

XIII SESMA

Seminário Estadual de Saneamento e Meio Ambiente



ABES
Seção Espírito Santo

ECOTECNOLOGIA DOS WETLANDS CONSTRUÍDOS COMO SOLUÇÃO BASEADA NA NATUREZA PARA TRATAMENTO DE ESGOTO E LODO

Pablo Heleno Sezerino



Soluções Baseadas na Natureza

SbN

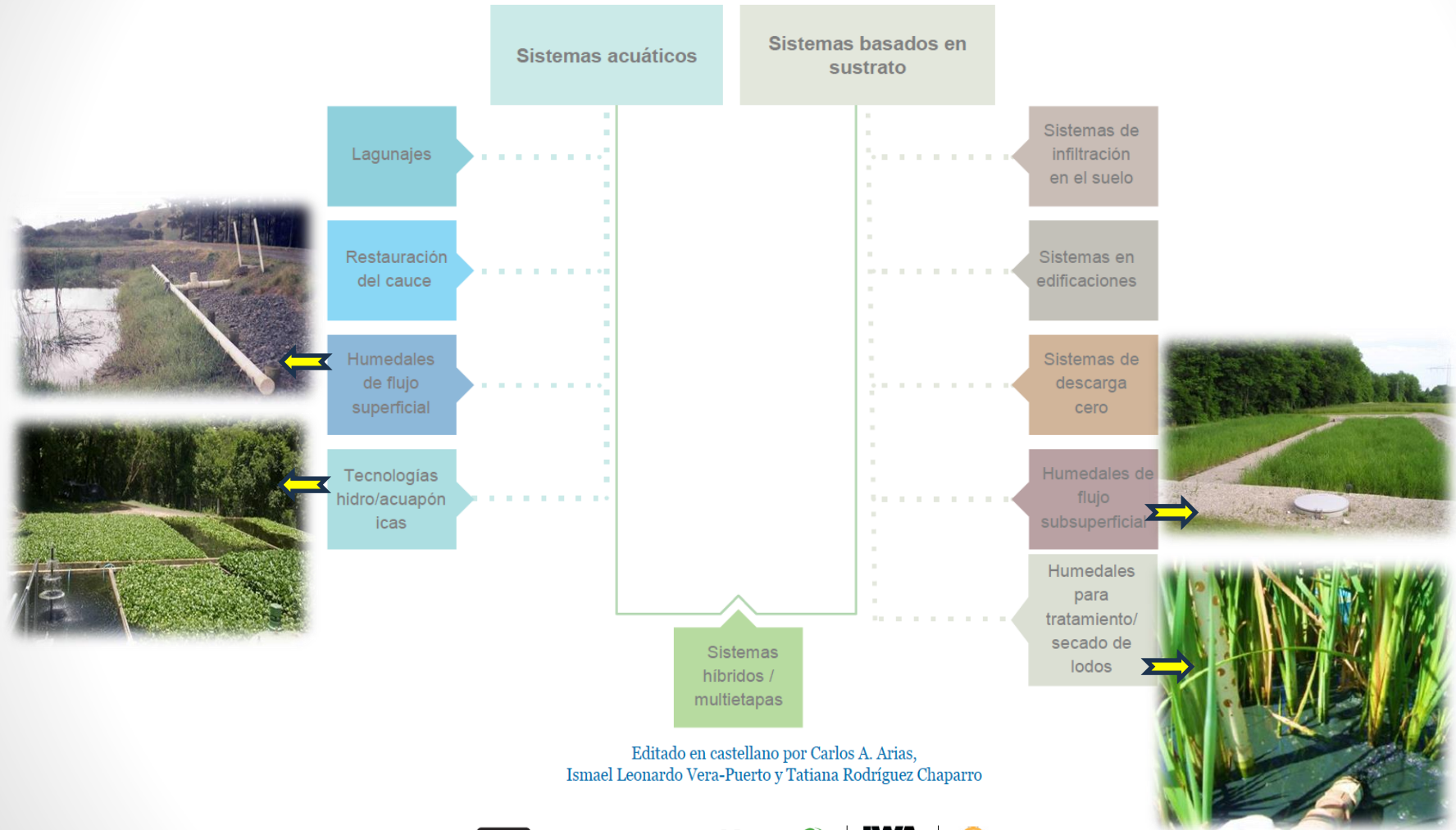
Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza...

...**SbN** são ações para proteger, gestionar de maneira sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordem os desafios sociais de maneira efetiva e adaptativa, proporcionando simultaneamente benefícios para o bem estar humano e da biodiversidade.

(Cohen-Shacham et al., 2016)



SbN – alternativas tecnológicas



Editado en castellano por Carlos A. Arias,
Ismael Leonardo Vera-Puerto y Tatiana Rodríguez Chaparro



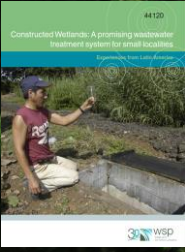
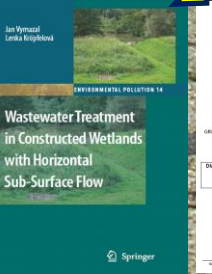
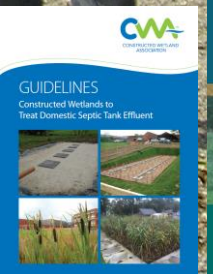
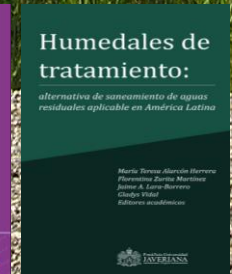
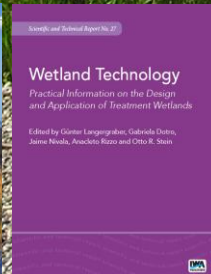
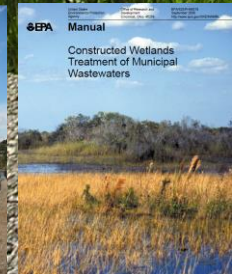
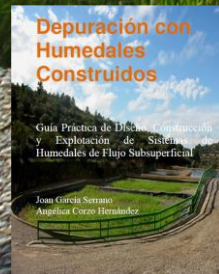
SBN

WETLANDS CONSTRUÍDOS

tecnologia CONSOLIDADA no Mundo!



