

## II-134 - DESAGUAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE TANQUE SÉPTICO COLETADO POR “LIMPAS FOSSAS” EM UM PILOTO DE WETLAND CONSTRUÍDO

**Crislaine Campos Maccari<sup>(1)</sup>**

Estudante de Engenharia Química na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC/Videira). Bolsista de Pesquisa e Extensão do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior - FUNDES.

**Débora Peliser**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC/Videira). Especialização em MBA em Gestão Estratégica de Negócios, pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC/Videira). Engenheira responsável técnica da Autarquia Municipal de Saneamento de Fraiburgo – SANEFRAI.

**Rodrigo Geremias**

Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), pós-graduação em engenharia de segurança do trabalho (UFPR). Mestre em Química Analítica pela Universidade Regional de Blumenau - FURB. Professor da Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC/Videira. Supervisor de laboratório no centro de Tecnologia de Carnes da Brasil Foods - CETEC BRF/Videira.

**Carla Suntti**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Contestado – UnC/Çaçador. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Professora da Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC/Videira. Coordenadora do Curso de Engenharia Química (UNOESC/Videira).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rodovia SC 355 Km 63, 1252 - Videira - SC - CEP: 89560-000 - Brasil - Tel: (49) 9191-2915 - e-mail: crislaine.maccari@gmail.com

### RESUMO

Muitos municípios brasileiros ainda utilizam o tanque séptico seguido de filtro anaeróbio como forma de tratamento in loco de suas excretas. Estes sistemas requerem que o próprio usuário seja o responsável pela manutenção, verificando o momento de limpeza dos mesmos e encaminhando o material coletado para um tratamento adequado. No município de Fraiburgo – SC, a Autarquia Municipal de Saneamento – SANEFRAI é a responsável pela coleta e tratamento dos resíduos coletados dos tanques sépticos e filtros anaeróbios. A SANEFRAI até então tratava esses resíduos na estação de tratamento de efluentes em conjunto com o lixiviado de aterro, porém devido a variabilidade na carga orgânica destes efluentes, a autarquia buscava uma nova alternativa. Em 2014 fez-se a construção de um *wetland* piloto com 1,33 m<sup>2</sup> para estudar a eficiência destes sistemas. Este artigo apresenta o resultado do monitoramento de oito meses deste piloto recebendo resíduos coletados por caminhões limpa fossa. Os resultados obtidos mostraram um bom desempenho do piloto em termos de matéria orgânica (mensurados pela Demanda Bioquímica de Oxigênio e pelos Sólidos Totais), com eficiência de 84% e 89% respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo de limpa fossa, *wetland* construído, líquido percolado.

### INTRODUÇÃO

No município de Fraiburgo – SC o serviço de saneamento básico é realizado pela Autarquia Municipal de Saneamento – SANEFRAI, a qual é responsável por esse setor desde 2004. Dados da empresa revelam que 15,8% das residências são atendidas com rede coletora de esgoto, e 34% utilizam o tanque séptico como alternativa descentralizada para o tratamento do esgoto. Situação semelhante foi identificada na maioria dos municípios brasileiros que não possuem uma rede coletora de esgoto, de acordo com pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2012 (IBGE, 2012). Käfer et al (2015) relatam que os tanques sépticos proporcionaram a redução da defecação a céu aberto, apesar disso reforçam o que já vem se discutindo há muito tempo por Philippi (1993) que se não houver investimentos para manter a

funcionalidade destes sistemas, por meio da gestão do lodo gerado, poder-se-á ter impactos maiores a saúde humana e ambiental que se apenas o esgoto fosse lançado a céu aberto.

Dentro os serviços prestados pela SANEFRAI está a coleta do lodo acumulado nos tanques sépticos. Até 2014 este lodo era encaminhado para ser tratado em conjunto com o lixiviado gerado no aterro sanitário gerenciado pela própria autarquia. Contudo, haviam muitas dificuldades no tratamento, uma vez que as cargas de matéria orgânica presente nos resíduos coletados pelos caminhões limpa-fossa variavam bastante e comprometiam todo o tratamento.

