

I-214 – AVALIAÇÃO DO USO DE GEOMEMBRANA NO DESAGUAMENTO DE LODO DE ETA

Eliane Pereira Machado⁽¹⁾

Acadêmica de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão

Sirlei Rosa Ferreira

Acadêmica de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão

Thomas Jefferson Vieira

Acadêmico de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão

Karina Querne de Carvalho

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre e Doutor em Engenharia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente da Coordenação de Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão (UTFPR). Coordenadora do curso de Especialização em Gerenciamento e Auditoria Ambiental da UTFPR, campus Campo Mourão.

Fernando Hermes Passig

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre e Doutor em Engenharia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente da Coordenação de Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão (UTFPR). Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão (UTFPR).

Endereço⁽¹⁾: UTFPR, *Campus* Campo Mourão. BR-369, km 0,5, Caixa Postal 271, CEP: 87.301-006. Fone: (44) 3518 – 1400 e-mail: lia_ccbcianorte@hotmail.com

RESUMO

A maioria das Estações de Tratamento de Água (ETA), tem sido projetadas com base na preocupação com o produto final à ser distribuído à população, água, sem dar muita atenção ao resíduo gerado nos decantadores e na lavagem dos filtros, que se lançado indiscriminadamente nos corpos d'água, geram uma série de danos a biota aquática. Devido a necessidade de tratar esses resíduos avaliou-se o desempenho de mantas geotexteis de variadas espessuras, para o desaguamento de lodo, provenientes de ETAs de ciclo completo que empregam cloreto de polialumínio (PAC), como coagulantes. Analisou-se as características, a drenagem e secagem do lodo aplicado em protótipos de leito de drenagem, além das características do drenado. Os Leitões de Drenagem mostraram-se eficientes para desaguamento e redução de volume de lodo de ETA.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de ETA, Desaguamento, Geomembrana.

INTRODUÇÃO

A água consumida pelo homem é fonte de bem estar e saúde, necessitando muitas vezes, de tratamento para a retirada das impurezas que se encontram em forma de partículas em suspensão e em estado coloidal, que são nocivos a saúde humana. As Estações de Tratamento de Águas (ETA), têm sido projetadas seguindo um padrão em que a preocupação se atém ao produto final à ser distribuído a população, ou seja, adequando a água ao padrão de potabilidade. Para isso, faz-se necessário o uso de diversas tecnologias.

No Brasil, Existem cerca de 7500 ETAs, chamadas convencionais, que empregam a coagulação, floculação, sedimentação e filtração para o tratamento da água (CORDEIRO, 2001). Para a produção de água potável é gerado nas estações de tratamento dois tipos de resíduos principais a saber: o lodo sedimentado no fundo dos decantadores e a água de lavagem dos filtros. Lodos estes, que são geralmente devolvidos aos corpos de água de onde foi retirada a água para o tratamento.

O impacto do lançamento indiscriminado destes resíduos nos corpos água sem tratamento nenhum contribui para o aumento na concentração de metais tóxicos nas camadas bentônicas, e limita o teor de carbono disponível para a alimentação de macroinvertebrados e as altas concentrações de sólidos suspensos diminuem significativamente a luminosidade do meio reduzindo a produtividade dos fitoplânctons nos locais próximos as

descargas (ACHON, 2003). Além do impacto nos corpos receptores, os lodos das ETAs podem causar riscos à saúde humana devido à presença de agentes patogênicos (SCALIZE, 2003).

O tratamento ou desaguamento do lodo tem por objetivo a redução de seu volume e conseqüentemente a redução dos custos de transporte e destinação. No momento de sua geração estes resíduos possuem de 95 a 99 % de umidade, sendo que esta umidade pode ser removida por meio dos seguintes processos: desaguamento natural em leitos de secagem e lagoas de lodo, desaguamento mecânico com filtros prensas, centrifugas, prensa desaguadora, filtro a vácuo, prensa parafuso etc. Sendo que os sistemas naturais de remoção de água possuem, geralmente, menores custos de implantação e manutenção quando comparados aos sistemas de desaguamento mecânico.