Small Scale Constructed Wetland Treatment Systems
 Feasibility, Design Criteria, and O&M Requirements



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



WCH

Pousada Rural
EP máx. 150 pessoas
Área superficial = 340 m²



Aplicação em SC...

JARAGUÁ DO SUL

- **2 Industriais:** SBR+WCFV | X e.p. | X ano
RAC+WCFV aerado | X e.p. | X ano

AGRÔNOMICA

- **1 Doméstico:** TS+WCFH | 74 e. p. + 600L/d | 1994

VIDEIRA

- **1 Doméstico:** TS+WCH | 50 e.p. | 2001



CAMPOS NOVOS

- **2 Municipais:** TP+RA+WCFH | 3400 e.p. | 2016
TS+FA+WCFV | 190 e.p. | 2011

URUBICI

- **1 Doméstico:** TS+WCFV | 72 e.p. | 2016

SÃO JOAQUIM

- **1 Doméstico:** TS+WCFH | 50 e.p. | 2004

MELEIRO

- **1 Municipal:** RAC+WCFV | X e.p. | X ano

LEGENDA:

MUNICÍPIO

- | Cenário: | arranjo tecnológico | equivalente populacional | ano de implantação |
|----------|---------------------|--------------------------|--------------------|
| • | | | |

TUBARÃO

- **1 Doméstico:** TS+WCFH | 150 e.p. | 2002

JOINVILLE

- **2 Industriais:** RAC+WCFV | 750 e.p. | 2010
TS+WCV-FS | 300 e.p. | 2010

SÃO FRANCISCO DO SUL

- **1 Doméstico:** RAC+WCFV aerado | 219 e.p. | 2015

BALNEÁRIO CAMBORIÚ

- **2 Domésticos:** TS+WCFV | 10 e.p. | 2015
TS+WCFH | 24 e.p. | 2003

BIGUAÇU

- **1 Industrial:** RAC+WCFV | 250 e.p. | 2009

GOVERNADOR CELSO RAMOS

- **1 Doméstico:** TS+WCFV | 13 e.p. | 2007
- **1 Comércio:** TS+WCFV | 10 e.p. | 2007

FLORIANÓPOLIS

- **7 Comerciais:** TS+WCFV | 51 e.p. | 2017
TS+WCFV aerado | 219 e.p. | 2014
TS+WCV-FS | 50 e.p. | 2013
TS+WCV-FS | 31 e.p. | 2012
TS+WCFV | 40 e.p. | 2011
TS+WCFV | 65 e.p. | 2010
CG+WCFV | 65 e.p. | 2010
- **3 Domésticos:** TS+WCFV | 12 e.p. | 2007
TS+WCFV | 100 e.p. | 2006
TS+WCFH | X e.p. | X

PALHOÇA

- **2 Domésticos:** RAC+WCV-FS | 2200 e.p. | 2006
RAC+WCFV | 2335 e.p. | 2006
- **1 Industrial:** RAC+WCFV | 130 e.p. | 2012

GAROPABA

- **1 Doméstico:** TS+WCFV | 130 e.p. | 2007

COPYRIGHT



Wetlands Construídos – WC aplicações...



Amplamente empregados | Saneamento descentralizado | Diversos tipos de efluentes



“Próximo da fonte geradora”



Esgotamento Descentralizado

Condomínios e Loteamentos

Projeto: Rotaria do Brasil



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

EP máx. 2000 pessoas
Área superficial = 3140 m²



Esgotamento Descentralizado

No lote = Comercial

Projeto: Rotaria do Brasil



Fabrica PLASC, Biguaçu, SC, 300 equivalentes de habitantes

Área superficial = 200 m²



Esgotamento Descentralizado

No lote (individual) = residencial

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

NBR 7229/93



NBR 13969/97



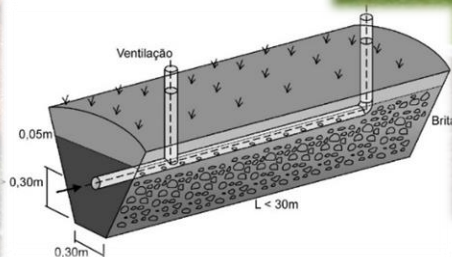
COPYRIGHT
 **GESAD**
ENS - UFSC
GRUPO DE PESQUISA DE
SANEAMENTO DESCENTRALIZADO
www.gesad.ufsc.br



Vala de Infiltração vegetada



WCH



Residência
EP máx. 5 pessoas
Área superficial = 10 m²

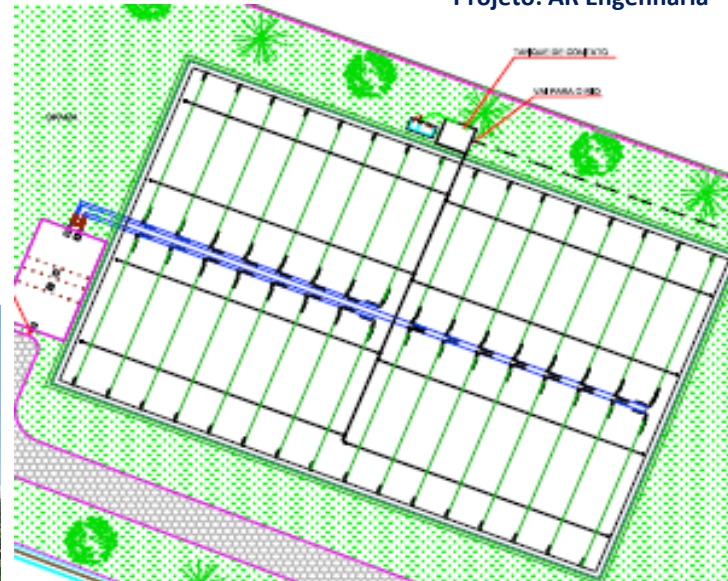


Esgotamento **centralizado** !

