

Saneamento Ecológico

Sistema descentralizado de tratamento
de esgoto doméstico: Contextualização e
experiências internacionais e nacionais
com foco nos wetlands construídos

Daniele Damasceno Silveira, Dr

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Brasil

Laboratório de reuso das águas - LaRA

*National Research Institute for Agriculture, Food and Environment
(INRAE/IRSTEA) - França*

Royal Military College of Canada (RMC) - Canadá



Formação:

- Graduada em Ciências Biológicas;
- Mestrado em Tecnologia Ambiental;
- Doutorado em Engenharia Ambiental: Universidade Federal de Santa Catariana (UFSC);
- Intercâmbio de doutorado: INRAE (Instituto Nacional de Pesquisa de Agricultura, Alimentos e Meio Ambiente) – França;
- Pós-doutorado - Pesquisadora científica: *Royal Military College of Canada* – Kingston/ON, Canadá;
- Pós-doutorado: UFSC (cargo atual) Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Laboratório de reuso das águas (LaRA).

Wetlands construídos





± 29% dos municípios possuem sistemas de tratamento de esgotos



Grandes cidades

DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO

298 MUNICÍPIOS | 5%

SUPERIORA 100 MIL HAB. | 111,9 MI | 55%

340 MUNICÍPIOS | 6%

ENTRE 100 MIL E 50 MIL HAB. | 23,6 MI | 12%

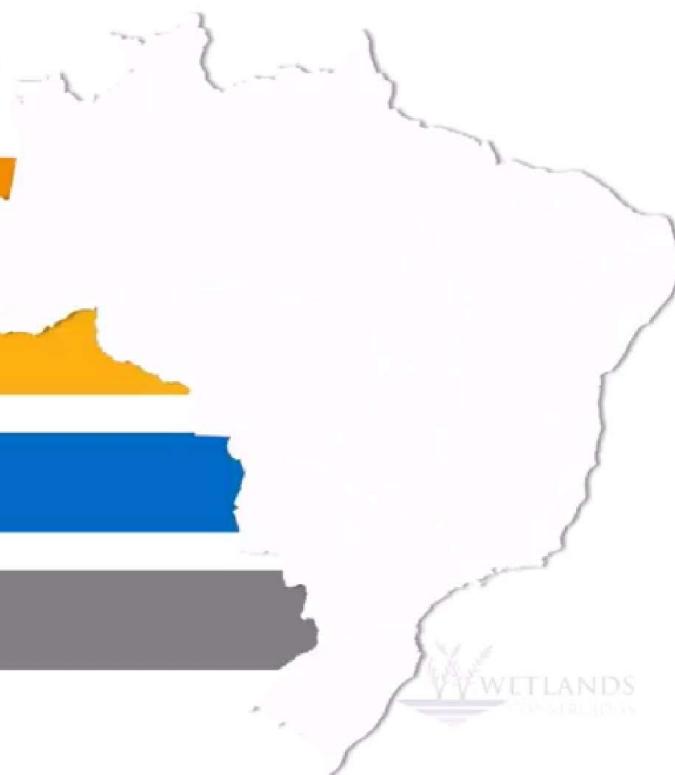
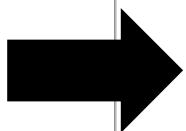
1.621 MUNICÍPIOS | 29%

ENTRE 50 MIL E 15 MIL HAB | 42,3 MI | 21%

3.311 MUNICÍPIOS | 59%

ABAIXO DE 15 MIL HAB. | 23,2 MI | 12%

*POPULAÇÃO CONSIDERADA: 201.062.789.
FONTE: IBGE CENSO 2013 – DADOS TCU



WETLANDS
CONSERVATION

Problemática ambiental

Crescimento Populacional



Novas substâncias em contato meio natural → Falta de arsenal enzimático dos decompositores → toxicidade ambiental → bioacumulação e bioamplificação.



Além dos ambientais, os de saúde pública





Antes

Cada 1 real investido
em saneamento, 4
reais economizados
em saúde!

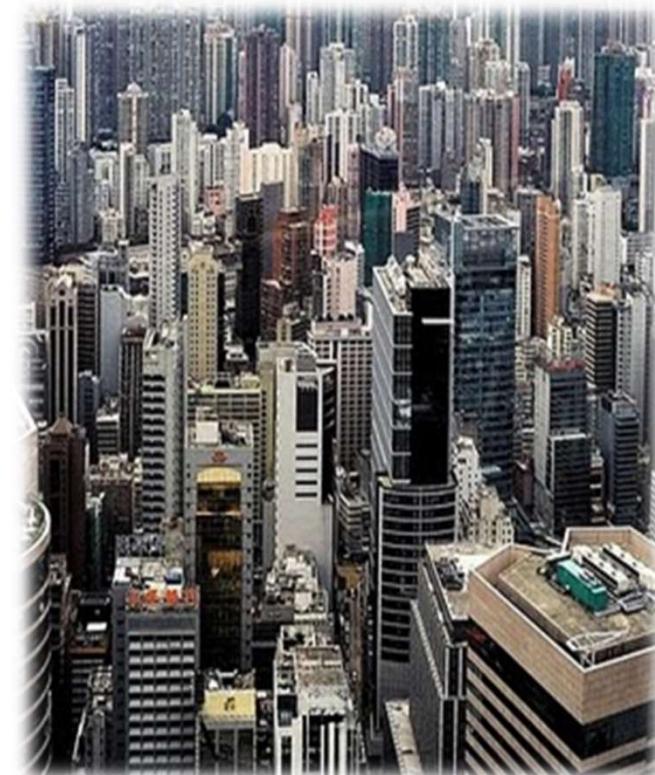
- Conscientização social;
- Políticas públicas;
- Incentivos e financiamentos;
- RH especializado para elaboração de projetos;
- Uso de sistemas naturais.



Depois

Como escolher uma Estação de tratamento de esgoto (ETE)?

Qual processo de tratamento de efluentes é mais adequado para cada situação?



Qual processo de tratamento de efluentes é mais adequado para cada situação?



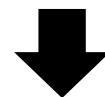
Avaliação comparativa dos principais sistemas de tratamento de esgotos

conhecer as potencialidades de aplicação e integração das tecnologias conhecidas tendo em vista as características sociais, econômicas e ambientais do local

“(...) deve-se buscar um equilíbrio entre os diversos aspectos, vinculados à realidade em foco.”

Ex. municípios
pequenos – não se
paga

Países desenvolvidos → Pequenas comunidades: não tem economia de escala para um tratamento centralizado!



Tecnologias descentralizadas



Tecnologia econômica e prática baseada
na natureza para o tratamento
descentralizado de águas residuárias

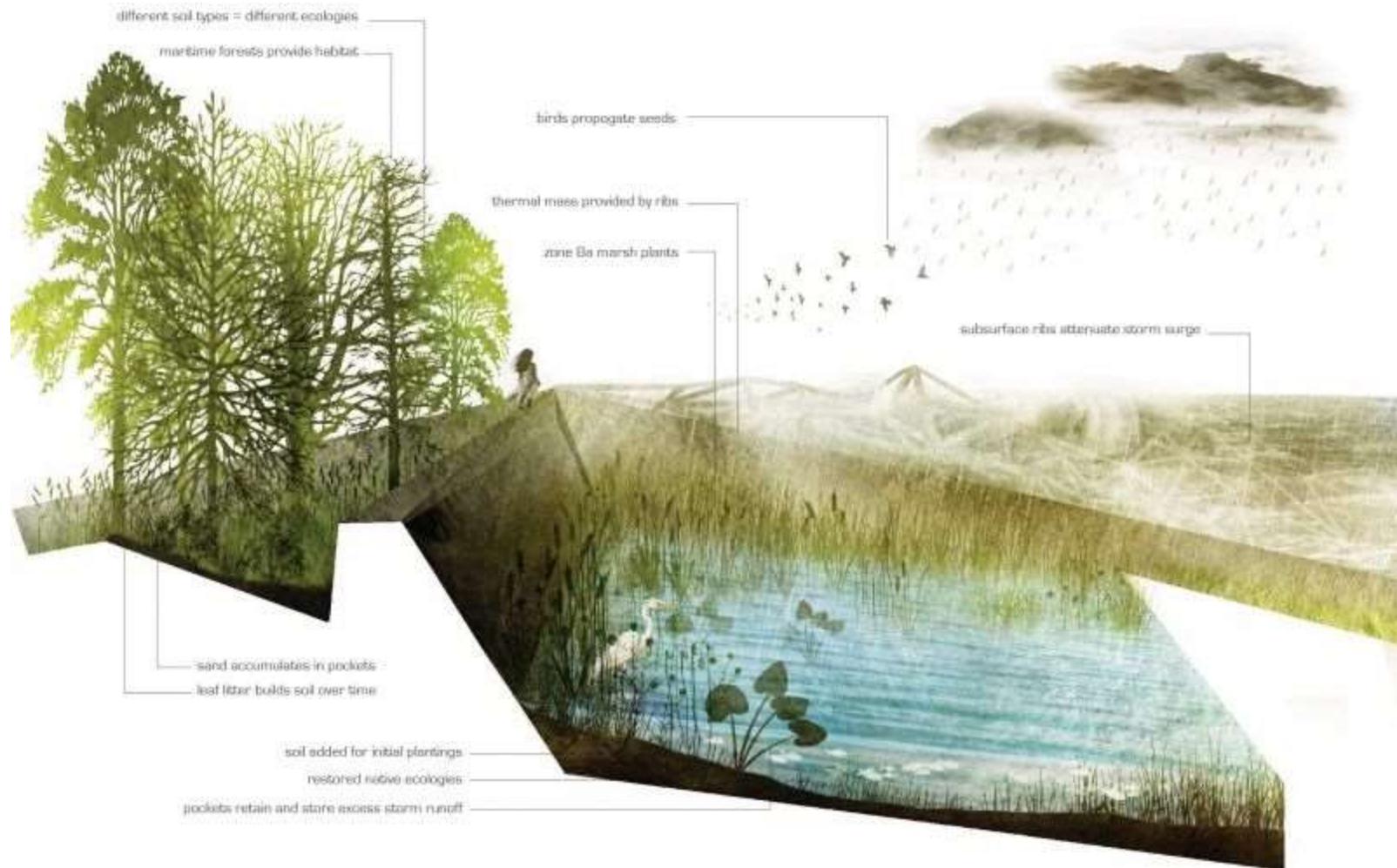
As áreas úmidas de tratamento (TWs)