Nos sistemas tradicionais de desaguamento por leito de secagem, a estrutura básica é formada por camada suporte, meio filtrante e sistema drenante (ACHON, 2008). O tempo de drenagem nos leitos, é o principal fator de remoção de água livre que facilita as etapas posteriores. A rápida remoção da água livre permite que a massa sólida inicie sua retração, formando rachaduras que possibilitam a passagem de água de eventuais precipitações (FONTANA, 2003).

Andreoli (2001) observou que a colocação de manta geotêxtil sobre a camada filtrante possibilitava a remoção mais efetiva da água livre do lodo mesmo utilizando areia de construção como meio filtrante. Cordeiro realizou uma série de estudos com o leito de secagem tradicional escala piloto com diversos arranjos buscando uma melhor condição de desaguamento e de operação. No trabalho de Fontana (2003), o leito de secagem tradicional evoluiu para um leito constituído por apenas uma camada de brita recoberta com manta geotêxtil, com resultados de tempo de drenagem bastantes reduzidos, passou a ser chamado leito de drenagem.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a utilização e o desempenho de leitos de secagem com geotêxteis na remoção da umidade de lodo produzido em Estações de Tratamento de Água de ciclo completo que empregam PACl (Cloreto de polialumínio) como coagulante.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Água (ETA) que atende uma população aproximada de 60.000 mil habitantes, com vazão média de 190 L/s. O processo de tratamento de água na ETA é do tipo convencional onde ocorrem as seguintes etapas: correção do pH coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

A estação de tratamento de água (ETA) lava quatro filtros diariamente e descarta seu lodo na lagoa de decantação e descarta a cada 15 dias o lodo do decantador na lagoa de decantação. Tanto a lavagem dos filtros como a descarga do decantador dura em torno de 15 min.

Cada coleta de ALF resultou em seqüências de 5 amostras tiradas com intervalos de aproximadamente 3 min entre elas, assim como cada coleta de LD, feitas durante a descarga, resultou numa seqüência de 8 amostras tiradas com intervalos de aproximadamente 2 min entre elas. As análises para caracterização dos parâmetros de pH, turbidez, condutividade e sólidos totais foram realizadas segundo metodologia de EATON, 2005.

Foi realizado um ensaio de bancada preliminar com as sete membranas de diferentes características (Tabela 1), que foram acopladas em suportes construídos com garrafas PET.

Tabela 1 – Características das membranas filtrantes

Membrana	RT09	RT10	RT4	RT16	RT21	RT26	RT31
Permissividade ASTM s^{-1}	2,1	2	1,8	1,5	1,2	1	0,9
Fluxo de água $l/s/m^2$ 120	100	88	75	57	46	39	
Permeabilidade normal cm/s $3,5 \times 10^{-1}$	$3,5 \times 10^{-1}$	$3,5 \times 10^{-1}$	$3,5 \times 10^{-1}$	$3,5 \times 10^{-1}$	$3,5 \times 10^{-1}$	$3,5 \times 10^{-1}$	
Abertura aparente-AOS (O_{95}) ASTM D 4751 max-min (mm)	0,24-0,14	0,23-0,13	0,21-0,12	0,19-0,11	0,16-0,9	0,14-0,7	0,13-0,6

A segunda fase do trabalho consistiu na aplicação do lodo dos decantadores em protótipos de leito de drenagem. Fez-se uma coleta durante a lavagem do decantador, retirando várias amostras ao longo do tempo da descarga para posteriormente homogeneizá-las e separá-las em duas frações de 15 L. Foi construído, em duplicata, o aparato experimental constituído de bacia plástica (capacidade para 20 L) com várias perfurações no centro e fundo completamente coberto por camada de 3 cm de brita. Os aparatos construídos serviram de suporte para as membranas RT26 e RT31, as duas saturadas com ALF.

Os dois protótipos de leito de drenagem foram colocados no pátio da universidade a céu aberto, para em seguida derramar sobre estes os 15 L de LD reservados. Após a aplicar o lodo fez-se coleta de amostras do drenado nos tempos de 5 min, 20 min, 40 min e 60 min, quando já havia encerrado a fase de drenagem. Apesar de no terceiro dia ter chovido significativamente após uma semana a torta nas membranas já se encontrava desidratada o suficiente para facilitar sua retirada e a limpeza superficial da manta. A água da precipitação teve sua filtração facilitada devido as rachaduras na torta de lodo que no 3º dia já mantinha certa consistência.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Durante a aplicação do lodo buscou-se uma relação entre a eficiência da manta e o volume aplicado. Foram medidos os valores de turbidez da água clarificada das três mantas de menor abertura aparente e que visualmente mostraram melhor eficiência durante o ensaio (RT21, RT26 e RT31).

