

II-340 – IMPLANTAÇÃO DE UM WETLAND CONSTRUÍDO HÍBRIDO PARA POLIMENTO DE EFLUENTE DE DOMÉSTICO

Filipe Franz Teske⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental graduado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2017).

Dieter Wartchow

Possui graduação em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1979), mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1982) e doutorado em engenharia pela Universidade Stuttgart (1988). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS (Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH).

Endereço⁽¹⁾: Rua General Lima e Silva, 547, apto 102 – Cidade Baixa – Porto Alegre - RS - CEP: 90050-101 - Brasil - Tel: (51) 98156-6838 - e-mail: filipe.teske@gmail.com

RESUMO

O artigo apresenta as etapas construtivas realizadas na implantação de um *wetland* construído híbrido, implantado como etapa terciária de tratamento, para polimento de efluentes domésticos de forma descentralizada. O sistema foi implantado em um lote familiar em um município no interior do estado do Rio Grande do Sul, onde não há rede de coleta de esgotos sanitários e, conseqüentemente, tratamento deste tipo de efluente. O tratamento do esgoto doméstico da residência ocorria por fossa séptica e filtro anaeróbio, e encaminhado à rede pública pluvial para descarte em corpo hídrico receptor. Assim, o sistema de fossa séptica e filtro anaeróbio já implantado no lote, atualmente atuam como pré-tratamento antes do efluente ser destinado ao *wetland* construído híbrido. Após a ação de filtragem física do efluente pelo substrato, degradação da matéria orgânica e aproveitamento dos nutrientes pelos microrganismos e plantas macrófitas empregadas no sistema, o efluente é novamente encaminhado à rede pública pluvial para descarte no corpo hídrico receptor. Após a descrição das etapas construtivas, são apresentados os resultados obtidos nas amostragens realizadas até o momento. As concentrações médias obtidas são comparadas aos valores estabelecidos na legislação CONAMA 430/2011 e CONSEMA 128/2006, e embora o número de amostragens e período de operação não sejam ainda representativos, o sistema atendeu aos valores estabelecidos e não apresentou problemas operacionais.

PALAVRAS-CHAVE: *Wetland* construído híbrido, tratamento descentralizado.

INTRODUÇÃO

A lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, lei do saneamento básico, tem entre seus princípios fundamentais a universalização de acesso aos serviços de saneamento básico. Dentre os serviços, o que apresenta a maior defasagem, conforme publicado na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2014, IBGE (2014), é a rede coletora de esgoto. Segundo os dados do Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2014 (BRASIL, 2016), o índice de coleta de esgotos sanitários urbanos atinge 57,6%, e tratamento, a 40,8% dos esgotos gerados. Analisando a realidade rural, os números são ainda piores, os dados do censo demográfico de 2010, relatam que somente 17% dos domicílios particulares permanentes rurais possuíam rede geral de esgoto e fossa séptica (IBGE, 2011, p. 108). A falta de coleta e tratamento das águas residuárias, gera impactos nos aspectos sanitários, ecológicos, econômicos e sociais.

Como alternativa para destino e tratamento dos esgotos sanitários gerados pelas atividades humanas, para as áreas rurais e áreas desconectadas dos sistemas urbanos de esgotamento sanitário implantado, pode-se lançar mão de tratamentos simplificados de forma descentralizada.

Estes sistemas são projetados para operarem de forma simplificada, com menor necessidade de manutenção, menor consumo de energia elétrica e produtos químicos, e menores custos de implantação.

Os *wetlands* construídos apresentam estas características e possuem aplicação consolidada no tratamento de águas residuárias em países desenvolvidos. São sistemas baseados nos banhados naturais, com características

construtivas para otimizar os processos naturais de degradação da matéria orgânica, retenção e transformações de nutrientes como nitrogênio e fósforo, redução no número de patógenos, necessidade de pouco aporte de energia e baseados, principalmente, na energia solar, pouca manutenção, integração com o ambiente e beleza cênica.