Wetlands construídos ou Filtros
plantados com macrófitas ou zona de
raízes ou áreas úmidas de tratamento
ou canteiro de evapotranspiração



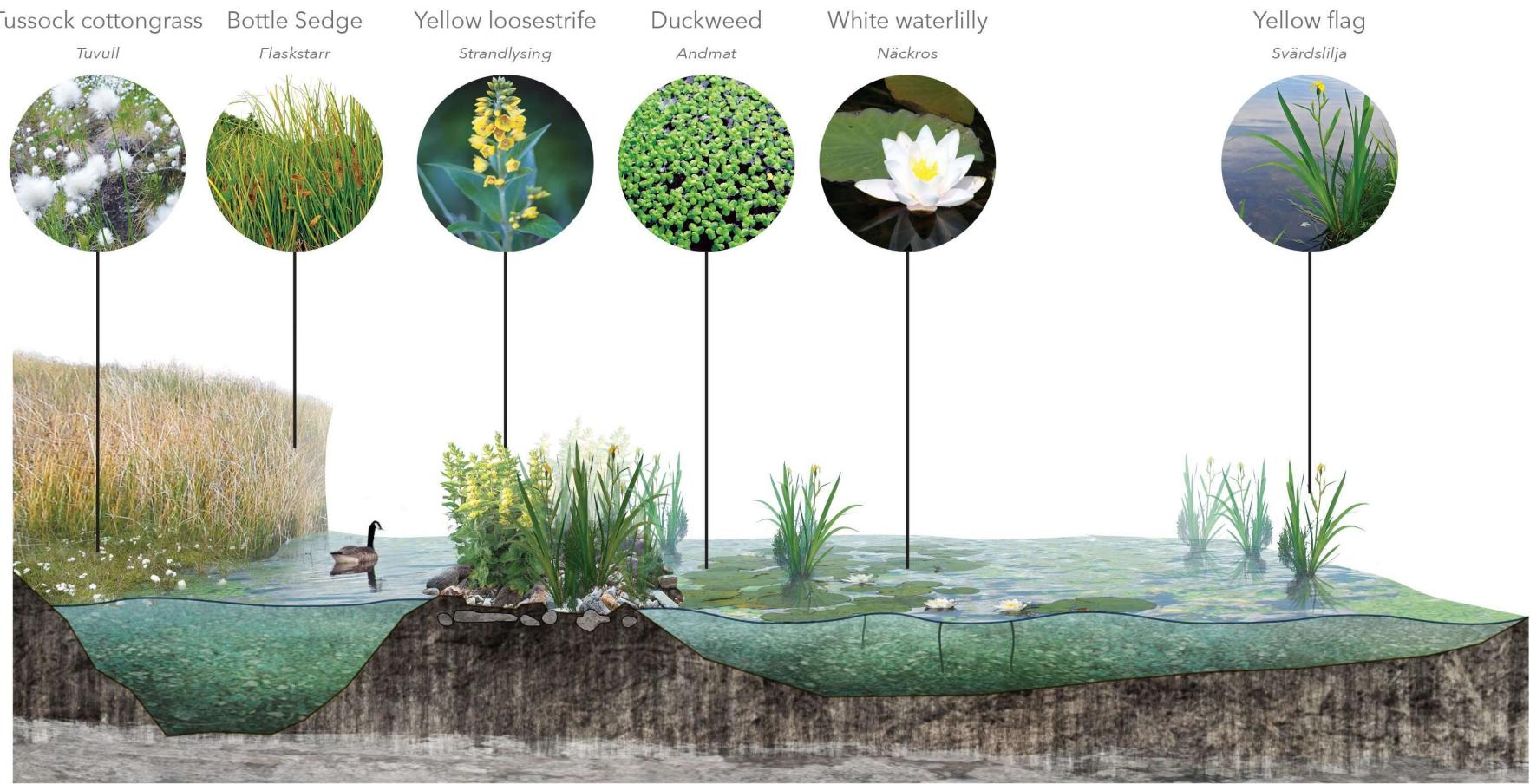
Wetlands naturais – pântanos, banhados...

Conhecimento da natureza



NATURAL FILTERS IN WETLANDS

Equilíbrio
Tempo de depuração
Fortalecimento do ecossistema



1/4
Deeper zone 100-150 cm (sedimentation)

Filtration barrier
Oxygen supply

3/4
Shallow zone 20-100 cm (vegetation)

SIMILAR TECHNICAL ASSISTANCE

Development of a methodological framework for incorporating ecosystem-based adaptation in the process of planning and management of protected areas in Peru

[More >](#)

Natural wetlands

Objective:

Adaptation

Sectors:

Water

Approach:

Ecosystems and biodiversity

Organisation:

UNEP-DHI Partnership – Centre on Water and Environment

Technology group:

Water storage

CTCN Keyword Matches:

Natural wetlands and green infrastructure, Wetland management

[Description](#)

