

II-130 - FILTROS PLANTADOS COM MACRÓFITAS DE FLUXO VERTICAL (WETLANDS CONTRUÍDOS) EMPREGADOS NO TRATAMENTO COMPLEMENTAR DE EFLUENTES DE TANQUE SÉPTICO: INÍCIO DE OPERAÇÃO

Catiane Pelissari⁽¹⁾

Biotechnóloga Industrial pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC). Mestranda em Engenharia Civil área de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Programa de Pós Graduação Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Daniel Ferreira de Castro Furtado

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina, Mestrando em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós Graduação Engenharia Ambiental (PPGEA) da UFSC.

Pablo Heleno Sezerino

Engenheiro Sanitarista, Mestre em Engenharia Ambiental e Doutor em Engenharia Ambiental pela UFSC com Doutorado Sanduíche na Universidade Tecnológica de Munique (TUM – Alemanha). Professor adjunto do Curso de Engenharia Ambiental. Departamento de Ciências Agrônomicas e Ambientais do Centro de Educação Superior Norte/RS, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Frederico Westphalen, RS.

Alessandra Pellizzaro Bento

Bióloga, Mestre em Engenharia Ambiental e Doutor em Engenharia Ambiental pela UFSC com Doutorado Sanduíche na Universidade Tecnológica de Munique (TUM – Alemanha). Professora adjunto do Curso de Engenharia Ambiental. Departamento de Ciências Agrônomicas e Ambientais do Centro de Educação Superior Norte/RS, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Frederico Westphalen, RS.

Luiz Sérgio Phillipi

Engenheiro Civil pela UFSC. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Saneamento Ambiental pela Université de Montpellier I (França). Pós-doutorado pela Université de Montpellier II (França). Professor Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Endereço⁽¹⁾: Av Roraima nº 1000, Campos Universitário - Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Maria - RS - CEP: 97105 -900 – Brasil - e-mail: catiane@formatto.com.br

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a performance de tratamento de esgoto doméstico em filtro plantados com macrófitas de fluxo vertical – FPMV, pós tanque séptico – TS (volume de 13 m³), no primeiro ano de instalação, levando em consideração as variantes de construção e operação do sistema. O FPMV foi implantado em agosto de 2009 no centro de treinamento da EPAGRI da cidade de Videira-SC, com as seguintes dimensões: 9,7 m de comprimento, 6,7 m de largura e 1,0 m de altura, totalizando 65 m² de área superficial. A macrófita utilizada foi a *Thypha* sp., conhecida popularmente como Taboa, e foi plantada numa razão de 3,5 mudas por m². O FPMV pós TS apresentou, ao longo do primeiro ano de operação, remoção nas ordens de 77% para DQO, 59% para SS, 82% para P-PO₄³⁻, 55% para NH₄⁺-N, removendo somente 0,628 e 0,603 log's de coliformes totais e fecais, respectivamente. Em relação aos aspectos operacionais e de manutenção, pode-se inferir que o material filtrante é o elemento que mais exige tempo para implantação, pois toda parcela de brita utilizada deve ser lavada, além dos cuidados necessários para não compactar a areia. Destaca-se, ainda que o efluente do FPMV segue para um filtro plantado com macrófitas de fluxo horizontal e depois é lançado ao solo.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de esgoto, Tanque séptico, *Wetlands* construídos, Filtros Plantados com Macrófitas de fluxo vertical.

INTRODUÇÃO

Os sistemas tipo *constructed wetlands*, traduzido literalmente como terras úmidas construídas, são sistemas naturais de tratamento de águas residuárias. No Brasil, estes sistemas foram inicialmente empregados como tratamento complementar de efluente de tanque séptico. Atualmente, há aplicação destes no tratamento de

diferentes tipos de águas residuárias, industriais e lixiviados de aterros sanitários. Contudo, não há ainda uma uniformidade na nomenclatura destes *wetlands* construídos, sendo estes chamados de “zona de raízes”, “sistemas alagados construídos”, “filtros plantados com macrófitas”, entre outros. Destaca-se, também, que não há uma padronização para o dimensionamento das diferentes variantes dos *wetlands* construídos, vinculado, principalmente, devido às condições climáticas locais, tipo de efluente a ser tratado, sistema de tratamento a montante, tipo de material filtrante e macrófitas a serem empregados.