Os *wetlands* construídos são classificados de acordo com o fluxo hidráulico do efluente. Podem ser classificados como *wetlands* construídos de escoamento superficial livre, ou subsuperficial, vertical ou horizontal. Pode-se ainda combinar diferentes tipos de fluxo hidráulico de forma a otimizar o tratamento, sendo assim referidos, como *wetlands* construídos híbridos.

OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é o de apresentar um projeto e relato das etapas envolvidas na implantação um *wetland* construído híbrido – tratamento por zona de raízes, para polimento dos efluentes domésticos oriundos de fossa séptica e filtro anaeróbio. E amostrar, durante o período inicial de operação, os parâmetros DBO₅, DQO, SS, OD, Nitrato, NTK, fósforo total, coliformes fecais e totais, turbidez e pH.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para dimensionamento do *wetland* construído híbrido projetado e implantado encontra-se descrita em TESKE (2016).

A vazão de projeto foi definida a partir da média de consumo de água potável, e, aplicado um coeficiente de retorno de 0,8. Estes dados foram obtidos a partir do volume mensal consumido aferido nas contas de cobrança, emitidas pela companhia responsável pelo fornecimento de água potável. O experimento foi construído na zona urbana do município de São Lourenço do Sul, cuja disposição dos esgotos sanitários da residência, se dá através da rede de drenagem pluvial.

Devido à disponibilidade de área superficial no local em que foi implantado o sistema, foi adotado de forma conservadora, o maior valor da relação área/habitante, 1,5 m² por habitante, recomendada por Brasil (2014). Foram considerados quatro moradores fixos na residência, resultando em uma área superficial de 6 m², dois metros de largura e três de comprimento, para o módulo I – *wetland* de fluxo sub superficial vertical. O módulo II – *wetland* de fluxo subsuperficial horizontal, não foi dimensionado segundo as metodologias já relatadas em literatura e trabalhos publicados sobre o tema. Devido à incerteza da eficiência de tratamento e concentração dos parâmetros de interesse no efluente de saída do módulo I, e afluente do módulo II, foi adotado de forma arbitrária, as mesmas dimensões do módulo I.

Este trabalho apresentará as etapas do processo construtivo de construção do *wetland* e primeiros resultados que atestam a eficiência do sistema de tratamento. Serão analisados parâmetros como DBO₅, DQO, SS, OD, NTK, fósforo total, nitrato, coliformes fecais e totais, turbidez e pH.

CONSTRUÇÃO DOS MÓDULOS I E II

A etapa de construção envolveu as etapas de escavação, impermeabilização do solo, confecção e montagem dos sistemas de alimentação e drenagem, composição das camadas de substrato, plantio das macrófitas empregadas, conexão de entrada e saída, e acabamentos. O *wetland* construído híbrido é composto pelo módulo I – *wetland* construído de fluxo subsuperficial vertical (WCV), seguido pelo módulo II – *wetland* construído de fluxo sub superficial horizontal (WCH).

- **Escavação** – A escavação se deu de forma manual, com uso de pá e carrinho de mão, devido à indisponibilidade de acesso de máquinas de escavação. Inicialmente foi escavado um tanque único, com dois metros de largura, seis metros de comprimento e 1% de declividade para induzir o fluxo hidráulico. O módulo I possui 0,8 metros de profundidade, e o módulo II, 1,05 metros de profundidade. Posteriormente, este tanque único foi compartimentado na metade de seu comprimento, com a fixação de um tronco de eucalipto de 10 centímetros de diâmetro.



Figura 1: Tanque escavado.

- **Impermeabilização do solo** – Para impermeabilização dos tanques, e evitar risco de contaminação do solo e água subterrânea, foi utilizado uma geomembrana de PELBD (polietileno linear de baixa densidade) de 0,8 mm de espessura.



Figura 2: Tanque com geomembrana para impermeabilização.

