

I-237 – APLICAÇÃO DE LEITO DRENANTE NO DESAGUAMENTO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS PRODUZIDOS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COM SISTEMA DE FLOTOFILTRAÇÃO

Thiago de Oliveira Vallandro⁽¹⁾

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IF-ES).

Fernanda Vedoato Vieira

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IF-ES).

Mariângela Dutra de Oliveira

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Kennedy. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e doutoranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

Endereço⁽¹⁾: Rua São Vicente de Paulo, 93 – Maria Ortiz - Vitória - ES - CEP: 29070-570 - Brasil - Tel: (27) 3327-4231 / 9725-4844 - e-mail: tvallandro@gmail.com

RESUMO

A degradação do Rio Santa Maria da Vitória, principal manancial abastecedor da Grande Vitória, demanda um aumento na utilização de produtos químicos para o tratamento da água bruta na Estação de Tratamento de Água Mário Luiz Petrochi (ETA - Carapina/ES). Tal demanda esbarra em uma vertente precária do sistema de saneamento brasileiro: o aumento da geração de resíduos/destinação adequada dos mesmos. Assim, o presente trabalho foi desenvolvido, por meio de uma parceria IFES/CESAN, com objetivo de avaliar o desempenho do Leito Drenante no desaguamento de resíduos líquidos produzidos em uma estação do tipo flotofiltração. Para isso, foi montado em escala piloto dois leitos drenantes utilizando mantas geotêxteis BIDIM (RT09 e RT14). Foram realizadas campanhas de caracterização físico-química e bacteriológica entre dezembro/08 e julho/09 abrangendo as estações verão, outono e inverno tendo como parceiros os laboratórios da CESAN, BIOAGRI e IFES. Para os dois protótipos foi montada a curva de sólidos nos tempos pré-determinados e os resultados das amostras compostas foram analisados comparando os resultados entre as mantas geotêxteis e interpretados a luz dos padrões de lançamento de efluente da CONAMA nº 397/08 e COMDEMA nº 02/91, e características da água bruta.

Por meio das análises pode-se concluir que o efluente drenado apresenta picos de sólidos suspensos totais nos tempos (0' e 5') com melhora significativa a partir do tempo 10'; atende a Legislação Federal (CONAMA nº 397/08) nas campanhas de outono e inverno, porém não atende a Municipal (COMDEMA nº 02/91). O protótipo com manta geotêxtil BIDIM RT 14 apresenta maior eficiência na remoção de sólidos quando comparado com a manta RT 09; e o efluente é passível de reutilização na ETA tendo como referência as características da água bruta.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo, Tratamento de Água, Flotofiltração, Leito Drenante.

INTRODUÇÃO

Segundo BARROSO (2007), toda Estação de Tratamento de Água (ETA) é como uma indústria, e como todo processo industrial gera resíduos, na ETA não é diferente. A geração dos resíduos (lodo) na ETA advém da limpeza dos decantadores, flotoadores e dos filtros, sendo geralmente lançados *in natura* no corpo d'água mais próximo à ETA acarretando significativos impactos ambientais. De acordo com a Lei 9.605/98 o lançamento dos resíduos gerados em ETA, em corpos d'água, pode ser considerado crime ambiental, assim, torna-se imprescindível desenvolver tecnologias de tratamento do lodo que removam de maneira eficiente água do mesmo e com viabilidade econômica, para implantação nas ETA.

Para o correto tratamento dos resíduos de ETA é necessário o conhecimento de sua composição, dos processos ou operações envolvidos no tratamento de água, para a redução de seu volume e alternativas de disposição final do mesmo (RICHTER, 2001). Os métodos de tratamento do lodo podem ser divididos em dois tipos: Sistemas Mecânicos (centrífugas, filtros-prensa, prensa desaguadora, filtros a vácuo) e Sistemas Naturais (lagoas de lodo

e os leitos de secagem). A definição do tipo de sistema a ser utilizado depende de inúmeros fatores como área necessária para implantação, custo da área, distância da estação até o destino final, condições climáticas, custo dos equipamentos, operação, preparo de recursos humanos para operação, necessidade de condicionamento, entre outros (REALI, 1999; ACHON, CORDEIRO, 2003). No Brasil, o uso de sistemas naturais de tratamento de resíduos de ETA possui grande potencial de aplicação, principalmente devido à disponibilidade de área, condições climáticas favoráveis e por ser um sistema de baixo custo, que não necessita de produtos químicos e energia elétrica (ACHON *et al.*, 2008).

