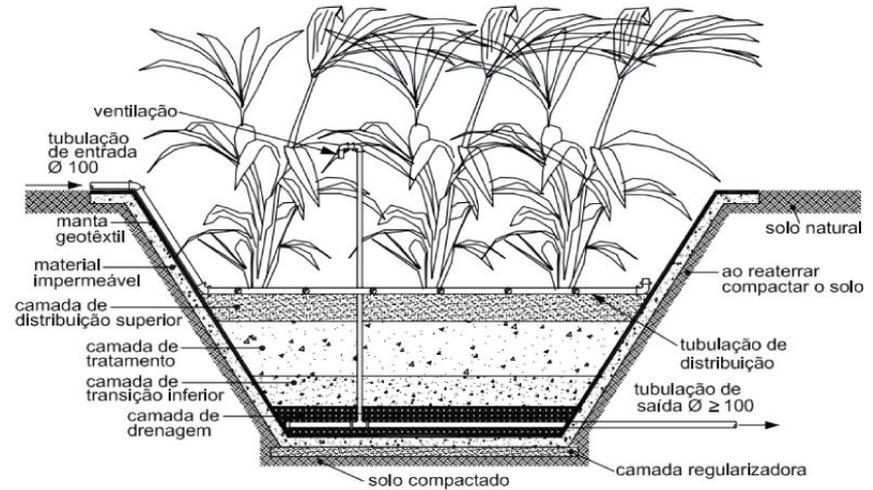
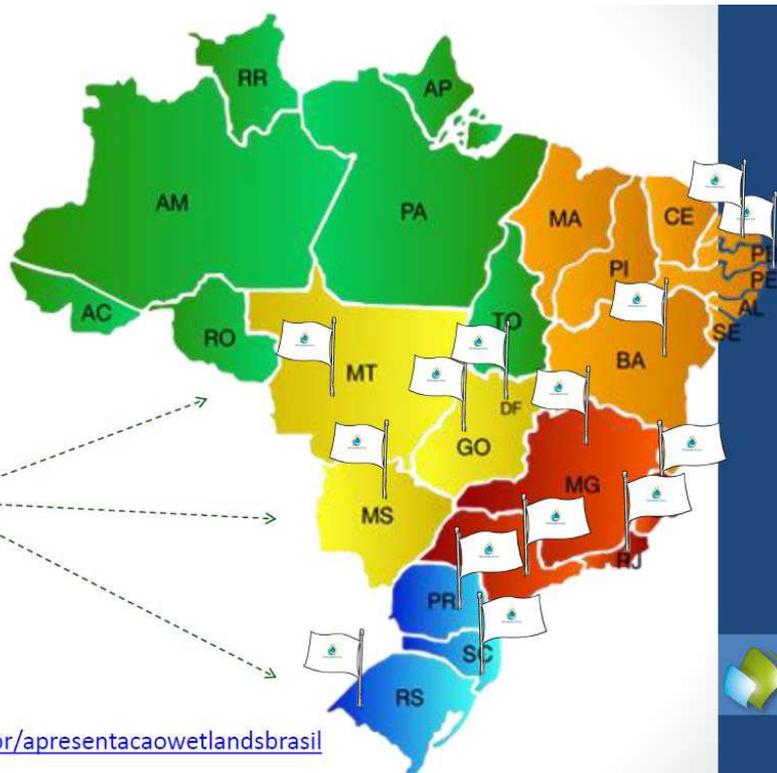


Figura H.1 – Esquema representativo de *wetland* construído de fluxo vertical

Aplicação dos Sistemas de Tratamento Wetlands no Brasil

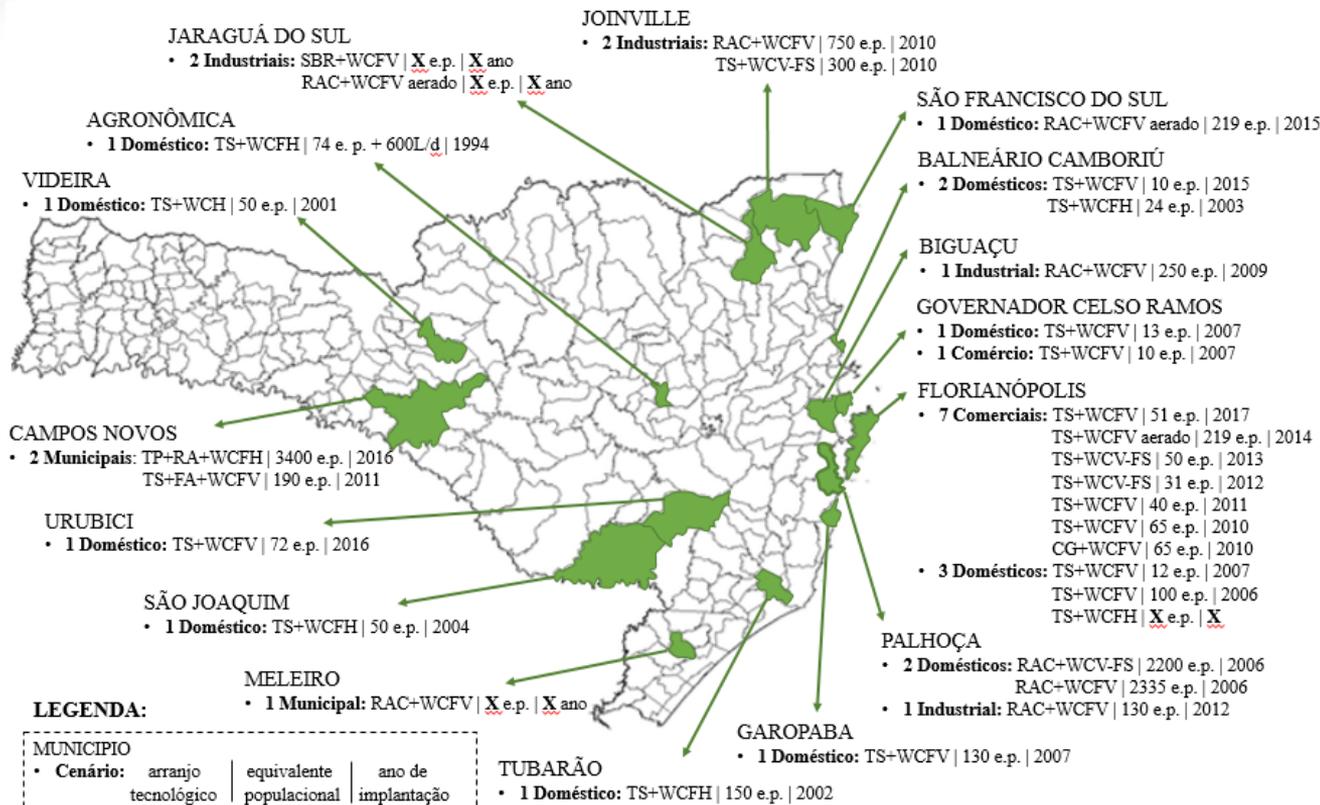
Aplicação
dos WC
no Brasil



<https://gesad.ufsc.br/apresentacaowetlandsbrasil>

Acervo:

Aplicação em SC...



<https://gesad.ufsc.br/>

COPYRIGHT



Amplamente empregados | Saneamento descentralizado | Diversos tipos de efluentes



“Próximo da fonte geradora”

Com base em seu **design flexível**, os wetlands construídos podem ser facilmente construídos na maioria dos locais:

No lote (**individual**) = residencial



Esgotamento **centralizado**!
Pequenas coletividades - conjuntos residenciais



substituindo assim outros métodos, como fossas sépticas, que possuem riscos potenciais de contaminação de águas subterrâneas e necessitam de esvaziamento regular.

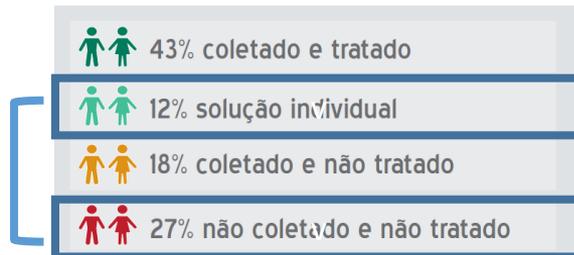
No lote = Comercial

Esgotamento Descentralizado





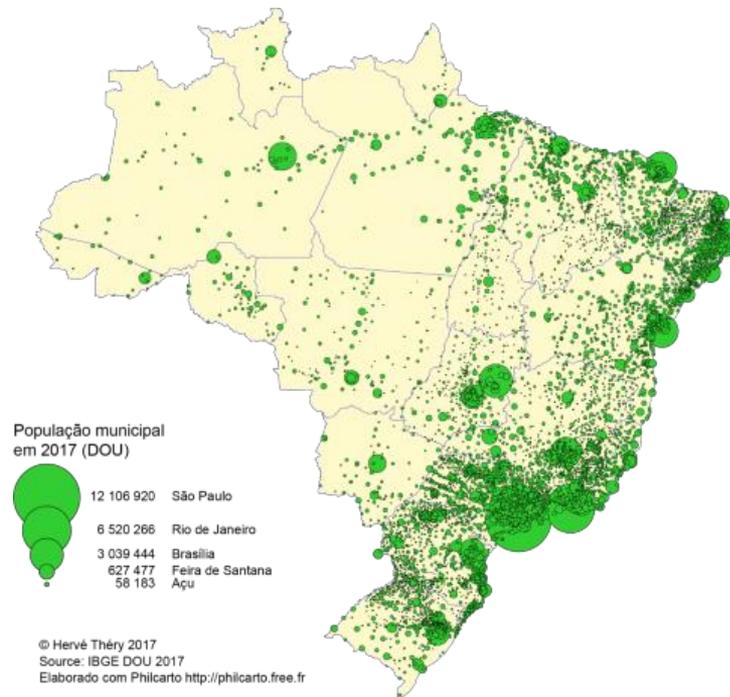
CENÁRIO BRASILEIRO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS



DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO NO BRASIL

298 municípios	5% superior a 100 mil Hab
340 municípios	6% entre 100 mil e 50 mil Hab
1.621 municípios	29% entre 50 mil e 15 mil Hab
3.311 municípios	59% abaixo de 15 mil Hab

São geralmente empregados para faixas populacionais de até 20.000 hab.