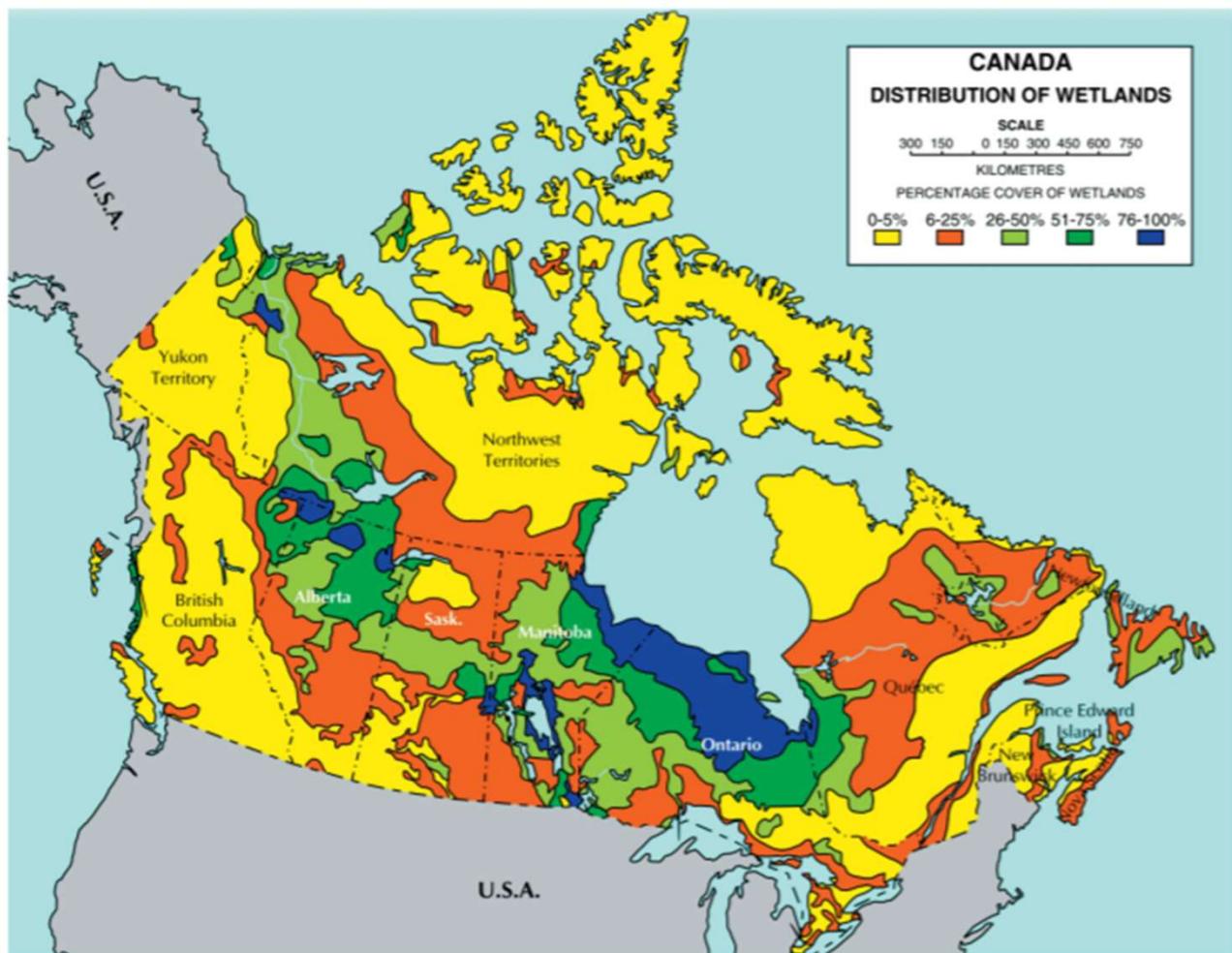


Fig. 1. Geographical distribution of wetlands in Canada. From: National Wetlands Working Group. 1986. Canada's Wetlands, Map Folio. Energy, Mines, and Resources Canada and Environment Canada. Ottawa, Ontario.

[Ways to Give](#)[About Us](#)[What We Do](#)[Resources](#)[News & Media](#)

Lakes and Rivers

[LEARN MORE](#)[Ways to Give](#)[About Us](#)[What We Do](#)[Resources](#)[News & Media](#)[Resources](#) >> [Habitat Projects](#) > [Members](#)

Wetlands are Canada's crown jewels. Call them swamps, sloughs, marshes, potholes, or ponds, these inland and coastal treasures teem with permanent wildlife and migratory species on the move. Like a jewel in a crown, each wetland is priceless in its own way.

A salt-marsh, for instance, is a habitat powerhouse full of highly nutritious plants. It nourishes everything from protozoa to spawning fish. Untold avian migrants rest and refuel here between their breeding and wintering grounds.

Likewise, inland wetlands, such as prairie potholes, provide food and shelter for some of the richest, most diverse webs of life on the planet. Countless migrants, like Brant and snow geese, journey from one coast to another via these stopovers.

Wetlands construídos



O potencial de aplicação está se expandindo à medida que soluções baseadas na natureza para a melhoria da qualidade da água estão cada vez mais sendo implementadas em esquemas de gestão de água urbana, em apoio à transição para uma economia mais circular.

Pesquisas mostram que estes sistemas podem remover uma gama de poluentes até os contaminantes emergentes.

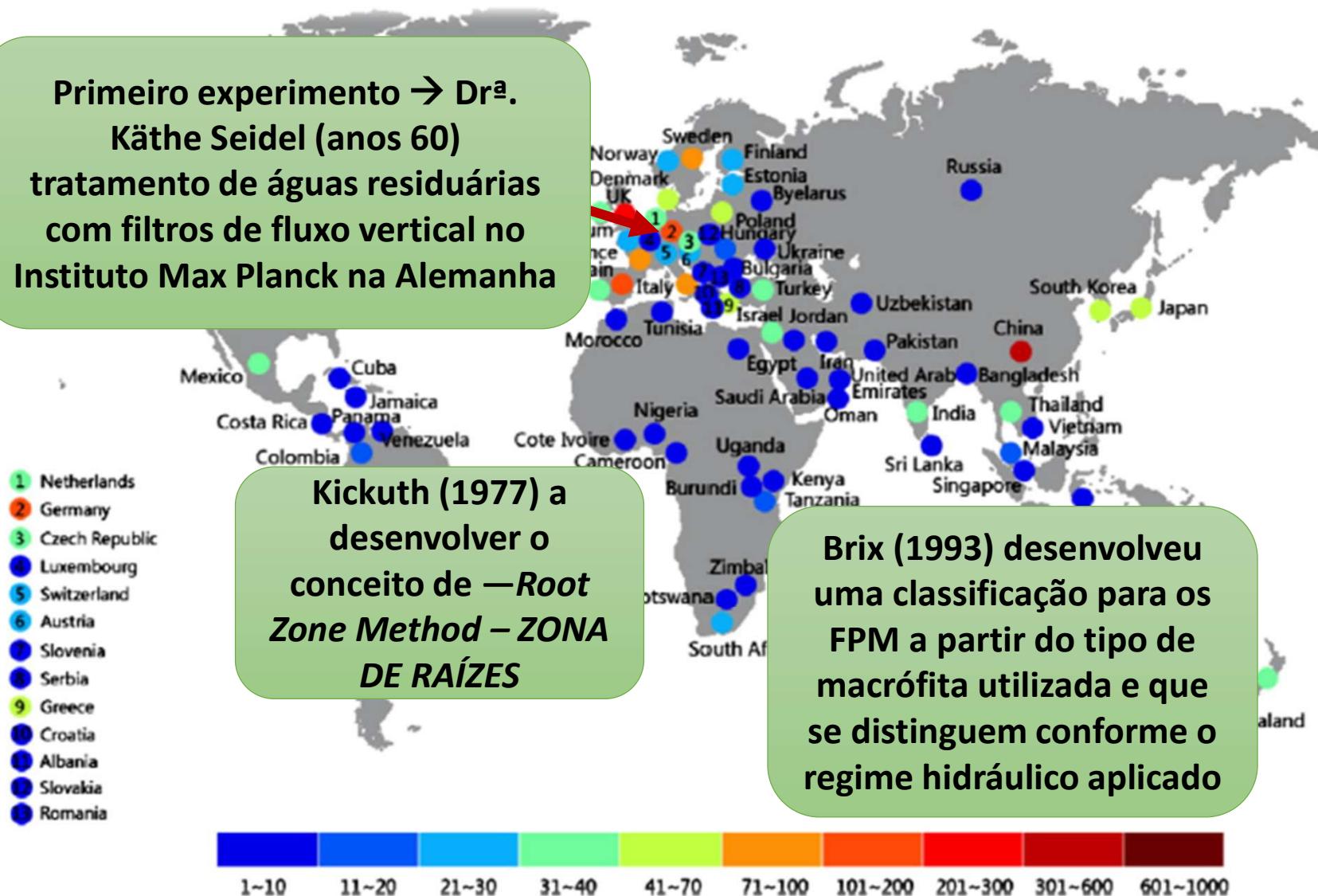
OS MAIS DIVERSOS TIPOS DE POLUENTES

Com elevada eficiência!!

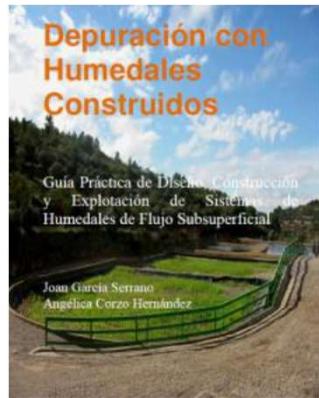
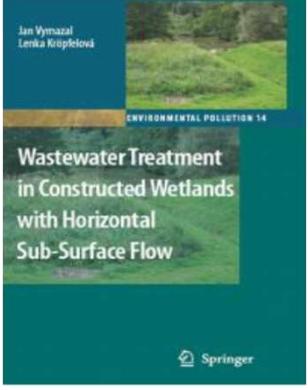
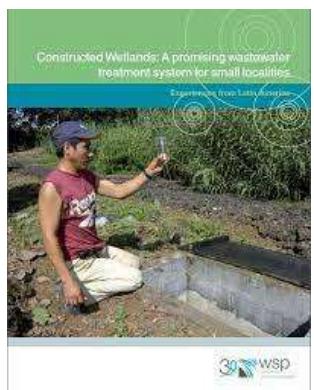
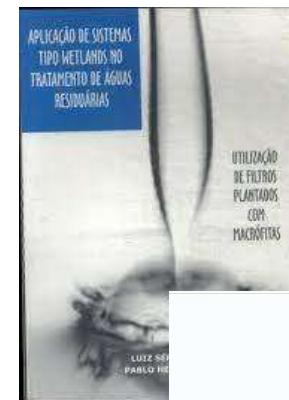
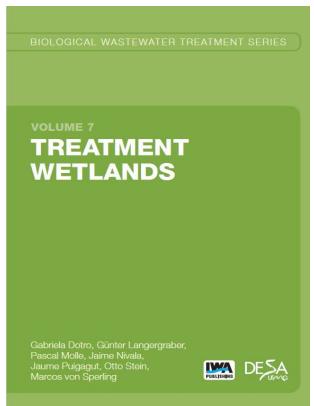
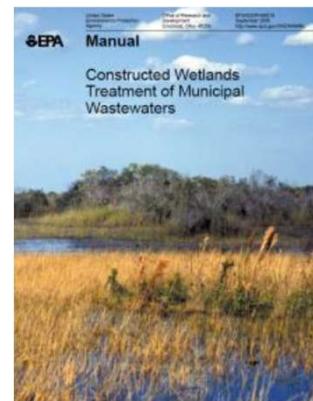
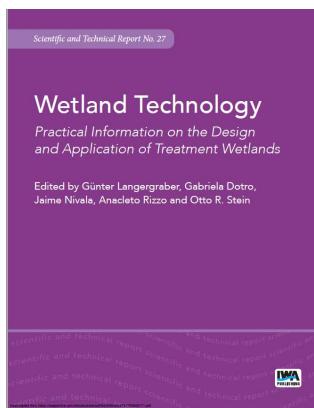
Lista de vantagens é
bastante grande