(pequenas coletividades)

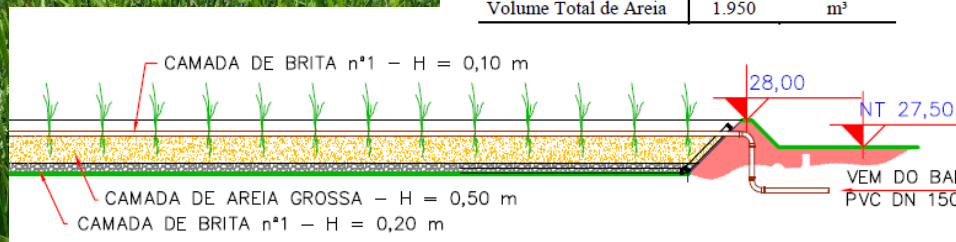


Meleiro/SC



	Valor	Unidade
Área Superficial	3.900	m ²
Altura Total	0,8	m
Altura de Areia	0,5	m
Volume Total de Areia	1.950	m ³

3,000 PE
600 m³/d
27 gDBO/m².d



Área superficial = 3.900 m²





Material filtrante

Macrófitas

Micro-organismos

ELEMENTOS ATUANTES NO TRATAMENTO



Filtração



Adsorção



Processos
microbiológicos

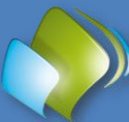


Assimilação vegetal
(fito extração)

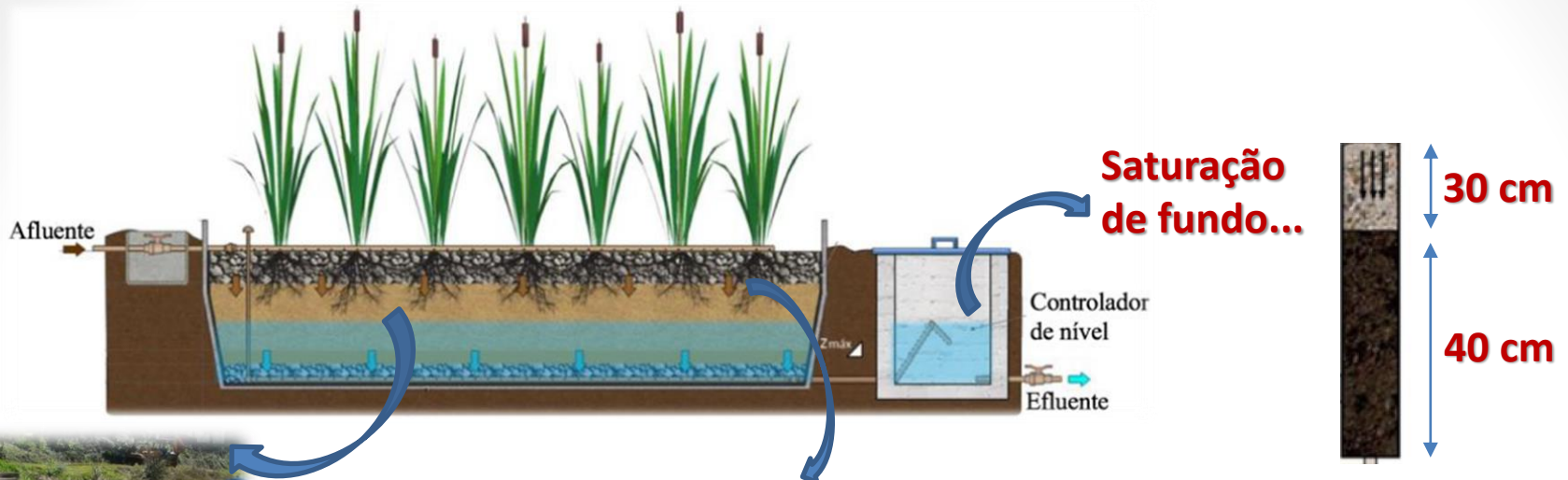
PRINCIPAIS PROCESSOS DE TRATAMENTO



AGENTES RESPONSÁVEIS PELO TRATAMENTO
DE ESGOTO

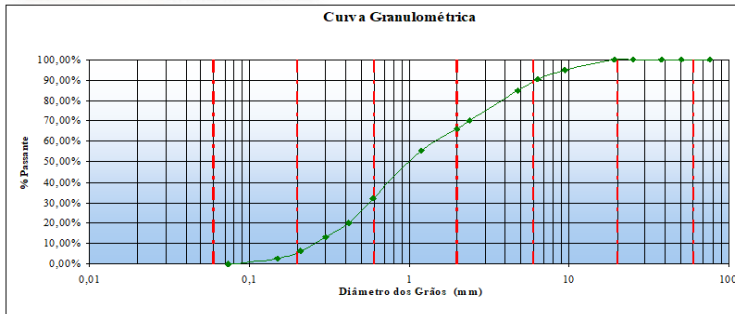


Elementos atuantes nos Wetlands Construídos



Material filtrante...

Macrófitas ...