- **Confeção e montagem dos sistemas de alimentação e drenagem** – Os sistemas de alimentação e drenagem foram confeccionados com canos de PVC de 75 mm. Para perfuração dos canos foi utilizado furadeira e broca de 8 mm. O sistema de alimentação do módulo I foi confeccionado em espinha de peixe para melhor distribuição de efluente e aproveitamento da área superficial. A alimentação do módulo II se dá na zona inicial, na parte superior do substrato, por um cano instalado de forma a distribuir o efluente por toda largura do tanque. Os sistemas de drenagem são instalados na camada inferior dos tanques. O sistema de drenagem do módulo I é responsável pela coleta do efluente e transferência deste ao módulo II. Este foi confeccionado com três braços, dispostos por todo comprimento do tanque, para coleta do efluente percolado verticalmente no sentido descendente pelo substrato. O efluente captado é concentrando em um ponto único para transferência à canalização de alimentação do módulo II. O sistema de drenagem do módulo II é instalado na zona final, próximo ao fundo do tanque. O sistema de drenagem capta o efluente e transfere à caixa de passagem final, onde através de um monjolo, é regulado o nível do efluente no interior do substrato do módulo II – WCH.



Figura 3: Confeção dos sistemas de drenagem.



Figura 4: Sistema de drenagem do módulo I - WCV e alimentação do módulo II - WCH.



Figura 5: Instalação de forma nivelada do sistema de alimentação do módulo I – WCV.



Figura 6: Sistema de alimentação do módulo II – WCH ainda aparente.

- **Composição das camadas de substrato** – Para análise e classificação dos substratos utilizados, foi realizada a análise da distribuição granulométrica através do ensaio por peneiras, realizado no Laboratório de Sedimentos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e posterior classificação de acordo com norma técnica, NBR 6.502/1995 Rochas e solos. O módulo I foi composto por uma camada inicial de 20 centímetros de espessura, disposta por toda área de 6m² do tanque, composta por pedregulho grosso e pedra de mão (onde é instalado o sistema de drenagem), uma camada de 50 centímetros de espessura de pedregulho fino, e uma camada final de 10 centímetros de pedregulho médio, utilizada para plantio das macrófitas, proteção do sistema de alimentação em espinha de peixe e melhor distribuição do efluente.

O módulo II é composto por uma zona inicial, que compreende toda largura do tanque de 2 metros, 0,5 metros de comprimento e 0,6 metros de espessura. Esta zona inicial é composta por pedregulho grosso e pedra de mão, onde é instalado o sistema de alimentação na porção superior. A zona final possui as mesmas medidas e material, porém possui o sistema de drenagem instalado junto ao fundo do tanque, na porção final desta camada. Entre a zona inicial e final do tanque há uma camada de dois metros de comprimento, dois metros de largura e 0,5 metros de espessura de pedregulho fino. Sobre esta, a camada final de 10 centímetros de pedregulho médio, utilizado para o plantio das macrófitas e para evitar a formação de poças e fluxo superficial no tanque, caso ocorra problemas de colmatção do substrato.



Figura 7: Camada de drenagem do módulo I – WCV e sistema de drenagem.



Figura 8: Camada de pedregulho fino módulo I – WCV.



Figura 9: Camada final de pedregulho médio recobrindo sistema de alimentação módulo I – WCV.



Figura 10: Composição das camadas do módulo II – WCH.



Figura 11: Composição das camadas de pedregulho grosso e fino do módulo II – WCH.



Figura 12: Módulo I e II com camada final de pedregulho médio.

- **Plantio das macrófitas** – O plantio das macrófitas ocorre na camada superior de substrato, formado por pedregulho médio. Para escolha das macrófitas a serem empregadas, se considera a adaptabilidade ao meio saturado, presença de aerênquimas (tecido vegetal responsável pelo transporte de oxigênio às raízes), raiz em forma de cabeleira, presença de flores, proximidade ao local e facilidade de obtenção de mudas. Para o plantio foi observado o sentido norte, e alocadas às espécies em sentido decrescente para evitar que as maiores sombreassem as plantas de menor porte. O quadro 1, a seguir, apresenta a nomenclatura científica e nome popular das espécies utilizadas.