Últimos 21 anos, um terço dos países do mundo fazem uso desse tipo de tratamento

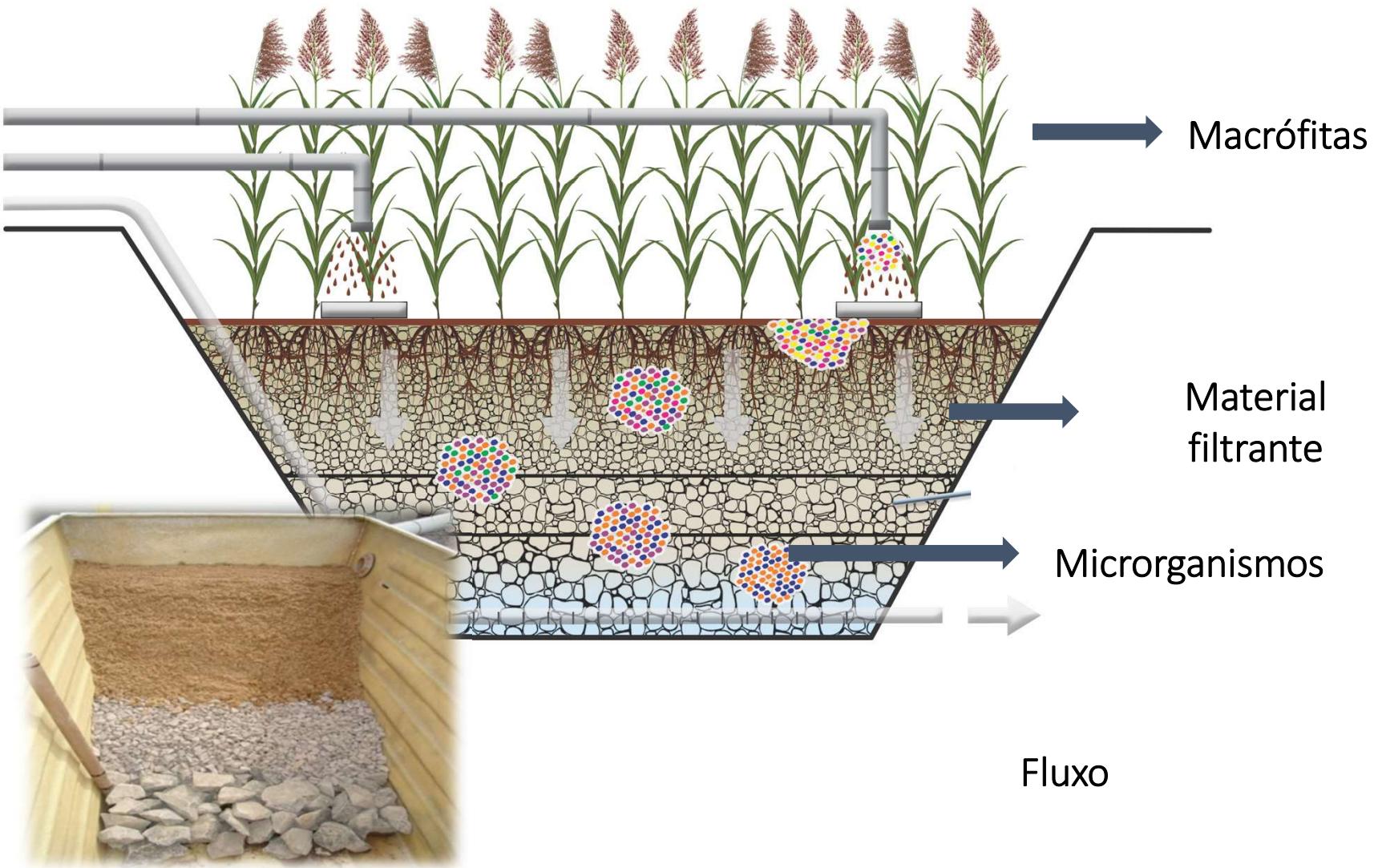
**Primeiro experimento → Drª.
Käthe Seidel (anos 60)
tratamento de águas residuárias
com filtros de fluxo vertical no
Instituto Max Planck na Alemanha**

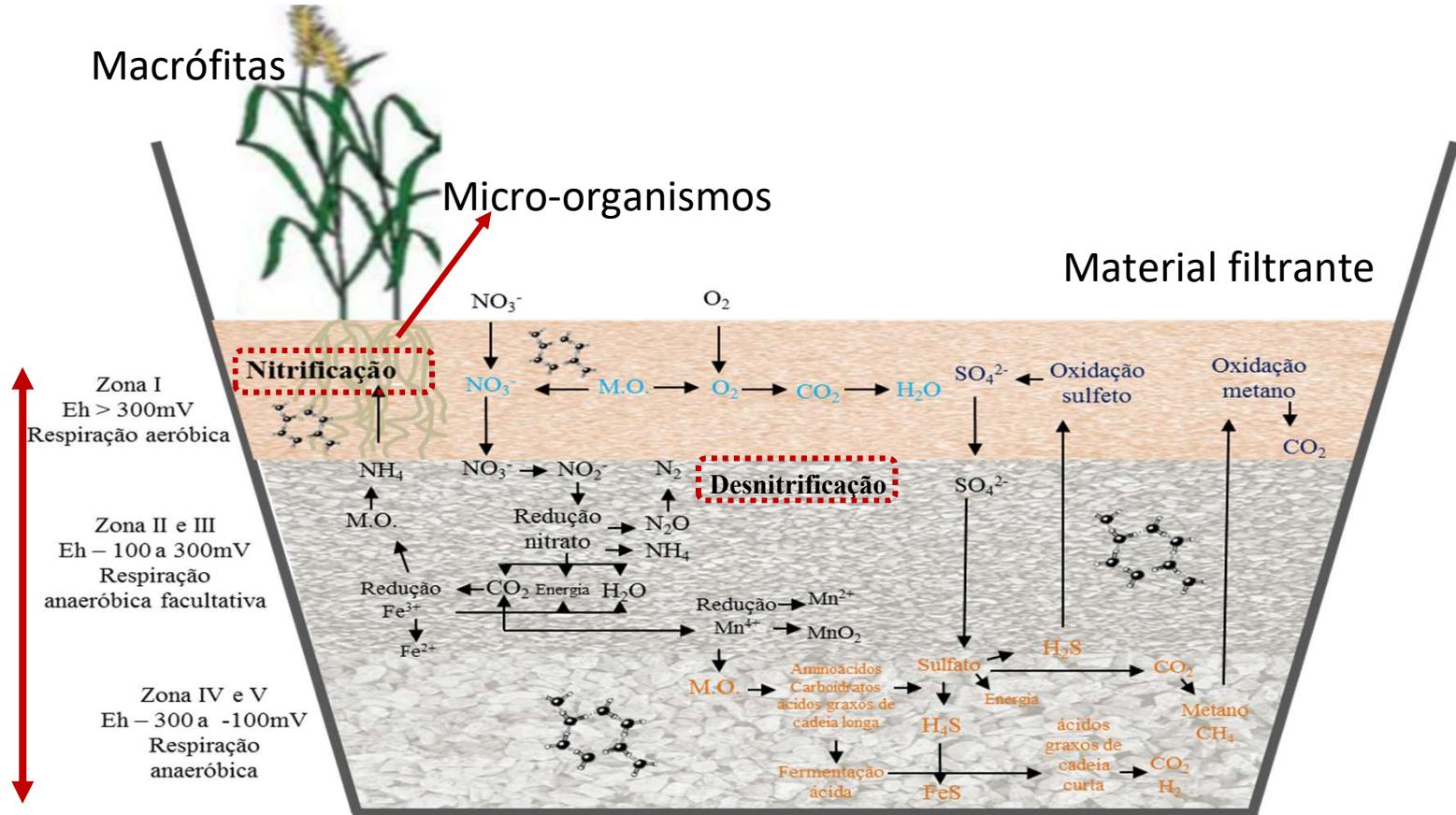


Uma tecnologia consolidada no mundo!!