Cordeiro (1993, 2001) e Achon *et al.* (2005) estudaram a modificação da estrutura tradicional de leito de secagem substituindo-o suas camadas por uma manta geotêxtil sobre uma camada de brita. Com esta modificação houve uma redução no tempo de deságüe do lodo.

Assim, o presente estudo apresenta dados referentes ao desaguamento natural, realizado em dois protótipos de leito de drenagem instalados na ETA Carapina, Serra/ES, que utilizam em sua composição estrutural duas mantas geotêxteis BIDIM RT09 e RT14. A ETA - Carapina, também denominada Mário Luiz Petrochi, localiza-se no Município da Serra e abastece todo o Município da Serra, parte dos Municípios de Fundão, Cariacica e Vitória. É a segunda maior estação da CESAN e possui capacidade nominal de 2.500 L/s. Sua estrutura é representada pela figura 1.

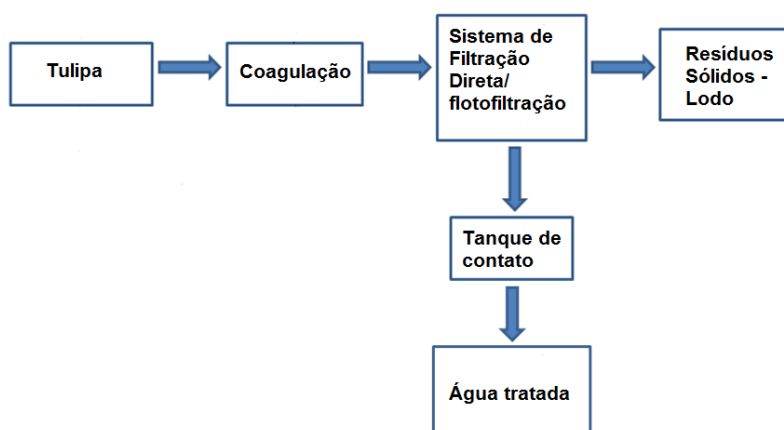


Figura 1: Fluxograma do Processo de Tratamento de Água da ETA Carapina.

A água bruta proveniente do Rio Santa Maria da Vitória chega à estação em uma Tulipa sendo conduzida a unidade de mistura rápida/coagulação, onde é adicionado o sulfato de alumínio. Posteriormente esta água é encaminhada para 6 filtros do tipo rápido de fluxo descendente com camada dupla de areia e antracito.

O sistema de flotação consiste na aplicação de ar dissolvido (na forma pressurizada ou a vácuo) que ao entrar em contato com os flocos de lodo, são agregados a eles aumentando seu empuxo e provocando a ascensão até a superfície do flotador onde são removidos. Este sistema foi implantado na parte superior dos filtros utilizando a mesma estrutura destes. É utilizada principalmente em dias chuvosos, em que a turbidez da água bruta apresenta valores acima de 50 UNT.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) e está inserido no projeto de pesquisa “LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – CARACTERIZAÇÃO, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL”. Convênio nº 010 de 2008 de cooperação técnica e científica firmado entre o IFES e a CESAN.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre os meses de dezembro de 2008 a julho de 2009 na ETA Carapina, Serra/ES, sistema que alterna a operação entre Flotofiltração (FF) e Filtração Direta (FD).

Para a obtenção dos dados qualitativos foram realizadas 3 campanhas onde amostras da água de lavagem dos fotofiltros (ALF) foram coletadas com auxílio de baldes de 20L, homogeneizadas em caixa de 500L e conduzidas por gravidade para os dois sistemas de leito drenante, conforme preconizado por Cordeiro, 2001.

Os dois leitos foram implantados utilizando duas caixas de fibra de vidro de 2000L, camada suporte de brita nº 1 de 30 cm, tubulação de PVC com diâmetro de 65 mm para coleta da água percolada e duas mantas geotêxteis do tipo BIDIM RT 09 e RT 14, sendo uma em cada leito, conforme a figura 2. Os leitos foram carregados ao mesmo tempo até uma altura de resíduo líquido de aproximadamente 25 cm, conforme Bidone, 1997.