Quadro 1: Macrófitas empregadas no *wetland* construído híbrido.

Macrófitas	
Nome científico	Nome popular
<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Copo de Leite
<i>Typha</i> spp.	Taboa
<i>Juncus</i> spp.	Junco
<i>Xanthosoma</i> sp.	Taioba Roxa
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Sagitária
<i>Canna indica</i>	Biri

(fonte: KADLEC & WALLACE (2009), TIMM (2015), ZANELLA (2008))

- **Conexão de entrada e saída** – O sistema de fossa séptica e filtro anaeróbio, existente no local, atua como pré-tratamento e retenção de sólidos do efluente doméstico. Como dispositivo de entrada do *wetland* construído híbrido, foi utilizada uma caixa sifonada para facilitar futuras coletas e verificação do efluente de entrada. Para dispositivo de saída, foi utilizada uma caixa de passagem que possibilitasse a instalação de um monjolo para controle do nível de efluente no interior do módulo II. Assim, em períodos de estiagens ou chuvas intensas, têm-se a possibilidade de alterar o nível de efluente no interior do substrato do módulo II - WCH.



Figura 13: Conexão de entrada do *wetland* construído híbrido.



Figura 14: Conexão de saída e monjolo para controle de nível no interior do módulo II – WCH.

- **Acabamento** – Os acabamentos consistem em elevar as bordas do tanque e enterrar o sobra de geomembrana. As bordas devem ter aproximadamente 15 centímetros de altura para evitar que o escoamento superficial em eventos de chuva, escoe para o interior dos módulos, interfira negativamente no tratamento e colmate os substratos, diminuindo a vida útil do sistema. O enterramento da sobra da geomembrana tem fins estéticos e a manutenção das bordas elevadas do entorno.



Figura 15: *Wetland* construído híbrido em 12/11/2016.



Figura 16: *Wetland* construído híbrido em 14/04/2017.

RESULTADOS

Até a presente data foram realizadas três coletas e análises dos efluentes. Em cada uma das amostragens foram coletadas amostras na entrada do *wetland* construído híbrido, após o módulo I – WCV e na saída do sistema. Estas amostras ocorreram no dia 17/11/2016, após 66 dias de operação, dia 06/02/2017 – 147 dias de operação e dia 02/05/2017 – 231 dias de operação. As tabelas 1 a 3 apresentam os parâmetros avaliados, as concentrações obtidas na entrada, após módulo I e na saída, e a eficiência de redução na concentração dos parâmetros avaliados, quando observado, nas três amostragens realizadas.

Tabela 1: Parâmetros analisados, concentração do efluente e eficiência de remoção – Amostra 1: 17/11/2016.

Análise	Unidade	Wetland Construído Híbrido			Eficiência %	
		Entrada	WCV	Saída	WCV	Saída
DQO	mg/L O ₂	180,3	98,6	76,1	45,3	57,8
DBO₅	mg/L O ₂	43,0	26,0	15,0	39,5	65,1
OD	mg/L O ₂	3,96	3,12	2,95	21,2	25,5
SS	mg/L	70,0	13,0	57,0	81,4	18,6
Nitrato	mg/L N - NO ₃ ⁻	3,01	10,46	10,20	-	-
NTK	mg/L - NH ₃	23,8	16,3	12,9	31,5	45,8
Amônia	mg/L N - NH ₃	7,3	16,2	12,2	-	-
Fósforo Total	mg/L P - PO ₄ ⁻³	7,45	5,85	5,03	21,6	32,5
Coliformes Fecais	NMP/100mL	1,26E+05	1,48E+03	7,38E+02	98,8	99,4
Coliformes Totais	NMP/100mL	1,73E+06	6,49E+04	2,42E+04	96,2	98,6
Turbidez	NTU	32,8	3,94	1,94	88,0	94,1
pH		7,47	7,33	7,49	-	-
Temperatura	°C	22,6	22,7	23	-	-

(fonte: do autor)

Cabe ressaltar que na data em que foi realizada a coleta para amostragem, havia evento de precipitação, e nas doze horas anteriores à coleta, precipitou um acumulado de 14 mm, medidos em pluviômetro instalado no lote.