Para áreas rurais, remotas e montanhosas, onde geralmente não existe rede de esgoto nem a população é atendida por uma ETE centralizada.

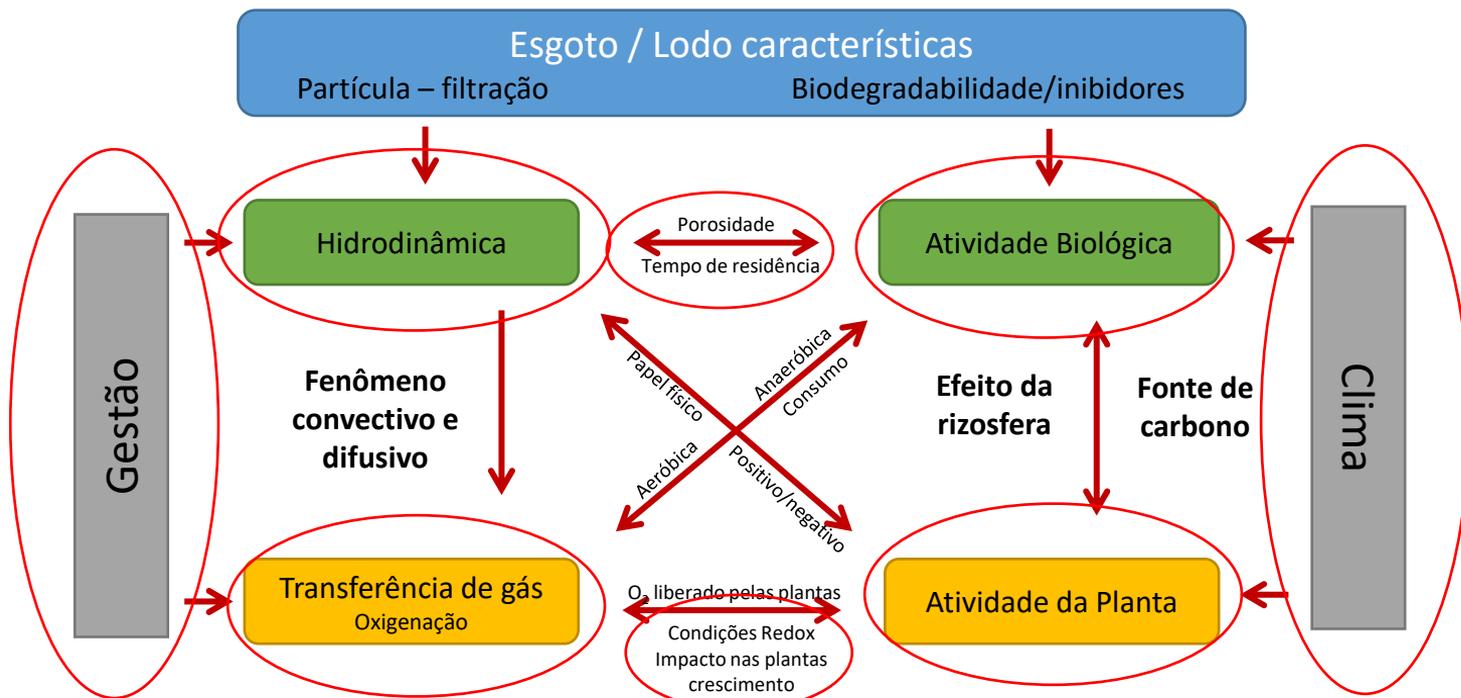
os CWs são uma alternativa extremamente adequada do ponto de vista econômico e ambiental.

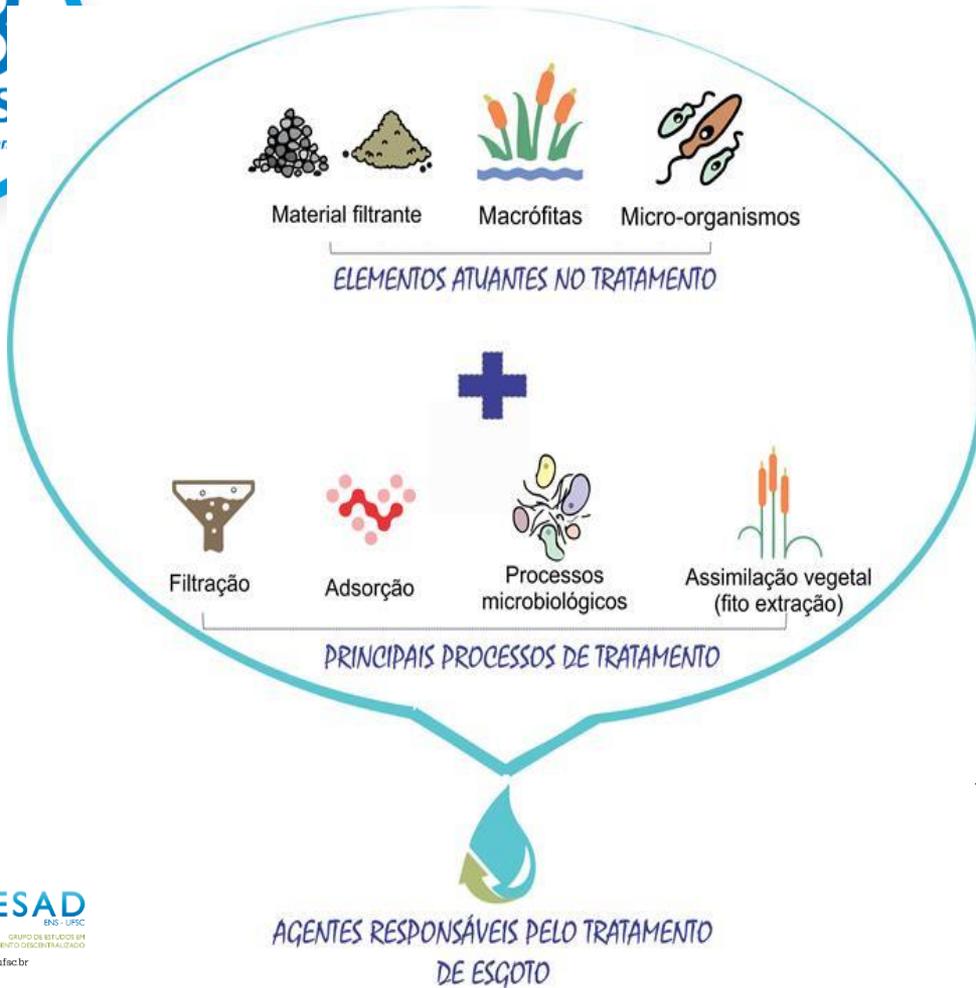


Mas afinal, o que é um Sistema Wetlands – Construído?

Quem atua no tratamento?

São **sistemas complexos** de tratamento de águas residuárias que possuem um conjunto diversificado de vias de remoção de poluentes e patógenos.





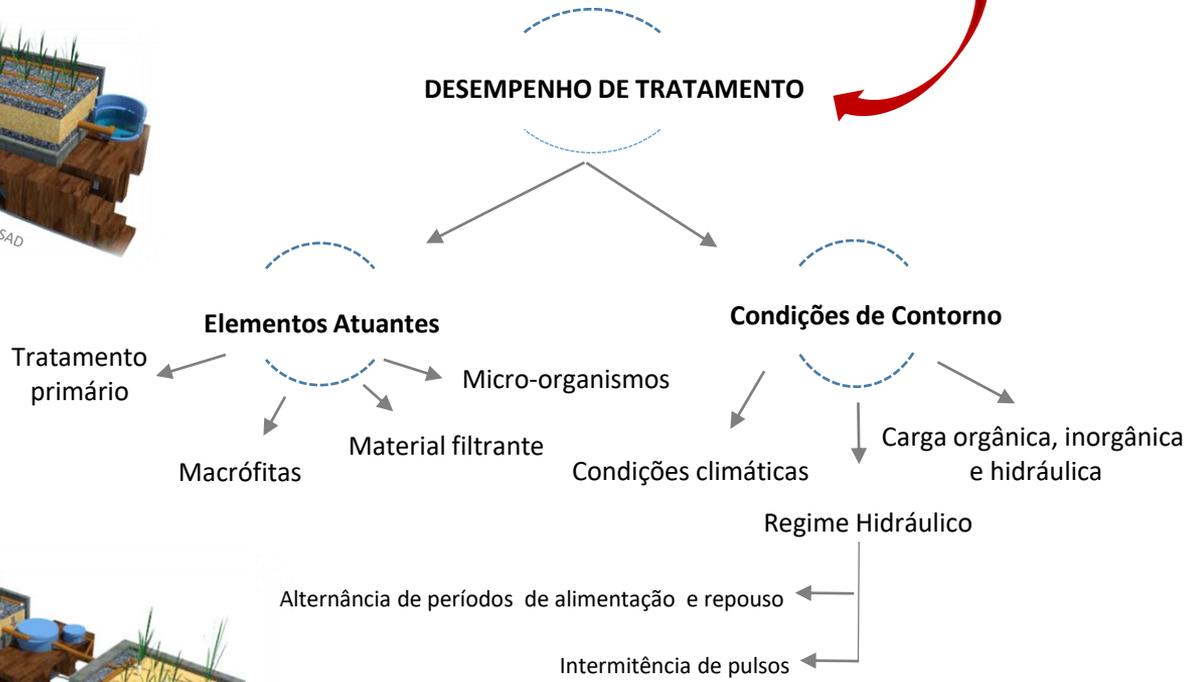
PARA CADA APLICAÇÃO UMA ENGENHARIA ESPECÍFICA!