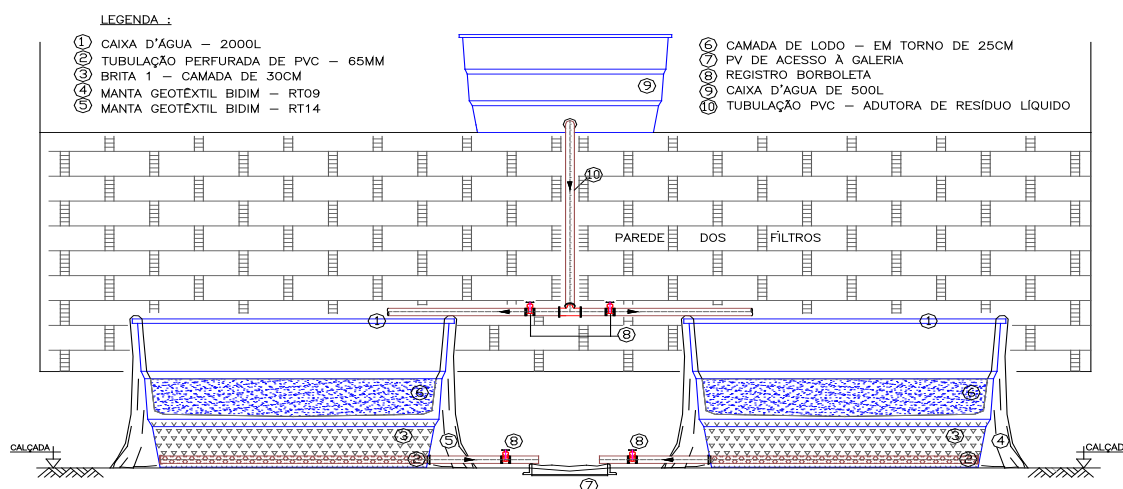


Figura 2: Croqui esquemático dos leitos de drenagem
Fonte: FORECHI; REIS, 2010

O efluente drenado proveniente dos dois protótipos foi coletado nos tempos de 0 min, 5 min, 20 min, 40 min e 60 min, para análise dos sólidos suspensos e constituição de uma amostra composta para caracterização de todos os parâmetros pré-estabelecidos.

O efluente do leito drenante (amostra composta) foi monitorada com base nos seguintes parâmetros: Sólidos Totais; Sólidos Suspensos Totais; Coliformes Termotolerantes; Coliformes Totais; pH; Turbidez; Cor; Metais - Ferro, Alumínio e Níquel; Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); e Demanda Química de Oxigênio DQO. As análises foram realizadas pelos laboratórios da BIOAGRI e da CESAN

Os resultados foram comparados com a legislação vigente no âmbito federal (CONAMA 397/08) e municipal (CONDEMA 02/91). Foi utilizada a legislação Municipal do Município de Vitória devido ao fato do Município onde a ETA esta localizada não possuir legislação específica e ao fato da mesma estar localizada na Região Metropolitana da Grande Vitória. Outro fator a ser considerado é que a legislação municipal é mais restritiva do que a legislação federal.

RESULTADOS

A figura 3 apresenta os gráficos que comparam os resultados dos dois leitos drenantes por campanha realizada para os parâmetros Turbidez, Cor, DBO, Sólidos Totais, Coliformes Totais. Estes parâmetros foram agrupados por não possuírem padronização, quanto ao lançamento em cursos hídricos, na legislação vigente.