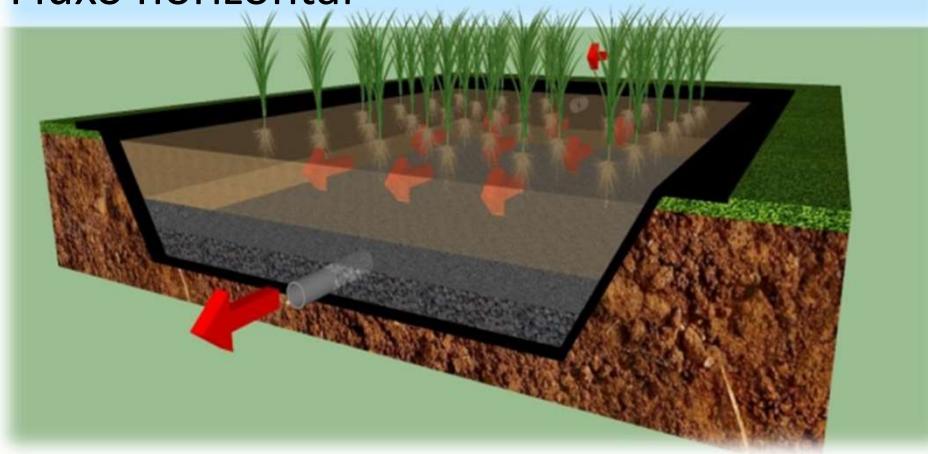
Composição de um sistema Wetland construído





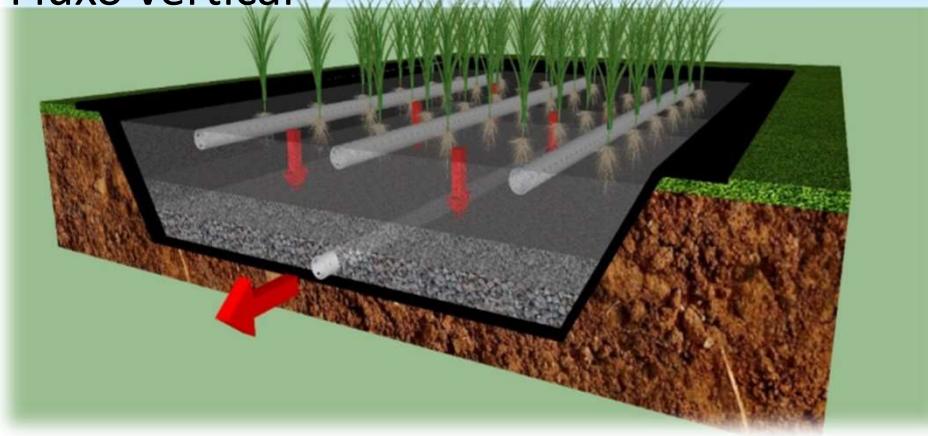
Resumidamente, há uma *ampla variedade de projetos* (diferentes tipos, combinações entre eles, híbridos...) de wetlands construídos, sendo os mais comuns os sistemas de fluxo horizontal (HF) e os sistemas de fluxo vertical (FV)

Fluxo horizontal



Engenharia de
construção e
operação são
diferentes

Fluxo vertical



Depende dos
objetivos, dos
custos e etc....



Apelo Estético

A ESCOLHA DA VEGETAÇÃO

Ornamentais e agro econômicas

São diversas as espécies de plantas com potencial para emprego nos SAC. Uma das formas de se abordar esta questão é propondo duas divisões para a vegetação no sistema. Na vertente paisagística, espécies ornamentais de diferentes folhagens, florações e alturas são escolhidas e organizadas compondo um projeto paisagístico. Podem ser empregadas plantas aquáticas, anfíbias ou terrestres, dependendo do tipo de wetland que se vai implantar, da disponibilidade da vegetação e do interesse do cliente. Na vertente agroeconómica, se seleciona uma ou mais espécies de interesse comercial que podem trazer retorno econômico para o cliente, como espécies forrageiras para alimentação animal. De maneira geral, devem-se selecionar espécies que toleram condições de alagamento, que tenham sistema radicular bem desenvolvido, que apresentem manejo simples e que não sejam invasoras na região da implantação. Podemos citar diversas espécies vegetais de interesse para aplicação nos wetlands construídos, especialmente num país como o Brasil, conhecido por sua biodiversidade. Há também espécies de culturas que podem trazer outros benefícios econômicos ao sistema, como citado anteriormente. Há uma lista extensa de plantas que ainda precisam ser investigadas e validadas. Dentre as mais amplamente empregadas estão a *Typha latifolia* (Taboa) e o *Phragmites australis* (fora do Brasil).



UFSM. Estação experimental usa flores e pedras brita para o tratamento de esgoto no campus de Camobi



- Tratamento secundário e terciário de efluentes domésticos;
- Efluentes de atividades de mineração;
- Chorume;
- Efluentes industriais;
- Águas pluviais
- Escoamento de estrada;
- Escoamento da agricultura.

Bélgica: WCFV + WCFH
Tratamento de efluentes
de um restaurante
Desde 1999
150 PE – 240 m²



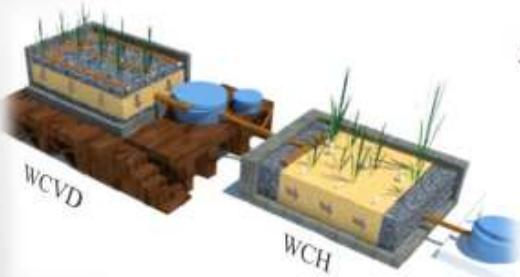
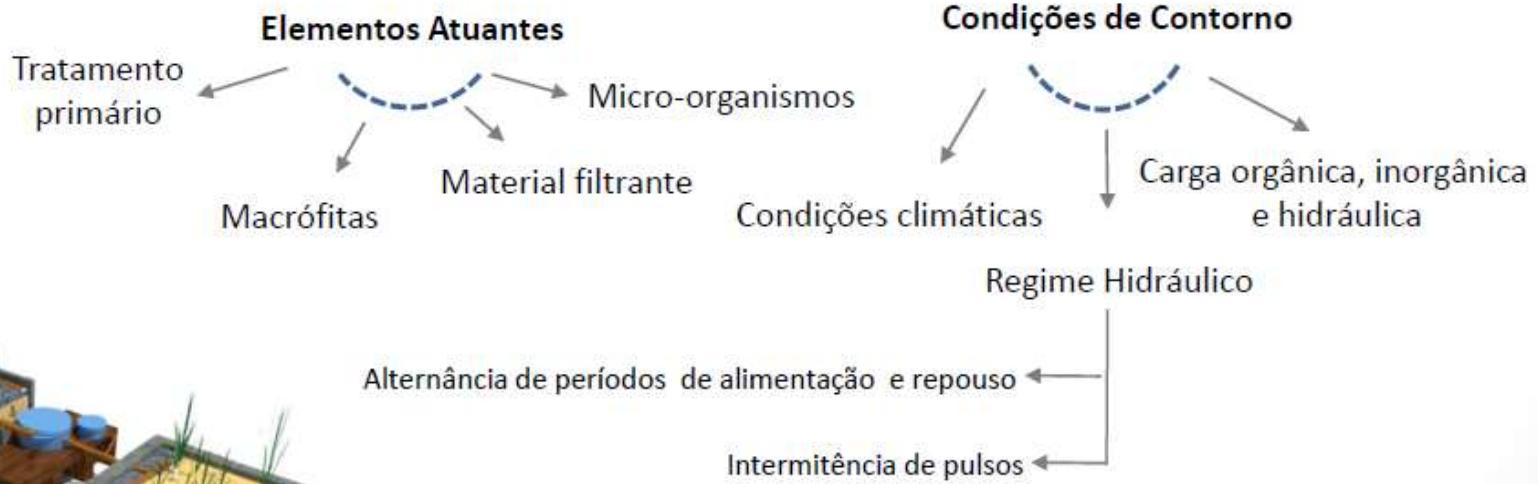
Elementos atuantes e Condições de contorno

Dimensionamento



Acervo GESAD

DESEMPENHO DE TRATAMENTO

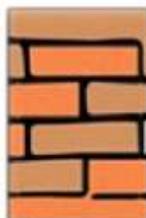
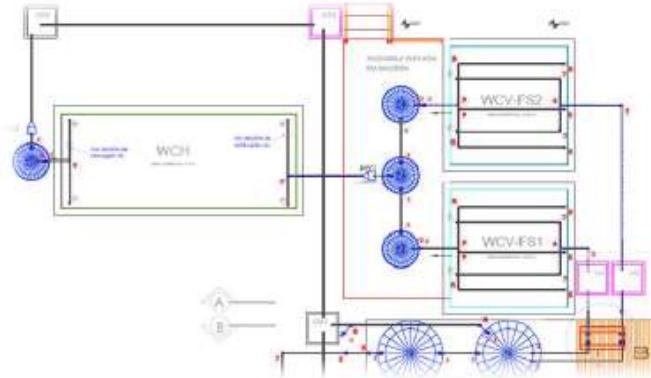


WCVD

WCH

Acervo:  GESAD
www.gesad.ufsc.br

Aspectos Construtivos



Qual será a estrutura dos *wetlands* construídos?