Tabela 2: Parâmetros analisados, concentração do efluente e eficiência de remoção - Amostra 2: 06/02/2017.

Análise	Unidade	Wetland Construído Híbrido			Eficiência %	
		Entrada	WCV	Saída	WCV	Saída
DQO	mg/L O ₂	356	71,8	40,2	79,8	88,7
DBO ₅	mg/L O ₂	58	41	11	29,3	81,0
OD	mg/L O ₂	3,35	3,27	3,2	-	-
SS	mg/L	43	4	39	90,7	9,3
Nitrato	mg/L N - NO ₃ -	5,9	18,9	19,6	-	-
NTK	mg/L - NH ₃	50,4	21,7	17,1	56,9	66,1
Amônia	mg/L N - NH ₃	44,9	20,9	16,5	53,5	63,3
Fósforo Total	mg/L P - PO ₄ -3	7,45	5,85	5,03	21,6	32,5
Coliformes Fecais	NMP/100mL	1,32E+05	1,47E+03	7,34E+02	98,9	99,4
Coliformes Totais	NMP/100mL	1,82E+06	6,46E+04	2,41E+04	96,5	98,7
Turbidez	NTU	58,7	9,6	4,3	83,6	92,7
pH		7,75	7,05	7,1	-	-
Temperatura	°C	25,7	27,5	25,4	-	-

(fonte: do autor)

Tabela 3: Parâmetros analisados, concentração do efluente e eficiência de remoção - Amostra 3: 02/05/2017.

Análise	Unidade	Wetland Construído Híbrido			Eficiência %	
		Entrada	WCV	Saída	WCV	Saída
DQO	mg/L O ₂	215,7	100,3	67,4	53,5	68,8
DBO ₅	mg/L O ₂	54	35	18	35,2	66,7
OD	mg/L O ₂	3,67	3,6	3,56	1,9	3,0
SS	mg/L	232	94	138	59,5	40,5
Nitrato	mg/L N - NO ₃ -	<0,01	15,26	20,01	-	-
NTK	mg/L - NH ₃	48,9	19,0	13,4	61,1	72,6
Amônia	mg/L N - NH ₃	45,1	17,6	11,2	61,0	75,2
Fósforo Total	mg/L P - PO ₄ -3	10,71	10,93	11,72	-	-
Coliformes Fecais	NMP/100mL	6,92E+04	7,71E+02	3,84E+02	98,9	99,4
Coliformes Totais	NMP/100mL	9,53E+05	3,38E+04	1,26E+04	96,5	98,7
Turbidez	NTU	87	6,9	2,12	92,1	97,6
pH		7,94	7,19	7,04	-	-
Temperatura	°C	16,6	18,9	18	-	-

(fonte: do autor)

A tabela 4 compara os valores estabelecidos na legislação estadual e federal, com os resultados médios obtidos nas três amostragens realizadas desde a implantação e operação do *wetland* construído híbrido.

Tabela 4: Parâmetros e valores estabelecidos na legislação estadual CONSEMA 128, federal CONAMA 430 e resultados médios obtidos nas três amostragens realizadas.

Parâmetro	Unidade	CONSEMA 128	CONAMA 430	Wetland Construído Híbrido		
				Entrada	WCV	Saída
DBO ₅	mg O ₂ /L	180	120	51,7	34,0	14,7
DQO	mg O ₂ /L	400		250,7	90,2	61,2
SS	mg/L	180		115	37	78
Colif. Termot./E. coli	NMP/100mL	10 ⁵		1,09E+05	1,24E+03	6,19E+02
NTK	mg NTK/L	20		41,0	19,0	14,5
Temperatura	°C	< 40	< 40	21,6	23,0	22,1
pH		6 a 9	5 a 9	7,7	7,2	7,2