Tomando como definição de nomenclatura para os *wetlands* construídos como sendo filtros plantados com macrófitas – FPM, classificam-se estes filtros de acordo com o sentido do escoamento, como sendo: (i) FPM de fluxo horizontal – FPMH; (ii) FPM de fluxo vertical – FPMV; (iii) híbridos, o qual seria a combinação do fluxo horizontal seguido do vertical, ou vice e versa.

Os FPMV são módulos escavados no terreno, com superfície plana, preenchidos com um material de recheio – material filtrante, composto na maioria das vezes por camadas de areia e brita. Possuem impermeabilização lateral e de fundo, a fim de impedir que o efluente a ser tratado possa percolar para camadas mais profundas do solo e atingir o lençol freático. As macrófitas emergentes são plantadas diretamente no material de recheio sendo o efluente a ser tratado disposto, intermitentemente, sob a superfície do módulo inundando-o e percolando verticalmente ao longo de todo o perfil vertical do módulo de tratamento, sendo coletado no fundo por meio de um sistema de drenagem/coleta.

A forma de aplicação intermitente do efluente a ser tratado promove um grande arraste de oxigênio atmosférico para o material filtrante. Quando nova aplicação é realizada, o oxigênio anteriormente introduzido na massa sólida se mantém dentro da mesma e, somado com a nova quantidade de oxigênio arrastada por esta nova aplicação, a quantidade de oxigênio dentro do material filtrante torna-se suficiente para a degradação da matéria orgânica e a oxidação da amônia (Platzer, 1996).

Os FPMV vêm sendo aplicados para a remoção de $\text{DBO}_{5,20}$, SS e para a promoção da nitrificação, devido a potencialidade da aderência de nitrificantes no material filtrante, compondo o biofilme, e a uma entrada de oxigênio superior a demanda de conversão da matéria carbonácea (IWA 2000).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a performance de tratamento de esgoto doméstico em filtro plantados com macrófitas de fluxo vertical, pós tanque séptico, no primeiro ano de instalação, levando em consideração as variantes de construção e operação do sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

O filtro plantado com macrófitas de fluxo vertical foi construído no Centro de Treinamento (CETREVI) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, localizada na cidade de Videira – SC (latitude 27°00'30", longitude 51°09'06" e altitude de 750 m acima do nível do mar), com temperatura média anual de 17 °C.

A estação de tratamento do CETREVI é composta por um tanque séptico (13 m³ – construído segundo a NBR 7229 – ABNT, 1993) seguido de um módulo FPMV (Figura 1).

O dimensionamento do FPMV deu-se conforme segue:

- Parâmetros de projeto:
 - Contribuição per-capita de efluentes por dia (C):
 - Leitos: 100 L/pessoa.dia (padrão baixo)
 - Refeitório: 50 L/pessoa.dia
 - Capacidade de atendimento diário:
 - 50 pessoas nos leitos + 70 pessoas no refeitório
 - Contribuição diária: $CD = (50 \times 100) + (70 \times 50) = 8500 \text{ L/d}$
 - $\text{DBO}_{\text{pós-TS}} = 282 \text{ mg/L}$ (valor real obtido com o monitoramento ao longo de 1 ano – GESAD/UFSC, 2007)
 - Dimensionamento do filtro plantado de fluxo vertical:
 - Carga superficial máxima de $\text{NH}_4\text{-N}$:
 - $q_s = 10 \text{ g/m}^2.\text{d}$ (GESAD/UFSC, 2007)

- Concentração de $\text{NH}_4\text{-N}_{\text{pós-TS}}$:
 $C_{\text{NH}_4\text{-N}} = 77,2 \text{ mg/L}$ (GESAD/UFSC, 2007)
- Carga de DBO afluente:
 $q_{\text{DBO}} = 656,2 \text{ g/d}$
- Área requerida para o filtro plantado de fluxo vertical:
 $A = q_{\text{DBO}} / q_s = 65,6 \text{ m}^2$
- Verificação do dimensionamento do filtro plantado vertical em relação à taxa hidráulica:
 Taxa hidráulica máxima (t_h) de 120 mm/d para que ocorra a nitrificação (GESAD/UFSC, 2007).