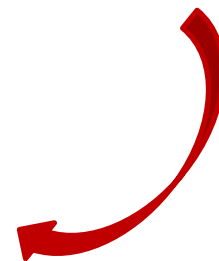
Recomendações :
 (NBR 13969/97 – ABNT, 1997) = d_{10} entre 0,25mm e 1,20mm ; $U < 4$
 Literatura internacional = d_{10} superior a 0,20mm e $U < 5$



Elementos atuantes e Condições de contorno



Dimensionamento



DESEMPENHO DE TRATAMENTO

Elementos Atuantes

Condições de Contorno

Tratamento primário

Micro-organismos

Macrófitas

Material filtrante

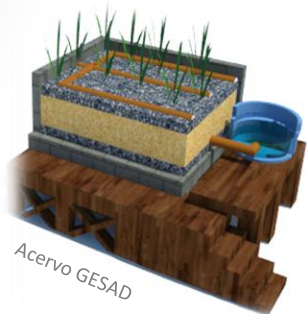
Condições climáticas

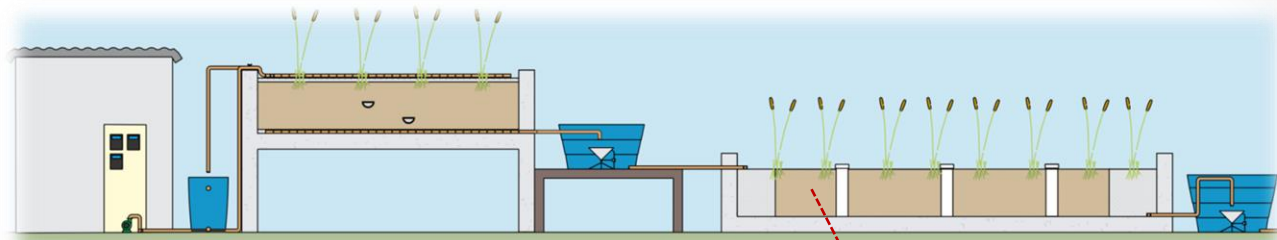
Carga orgânica, inorgânica e hidráulica

Regime Hidráulico

Alternância de períodos de alimentação e repouso

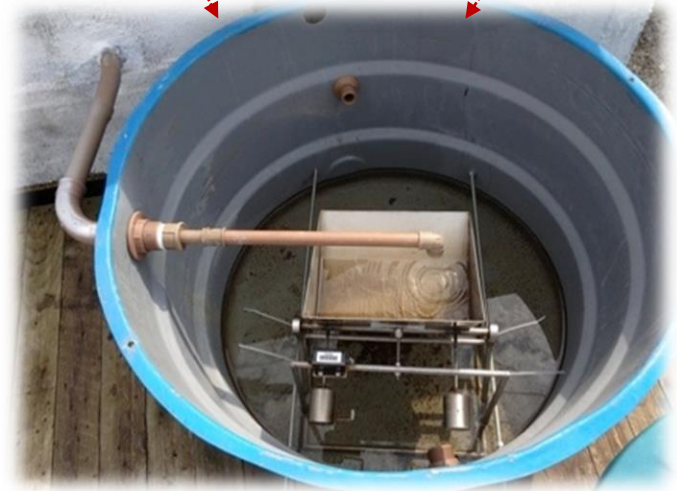
Intermitência de pulsos





Equipamentos e Operação

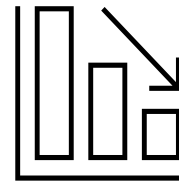
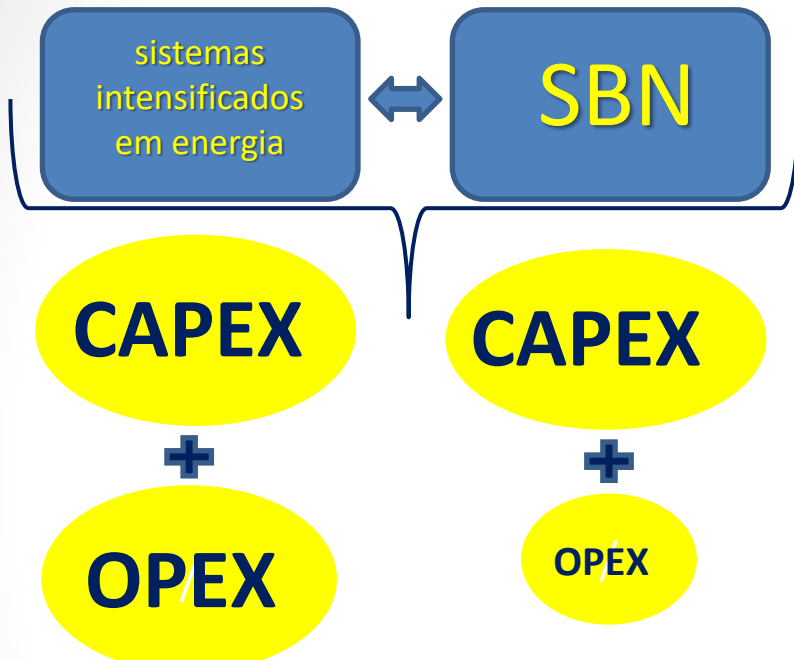
...OPEX ↓



EETE Wetlands GESAD



SbN: TOTEX = CAPEX + OPEX



Carbono



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL
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 189, 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

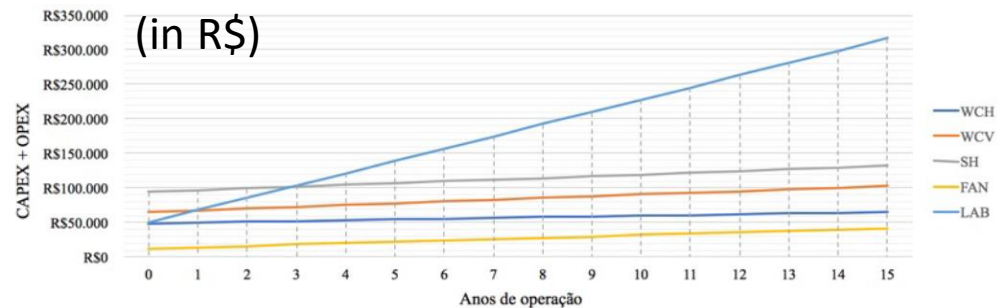
Data de entrada:
30/01/2020
Data de aprovação:
04/01/2021

Amanda Kempf Schroeder¹ | Catiene Pelissari¹ | Luciane Duzi Pereira¹ | Pablo Heleno Sezerino¹ DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2022.036>

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

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

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



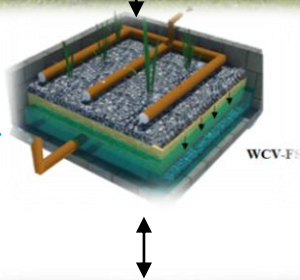
COPYRIGHT

EETE Wetlands GESAD - 7 anos em operação...