Ainda em 2014, fez-se a implantação de um *wetland* piloto para tratar estes resíduos coletados pelos caminhões limpa-fossa, sem tratamento preliminar, visando substituir o tratamento consorciado com o lixiviado de aterro (SERAFINI, 2014).

A utilização do *wetland* construído para tratamento de lodo surgiu da necessidade de melhorar o desaguamento do mesmo nos leitos de secagem, há mais de 30 anos na Alemanha (COOPER; WILLOUGHBY; COOPER, 2004), passando depois de então a ser utilizado com sucesso em outros países. No Brasil, a primeira publicação científica sobre a aplicação deste sistema foi com Suntti (2010), a partir daí novos estudos começaram a ser desenvolvidos (VON SPERLING, 2014; KÄFER et al, 2015; CARDOSO FILHO; ALMEIDA, 2015).

Este sistema tem-se mostrado vantajoso por propiciar a separação por gravidade da fase sólida da líquida do lodo, gerando dois subprodutos: lodo desidratado e líquido percolado, o qual ainda requer um tratamento complementar antes do seu lançamento no corpo hídrico.

Embora o *wetland* tenha sido aplicado para diversos tipos de lodo, como de esgoto doméstico, industrial, banheiros públicos (KOUAWA et al, 2015) tem-se a necessidade de maiores estudos para compreender a dinâmica deste sistema. E nesse sentido, tem-se a necessidade de pesquisas utilizando estes sistemas para tratamento de resíduos coletados por caminhões limpa fossa, os quais tem suas características variadas de acordo com a manutenção a que são submetidos ou não.

Dessa forma, este artigo, tem como objetivo apresentar os resultados do monitoramento de oito meses deste *wetland* piloto de fluxo vertical, plantado com Junco (*Scirpus californicus*), recebendo uma taxa de  $40\text{KgST.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$  de resíduos de limpa-fossa, bem como apresentar a caracterização do líquido percolado gerado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O *wetland* piloto foi construído em agosto de 2014 em reservatório com largura de 1,40m, comprimento de 0,95m e profundidade total 0,65m, com área superficial de  $1,33\text{m}^2$ . No piloto foi adicionada uma camada de areia e impermeabilizada a base com uma lona, para que não permanecesse efluente acumulado no fundo. Sobre esta base foi instalada uma tubulação de 50mm com 1% inclinação, para coleta do líquido percolado. Nesta tubulação foi conectada outra tubulação de 50mm no sentido vertical para proporcionar a circulação de ar no leito. A camada filtrante foi constituída de três materiais, com uma altura total de 0,42m, onde a primeira camada, no fundo, foi preenchida com 0,20m de brita nº2, a camada intermediária foi composta por 0,12m de pedrisco, e a camada superior foi composta por 0,10m de areia grossa (SERAFINI, 2014). Na figura 1 é apresentada uma imagem do *wetland* piloto de abril de 2015.

A alimentação do *wetland* era realizada semanalmente. Os técnicos da SANEFRAI após fazerem a coleta com o caminhão limpa-fossa dos resíduos de tanque séptico e filtros anaeróbios, descarregavam 100L (equivalente a  $40\text{KgST.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$  – carga de sólidos teórica) em um contêiner para depois ser realizada manualmente a alimentação do *wetland* piloto. O tratamento dos resíduos sépticos no *wetland* foi realizado em duas etapas, a primeira consiste na fase de alimentação, na qual foi mantido fechado o registro de coleta do líquido percolado por seis dias; a segunda etapa consistiu na abertura do registro e coleta do líquido percolado, permanecendo o registro aberto até o dia da próxima alimentação. Essas etapas também são denominadas de ciclo de

alimentação (SUNTTI, 2010). Quando ocorria um período chuvoso durante a semana, o piloto não era alimentado, uma vez que não havia ocorrido o desaguamento do mesmo.