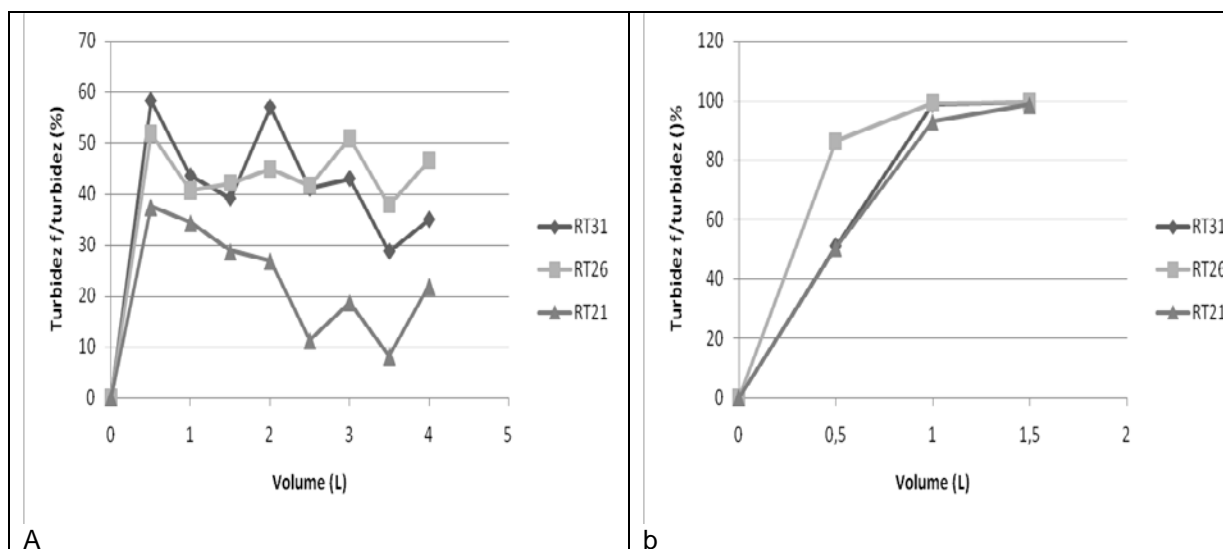


Figura 1: Relação da Turbidez final e a Turbidez inicial em função do volume aplicado. a) amostra da ALF b) amostra do LD