Nível de tratamento secundário e avançado → ✓ Legislação Lançamento



WCV-FS
 areia
 profundidade de 75 cm
 (com 40 cm de saturação)
 40 g DQO m⁻² d⁻¹
 operados com ciclos de
 3,5 dias de alimentação
 3,5 dias de repouso



Relação 3 m²/EP



Híbrido
 areia
 profundidade de 75 cm
 40 g DQO m⁻² d⁻¹
 operados com ciclos de
 3,5 dias de alimentação
 3,5 dias de repouso

Relação 9 m²/EP



Escala Plena

Palhoça/SC

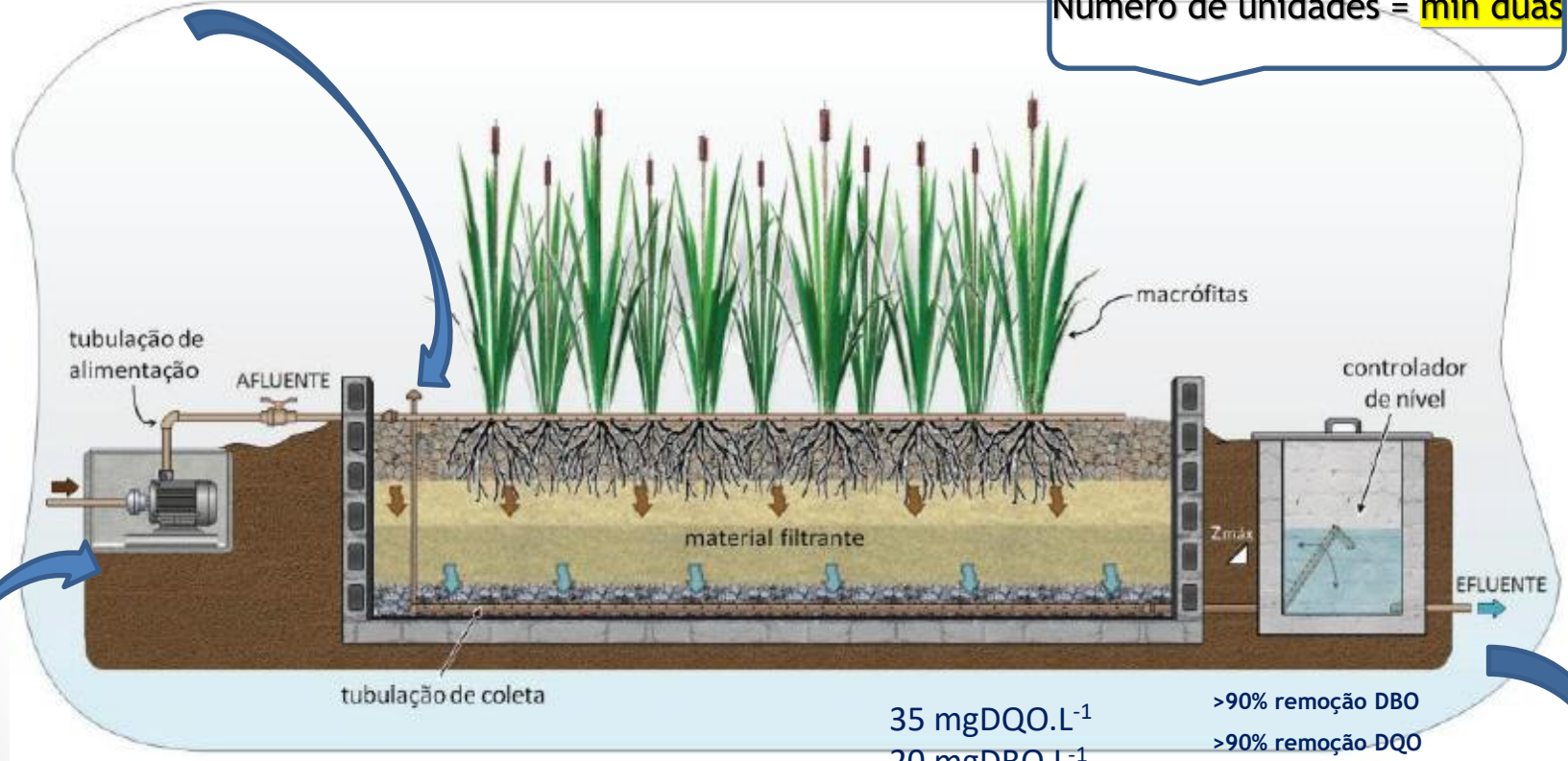
Biguaçu/SC



WCV fundo saturado - desempenho

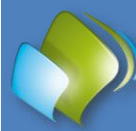
{ 40 gDQO.m⁻².d⁻¹ ; 8 gNT.m⁻².d⁻¹ ; 4 gPO₄³⁻-P.m⁻².d⁻¹
 pós TS = 85 mm.d⁻¹

Número de unidades = **min duas**



Alternância entre leitos (3,5 dias)
Intermitência de alimentação de 3 a 4 pulsos por dia