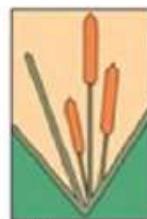
Há cuidados especiais para a disposição e assentamento do material filtrante dentro dos *wetlands* construídos?



Qual será o método de impermeabilização da estrutura?



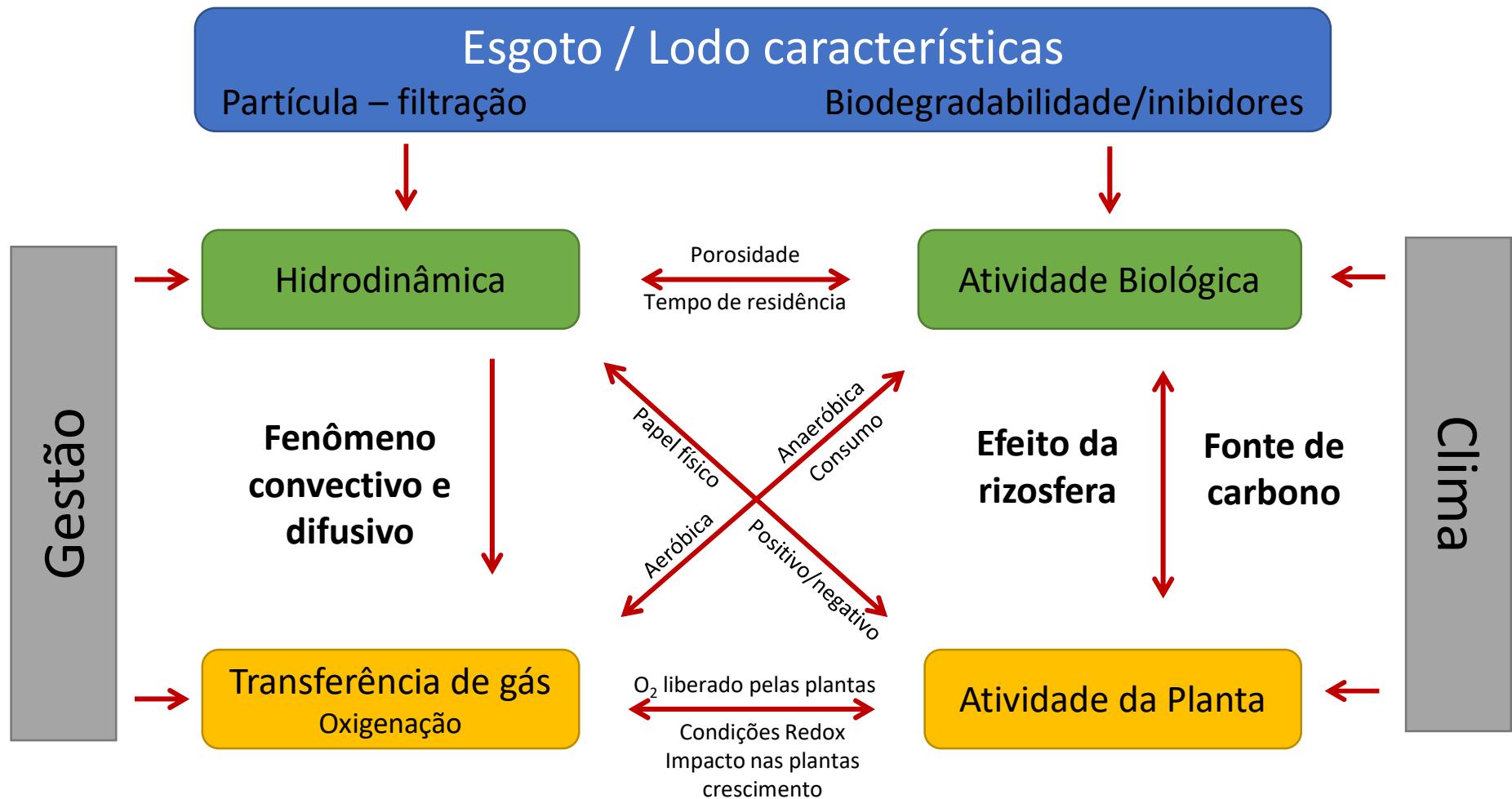
Como e onde as tubulações de distribuição e coleta devem ser posicionadas?



Quais plantas devo escolher e como devo manusear o seu transplantio?

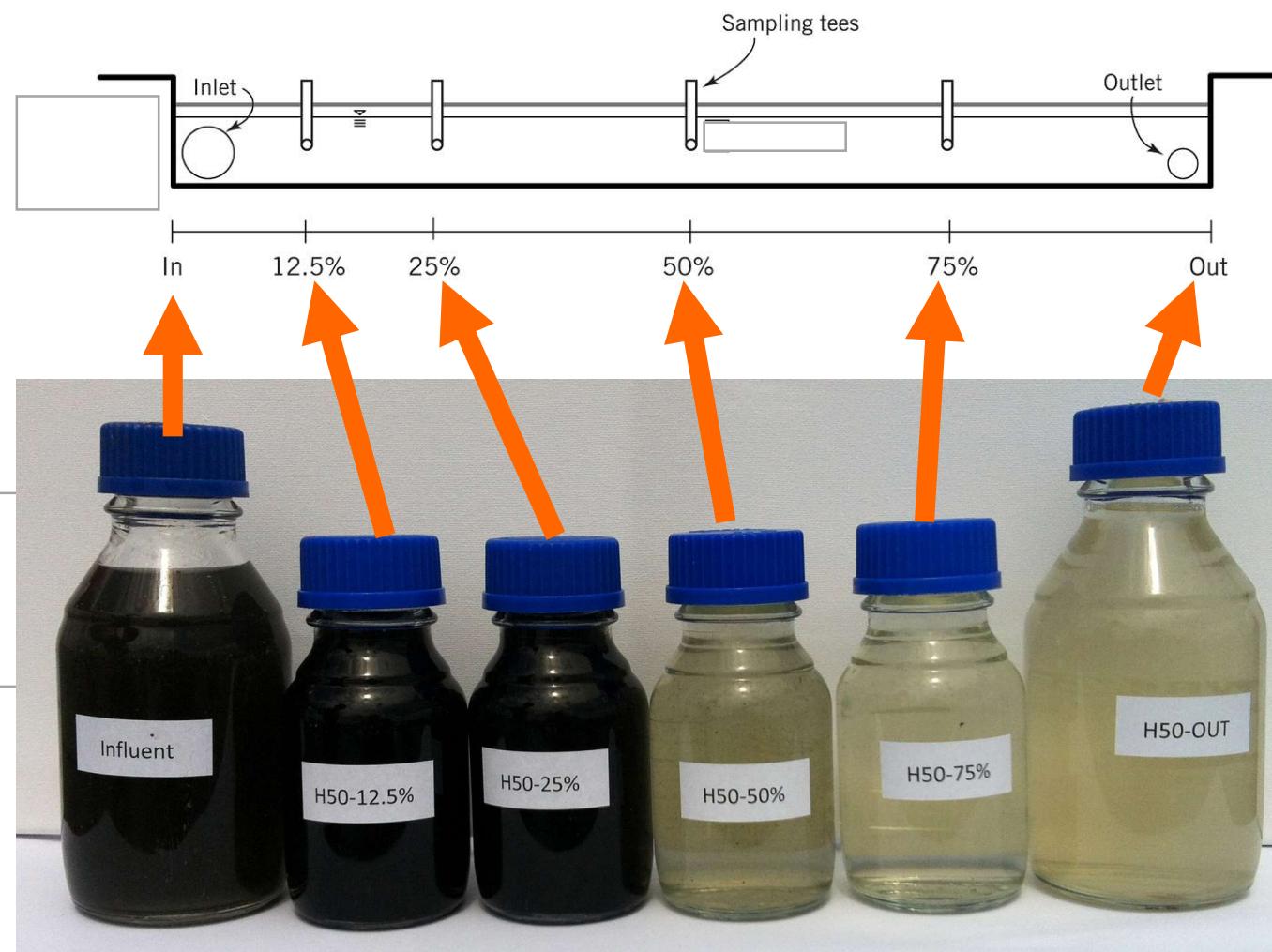
Acervo:

Sistema de engenharia complexo

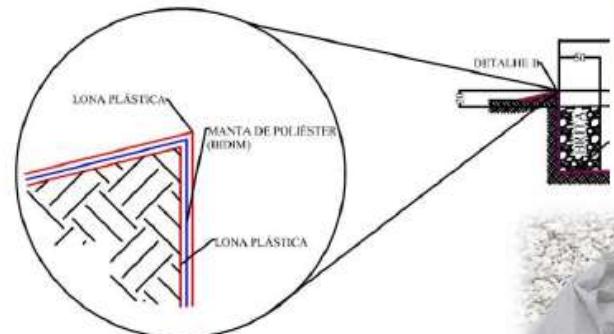


- ✓ São sistemas extensivos de tratamento de esgotos mundialmente reconhecidos por sua elevada eficiência operacional e harmonia paisagística;
- ✓ Normalmente compõe um arranjo tecnológico, ou seja, associado a outro tipo de sistema de tratamento. PORÉM, existem configurações que permitem tratar o esgoto apenas com o sistema de Wetland;
- ✓ Existem milhares de sistemas ao redor do mundo sendo a maior concentração na Europa;
- ✓ Na França existem mais de 4.500 sistemas implantados;
- ✓ São geralmente empregados para faixas populacionais de até 15.000 hab.