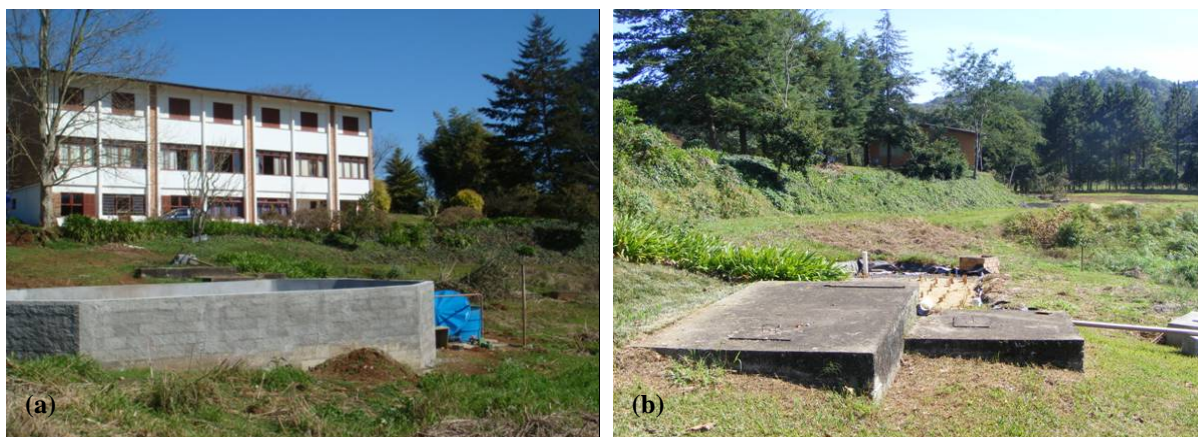


Figura 1: Estação de tratamento do CETREVI-EPAGRI, Videira/SC.

(a) vista frontal do FPMV durante o período de construção. (b) vista superior do tanque séptico

O FPMV foi implantado em agosto de 2009, possuindo as seguintes dimensões úteis: 9,7 m de comprimento, 6,7 m de largura e 1,0 m de altura, totalizando 65 m² de área superficial. Devido à topografia do solo, ocorreu a necessidade da construção do filtro vertical acima do nível do solo em estrutura de blocos de concreto impermeabilizada com impermeabilizante líquido para alvenaria (Figura 1 a).

No fundo do FPMV foi depositada uma camada de 20 cm de brita nº 1 visando proteger a tubulação de drenagem do efluente, sendo que em seguida foi inserida uma camada 30 cm de areia grossa e para finalizar o material de recheio, uma camada superficial de 10 cm de brita nº 1, com objetivo de gerar melhor distribuição do efluente sobre todo o leito (Figura 2).



Figura 2: Detalhe do assentamento do material filtrante no FPMV.

(a) camada de fundo formada por 20 cm de brita 1. (b) preenchimento com uma camada de 30 cm de areia

A areia utilizada como material filtrante possuía um diâmetro efetivo (d_{10}) de 0,75 mm e coeficiente de uniformidade de 4,7 unidades, conforme dados obtidos com a curva granulométrica (Figura 3).