35 mgDQO.L ⁻¹	>90% remoção DBO
20 mgDBO.L ⁻¹	>90% remoção DQO
5 mgSST.L ⁻¹	>90% remoção SST
43 mgNT.L ⁻¹	≈ 40% remoção NT
19 mgNH ₄ -N.L ⁻¹	≈ 70% remoção NH ₄ ⁺ -N
6 mgPO ₄ ³⁻ -P.L ⁻¹	≈ 80% remoção PO ₄ ³⁻ -P
	-1 a 2 log ₁₀ <i>E.coli</i>

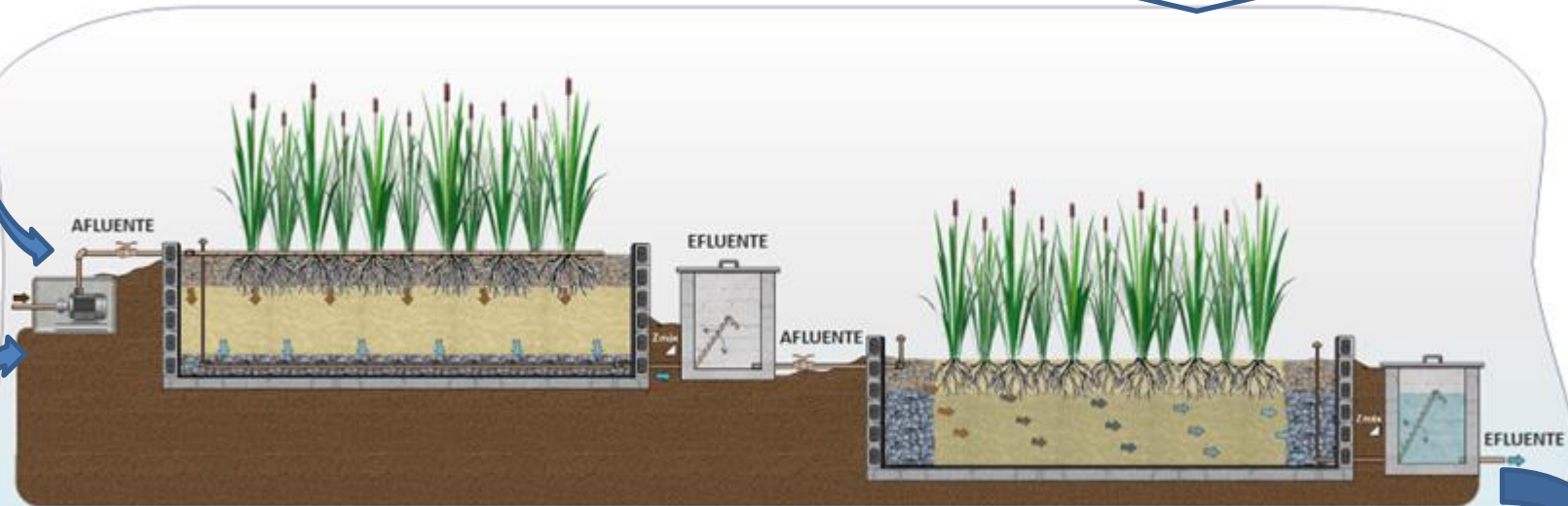


WC vertical seguido do horizontal...

...desempenho

$40 \text{ gDQO.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$; $8 \text{ gNT.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$; $4 \text{ gPO}_4^{3-}\text{-P.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$
pós TS = 85 mm.d^{-1}

Número de unidades = **min duas**



Alternância entre leitos (3,5 dias)
Intermitência de alimentação de 3 a 4 pulsos por dia

20 mgDQO.L⁻¹

20 mgDBO.L⁻¹

4 mgSST.L⁻¹

17 mgNT.L⁻¹

5 mgNH₄-N.L⁻¹

2 mgPO₄³⁻-P.L⁻¹

>95% remoção DBO

>90% remoção DQO

>95% remoção SST

≈ 65% remoção NT

≈ 75% remoção NH₄⁺-N

≈ 80% remoção PO₄³⁻-P

-2 a 3 log₁₀ *E.coli*

COPYRIGHT



Avanços obtidos pelo GESAD em WCV-FS

Altura da profundidade da camada saturada (**SANTOS et al., 2016**)



Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales
Investigación, desarrollo y práctica.

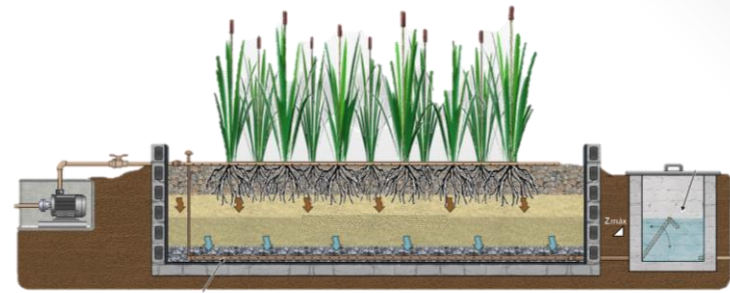
ISSN 0728-1274
Vol. 9, No. 3, 201 - 211
8 de diciembre de 2016

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

INFLUÊNCIA DA SATURAÇÃO DE FUNDO DE MACIÇOS FILTRANTES COMPONENTES DE WETLANDS CONSTRUÍDOS VERTICAIS APLICADOS NO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

Maryara Oliveira dos Santos^a
Cátiane Pelissari^a
Benny Zusi Rouso^a
Pablo Heleno Sezerino^a



COPYRIGHT



Efeitos da zona saturada nas populações nitrificantes e desnitrificantes (**Pelissari et al., 2018**)



Contents lists available at ScienceDirect

Water Research

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



Effects of partially saturated conditions on the metabolically active microbiome and on nitrogen removal in vertical subsurface flow constructed wetlands