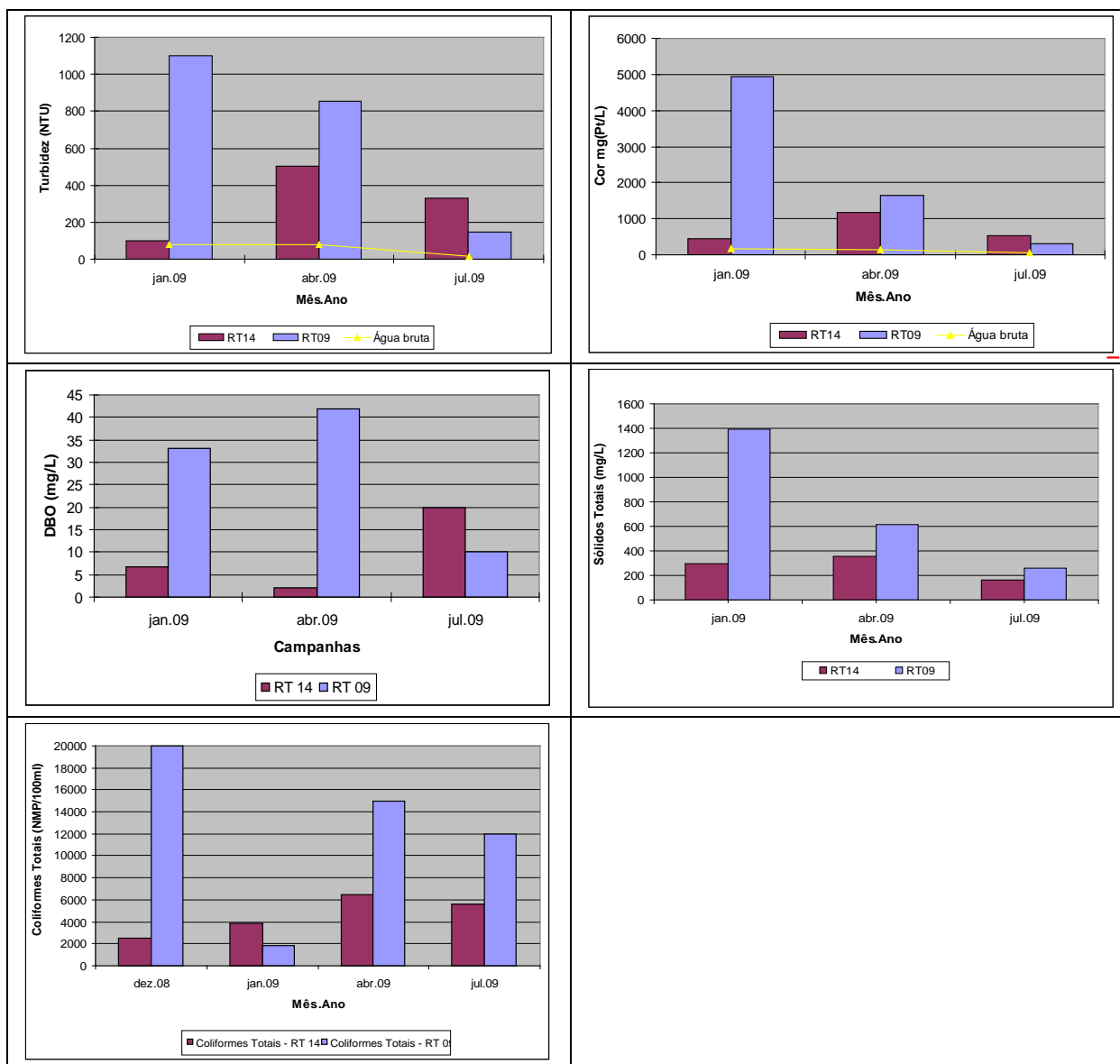


Figura 3: Gráficos de Turbidez, Cor, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Sólidos Totais e Coliformes Totais comparando resultados entre campanhas e leitos drenantes.

Em relação aos parâmetros Turbidez, Cor e DBO, nas campanhas de janeiro e abril de 2009 (altos índices pluviométricos) o protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 14 obteve melhor eficiência o que não ocorreu no mês de julho de 2009 (menores índices pluviométricos), onde os valores se inverteram e o protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 09 obteve melhor eficiência.

Em relação ao parâmetro Sólidos Totais, o protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 14 apresentou melhor eficiência. O protótipo com manta geotêxtil BIDIM RT 09 foi mais susceptível as variações hidrológicas claramente observadas com o considerável declínio entre os valores de Sólidos Totais observados de janeiro a julho de 2009.

Para o parâmetro Coliformes Totais, o protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 14 apresentou melhor eficiência com exceção do mês de janeiro/2009, fato que deve ser melhor analisado, pois pode ser um indício de contaminação da amostra.

A cerca do lançamento do efluente drenado em corpos d'água, para os parâmetros turbidez, cor, sólidos totais e coliformes totais, como não há um padrão legal, deve-se fazer o estudo de diluição no corpo receptor verificando o impacto causado no mesmo, respeitando a zona de mistura no ponto de lançamento.