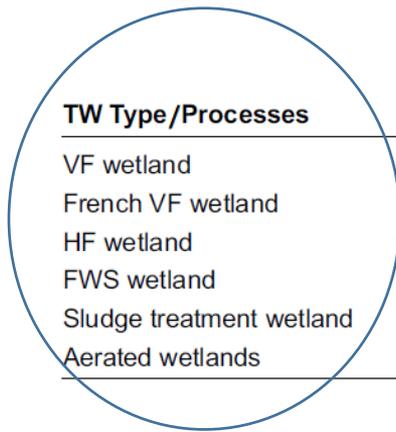
- ✓ Taxas de aplicação e carregamento
 - ✓ Requisitos de área
- ✓ Composição do meio suporte
 - ✓ Tipo de escoamento
 - ✓ Regime de alimentação
- ✓ Tempo de Detenção Hidráulico
- ✓ Mecanização parcial (aeração forçada)
 - ✓ Tipo de vegetação

Acervo:

Elementos atuantes e Condições de contorno

➔ **Dimensionamento**





TW Type/Processes	Sedimentation	Filtration	Aerobic Degradation	Anaerobic Degradation	Nitrification	Denitrification	Adsorption	Sorption	Precipitation	Plant Uptake	Evaporation	Biomass Production	Creation of Habitats
VF wetland		++	++		++		+	+				+	+
French VF wetland	+	++	++		++		+					+	+
HF wetland		++	o	++		o	+	+	o		+	+	+
FWS wetland	++	+	+	+	+	+			o	+	o	+	++
Sludge treatment wetland	+	++	++								++		+
Aerated wetlands		++	++		++		+		o			o	o

Outros aspectos como:

- Operação e Manutenção (O&M),
- construção,
- monitoramento e,
- desativação do Sistema.



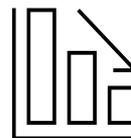
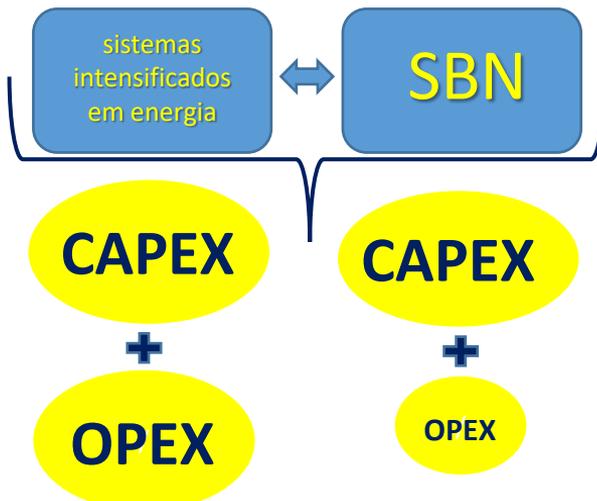
VANTAGENS

- ✓ Engenharia simples;
- ✓ Segurança operacional;
- ✓ Mecanismos puramente naturais;
- ✓ **Elevada eficiência;**
- ✓ Produção de água de reuso;
- ✓ Não há mecanização;
- ✓ Baixa demanda energética;
- ✓ **Não há geração de odores e liberação de gases tóxicos;**
- ✓ Não há geração de subprodutos perigosos;
- ✓ Não há geração de lodos*;
- ✓ ***TRATAMENTO DE LODO;**
- ✓ Sem adição de químicos;
- ✓ Possibilidade de utilizar material local;
- ✓ Resiliência: Aceitação de sobrecargas hidráulicas e orgânicas para o WFV sem efeitos adversos significativos na qualidade do efluente;
- ✓ Não há depreciação das áreas de entorno;
- ✓ Ícone de marketing ambiental;
- ✓ vida útil prolongada, mostrando também a tendência de aumentar sua capacidade de tratamento com o tempo.

$$\text{SbN: TOTEX} = \text{CAPEX} + \text{OPEX}$$

✓ Custos de implantação competitivos – CAPEX;

✓ Baixo custo de operação – OPEX;



Carbono

ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO SUSTENTAVEL
CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - CONSEMA
SECRETARIA EXECUTIVA

RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 182, DE 06 DE AGOSTO DE 2021.

Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de efluentes sanitários de sistemas públicos de tratamento, operados por ente público ou privado. (Redação dada pela Resolução CONSEMA nº.180, de 2022).

Nitrogênio

Fósforo

Patógenos

Fármacos

Emergentes...



ARTIGO ORIGINAL

Avaliação de desempenho e custos aplicada aos *wetlands* construídos e tecnologias normatizadas empregadas no tratamento descentralizado de esgoto

Evaluation of treatment performance and costs applied to constructed wetlands and standardized technologies for decentralized wastewater treatment

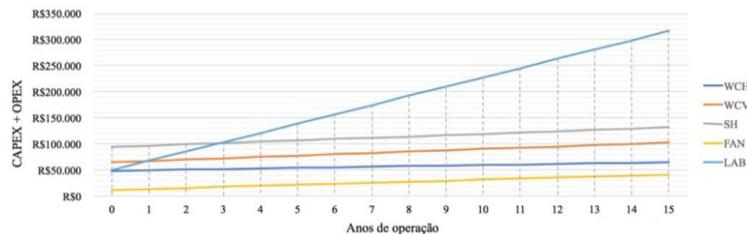
• Data de entrada:
30/01/2020
• Data de aprovação:
04/01/2021

Amanda Kempf Schroeder¹ | Catiene Pelissari¹ | Luciane Dusi Pereira¹ | Pablo Helmo Sezerino¹ DOI: <https://doi.org/10.36658/ides.2022.036>

ORCID ID
Schroeder AK <https://orcid.org/0000-0001-5287-1682>

Pelissari C <https://orcid.org/0000-0002-2393-6771>
Sezerino PY <https://orcid.org/0000-0002-2249-0878>

CAPEX + OPEX values for 150 EP over 15 Years (in R\$)



O que fazer diante da necessidade de área maior?



Mas o que seria essa área maior?
Comparado a quem?
Em qual contexto?



Equivalente
Populacional
alto.

Constructed wetland
Changshu, China

Chapter 5

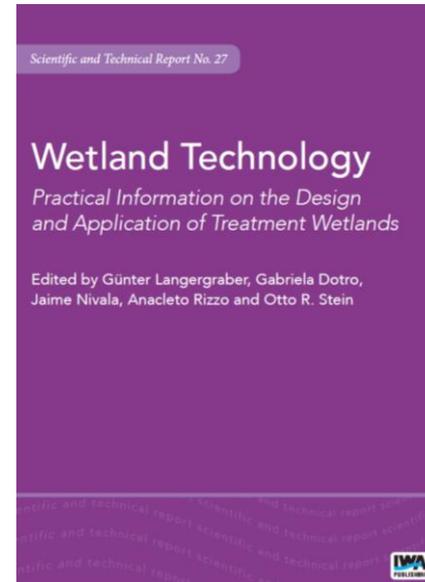
Practical information on design of specific wetland types and typical pitfalls

5.1 INTRODUCTION

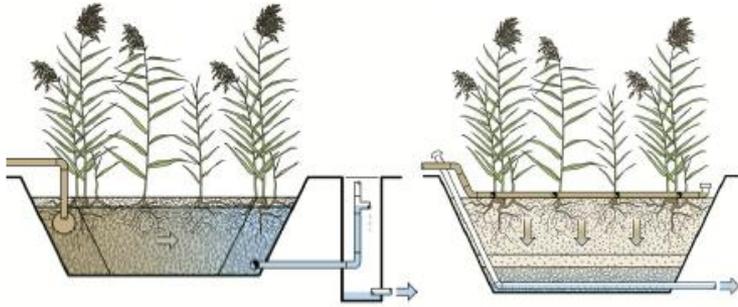
Design manuals and guidelines are available from a number of sources worldwide, providing recommendations on all aspects of wetland design, operation and maintenance. The purpose of this chapter is to move away from specific guidelines and provide a summary of collective practical experience with different TW types by practitioners and researchers from around the world. The information is organised based on TW type rather than treatment application, to highlight key elements relevant to each configuration. The TW types covered are:

- VF wetlands
- French VF wetlands
- HF wetlands
- FWS wetlands
- Sludge treatment wetlands
- Aerated wetlands
- Fill-and-drain wetlands
- Floating treatment wetlands
- Willow systems
- Use of reactive media for enhanced P removal
- Multi-stage wetlands.