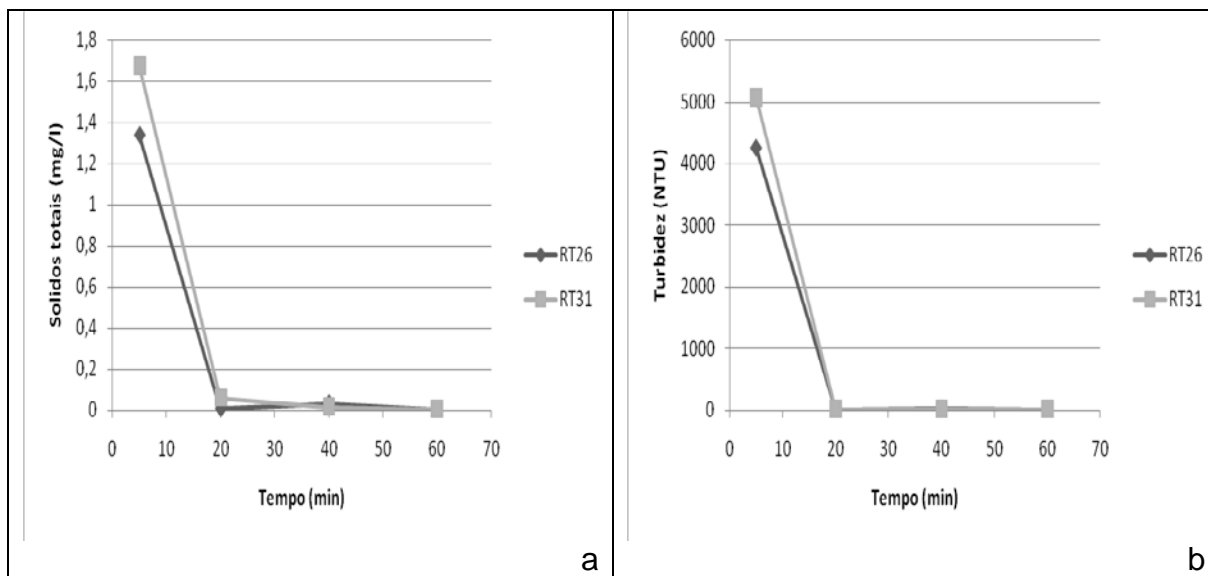


Figura 2: a) Turbidez do líquido drenado b) Sólidos Suspensos totais do líquido drenado das membranas RT26 e RT31

Como pode ser visto na Figura 1a, a ALF teve uma pequena redução de turbidez, entretanto essa redução aconteceu de forma aleatória, uma vez que a água percolava através da manta com facilidade, praticamente sem formar deposição de partículas. É importante ressaltar que devido a necessidade da pré-saturação da manta antes da aplicação do LD fez-se o teste com a ALF para em seguida aplicar o LD sobre a mesma manta.

A Figura 1b, mostra que, à medida que se aplicou o LD, as partículas carregadas pelo fluxo foram depositadas na interface do filtro formando uma camada de material ainda permeável, desta forma a medida em que o volume aumentava o processo de filtração ficava mais eficiente. Estes resultados deixaram claro a importância do tempo de saturação da manta, uma vez que é a partir da saturação que começa a acontecer efetivamente a clarificação do efluente.

Na Figura 2a e 2b pode-se perceber que a redução da turbidez ocorreu, mas poderia ter sido muito mais significativa já que a membrana passou a ser mais eficiente depois dos primeiros 15 min, e neste tempo o pequeno volume ainda em processo de filtração não influenciou de maneira representativa no volume total drenado.

Cordeiro (2001) em seu estudo de caso na ETA de Rio Claro-SP obteve sucesso ao trabalhar com lodo de alta concentração (64.180 mg/l de sólidos totais), no entanto, como a ETA em estudo nesse trabalho faz a descarga de seu decantador duas vezes por semana, a concentração de seu lodo será sempre menor que as apresentadas na literatura por estudos feitos até então. Uma alternativa seria a aplicação do lodo na membrana da mesma forma como este se apresenta na vazão da descarga do decantador, recebendo primeiro o lodo com maior concentração de sólidos e garantindo sua rápida saturação.

Feita a coleta, os aparatos com manta RT26 e RT31 recolocados a céu aberto e com as duas mantas limpas superficialmente e novamente saturadas com ALF, homogeneizou-se e dividiu cada amostrase aplicou-se, um a um litro, na mesma ordem cronológica da coleta. Após a aplicação fez-se coletas dos drenados nos tempos de 5 min, 20 min, 40 min, 60 min e a cada 60 minutos até encerrar a fase drenagem (180 min). Que podem ser observados na Figura 3a e 3b.