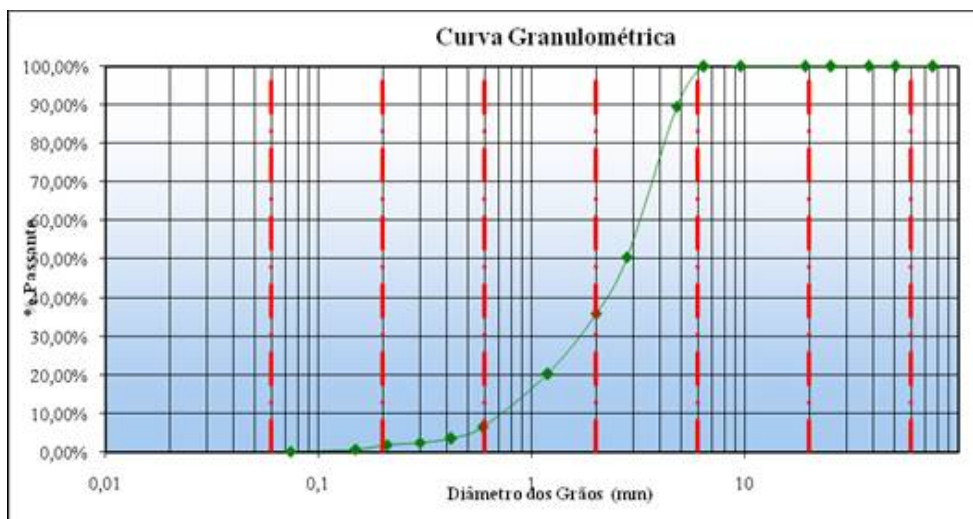


Figura 3: Curva granulométrica da areia utilizada como material no FPMV.

A tubulação de alimentação em PVC DN 25 foi perfurada com furos de 6 mm, com espaçamento variados (no início da tubulação os furos foram espaçados em 10 cm e na metade em diante com espaçamentos de 5 cm). A tubulação de drenagem em PVC DN 40 foi perfurada com furos de 8 mm com espaçamentos 10 cm, com uma inclinação de 1%. A alimentação FPMV dá-se por bombeamento que é ativado por uma bóia de nível automática que aciona a bomba quando o nível superior de efluente atinge o nível superior no reservatório e desliga no nível inferior. A cada um dos ciclos de funcionamento da bomba centrífuga de $\frac{3}{4}$ CV aproximadamente 1350 litros de efluente numa sucção de 8 m³/h foram conduzidos ao FPMV, totalizando uma vazão de alimentação diária de 8500 L/d.

A macrófita utilizada foi a *Typha* sp., popularmente conhecida como taboa, onde as mudas foram retiradas do seu habitat natural e eliminado a parte aérea das plantas. A matéria orgânica presente nas raízes foram mantidas para que as mesmas obtivessem melhor adaptação no novo ambiente. Em seguida, foram plantadas diretamente no material filtrante do FPMV com densidade de 3,5 mudas/m², totalizando 212 mudas com aproximadamente 50 cm de espaçamento entre si (Figura 4).



Figura 4: Detalhe das macrófitas transplantadas.

(a) inserção manual no material filtrante. (b) vista parcial do desenvolvimento das macrófitas

As coletas periódicas foram realizadas durante o período de outubro/2009 a setembro/2010, no efluente do tanque séptico e efluente do filtro plantado com macrófitas. Os parâmetros analisados foram: DQO, SS, N-NH₄, N-NO₃, N-NO₂, P-PO₄, Coli total e *E.coli.*, segundo orientações da APHA (2005). As análises foram realizadas no Laboratório de Experimentação e Microbiologia Ambiental – LEMA, da Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC/Campus Videira.

RESULTADOS

O módulo FPMV foi implantado em agosto de 2009. Inicialmente, o controlador do nível na saída do filtro foi conservado de forma a promover a saturação do filtro, gerando condições de desenvolvimento dos microorganismos e das plantas. O filtro só passou a operar em condições de fluxo vertical após 31 dias do início da operação, quando então o controlador de nível foi colocado na posição mais inferior possível.