- remoção de 80 – 98 % de DBO5 e DQO
- remoção de 90 – 98 % de SS;
- remoção de 40 % de amônia (horizontal) 60 – 70 % (vertical);
- remoção de 40 -10% de fósforo.



Impermeabilização e montagem das tubulações



DETALHE B: Revestimento das paredes dos Filtros. S/ESCALA



Acervo:





Accueil → Apprendre et comprendre

<https://www.inrae.fr/>





Equipe especializada

Anos de pesquisa e
aplicação

Reparação*





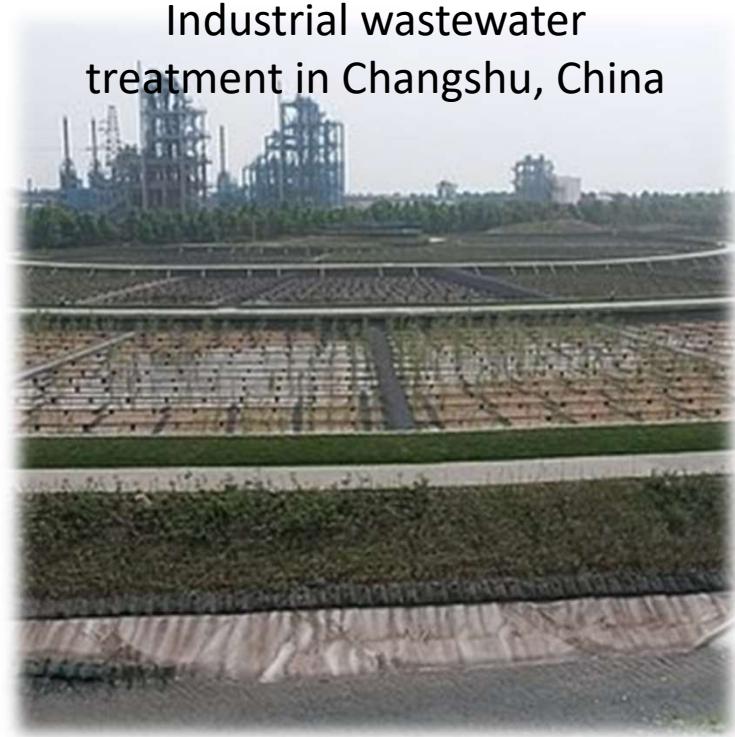
Estação de tratamento Chalex
→ Trata efluente da cidade
Chalex que possui 2.000 hab.



Vertical-flow soil filter on the constructed wetland, Changshu, China



Industrial wastewater treatment in Changshu, China



Wetlands para águas de chuva!



Shanghai



Alemanha



Canada





<http://www.humedalespanamericanos.org/>



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



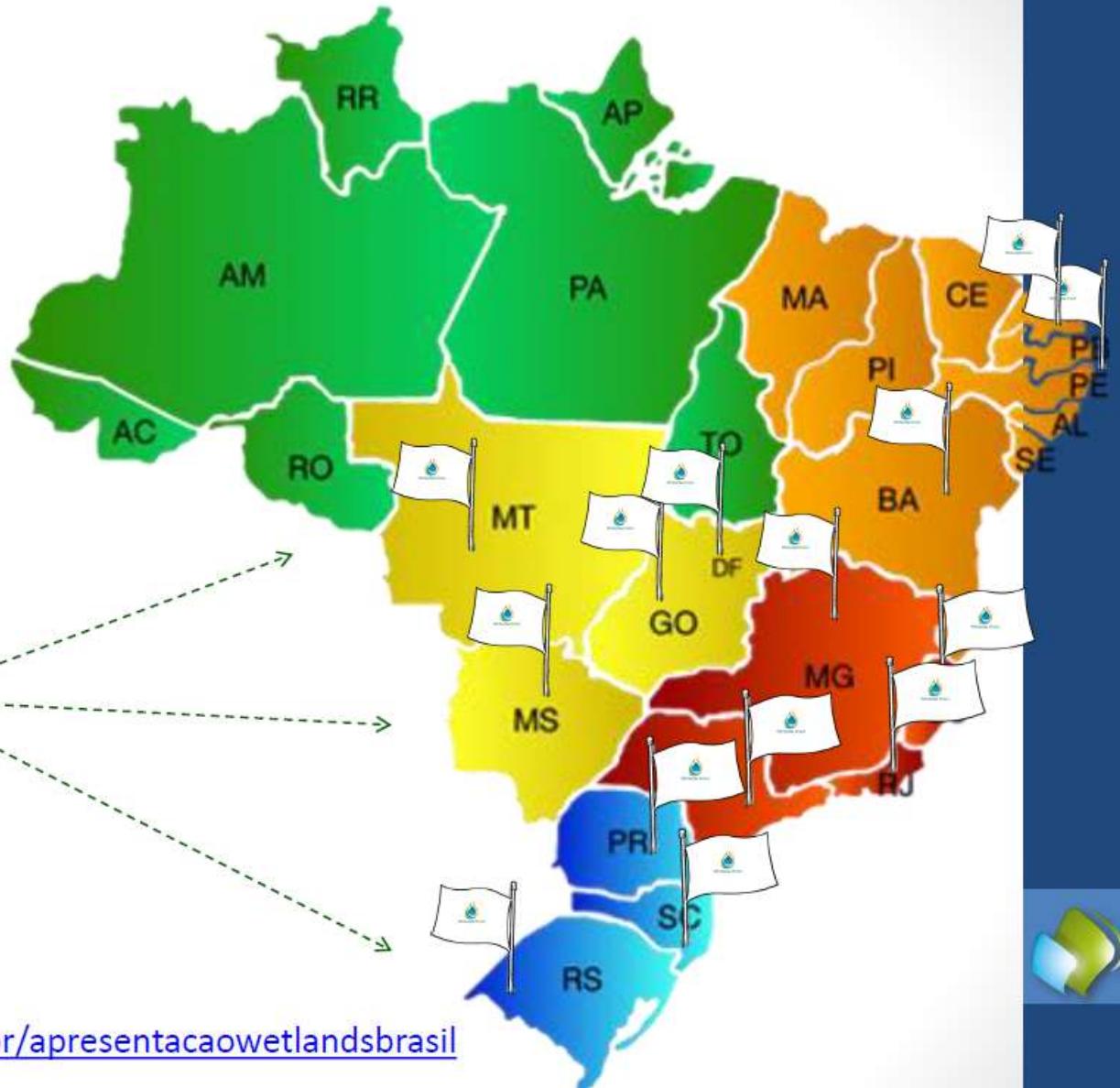
<https://gesad.ufsc.br/>

Dr. Pablo Sezerino

Aplicação dos WC no Brasil



Wetlands Brasil



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

Acervo:



Agronômica / SC – Brasil
26 anos em operação...



Parceria GESAD/UFSC com EPAGRI...



Videira - SC



Tubarão - SC



Agronomica - SC



São Joaquim - SC



Palhoça - SC



Biguaçu - SC



Florianópolis - SC



Frederico Westphalen - RS

Amplamente empregados | Saneamento descentralizado | Diversos tipos de efluentes



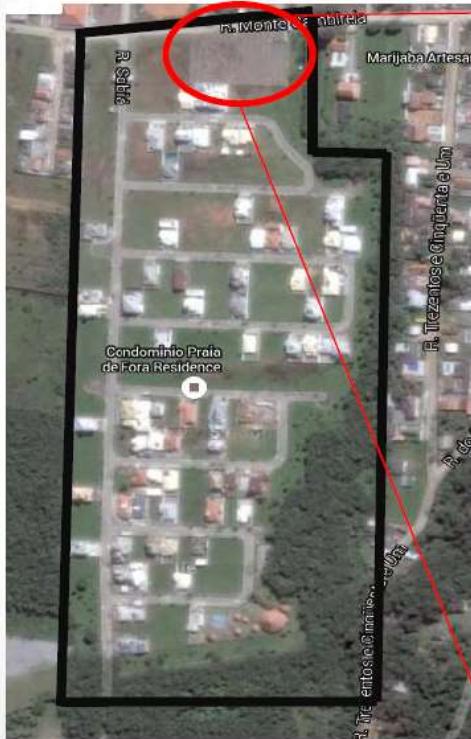
“Próximo da fonte geradora”

Acervo:



Esgotamento Descentralizado

Condomínios e Loteamentos



EP máx. 2000 pessoas
Área superficial = 3140 m²



Projeto: Rotaria do Brasil
15 anos de operação;
Praia na grande Florianópolis;
Está integrado ao local e a
lógica de ambiente que
possibilita a integração dos
processos naturais.