- Fluxo Horizontal
- Fluxo Vertical
- Fluxo Vertical francês
- Wetlands para tratamento de LODO – UGL
- CSO Treatment Wetland (esgoto combinados = esgoto sanitário + águas pluviais)
- Híbrido - MULTI-STAGE WETLANDS
- Arranjos CONSOLIDADOS
-

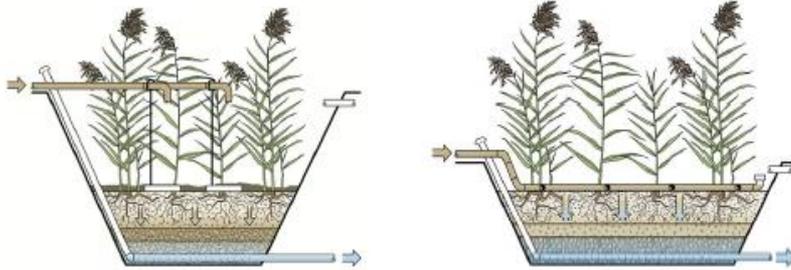


Sistemas de Fluxo Horizontal passivo (HF)



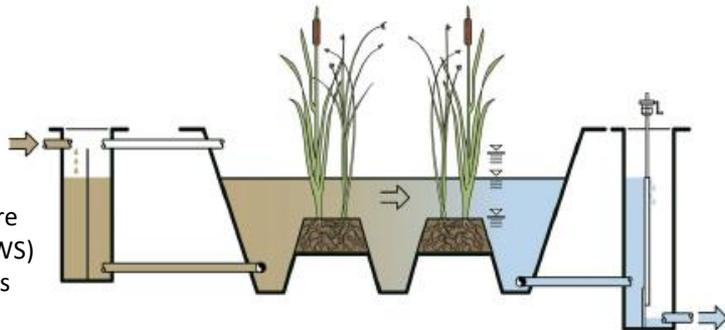
Fluxo vertical não saturado (VF)

Fluxo Vertical francês Primeiro estágio



Fluxo Vertical francês segundo estágio

Superfície de água livre
Free Water Surface (FWS)
surface flow wetlands



BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT SERIES

VOLUME 7

TREATMENT WETLANDS

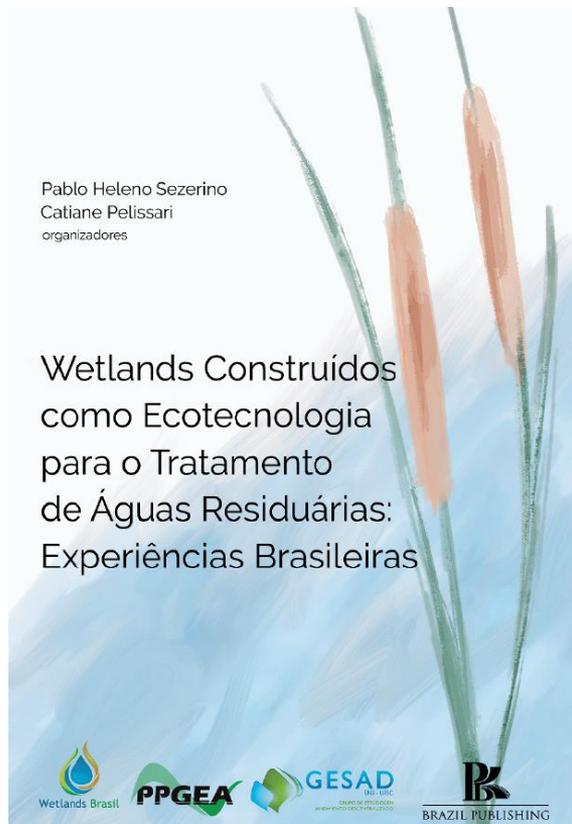
Gabriela Dotro, Günter Langergraber,
Pascal Molle, Jaime Nivala,
Jaume Puigagut, Otto Stein,
Marcos von Sperling





Livros para download

gesad.ufsc.br



Wetlands Brasil

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

Edição Especial

**DIMENSIONAMENTO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO BRASIL.
DOCUMENTO DE CONSENSO ENTRE PESQUISADORES E
PRATICANTES.**

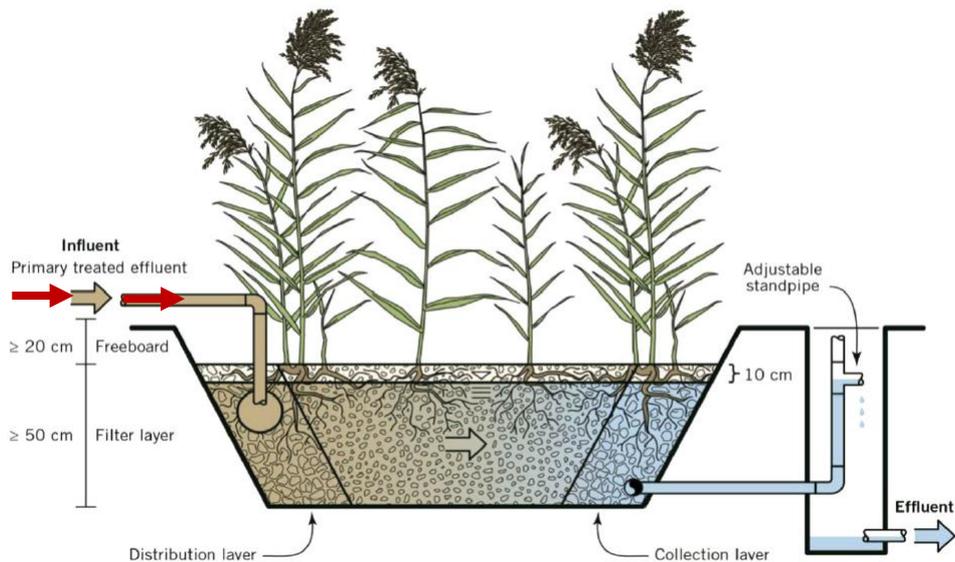
Elaboração:

Marcos von Sperling (UFMG) e Pablo H. Sezerino (UFSC)

DEZEMBRO/2018

Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias
Publicação online Boletim Wetlands Brasil – Edição Especial – Dezembro/2018 – ISSN 2359-0548

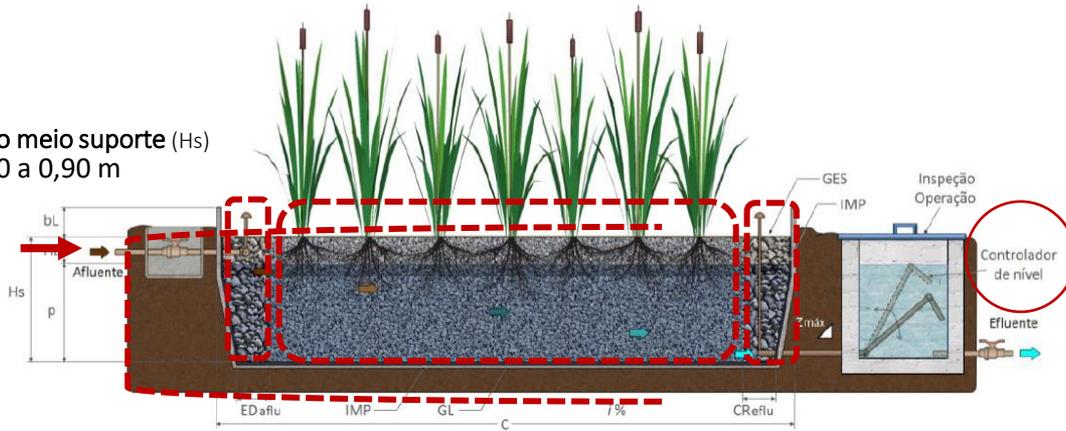
Wetlands de fluxo horizontal



- ✓ Cascalho ou areia grossa em vez de solos ricos em argila;
- ✓ As águas residuárias passam horizontalmente através de um meio poroso;
- ✓ **Tratamento secundário e terciário** de águas residuárias domésticas, e uma variedade de efluentes industriais.

O escoamento predominante do líquido ocorre de forma horizontal, ao longo da seção longitudinal

Altura do meio suporte (H_s)
0,50 a 0,90 m



zona de entrada

0,5 e 1,0 m

Brita

zona principal

- brita 0 (4,8 a 9,5 mm)
- brita 1 (9,5 a 19 mm)
- brita 2 (19 a 25 mm)

Brita ou
cascalho

zona de saída

0,5 e 1,0 m

Brita

- brita 4 (50 a 76 mm)
- pedra de mão (granulometria superior a 76 mm)

- ✓ nível do líquido fica abaixo do nível superior do material filtrante;
- ✓ Meio saturado hidráulicamente, em que os espaços vazios entre os grãos do meio suporte estão preenchidos pelo líquido em tratamento;
- ✓ A distribuição e coleta de águas residuárias é de importância crítica para garantir que os poluentes entrem em contato com os microrganismos, minimizando a colmatação.