O processamento do material de recheio exigiu tempo e serviço braçal, pois todo o volume de britas que compõem o material filtrante foram devidamente lavadas, retirando do meio grande quantidade de pó, grãos, areais e outras partículas finas existentes no meio. Outro aspecto que merece ser enfatizado foi o cuidado adotado para não compactar a areia utilizada no material filtrante, para que assim o espaço de desenvolvimento da comunidade microbiana seja maior.

Após 60 dias do plantio realizado notou-se que 65% das mudas não se desenvolveram, havendo a necessidade de realizar um novo plantio. No dia 10 de março de 2010 a primeira manutenção foi realizada retirando a vegetação invasora e adicionando no filtro 48 novas mudas de taboa.

A tabela 1 apresenta as concentrações médias, desvio padrão, concentrações máximas e mínimas, obtidas com o monitoramento do afluente e efluente do filtro plantado com macrófitas vertical ao longo do período estudado.

Tabela 1: Valores de concentrações médias, desvio padrão, concentrações máximas e mínimas, obtidas durante o período de outubro/2009 a setembro/2010.

Parâmetros (n= 18) *	Pós TS			Pós FPMV		
	Mínima	Máxima	Média ± DP	Mínima	Máxima	Média ± DP
pH	5,60	7,31	6,73 ± 0,44	6,40	7,42	6,96 ± 0,44
DQO (mg/L)	95,66	785,50	479,79 ± 239,90	13,33	380	111,75 ± 239,90
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	10,20	84,00	50,39 ± 20,53	2,50	69,40	22,57 ± 20,53
N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,001	0,04	0,01 ± 0,01	0,03	0,89	0,18 ± 0,26
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,10	7,80	2,22 ± 2,35	0,40	8,20	2,88 ± 2,58
P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	4,90	35,10	20,03 ± 8,04	0,43	8,40	3,57 ± 2,53
SS (mg/L)	23,00	116,33	70,70 ± 28,33	9,00	66,0	28,69 ± 19,00
C T (NMP/100ml)	2,42x10 ⁶	2,42x10 ⁶	2,42x10 ⁶	7,87x10 ³	2,42x10 ⁶	4,74x10 ⁵
C F (NMP /100 ml)	2,42x10 ⁶	2,11x10 ⁵	1,47x10 ⁶	2,30x10 ³	1,25x10 ⁶	2,31x10 ⁵

* Número de amostragem validas

Considerando a carga orgânica aplicada no FPMV (média de 62 gDQO/m².d), observa-se bons resultados quanto à remoção da matéria carbonácea no filtro, apresentando uma remoção média de DQO de 77%. Estudos recentes apresentam como recomendação para carregamento orgânico dos filtros plantados com macrófitas verticais em localidades com clima quente, valores da ordem de 60 a 70 gDQO/m².d e taxa hidráulica aplicada máxima em torno de 200 mm/d (Hoffmann et al., 2011). O FPMV em estudo foi submetido a uma taxa hidráulica média de 131 mm/d, superior a taxa de 120 mm/d previamente dimensionada.

Segundo Cooper et al.,(1996) a principal via de remoção de matéria nitrogenada nos filtros plantados com macrófitas é a sequência dos processos de amonificação, nitrificação, seguida de desnitrificação, sendo este último processo mais significativo nos filtros plantados com macrófitas de fluxo horizontal. Os FPMV apresentam características favoráveis para realizar a nitrificação, pois a forma de alimentação do afluente neste módulo é intermitente, sendo assim, tem um grande potencial de arraste de oxigênio para o interior do leito filtrante, via mecanismos de convecção e difusão atmosférica (Platzer, 1996). Para garantir a máxima aeração do material filtrante a fim de reduzir a competição entre organismos autotróficos e heterotróficos pelo oxigênio comoceptor de elétrons, e assim permitir a remoção da matéria carbonácea e a promoção da nitrificação, a literatura especializada tem recomendado máximos carregamentos orgânicos como sendo 20 gDQO/m².d e 5 gSS/m².d (Winter & Goetz, 2003), bem como uma máxima taxa hidráulica de 65 mm/d (Langergraber et al, 2007), em FPMV submetidos a clima temperado. Para clima subtropical, Philippi et al (2006) apresentam para os FPMV carregamentos na ordem de 48 gDQO/m².d, 20 gSS/m².d e 14 gNH₄-N/m².d, alcançando performances de 68% de remoção de DQO e 75% de remoção de NH₄-N, sendo que deste percentual de