Catiane Pelissari^{a,*}, Miriam Guivernau^{b,1}, Marc Viñas^b, Joan García^c, María Velasco-Galilea^d, Samara Silva Souza^e, Pablo Heleno Sezerino^a, Cristina Ávila^{f,g}

Caracterização bacteriana em WCV-FS operando em escala real (**Pelissari et al., 2017**)



Contents lists available at ScienceDirect
Science of the Total Environment

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



Nitrogen transforming bacteria within a full-scale partially saturated vertical subsurface flow constructed wetland treating urban wastewater



Catiane Pelissari^a, Cristina Ávila^b, Camila Maria Trein^a, Joan García^b, Rafael Dultra de Armas^c, Pablo Heleno Sezerino^{a,*}

^a GESAD - Decentralized Sanitation Research Group, Department of Sanitary and Environmental Engineering, Federal University of Santa Catarina, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina Zip Code 88040-900, Brazil
^b GESAD - Environmental Engineering and Microbiology Group, Department of Civil and Environmental Engineering, Universidade Pública de Catalunya-Barcelonès, Jordi Girona 1, 3, Building 01, E-08034 Barcelona, Spain
^c Department of Cellular Biology, Embryology and Genetics, Federal University of Santa Catarina, Trindade, Santa Catarina Zip Code 88040-900, Florianópolis, Brazil

Desempenho de WCV-FS na remoção de hormônios (**Sgroi et al., 2018**)



Contents lists available at ScienceDirect
Chemical Engineering Journal

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



Removal of organic carbon, nitrogen, emerging contaminants and fluorescing organic matter in different constructed wetland configurations



Massimiliano Sgroi^a, Catiane Pelissari^b, Paolo Roccaro^b, Pablo H. Sezerino^b, Joan García^c, Federico G.A. Vagliasindi^d, Cristina Ávila^e

Determinação de critérios operacionais (**Bassani et al., 2021**)



Contents lists available at ScienceDirect
Science of the Total Environment

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



Feeding mode influence on treatment performance of unsaturated and partially saturated vertical flow constructed wetland



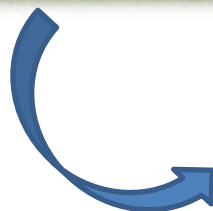
Leandro Bassani¹, Catiane Pelissari^{a,*}, Arieleen Reis da Silva, Pablo Heleno Sezerino

¹ GESAD - Decentralized Sanitation Research Group, Department of Sanitary and Environmental Engineering, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina 88040-900, Brazil

Indicação de parâmetros de projeto e operação para WCV-FS sob condições climáticas subtropicais (**Sezerino et al., 2018**)



Aproveitamento do efluente tratado...



Grupo de Pesquisa
Recuperação de Recursos
em Sistemas de Saneamento



Carbono



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL
CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - CONSEMA
SECRETARIA EXECUTIVA

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

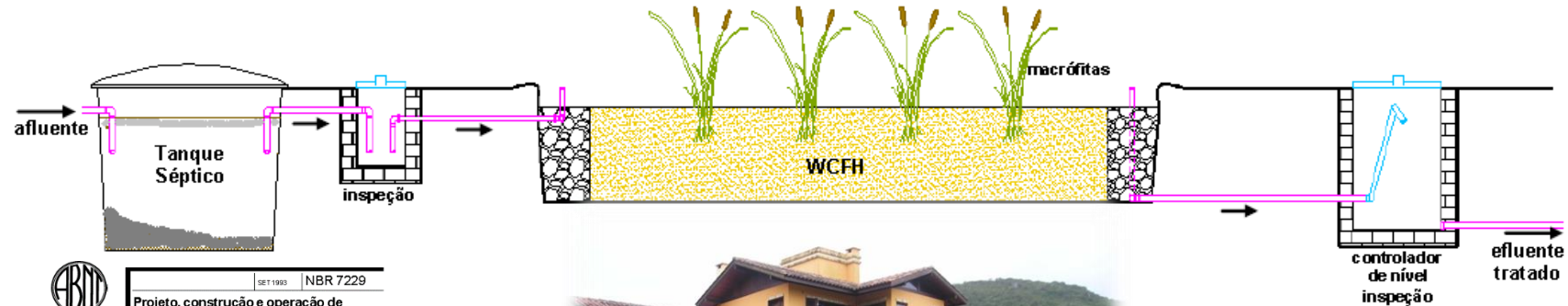
Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de efluentes sanitários de sistemas públicos de tratamento, operados por ente público ou privado. (Redação dada pela Resolução CONSEMA nº 189, de 2022).

Nitrogênio
Fósforo



Tratamento de lodo de TS

Periurbano



ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

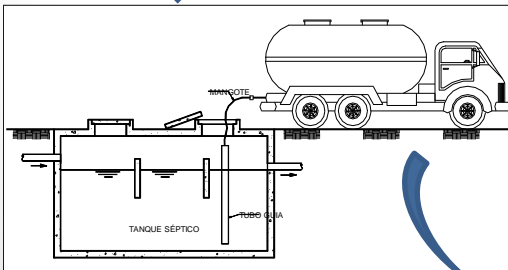
Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos

SET 1993 NBR 7229

Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos

Procedimento
 Origem: Projeto NBR 7229/1992
 CBJ2 - Comitê Brasileiro de Construção Civil
 CE-02/050.07 - Comissão de Estudo de Instalação Predial de Fossas Sépticas
 NBR 7229 - Project, construction and operation of septic tank system - Procedure
 Designer: Saneptec
 Esta Norma substitui a NBR 7229/1992
 Vigência a partir de 01/11/2003
 Incorpora as Erratas de JUN 1994 e nº 2 de SET 1997
 Palavras-chave: Tanque séptico; Fossa séptica

15 páginas



SOLO...
 CURSO HÍDRICO...
 REDE DE DRENAGEM PLUVIAL...