✓ As vias de remoção **microbiológica** predominantes nos HF são basicamente **anaeróbicas**

✓ Tratamento secundário: **remover BOD₅ e TSS**

mas o desempenho de sistemas individuais depende muito das concentrações de afluentes e taxas aplicadas

✓ Eficientes na **desnitrificação**, desde que haja nitrato e carbono suficientes



O problema operacional mais crítico para wetlands de fluxo horizontal é o entupimento (colmatação)

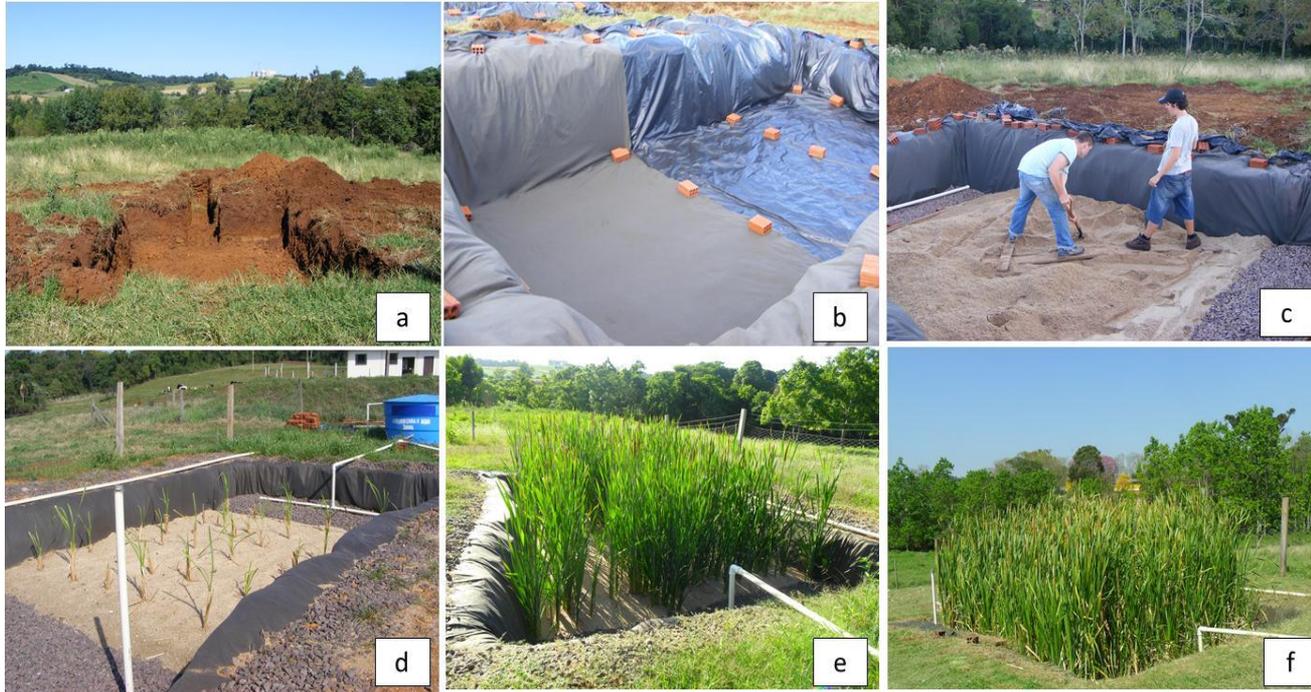
Comumente causado por carregamento excessivo de orgânicos e/ou sólidos no leito de cascalho



MINIMIZAR A COLMATAÇÃO?

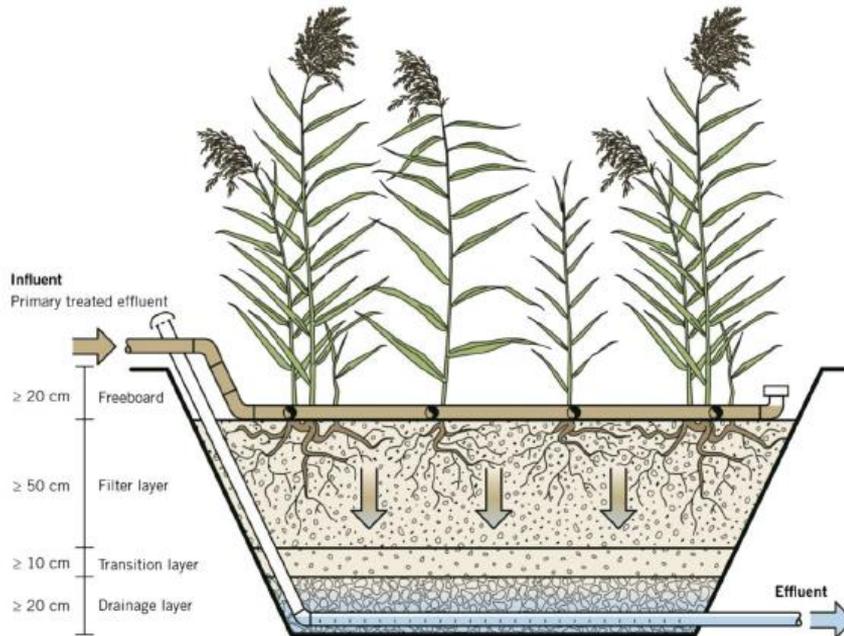


Construção WCFH



a) escavação no solo; b) impermeabilização (mata poliéster); c) assentamento do material filtrante; d) FPMH pós-plantio; e) FPMH em janeiro de 2012; f) FPMH em agosto de 2012.

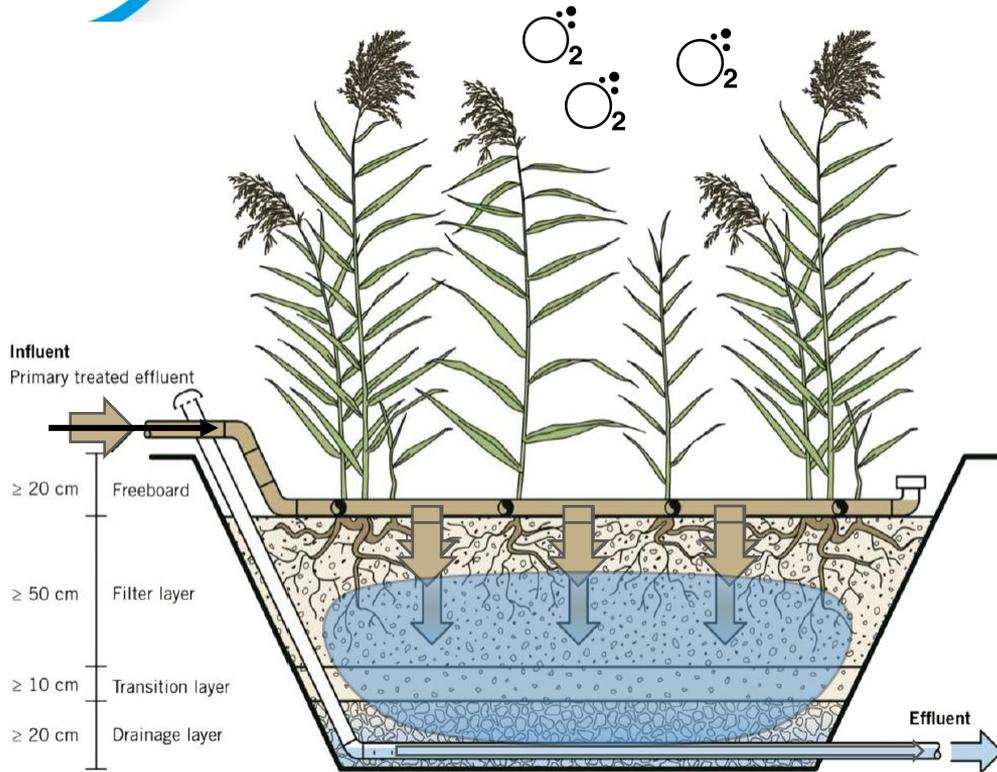
Wetlands de fluxo vertical



3 diferentes camadas :

- ✓ Exigem menor área
- ✓ Meio não saturado;
- ✓ Condições aeróbias;
- ✓ Principal aplicação:
tratamento secundário e terciário de águas residuárias domésticas;
- ✓ Variação de FV:
Sistema Francês
Tratamento de lodo
Vertical com fundo saturado
- ✓ sistemas híbridos

- ✓ Arraste de O_2 :
degradação da matéria orgânica e a oxidação da amônia

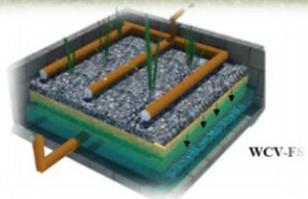


- ✓ As águas residuárias **primariamente tratadas** são carregadas **intermitentemente na superfície** do filtro;
- ✓ Boa distribuição da água de entrada na superfície;
- ✓ Recolhida por uma rede de drenagem na base do filtro.
- ✓ Maior área de distribuição do efluente → volume do filtro é totalmente aproveitado → diminuição da área requerida.

VERTICAL COM FUNDO SATURADO



a) escavação no solo; b) impermeabilização com lona; c) assentamento de manta de poliéster; d) primeira camada de brita utilizada na confecção do material filtrante; e) detalhe da tubulação de coleta do efluente; f) areia distribuída no WCFV; g) detalhe da última camada de brita; h) término do assentamento do material filtrante; i) WCFV plantado.