**Figura 1: Wetland piloto plantado com Junco.**

Com o intuito de avaliar o desaguamento dos resíduos sépticos e tratamento do líquido percolado no próprio *wetland*, foram avaliados os seguintes parâmetros: Potencial Hidrogeniônico – pH; Demanda Química de Oxigênio – DQO ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); Nitrogênio Amoniacal ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); Nitrogênio Nitrito ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); Nitrogênio Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); Ortofosfato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); Sólidos Totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); Sólidos Totais Fixos e Voláteis ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); Sólidos Suspensos Totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) umidade no lodo (%) e teor de sólidos (%). As análises foram efetuadas de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo *Standard Methods* (APHA, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os resultados analíticos dos resíduos de tanques sépticos coletados no período de abril a novembro de 2015. Nesse período foi possível avaliar 26 ciclos de alimentação, proporcionando uma média de 3,3 ciclos por mês, sendo que a estabelecida teoricamente era de 4,3 ciclos. Ressalta-se, contudo, que 2015 foi um ano atípico em termos de pluviosidade, com valores médios de 196mm por mês, sendo que a média dos últimos 10 anos era de 130mm por mês (FISCHER, 2016), o que implicou nessa redução nos ciclos de alimentação.

Conforme observado nos resultados apresentados na tabela 1 os resíduos apresentaram um baixo teor de sólidos (1,05%), consequentemente elevada umidade (98,95%), o que pode indicar o baixo tempo de permanência deste material dentro dos tanques sépticos, demonstrando ainda material de baixa estabilidade ( $\text{SV/ST}=0,79$ ). Para Cofie et al (2006) o alto valor da relação SV/ST indica baixo grau de estabilização e consequentemente pode acarretar em maior tempo para o desaguamento dos resíduos no *wetland*. Ressalta-se que no início de abril de 2015 o piloto foi alimentado com uma taxa de  $80 \text{ KgST.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ , porém a partir de maio de 2015 em função da dificuldade do desaguamento dos resíduos no leito atrelada aos elevados índices pluviométricos no período, optou-se por reduzir a taxa pela metade. Destaca-se ainda que o local onde o *wetlands* piloto foi instalado na SANEFRAI também pode ter contribuído para esse retardamento no desaguamento, uma vez que era possível perceber visualmente baixa incidência do Sol no local, principalmente no inverno, o que pode ter reduzido as perdas de água por evaporação.

**Tabela 1: Resultados analíticos dos resíduos de tanque séptico**

Parâmetro	Dados	Resíduos de Tanque Séptico
<b>pH</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>7,26 ±0,73</b>
	Nº amostragens	26
<b>Nitrogênio amoniacal (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>193,66±110,78</b>
	Nº amostragens	27
<b>Nitrogênio nitrito (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>2,29±1,86</b>
	Nº amostragens	24
<b>Nitrogênio nitrato (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>9,32±8,96</b>
	Nº amostragens	21
<b>Ortofosfato (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>51,53±33,60</b>
	Nº amostragens	24
<b>DQO total (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>3.491,38±2.652,79</b>
	Nº amostragens	22
<b>Sólidos totais (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>10.280,67±29.805,83</b>
	Nº amostragens	24
<b>Sólidos suspensos (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>6.125,05±0,61</b>
	Nº amostragens	26
<b>Sólidos dissolvidos (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>4.155,61±1.084,90</b>
	Nº amostragens	-
<b>Sólidos voláteis (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>8.083,75±28.843,23</b>
	Nº amostragens	23
<b>Sólidos fixos (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>2.376,56±4.781,90</b>
	Nº amostragens	23
<b>Umidade no lodo (%)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>98,95±3,00</b>
	Nº amostragens	23
<b>Teor de sólidos (%)</b>	<b>Média ± Desvio padrão</b>	<b>1,05±3,00</b>
	Nº amostragens	23

É possível verificar ainda na tabela 1 os elevados teores de matéria orgânica nesses resíduos, os quais evidenciam-se pela DQO (3.491,38mg.L<sup>-1</sup>) e concentração de sólidos totais (10.280,67mg.L<sup>-1</sup>). Dos sólidos a maior fração encontra-se suspensa (6.125,05mg.L<sup>-1</sup>) o que se torna vantajoso para o desaguamento no *wetland*, embora os resíduos tenham uma concentração ainda considerável de sólidos dissolvidos (4.155,61mg.L<sup>-1</sup>) que precisam ser removidos pela camada filtrante.