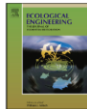
Wetlands construídos para tratamento de lodo



Contents lists available at ScienceDirect

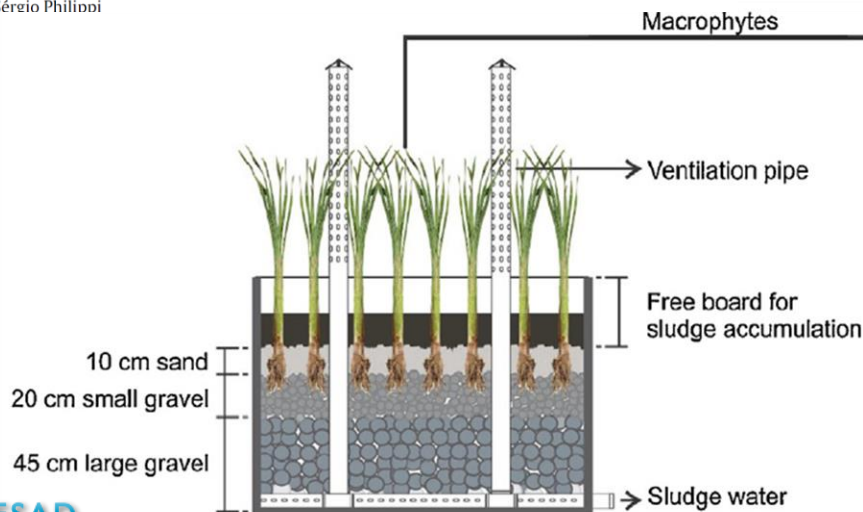
Ecological Engineering

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



Constructed wetlands for sludge dewatering with high solids loading rate and effluent recirculation: Characteristics of effluent produced and accumulated sludge

María Elisa Magri*, Joceli Gorrezen Zaguini Francisco, Pablo Heleno Sezerino, Luiz Sérgio Philippi



Zizaniopsis bonariensis



Cyperus papyrus



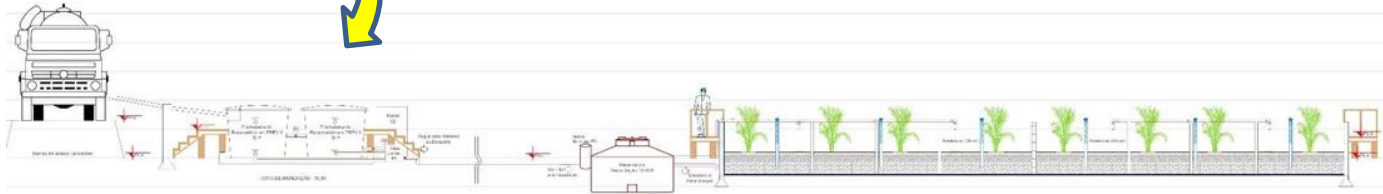
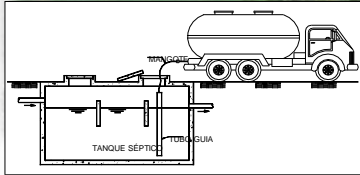
Thypha domingensis



Unidade de Gerenciamento de Lodo



**Limpeza
Programada**



**UGL
wetlands**



Instrumentos de governança aplicados aos SbN

Padrões normativos e orientativos

Programas de fomento

Regulação



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



ABNT/CB-177
PROJETO ABNT NBR 17076
OUT 2022

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

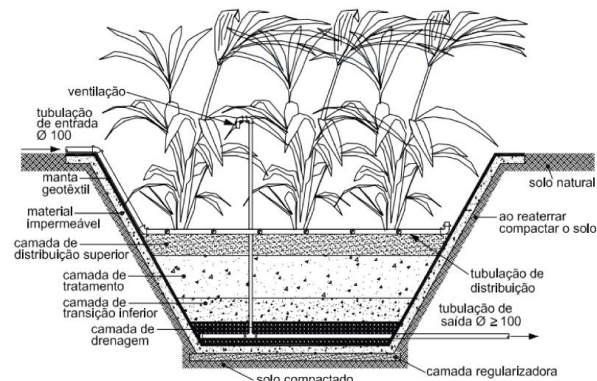
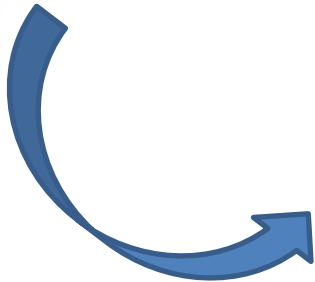


Figura H.1 – Esquema representativo de wetland construído de fluxo vertical

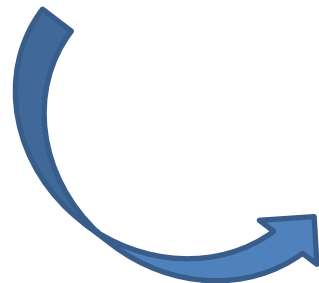


Livros para download

gesad.ufsc.br



[Treatment Wetlands | eBooks Gateway | IWA Publishing \(iwaponline.com\)](http://www.treatmentwetlands.org)



Treatment Wetlands

By Gabriela Dotro; Günter Langergraber; Pascal Molle; Jaime Nivala; Jaime Puigagut; Otto Stein; Marcos von Sperling

IWA Publishing
Volume 16

DOI: <https://doi.org/10.2166/9781780408774>

ISBN electronic: 9781780408774

Publication date: October 2017



Treatment Wetlands is the seventh volume in the Biological Wastewater Treatment series, which gives a state-of-the-art presentation of the science and technology of sewage treatment. The major variants of wetland systems are covered in this volume, ...

[Read More](#) 





www.gesad.ufsc.br



Obrigado!

Pablo Heleno Sezerino
pablo.sezerino@ufsc.br



www.wetlandsbrasil.com.br



HUPANAM

Red Panamericana
de Sistemas de Humedales

www.hupanam.com