Para os parâmetros DQO, pH, Sólidos Suspensos Totais, Alumínio e Ferro foram desenvolvidos gráficos comparativos (Figura 4) indicando os padrões para lançamento de efluentes encontrados nas legislações CONAMA 397/08 e COMDEMA 02/91.

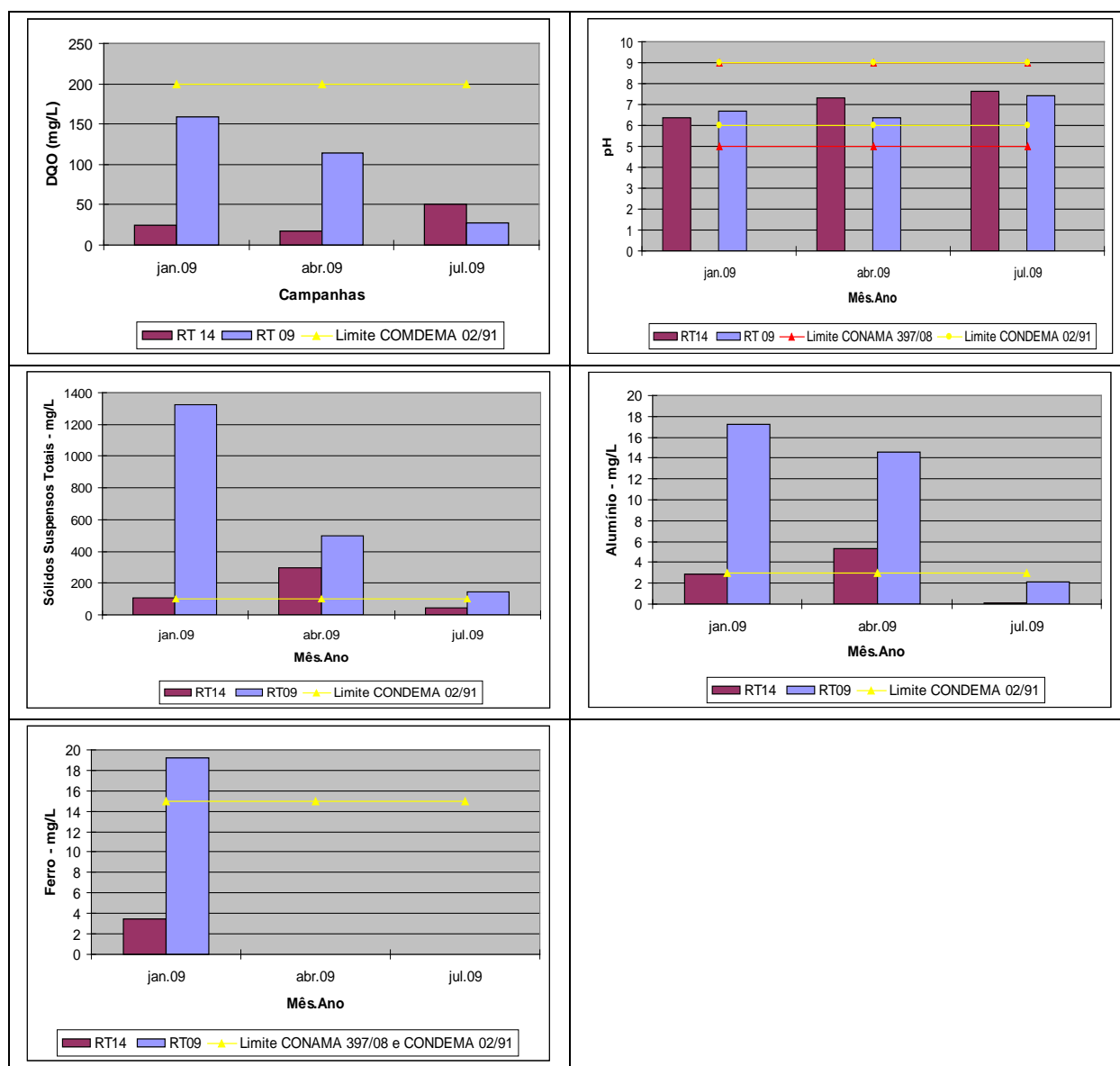


Figura 4: Gráficos de Demanda Química de Oxigênio, Ph, Sólidos Suspensos Totais, Alumínio e Ferro comparando resultados entre campanhas e leitos drenantes

O parâmetro DQO, apresentou valores abaixo do limite estipulado pela Resolução COMDEMA nº 02/91 (200 mg/L). O protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 14 apresentou valores abaixo do protótipo com manta RT 09 com exceção da última campanha.