Andrade (2015), ao conduzir sua pesquisa com tratamento do lodo de limpa fossa no município de Belo Horizonte obteve uma DQO média em 5.831mg.L<sup>-1</sup>, concentração ligeiramente acima da encontrada nesta pesquisa, porém, para os sólidos totais, a autora obteve uma concentração de 6.373mg.L<sup>-1</sup>, concentração inferior ao obtido neste estudo.

As concentrações de nitrogênio e fósforo também foram elevadas, demonstrando a importância do tratamento complementar desses resíduos antes de um lançamento final em corpos hídricos ou no solo.

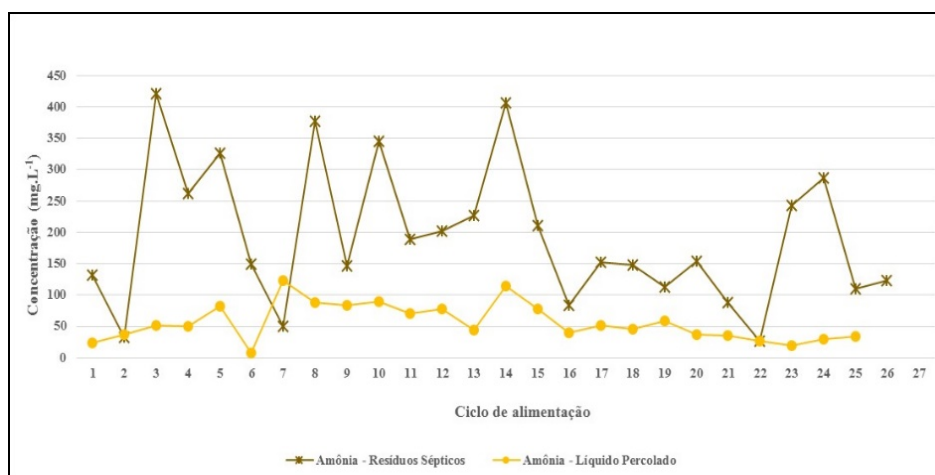
Na tabela 2 estão apresentados os resultados analíticos do líquido percolado avaliado durante o período de monitoramento sistema. Verifica-se na tabela 2 que o *wetland* foi eficiente no tratamento dos resíduos sépticos, mesmo estes apresentando variações nas concentrações ao longo do período avaliado. As melhores eficiências foram em termos de matéria orgânica, em que pode-se constatar remoções de 84% para DQO, 89% para Sólidos Totais e 99,6% para sólidos suspensos, com concentrações médias efluentes de 563,62mg.L<sup>-1</sup>, 1.112,13mg.L<sup>-1</sup>, 27,23mg.L<sup>-1</sup> respectivamente.

**Tabela 2: Resultado analítico do líquido percolado gerado no *wetland*.**

Parâmetro	Dados	Líquido Percolado
pH	Média ± Desvio padrão Nº amostragens	6,65±0,31 24
Nitrogênio amoniacal (mg.L <sup>-1</sup> )	Média ± Desvio padrão Nº amostragens	54,89±30,69 23
Nitrogênio nitrito (mg.L <sup>-1</sup> )	Média ± Desvio padrão Nº amostragens	0,73±0,59 23
Nitrogênio nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	Média ± Desvio padrão Nº amostragens	2,64±4,58 20
Ortofosfato (mg.L <sup>-1</sup> )	Média ± Desvio padrão Nº amostragens	12,22±8,17 23
DQO total (mg.L <sup>-1</sup> )	Média ± Desvio padrão Nº amostragens	563,62±821,15 23
Sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )	Média ± Desvio padrão Nº amostragens	1.112,13±385,87 24
Sólidos suspensos (mg.L <sup>-1</sup> )	Média ± Desvio padrão Nº amostragens	27,23±19,25 25
Sólidos dissolvidos (mg.L <sup>-1</sup> )	Média ± Desvio padrão Nº amostragens	1.084,90 -

Para Andrade (2015), as remoções encontradas na sua pesquisa com *wetland* foram de 46% para sólidos totais e 69% para DQO. O *wetland* daquela pesquisa tinha como meio suporte 40 cm de brita 0 na camada superficial, 15 cm de brita 1 na camada intermediária e 15 cm de brita 3 na camada inferior, além de ser plantado com a espécie capim tifton-85. Ressalta-se que neste estudo o *wetland* possuía um leito com uma camada de apenas 42cm, no entanto a camada superior era composta por 10 cm de areia grossa, a camada intermediária com 12 cm de pedrisco e a camada de fundo com 20 cm de brita nº2. Acredita-se que a maior retenção de sólidos totais e remoção da matéria orgânica mensurada pela DQO tenha sido em função da utilização da areia no leito bem como pelo próprio papel do Junco como suporte para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela degradação dos compostos presentes no efluente.