Wetlands de fluxo vertical Francês

Alimentado com água BRUTA

Uma camada orgânica se acumula na superfície

Permite tratar água e lodo



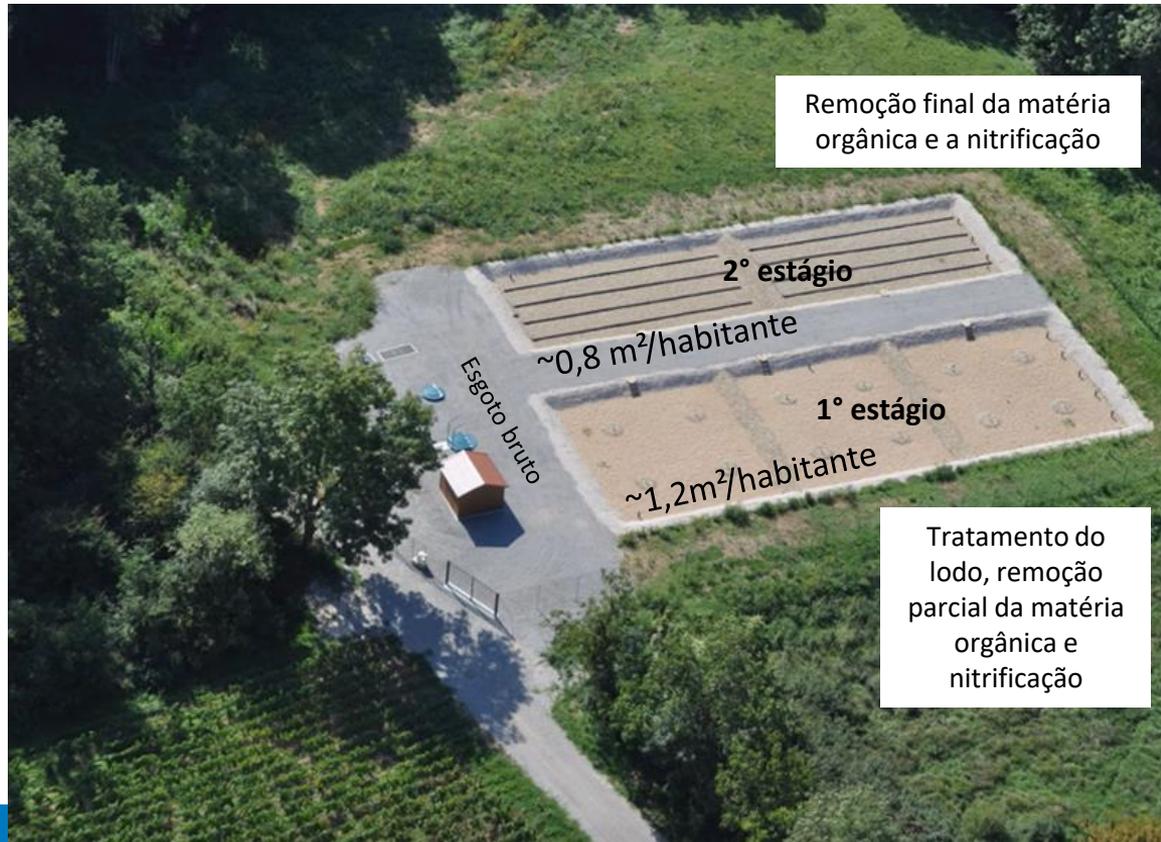
Área total: $\sim 2\text{m}^2/\text{habitante}$
configuração clássica

**$\sim 0,8\text{m}^2/\text{habitante}$
novas configurações**

- Sistemas intensivos
- Clima tropical

**Demanda por estações de tratamento
menores e mais eficiente.**

Sistema clássico



Camada de Depósito

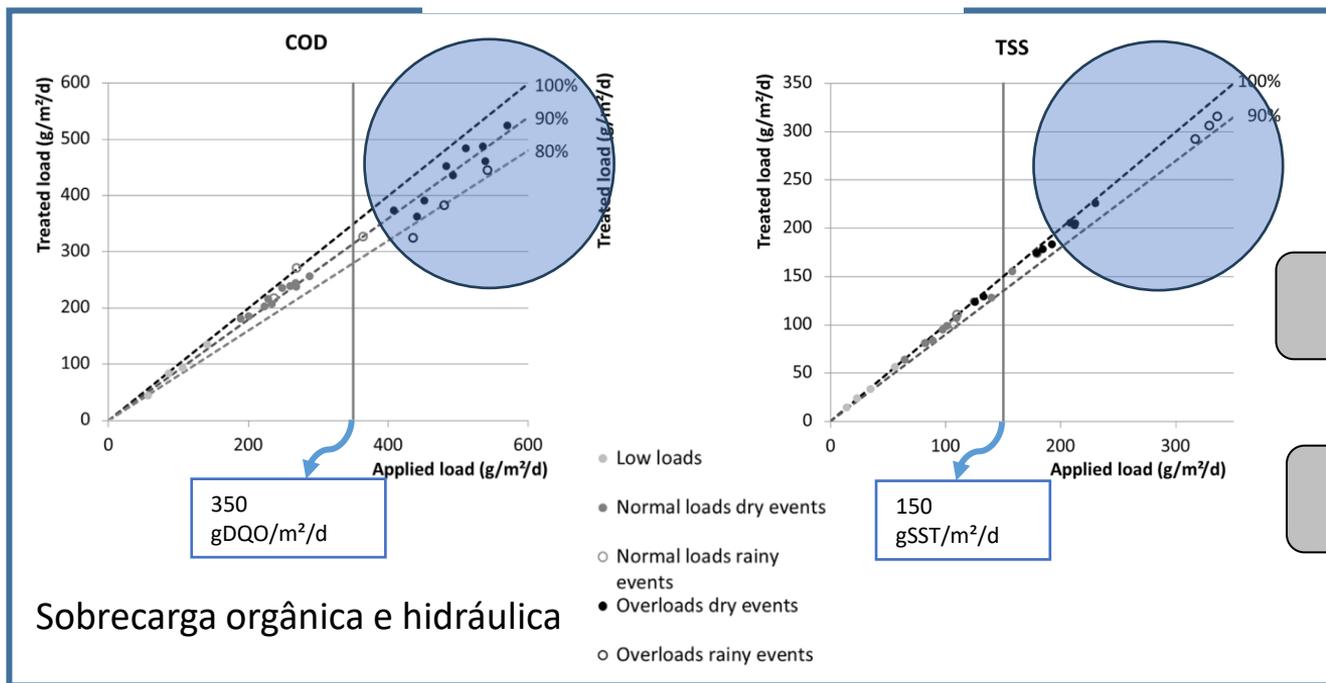




Mais de 5.000 sistemas em operação

- ✓ Na FRANÇA: maioria dos sistemas atendendo populações de menos de 1.000 PE mas também são economicamente favoráveis até um tamanho de 5.000 PE

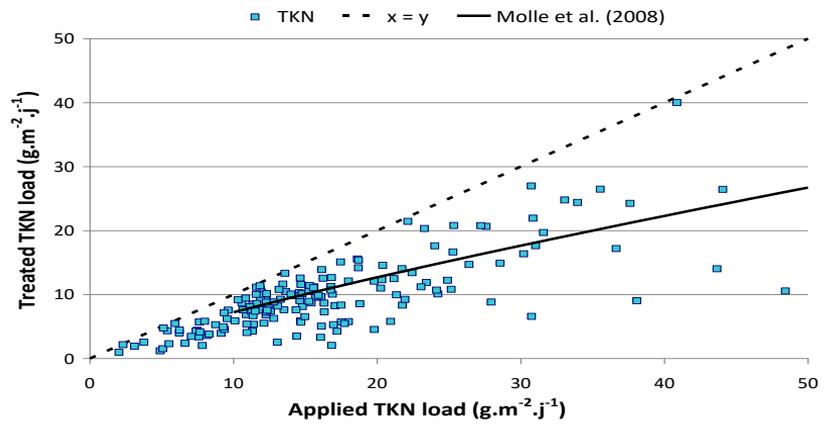
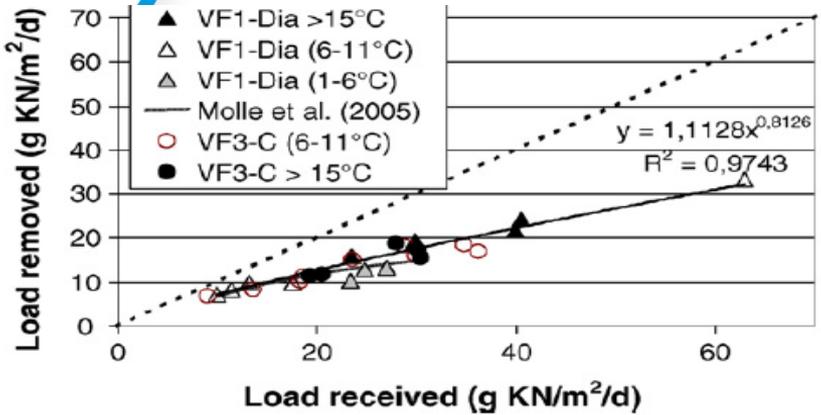
Remoção de DQO e SST