O parâmetro pH, apresentou-se dentro do limite estipulado para lançamento de efluentes pela Resolução CONAMA nº 397/08 (5 a 9) e, também, pela Resolução COMDEMA nº 02/91 (6 a 9).

Em relação ao parâmetro Sólidos Suspensos Totais, apresentou-se acima do limite estipulado para lançamento de efluentes pela Resolução COMDEMA nº 02/91 (100 mg/L), com exceção da última campanha (julho/2009) para o protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 14. Esse parâmetro apresentou no protótipo com manta geotêxtil BIDIM RT 14, curva de sólidos influenciada pelas oscilações dos índices pluviométricos.

O parâmetro Alumínio, apresentou-se acima do limite estipulado para lançamento de efluentes pela Resolução COMDEMA nº 02/91 (3 mg/L Al), com exceção dos meses de janeiro e julho de 2009 para o protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 14 e para o mês de julho 2009 para o protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 09. Pode-se observar que o protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 14 apresentou melhor eficiência na remoção do alumínio isso é explicado devido à maior capacidade de retenção de sólidos associados à matéria-orgânica que por adsorção agrega o alumínio. Este fato também foi observado por Bidone (1997), em seu estudo com manta geotêxtil.

O parâmetro Ferro, apresentou-se acima do limite estipulado para lançamento de efluentes pela Resolução CONAMA nº 397/08 e pela Resolução COMDEMA nº 02/91 (15 mg/L Fe) apenas no mês de janeiro de 2009 para o protótipo com a manta geotêxtil BIDIM RT 09, vale destacar que os valores de abril e julho estão muito abaixo dos encontrados em janeiro, havendo necessidade de monitoramento por um período mais longo, que compreenda todo o ano hidrológico.

O parâmetro Níquel, apresentou-se dentro do limite estipulado para lançamento de efluentes pela Resolução CONAMA nº 397/08 (2 mg/L Ni) e, também, pela Resolução COMDEMA nº 02/91 (1 mg/L Ni).

A figura 5 apresenta a curva de sólidos suspensos totais nos dois leitos, ao longo do tempo de deságüe confirmando a constatação de Achon (2003; 2008) de que a concentração de sólidos até o tempo de 5' de desagüamento é acentuada e a partir deste tempo há uma redução considerável dos sólidos suspensos totais no efluente final do leito drenante, tornando viável a sua recirculação.

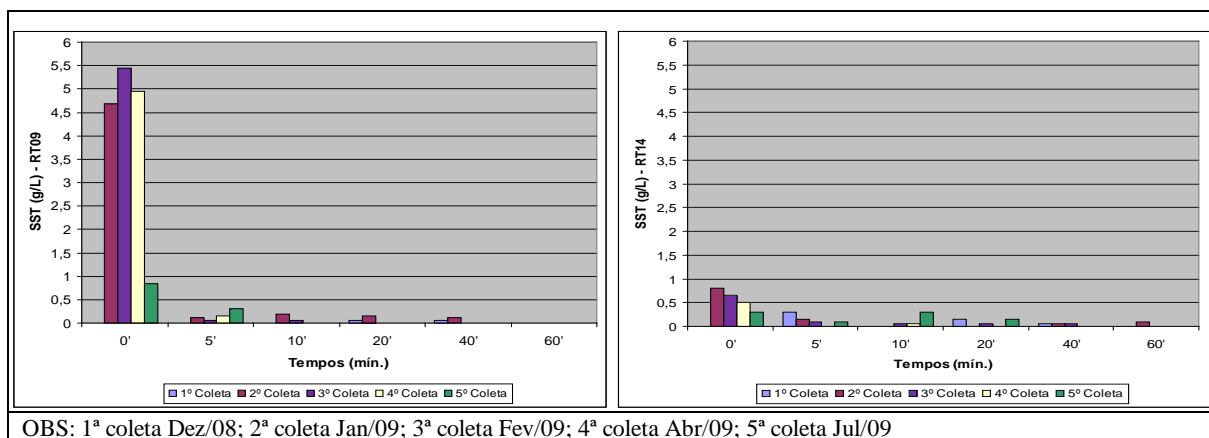


Figura 5: Gráficos de Sólidos Suspensos Totais para os leitos drenantes RT09 e RT14 ao longo do tempo de coleta do efluente drenado.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