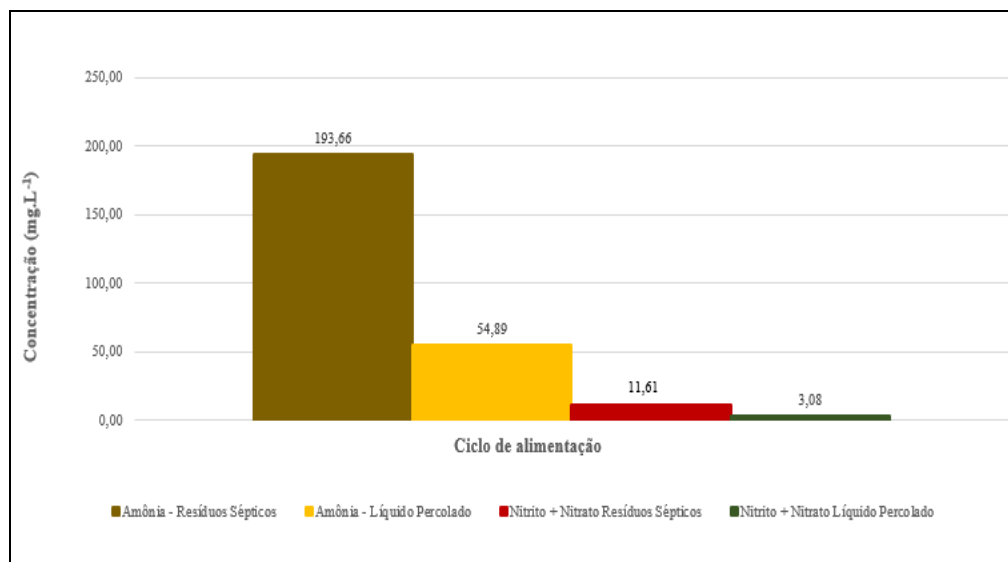
Em relação ao nitrogênio, o *wetland* em estudo apresentou uma remoção média de 72%. A variação da concentração de amônia ao longo do período estudado está apresentada na figura 2, onde pode-se constatar que mesmo com a variação nas concentrações afluentes o *wetland* foi capaz de manter uma concentração média de amônia de 54,89mg.L<sup>-1</sup>.



**Figura 2: Concentração de amônia nos resíduos sépticos e no líquido percolado.**



Entre os principais objetivos de manter a saída do sistema fechada por seis dias era proporcionar nitrificação do líquido percolado. De acordo com os dados obtidos verifica-se que as entradas de nitrito e nitrato foram de  $11,61\text{mg.L}^{-1}$  e as concentrações no líquido percolado foram de  $3,38\text{mg.L}^{-1}$  (figura 3).



**Figura 3: Concentração de amônia, nitrito+nitrato nos resíduos sépticos e no líquido percolado.**

Dessa forma pode-se dizer que embora tenha-se verificado uma redução na concentração da amônia afluente, não foi o processo de nitrificação o predominante no sistema. Acredita-se que parte da amônia tenha ficado retida no leito, ou no lodo acumulado na camada filtrante. Outra justificativa é que nesse período possa ter ocorrido o processo de desnitrificação, onde o nitrato e nitrito tenham sido convertidos a nitrogênio gasoso.

Em relação do ortofosfato o *wetland* apresentou uma eficiência média de 76%, com concentração efluente de  $12,22\text{mg.L}^{-1}$ , indicando bons resultados.