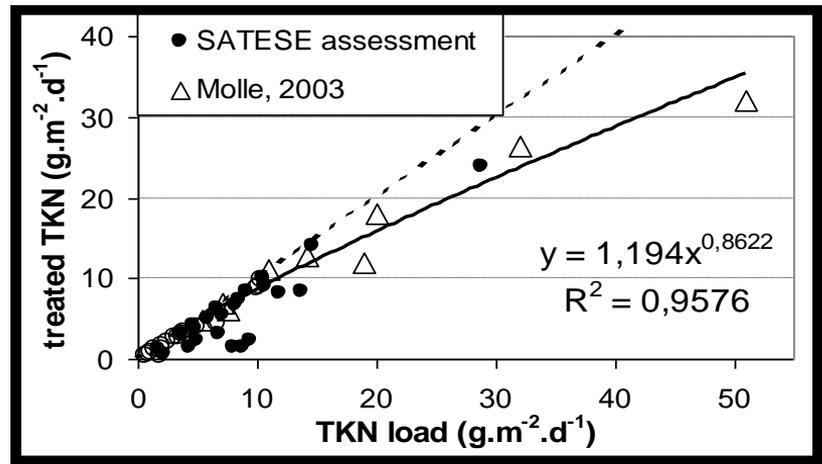
Sobrecarga orgânica e hidráulica

DQO : 80 %

SST, DBO : 90 %



1ª: NTK : 50 - 60 %



2ª: NTK: 80 %

MONTROMANT

✓ 500 EH



- ✓ Em operação desde 1993
- ✓ é um dos mais antigos sistemas franceses de fluxo vertical clássico (1º e 2º estágio)
- ✓ Trabalha por gravidade;
- ✓ Nitrificação completa;
- ✓ O depósito de lodo no primeiro estágio foi removido uma vez desde o início de sua operação.







Chincha - Peru



✓ Pesquisa de campo na UNALM (desde 2014) - 70 EH



Amostragem e qualidade do efluente final

ELEVADAS EFICIÊNCIAS DE REMOÇÃO

Análisis de las condiciones para transformar aguas residuales crudas en efluentes de reúso utilizando la celda francesa

Hoffmann, H*; La Torre, S., Guevara, B., León, V., Sánchez, G., Miglio, R.

Roussillon, França, após 13 anos de operação (Troesch e Esser, 2012). Taxa de acumulação ~ 2,3 cm/ano

~ 1,0 cm/ano nas unidades do 1º estágio:
Brasil

É um fator limitante hidráulico e deve ser removido quando atingir 20 cm (geralmente entre 10 e 15 anos em climas temperados).

Não é necessário aplicar um período de descanso específico antes da remoção do depósito. Os sistemas podem retornar à operação imediatamente após a conclusão.

É removido por máquinas mecânicas e pode ser espalhado nos campos e aplicação agrícola direta como matéria orgânica e fonte de fósforo, dependendo da regulamentação local.



Adaptações/Variantes do SF

Comparação com sistemas tradicionais na vida real

Projeto < 1m²/EH



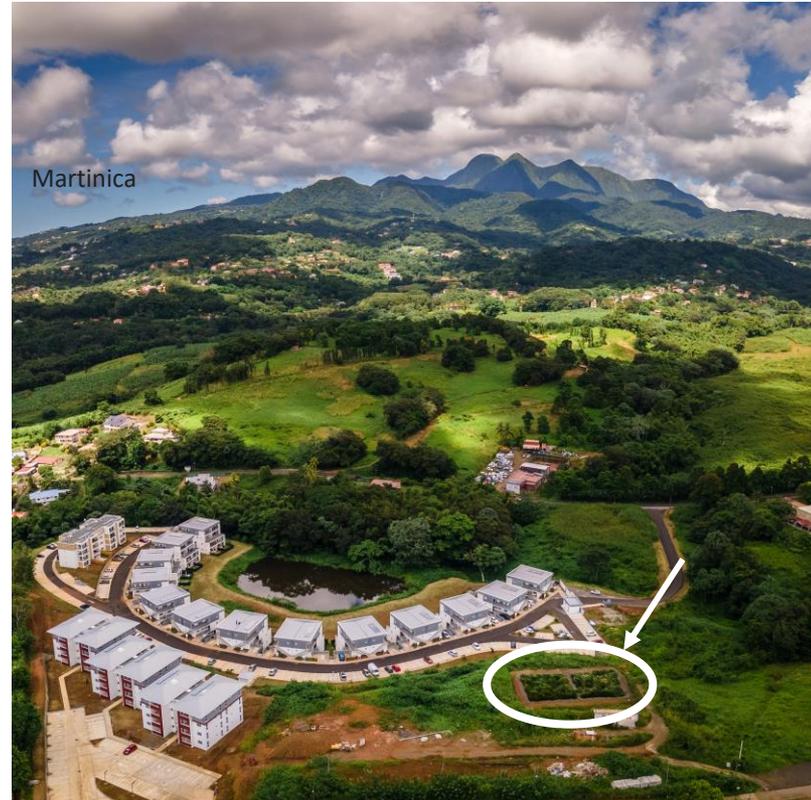
AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

Guías y protocolos

Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales domésticas en zona tropical

Guía de dimensionamiento para zonas tropicales

<https://www.researchgate.net/project/Sanitation-systems-in-tropical-climate>



Adaptações do SF: ex.: clima tropical

Redução no número de filtros

✓ Área total: **~0,8m² /habitante**



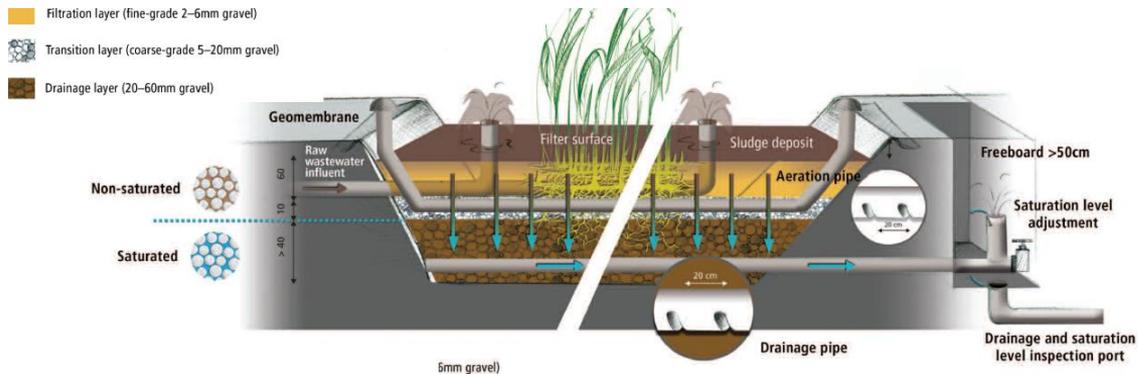
- manter a capacidade de aceitar variações nas cargas hidráulicas e orgânicas;
- contar com o efeito das **temperaturas do clima tropical** para gerenciar a colmatação com um período de descanso mais curto.

- Um único ou dois estágios em que o nível de qualidade de saída não precisa ser muito rigoroso
- Variação da altura do cascalho para ter qualidades diferentes

FUNDO SATURADO

- ✓ Aumente o tempo de residência hidráulica e reduza a velocidade da água
- ✓ Implementar uma zona de anoxia

Remoção de Nitrato (desnitrificação)



Using one filter stage of unsaturated/saturated vertical flow filters for nitrogen removal and footprint reduction of constructed wetlands

Ania Morvannou, Stéphane Troesch, Dirk Esser, Nicolas Forquet, Alain Petitjean and Pascal Molle



Influence of partial saturation on total nitrogen removal in a single-stage French constructed wetland treating raw domestic wastewater

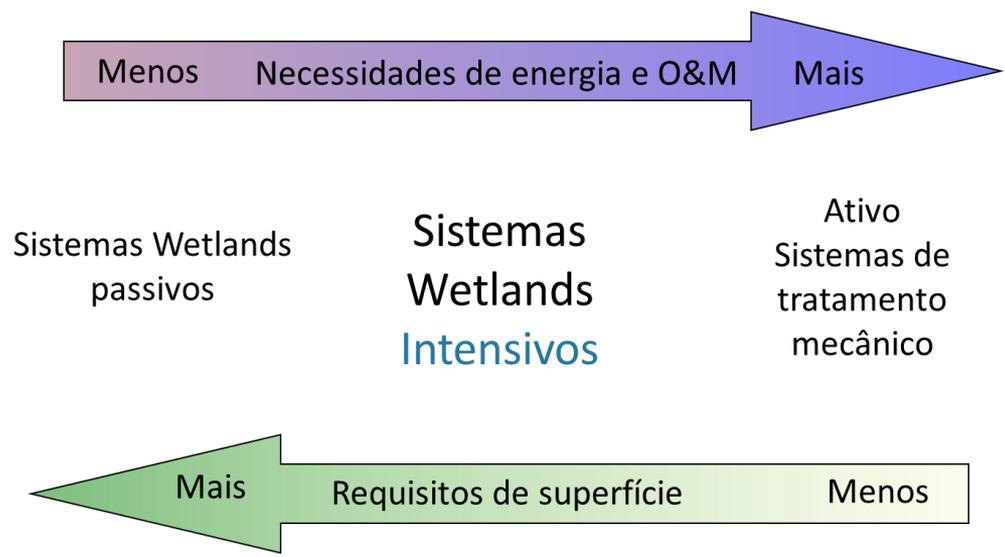
D.D. Silveira^{a,b,*}, P. Belli Filho^a, L.S. Philippi^a, B. Kim^b, P. Molle^b