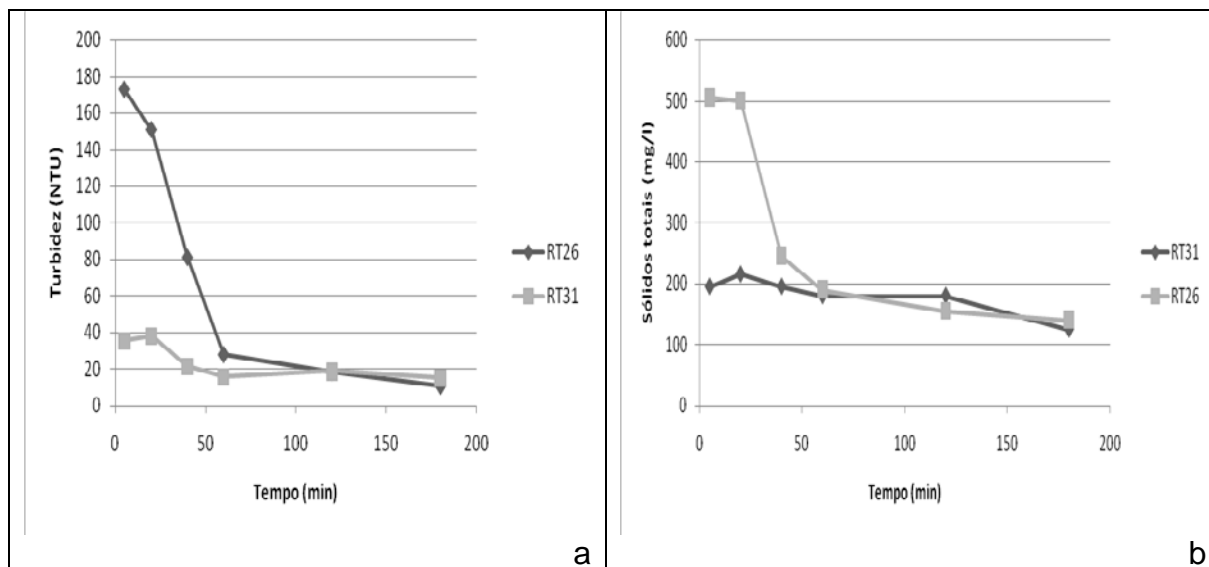


Figura 3: a) turbidez do líquido drenado em função das membranas RT26 e RT31. b) Sólidos totais do líquido drenado em função das membranas RT26 e RT31

Na Figura 3 a e b pode-se observar que a membrana RT31 apresentou melhor valor de retenção de sólidos e turbidez nos primeiros minutos de operação que a RT 26, mas com o passar do tempo ocorreu uma mesma remoção nas duas membranas.

A figura 4.a mostra o período de drenagem para as duas membranas e o volume de drenado acumulado ao longo do tempo. A Figura 4.b mostra que o tempo de desidratação, em que a umidade reduziu até chegar em 14,4% da massa da torta o que equivale a aproximadamente 85,6% de sólidos totais na torta acumulada sobre as mantas ao final da desidratação. Cabe ressaltar que durante o período de desidratação não ocorreu precipitação.

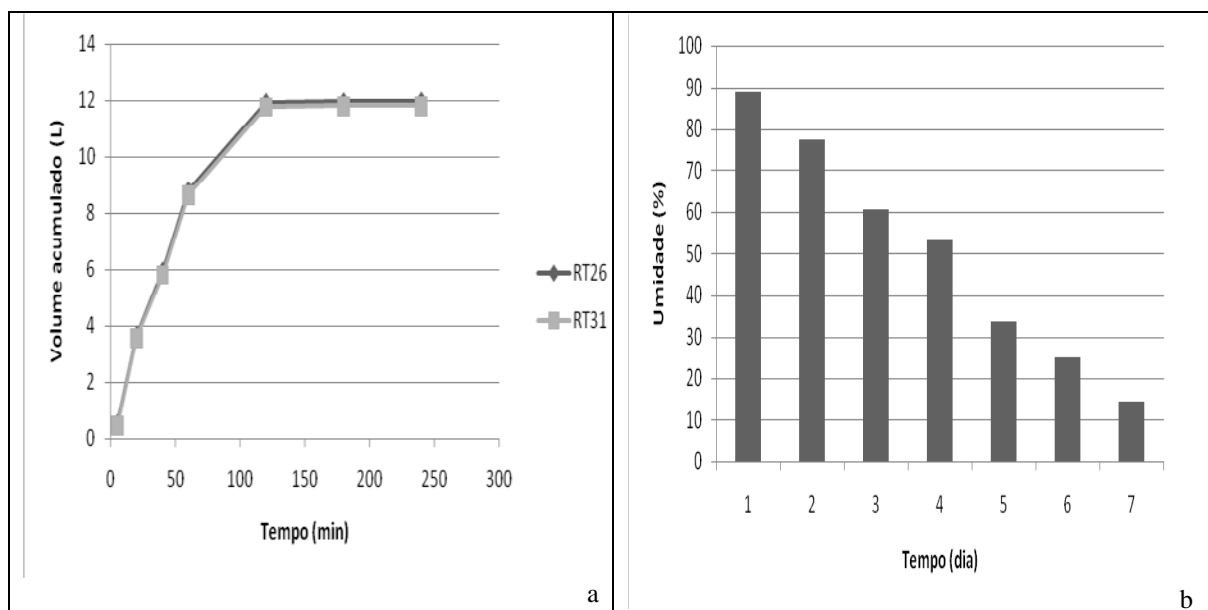


Figura 4: Parâmetros analisados no drenado; a) Volume acumulado durante a drenagem; b) Média entre a porcentagem de sólidos da torta sobre as membranas.