(fonte: do autor)

As mudas de macrófitas aplicadas no módulo I – WCV apresentaram maior dificuldade no desenvolvimento do que as mudas implantadas no módulo II – WCH. Após 40 dias do primeiro plantio, foi necessário repetir o plantio das macrófitas no módulo I. Credita-se uma melhor resposta das mudas aplicadas ao módulo II, devido ao substrato permanecer com nível elevado de efluente, facilitando a adaptação e nutrição das mudas.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados das amostragens realizadas até o momento tem o intuito de acompanhar a operação do sistema implantado. Porém, devido ao baixo número de amostragens e curto período de operação, não permitem ainda confirmar a eficiência do sistema no polimento do efluente e atendimento aos padrões estabelecidos nas legislações estadual e federal.

Ao comparar as eficiências obtidas na redução dos parâmetros avaliados nas primeiras amostragens deste trabalho, com outros trabalhos publicados sobre o tema, percebe-se uma maior eficiência nos sistemas com maior tempo em operação, e ciclo vegetativo completo das macrófitas empregadas.

Assim, com desenvolvimento e multiplicação das macrófitas, e plena colonização dos substratos pelos microrganismos atuantes, correta operação e manutenção do sistema, com a poda dos vegetais ao final do seu ciclo vegetativo (presença de flores), espera-se um aumento na eficiência de remoção de nutrientes e matéria orgânica, e melhora na qualidade do efluente final.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O sistema é de fácil construção, e excluindo-se a geomembrana, utiliza materiais de fácil aquisição, encontrados na maioria dos municípios. As primeiras análises dos efluentes apresentaram redução na concentração dos parâmetros DBO₅, DQO, SS, NTK, coliformes fecais e totais e redução da turbidez do efluente, excetuando-se o parâmetro fósforo total, que apresentou perda de eficiência comparando as duas primeiras amostragens e aumento da concentração no efluente final na terceira amostragem realizada. Estima-se uma melhora na eficiência, e maior redução na concentração dos parâmetros com o crescimento e multiplicação das macrófitas no módulo I - WCV, a colonização e desenvolvimento do biofilme de microrganismos aderido aos substratos e ao sistema radicular das plantas e a correta operação do sistema, com a poda para retirada das macrófitas ao final do seu ciclo vegetativo, para que a matéria orgânica e nutrientes não retornem ao sistema.

Destaca-se ainda, a importância de pré-tratamento do efluente doméstico para retenção de sólidos e partículas grosseiras, para evitar a colmatagem meio filtrante formado pelos substratos, e entupimento dos sistemas de alimentação, garantindo assim melhor eficiência e maior vida útil do sistema.

Quanto ao aspecto construtivo, ressalta-se a importância de impermeabilização do solo, nivelamento dos sistemas de alimentação para dispersão uniforme do efluente, uso de materiais adequados para composição do

meio filtrante, e orientação técnica capacitada para construção e instrução aos responsáveis pela operação e cuidados básicos de manutenção do sistema.

Recomenda-se avaliar a eficiência do sistema construído por um maior período de operação para aumentar a confiabilidade e consolidar os dados obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Arranjos tecnológicos para tratamento de esgotos sanitários de forma descentralizada. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2014. 74 p.
2. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. p. 272.
3. CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 128, de 7 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.
4. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF, 2011
5. INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2010: Características da população – Resultados do universo. Rio de Janeiro, 2011.
6. INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 102 p
7. KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D. Treatment *wetlands*. 2 nd. ed. Boca Raton: CRC, 2009.
8. TESKE, F. F. Construção de um *wetland* híbrido para polimento de efluente doméstico. 112 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/156540>.
9. TIMM, J. M. Estudos de casos de *wetlands* construídos descentralizados na região do vale do Sinos e serra gaúcha. 188 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2015.
10. ZANELLA, L. Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: *wetlands*-construídos utilizando brita e bambu com suporte. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.