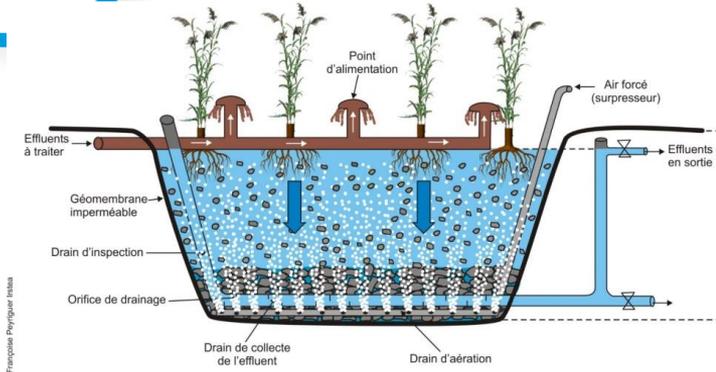
^aUFSC of Florianópolis, University of Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, Florianópolis CEP 88040-900, Brazil
^bIRSTEA, UR MAMU, 5 rue de la Doune, F-40100 Villeneuve, France

	rendimientos %
DBO	96
DQO	92
SST	94
NTK	60- 90
NH4-N	50 - 90
NT	40-70

- ✓ A desnitrificação consumirá carbono e melhorará os rendimentos de DQO e DBO
- ✓ Depende das alturas das camadas insaturadas e saturadas e se há ou não recirculação.

Sistemas Intensificados



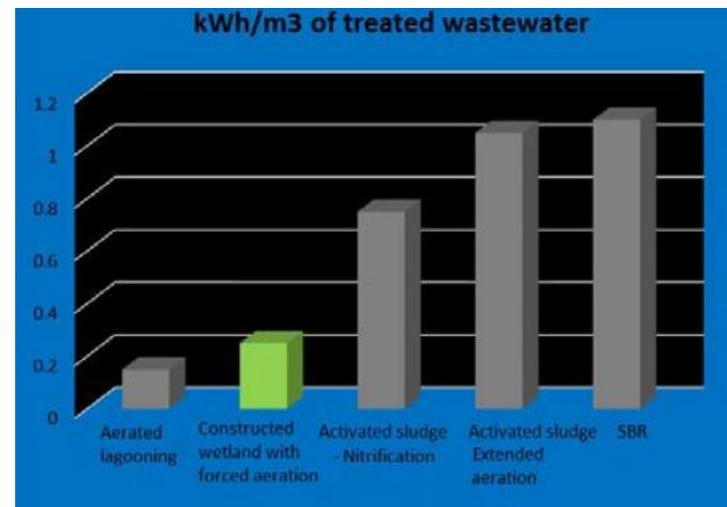


Aeração forçada

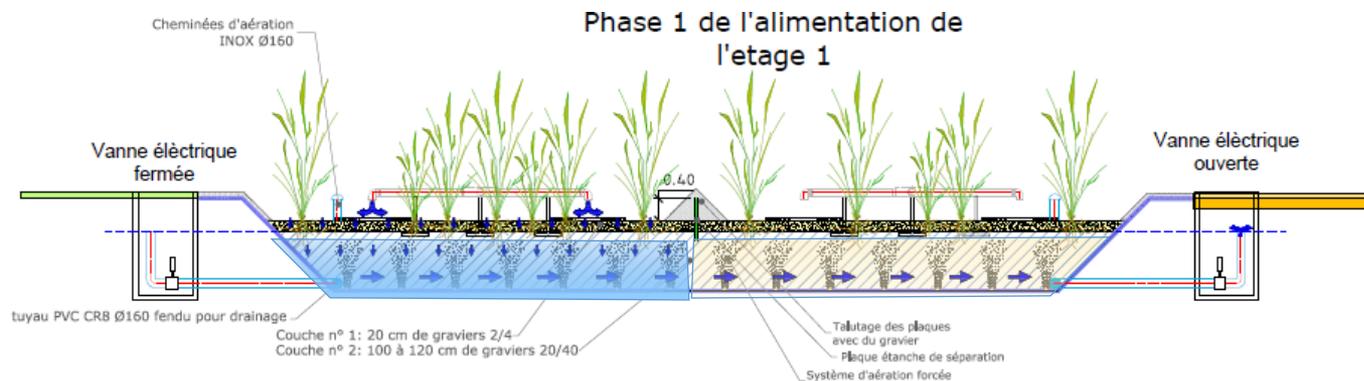
- ✓ Rendimentos muito elevados de DQO (>94%), DBO (>98%) e SST (>98%)
- ✓ Nitrificação total
- ✓ O nitrogênio total depende da aeração
- ✓ Tratamento completo em uma etapa (< 1m²/EH)



Redução do consumo de energia em comparação com processos intensificados;



Misturando fluxo vertical e horizontal



✓ Em operação desde 2020

RHIZOSPH'AIR® + P TREATMENT (FECL₃)

240 m²

canteiro de mineralização
do lodo químico

1740 m²

Sistema Francês com
Aeração forçada

✓ Trata efluentes domésticos para 1.450 EH e lodo

Parameter	Consent (mg/L)	Mean results (mg/L)	Mean rem. Eff. (%)
BOD55	15	<3	>98%
COD	90	24	95%
SS	20	5	97%
TKN	10	3	95%
TN	40	23	77%
TP	2.5	0.6	91%

Parameter	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Removal efficiency
BOD5	260	<3	99%
COD	663	<30	96%
SS	420	3	99%
TKN	89.4	<3	97%
TN	89.63	18.77	83%
TP	8.6	1	91%



- ✓ França exige a remoção total do nitrogênio;
- ✓ Ou quando não precisa: Busca por reutilizar os nutrientes (N e P) (na agricultura, por exemplo).

✓ Em funcionamento desde 2013



Tratamento combinado - esgoto e águas pluviais

ABES

✓ Em operação desde 2012

✓ carga hidráulica de 1.160 m³/d

- Ótima retenção de sólidos em suspensão e tratamento avançado de poluição orgânica dissolvida;
- Tratamento de hidrocarbonetos mesmo em caso de poluição muito diluída;
- Simples de operar;
- Excelente integração paisagística



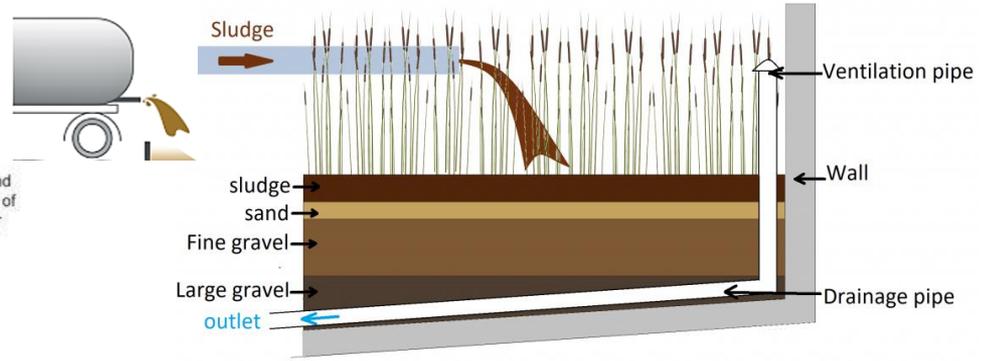
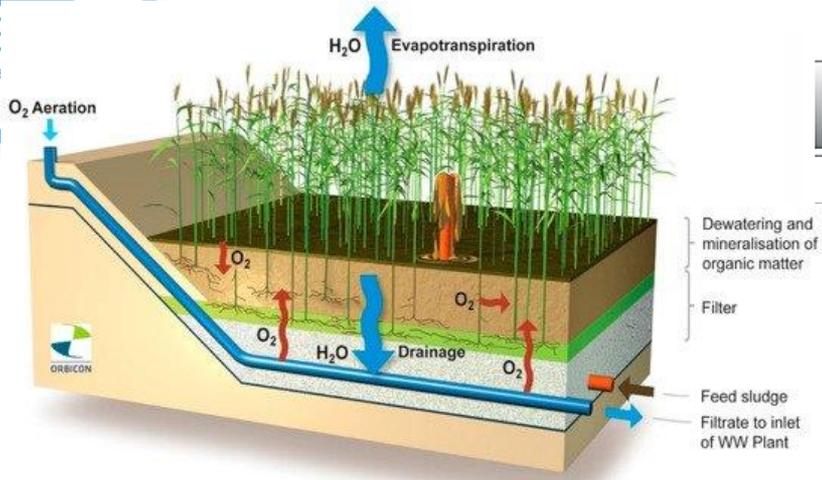
parameter	Removal rate (%)
COD	65 %
SS	95 %
PAH	80 %





AE
Seção Es

Wetlands para tratamento de lodo



Unplanted sludge drying beds





18th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control

24 - 29 November 2024



The Caribbean

<https://icws2024.web-events.fr/>



Obrigada pela atenção!



<https://www.inctsb.com/>



www.wetlandsbrasil.com.br



HUPANAM

Red Panamericana
de Sistemas de Humedales

www.hupanam.com