O drenado total da manta RT26 apresentou turbidez igual a 70,1 NTU e sólidos totais igual 345 mg/l, e o drenado total da manta RT31 apresentou turbidez igual a 22,3 NTU e sólidos totais igual 260 mg/l, comprovando a eficiência das mantas.

Como mostra a Figura 3.a e 3.b, as duas membranas produziram resultados semelhantes após 60 minutos da aplicação do lodo. A porcentagem de sólidos totais da torta acumulada sobre as mantas, ao final de sete dias foi de aproximadamente 85,6%, um ótimo valor se comparado com o teor de umidade de 28,4% obtido por Cordeiro (2004) em experimento com lodo proveniente de coagulante Cloreto de Polialumínio aplicado em protótipos de leito de drenagem.

CONCLUSÕES

Os protótipos de leitos de drenagem com mantas RT26 e RT31, mostraram-se eficientes para o desaguamento e redução de volume de lodo de estações de tratamento de água, que utilizam PACl como coagulante, principalmente quando feita aplicação do lodo na membrana da mesma forma como este se apresenta na vazão da descarga do decantador. Nos ensaios desse tipo, as duas membranas se mostraram eficientes após 60 minutos da aplicação do lodo, resultando num drenado total com significativas reduções no teor de turbidez e na concentração de sólidos totais, o que torna possível, dentro da operação da ETA, o redirecionamento da água clarificada diretamente para o tanque de floculação, economizando tempo, energia e produtos químicos.

No presente ensaio a redução de umidade da torta acumulada sobre as mantas superou as expectativas, mesmo considerando que as condições climáticas ajudaram bastante e que o volume aplicado facilitou a desidratação. Apesar da vazão do drenado ter sido parcialmente alterada durante a aplicação, de modo geral esta alteração não trouxe consequências negativas para o ensaio mas, há ainda a necessidade de conhecer melhor o comportamento das partículas sedimentadas em leito de maiores proporções.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a SANEPAR, pelo auxílio no desenvolvimento desta pesquisa, e a Fundação Araucária pela bolsa de iniciação Científica, a Fundação Araucária, Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI-PR) e ao Governo do Estado do Paraná, pelo apoio financeiro recebido para viabilizar a participação, no congresso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHON, Cali L. e CORDEIRO, João S. Gerenciamento de lodo de ETAs – Remoção de água livre através de leitos de secagem e lagoas In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003 – Joinville/SC.
2. ACHON, Cali L.; BARROSO, Marcelo M. e CORDEIRO, João S. Leito de drenagem: sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água. Engenharia Sanitária e Ambiental. Artigo técnico, Vol.13 - Nº 1 - jan/mar 2008, p 54-62.
3. ANDREOLI, Cleverson V.; Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. PROSAB 2 tema IV, Curitiba /2001
4. CORDEIRO, J. S.; FONTANA, Antonio O. Sistema de leito de drenagem e sedimentador como solução para redução de volume de lodo de decantadores e reuso de água de lavagem de filtros - Estudo de caso – ETA Cardoso/SP. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de São Carlos/2004.
5. CORDEIRO, J. S. Processamento de lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs). In.: ANDREOLI, C.V. (Coordenador). Resíduos sólidos do saneamento: Processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: ABES. Projeto PROSAB 2. 282p. 2001
6. FONTANA, A.O. *Sistema de Leito de Drenagem e Sedimentador Como Solução Para Redução de Volume de Lodo de Decantadores e Reuso de Água de Lavagem de Filtros - Estudo de Caso - ETA Cardoso*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos/UFSCAR. São Carlos. 2003.
7. SCALIZE, P.S. Disposição de resíduos gerados em estações de tratamento de água em estações de tratamento de esgotos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos,SP 2003.