remoção do nitrogênio amoniacal, 87% foi devido a nitrificação. O sistema estudado apresentou remoção do nitrogênio amoniacal na ordem de 55%, porém verificou-se baixas concentrações de nitrato formado no efluente do FPMV, indicando que a nitrificação não ocorreu. Acredita-se que o balanço de oxigênio não está adequado para este módulo, havendo necessidade, portanto, de identificar o melhor ciclo de alimentação e repouso que permita um saldo positivo de oxigênio no FPMV.

Brix & Arias (2005) destacam que a remoção de $P-PO_4^{3-}$ é muito limitada nos FPMV, pois não é possível obter um material filtrante que possua ao mesmo tempo alta permeabilidade hidráulica, para que o fenômeno de colmatação seja retardado, e alta capacidade de adsorção de fósforo ao longo da vida útil do filtro. O FPMV estudado apresentou ao longo do seu primeiro ano de operação uma elevada remoção de $P-PO_4^{3-}$, em média de 82%. Estudos realizados por Sousa et al., (2000) utilizando sistemas de *wetlands* no pós tratamento de efluente de reator anaeróbio de manta de lodo (UASB), obtiveram efluente sem concentração de fósforo, durante um período inicial de utilização do filtro. Contudo, após período de saturação do potencial de adsorção de fósforo pelo material filtrante, cerca de 8 meses de operação, este nutriente começou a ser lançado junto ao efluente tratado.

Observou-se o desprendimento de sólidos do tanque séptico com concentrações na ordem de 70 mg/L, o que demonstra a necessidade de uma limpeza do tratamento primário para diminuir a entrada de sólidos no filtro plantado com macrófitas de fluxo vertical. A remoção de sólidos suspensos no FPMV foi de 59%, apresentando um efluente com concentrações médias em torno de 29 mgSS/L. O carregamento médio em termos de SS no FPMV ficou em torno de 9,2 gSS/m².d. Durante o período de estudo, não houve indício de colmatação do material filtrante do FPMV.

Durante o período analisado, a estação de tratamento do CETREVI apresentou remoção de coliformes totais e fecais em termos de log's removidos da ordem de 0,628 e 0,603, respectivamente, sendo que esses indicadores estão diretamente envolvidos com o processo de filtração, sedimentação e predação passíveis de ocorrerem dentro do FPMV. Destaca-se que é limitada a capacidade dos FPMV em remover coliformes. Contudo, o efluente do FPMV segue para tratamento complementar em filtro plantado com macrófitas de fluxo horizontal e posterior disposição no solo.

Em relação aos custos de implantação do FPMV, a tabela 2 apresenta os quantitativos empregados no referido estudo.

Tabela 2: Custos gerados pela implantação do FPMV.

MATERIAL DE CONSUMO	CUSTOS
Material de Construção	R\$ 6.439,07
Material Hidráulico	R\$ 1.851,99
Material Elétrico	R\$ 1.633,99
Material Filtrante	R\$ 3.297,00
Outros	R\$ 63,64
Total	R\$ 13.285,69*

*A mão de obra não foi contabilizada, pois a mesma foi fornecida pelos funcionários do CETREVI.

Para uma população atendida pelo FPMV de cerca de 85 pessoas (considerando-se 8500 L/d de efluente produzido e uma produção per capita de 100 L/pessoa.dia), a construção do FPMV resultou em cerca de R\$ 156,00 por pessoa, não considerando-se aqui a mão de obra, que via de regra poder-se-ia ser disponibilizada pela própria comunidade rural atendida pelo sistema, dado a sua simplicidade construtiva.