- ✓ Coleta
- ✓ Transporte
- ✓ Tratamento
- ✓ Disposição final

Acervo:



GESAD
EUSP-USP



Na ausência de rede coletora ou
sem a viabilidade de ligação na
rede:

Soluções descentralizadas



Acervo:

Norma NBR 13969/97 : Canteiro de evapotranspiração!



Campos Novos/ SC



Lei municipal que obriga os loteamentos, que não estão na área atendida pelo município, a implementar toda a infraestrutura de esgotamento sanitário – rede coletora e uma estação que deverá ser aprovada pelo Samae.

Normativa do Samae (regimento interno) o sistema deverá ser : sistema de tratamento anaeróbio seguido de um sistema wetland horizontal

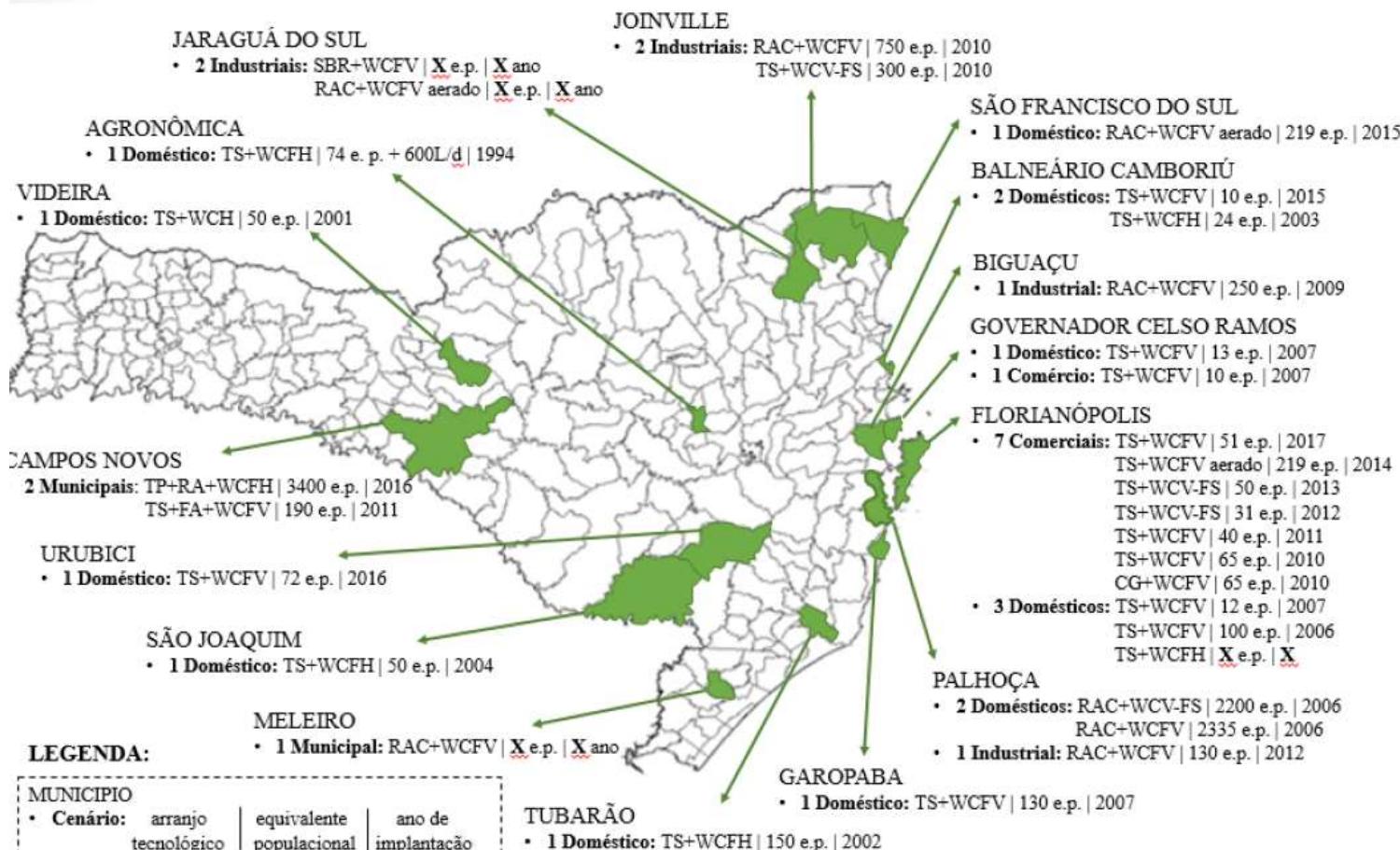




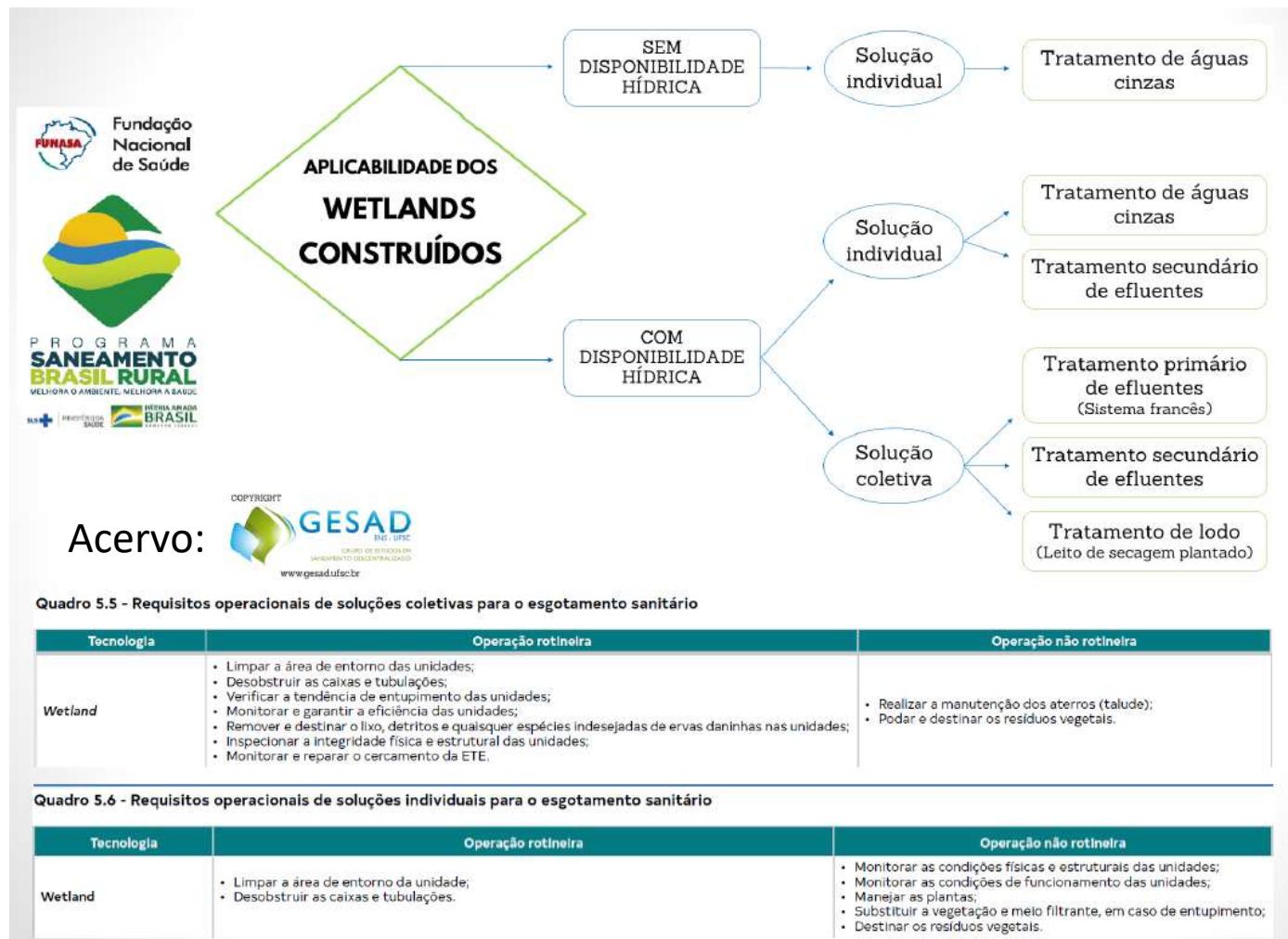
Escola – Campos Novos/SC

Inventário desenvolvido pelo
GESAD

Aplicação em SC...



Wetlands construídos para o tratamento de esgoto no meio rural



FUNASA – documento orientador (2020 até 2040) do entendimento de tratamento de esgoto descentralizado para comunidades de baixa densidade!



Obrigada pela atenção



danidamasceno28@gmail.com