Embora o *wetland* piloto tenha apresentado bons resultados globais, faz-se necessário o tratamento complementar do líquido percolado. Kengne et al (2014) estudaram o desempenho de um *wetland* para tratamento de lodo séptico seguido de um *wetland* vertical para tratamento do líquido percolado e observaram que as macrófitas apresentam um comportamento diferente na assimilação e nitrogênio e fósforo conforme a taxa hidráulica aplicada. Em sua pesquisa estudaram a aplicação de taxas de 50, 100 e  $150\text{mm.d}^{-1}$  e obtiveram uma remoção média de amônia de 79 a 89%. Embora os autores verificaram uma maior eficiência com a taxa de  $50\text{mm.d}^{-1}$ , não evidenciaram diferenças estatísticas com as demais taxas. Os autores ressaltam ainda que a adoção *wetland* vertical para tratamento do líquido percolado é uma boa alternativa.

## CONCLUSÕES

Com essa pesquisa é possível evidenciar que em oito meses monitorando o *wetland* piloto o mesmo se mostrou eficiente para tratamento de resíduos sépticos com baixa taxa de aplicação. Verificou-se a necessidade de um tratamento primário dos resíduos antes do seu lançamento no piloto devido à grande presença de outros resíduos como cabelo e materiais diversos que são lançados nos tanques sépticos. Faz-se necessário mais estudos para avaliar o lodo acumulado no leito e seu processo de mineralização para saber o momento ideal de sua remoção do *wetland* bem como estudar alternativas para tratamento do líquido percolado.

## AGRADECIMENTO

A primeira autora agradece ao FUNDES – Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior, pela concessão da bolsa de pesquisa e extensão. Ao programa UNIEDU, pelo intermédio entre a

instituição e os recursos que possibilitam o desenvolvimento da pesquisa. A UNOESC Videira pelos recursos financeiros para o desenvolvimento da pesquisa e a SANEFRAI pelo apoio nas atividades de campo durante a execução da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, C. F. Avaliação do tratamento do lodo de caminhões limpa-fossa e do percolado em sistemas alagados construídos de escoamento vertical (2015). 122 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015
2. APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21. ed. Washington: APHA, 2006
3. CARDOSO FILHO; D. M.; ALMEIDA, R. A. Desempenho de um sistema de alagado construído, plantado com capim Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty), na remoção de metais e de P, S e Se de resíduos de fossa. Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias Publicação online Boletim Wetlands Brasil N° 3 – Agosto/2015 – ISSN 2359-0548
4. COFIE, O. O.; AGBOTTAH, S.; STRAUSS, M.; ESSEKU, H.; MONTANGERO, A.; AWUAH, E.; KONE, D. . Solid-liquid separation of faecal sludge using drying beds in Ghana: Implications for nutrient recycling in urban agriculture. Water Research, 40, p.75-82, 2006
5. COOPER, P.; WILLOUGHBY, N.; COOPER, D. The use of reed-beds for sludge drying. In: CIWEM/AquaEnviro Conference on Biossolids and Organic Residuals, 7th. Wakefield, 2004. p. 85-89.
6. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, Rio de Janeiro, v. 32, p. 1-134, 2012.
7. FISCHER. Pluviometria de 2005 a 2016. [Mensagem pessoa]. Mensagem recebida por <carla.suntti@unoesc.edu.br> em 05 de abril de 2016.
8. KÄFER, S. C. et al. Operação de wetlands construídos para tratamento de lodo com alta taxa de aplicação e recirculação do líquido percolado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015 Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2015.
9. KENGNE, E. S. et al. Performance of vertical flow constructed wetlands for faecal sludgedrying bed leachate: Effect of hydraulic loading. Ecological Engineering 384–393. 2014
10. PHILIPPI, L. S. Funcionamento de fossas sépticas em condições reais: volume e acumulação de lodo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17., 1993, Natal. Anais... Natal: ABES, 1993. Vol. 2, tomo I, p.633-642.
11. SERAFINI, J. Tratamento de lodo proveniente de limpezas de tanques sépticos em wetland construído em escala piloto. Videira, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade do Oeste de Santa Catarina, Videira, 2014.
12. SUNTTI, C. Desaguamento de lodo de tanque séptico em filtros plantados com macrófitas. 2010. 123p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
13. VON SPERLING, M. Entrevista. Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias Publicação online Boletim Wetlands Brasil N° 2 – Dezembro/2014 – ISSN 2359-05482014.