CONCLUSÕES

A partir da implantação, operação, manutenção e avaliação do FPMV pós TS, ao longo do período inicial de 1 ano, pode-se inferir:

- Eficiência de remoção de 77% da DQO afluente, sob uma carga de 62 gDQO/m².d.
- Eficiência de remoção de 55% da NH_4^+-N afluente, sob uma carga de 6,6 g NH_4-N /m².d.
- Não ocorreu nitrificação no FPMV, evidenciado pela baixa formação de NO_3-N no efluente do filtro.
- Eficiência de remoção de 82% de $P-PO_4^{3-}$.
- Eficiência de remoção de 59% do SS afluente, sob uma carga de 9,2 gSS/m².d.

- (vi) Há a necessidade de se identificar o melhor ciclo de alimentação e repouso do efluente no FPMV, a fim de se obter um saldo positivo de oxigênio no maciço filtrante.
- (vii) Inexpressiva remoção de coliformes totais e *E.coli* no FPMV.
- (viii) Houve necessidade de reposição de 65% de mudas de *Typha* sp. após 60 dias iniciais de operação do FPMV.
- (ix) A lavagem do material filtrante é essencial, evitando assim a aceleração do adensamento da areia e, consequentemente, a colmatação

Destaca-se que o efluente do FPMV segue para o tratamento complementar em um filtro plantado com macrófitas de fluxo horizontal e, posteriormente, é lançado em um canal de drenagem sem revestimento, o qual direciona as águas a um corpo d'água superficial.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC Campus Videira e a EPAGRI Regional de Videira, pelo auxílio prestado nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 21th. ed. Washington. D.C.: APHA-AWWA-WEF, 2005.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: Projeto de Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos. Rio de Janeiro, 15p, 1993.
3. COOPER, P. F., JOB, G. D., GREEN, M. B.; e SHUTES, R. B. E. Reed Beds and Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Swindon: WRc plc. 184 p, 1996.
4. GRUPO DE ESTUDO EM SANEAMENTO DESCENTRALIZADO – GESAD. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Eficácia dos sistemas de tratamento de esgoto doméstico e de água para consumo humano utilizando *wetlands* considerando períodos diferentes de instalação e diferentes substratos e plantas utilizados. Relatório final de Pesquisa. Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina – FEESC (TOR 02/2005/EPAGRI). 2007.
5. HOFFMANN, H., PLATZER, C., WINKER, M., von MUENCH, E. Technology review of constructed wetlands: subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater treatment. Deutsch Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Eschborn, February 2011.
6. INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION – IWA. Constructed Wetlands for Pollution Control: Processes, Performance, Design and Operation. Scientific and Technical Report N°. 8. London, England: IWA Publishing. 156 p. 2000.
7. LANGERGRABER, G., PRANDTSTETTEN, C., PRESSL, A., ROHRHOFER, R., HARBEL, R. Removal efficiency of subsurface vertical flow constructed wetlands for different organics loads. *Wat.Sci.Tech.*, v.56, n.3, pp. 75 – 84. 2007.
8. PHILIPPI, L. S., SEZERINO, P. H. , BENTO, A. P., MAGRI, M. E. Vertical flow constructed wetlands for nitrification of anaerobic pond effluent in Southern Brazil under different loading rater. *Proceedings of 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON WETLAND SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL*. Almada, Portugal: IWA – MAOTDR, vol. 1, pp. 631 – 639. 2006.
9. PLATZER, C. Design recommendation for subsurface flow constructed wetlands for nitrification and denitrification. *Wat.Sci Tech.*, v. 40, n.3., pp.257-263. 1999.
10. SOUSA, J. T; VAN HAANDEL, A. C; COSETINO, P. R. S; GUIMARÃES, A. Pós – Tratamento de Efluente de Reator UASB Utilizando sistemas “Wetlands” Construídos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande. v 4, n1, 87 p, 2000.
11. WINTER, K. J., GOETZ, D. The impact of sewage composition on the soil clogging phenomena of vertical flow constructed wetlands. *Wat.Sci.Tech.*, v.48, n.5, pp. 9 – 14. 2003.