- Dentre os parâmetros analisados, no efluente tratado dos dois protótipos, somente o parâmetro ferro (2ª campanha - jan/09, manta RT09) encontra-se fora dos limites estabelecidos pela CONAMA nº 397/08;

- Quando comparado com a legislação do Município de Vitória, COMDEMA nº 02/91, dentre os parâmetros analisados (DQO, Sólidos Suspensos Totais, pH, Alumínio, Ferro e Níquel), somente pH, Níquel e DQO se enquadraram em todos os momentos. Observa-se que no período seco (Julho/2009) o protótipo com manta geotêxtil BIDIM RT14 produz um efluente que atende a esta legislação em todos os parâmetros;
- O efluente dos dois protótipos apresentaram valores de Cor, pH e Turbidez próximos aos parâmetros da água bruta afluentes ao sistema. Esta condição torna os efluentes passíveis de serem recirculados após verificada a sua condição bacteriológica;
- Na comparação entre os períodos hidrológicos (verão, outono e inverno), o protótipo com manta geotêxtil BIDIM RT 14 obteve maior eficiência para períodos com maiores índices pluviométricos (verão e outono) quando comparado ao protótipo com manta geotêxtil BIDIM RT 09;
- A curva de sólidos indica que para os dois protótipos as maiores concentração (picos) de sólidos suspensos totais são encontradas nos tempos 0' e 5', valores que diminuem consideravelmente a partir do tempo 10'.

Conclui-se, portanto, que independente do sistema de tratamento (decantadores ou flotação) o leito drenante possui bons resultados e que para esta estação o leito drenante com manta geotêxtil BIDIM RT14 se apresenta como a alternativa mais viável. Sugere-se com isto continuidade no monitoramento com este protótipo para consolidação dos resultados. Recomenda-se realização de outros estudos com alturas variadas de resíduos líquidos dispostos nos protótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHON, C. L.; CORDEIRO, J. S. Análise crítica de implantação de sistemas naturais de remoção de água livre de lodo de ETA. In: 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2003, Joinville. Anais...Joinville: ABES, 2003. p. 10.
2. ACHON, C. L. et al. Desempenho do leito de drenagem para desaguamento de lodo de ETA, que utilizam diferentes coagulantes, considerando as variáveis climáticas. In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005, Campo Grande. Anais... Campo Grande: ABES, 2005. p. 12.
3. ACHON, C. L. et al. Leito de drenagem: sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 13, p. 54-62, 2008.
4. BARROSO, M. M. Influência das micro e macropropriedades dos lodos de Estações de Tratamento de Águas no desaguamento por leito de drenagem. (2007). 249 f. Tese de Doutorado - Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
5. BIDONE, F. R. A. et al. Monitoramento de parâmetros físico/químicos de lodos de ETAs durante a sua desidratação em leitos de secagem com diferentes espessuras de leito drenante. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1997, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu : ABES, 1997. p. 16.
6. CORDEIRO, J. S.. O problema dos lodos gerados nos decantadores em estações de tratamento de água. (1993). Tese de Doutorado em Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1993.
7. CORDEIRO, J. S.. Processamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs). In: ANDREOLI, C. V. (Coord.). Aproveitamento do lodo gerado em Estações de Tratamento de Água e Esgotos Sanitários, inclusive com utilização de técnicas consorciadas com resíduos sólidos urbanos. 1ª Ed. Rio de Janeiro: RIMA, ABES, 2001, seção 2, cap. 5, p.121 – 142.
8. FORECHI, L. L.; REIS, J. D. P. Caracterização qualitativa e quantitativa do lodo desidratado em leito drenante - estudo de caso em ETA com flotação. (2010). 122f. Trabalho final de Graduação - Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental - Instituto Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2010.
9. RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

10. RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 397 de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução CONAMA Nº. 357/05.
11. RESOLUÇÃO CONDEMA Nº. 02 de 28 de agosto de 1991. Estabelece Critérios e Padrões para o Controle da Poluição dos Recursos Hídricos no Município de Vitória.
12. REALI, M. A. P. C. Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de Estações de Tratamento de Água. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999.
13. RICHTER, C.A. Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2001.