

27º. Encontro Técnico AESABESP

REDUÇÃO DE VOLUME DE LODO DE ETA USANDO LEITO DE DRENAGEM COM USO DE DIFERENTES MANTAS GEOTEXTEIS E DESCARTES SUCESSIVOS

Bruna Caroline Marola ⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

Amanda Duarte Escobal

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

Paulo Ricardo Santos Coimbra

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

Gustavo Smidt Oliveira

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

Cali Laguna Achon

Engenheira Civil pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP) e Pós-doutora pelo Departamento de Engenharia Civil da UFSCar. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (DECiv/UFSCar).

Endereço⁽¹⁾: Rodovia Washington Luís, Km 235 – SP310 – UFSCar. São Carlos-SP - CEP:13565-905, Brasil. Tel: (16) 3351-9672, e-mail: bcmarola@gmail.com; caliachon@ufscar.br

RESUMO

A gestão de resíduos sólidos oriundos do tratamento de água apresenta várias possibilidades a serem exploradas, porém estes não podem ser descartados sem critério nos corpos d'água. Neste trabalho foi analisada a redução do volume e qualidade do líquido drenado do lodo produzido em ETA, em sistema de leito de drenagem, usando dois tipos de manta geotêxtil tecida, limpa e suja, em descartes sucessivos, sem uso de condicionante. Foi possível verificar que para a manta 2-limpa a redução de volume do lodo é muito parecida com manta 2-suja no início do processo de drenagem, sendo um pouco menos eficiente no final do processo para a manta suja. No caso da manta 1 a redução de volume do lodo foi mais eficiente quando a manta está suja, atingindo 67% de redução em apenas 110 min. A qualidade do drenado melhora no caso das mantas sujas. Durante a fase de secagem, após cinco dias o teor de sólidos do lodo foi de 11,69% e 15,52% para os Ensaios 1 e 2 (manta 1), respectivamente. Para os Ensaios 3 e 4 (manta 2) em apenas três dias foram atingidos valores de 17,49% e 13,21% de teor de sólidos totais na torta de lodo.

PALAVRAS-CHAVE: leito de drenagem, lodo de tratamento de água, manta geotêxtil.

INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Água (ETA) geram resíduos durante o processo de potabilização de água para abastecimento público, que são: o lodo e a água de lavagem de filtros (ALAF). Estes resíduos precisam ser removidos, para garantir a eficiência do sistema, e tratados, sendo dispostos de forma adequada para evitar impactos ambientais.

No Brasil, a universalização do saneamento implica em uma demanda crescente de infra-estrutura e estações de tratamento de água, e consequentemente de resíduos gerados por esses sistemas. Em meio à crise hídrica que enfrentam os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) no Brasil, principalmente no Estado de São Paulo, saltam aos olhos o descaso e incipiência da gestão dos resíduos gerados por estes sistemas de saneamento.

No Brasil, a maioria das Estações de Tratamento de Água (ETAs) foi implantada antes da Lei 9.433/1997, Lei 9.605/1998 e Resolução do CONAMA Nº 237/1997 que exige o licenciamento ambiental das atividades

potencialmente poluidoras. Portanto, raramente o sistema de destinação e disposição do final do lodo gerado nas ETAs era contemplado nos projetos das estações, sendo atualmente exigência legal para novos projetos e ampliações.

O crescimento populacional, principalmente em áreas urbanas, e o desenvolvimento tecnológico da sociedade, algumas vezes, acabam exigindo processos de produção mais sofisticados de bens que garantam a sobrevivência, a saúde e o bem estar do ser humano, a fim de atender a demanda crescente, tanto em termos de quantidade como de qualidade. Esse crescimento traz exigências cada vez maiores, refletindo nos processos industriais e agropecuários, que necessitam uma demanda cada vez maior de água. Por outro lado, todas essas atividades somadas geram resíduos, entre estes os líquidos, que, de forma geral, retornam as coleções superficiais de água, provocando decaimento na qualidade da mesma.

A água a ser distribuída para a população deve atender o padrão de potabilidade para consumo humano estabelecido pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011). Com o aumento das concentrações de partículas nos mananciais superficiais, os sistemas de tratamento têm a necessidade de remover partículas suspensas e dissolvidas cada vez mais diversas e complexas, exigindo técnicas e tecnologias mais avançadas e gerando resíduos com as mais diversas características.

No Brasil, tem-se observado que a grande maioria das estações não trata esses resíduos, lançando-os em corpos d'água (Achon e Cordeiro, 2013), desrespeitando a legislação ambiental vigente. Apesar disso, os rios, que são os principais fornecedores de água para o abastecimento público, também são receptores de todo e qualquer tipo de resíduo, gerado muitas vezes pelo próprio sistema de tratamento de água, interferindo de forma negativa no meio ambiente.

Achon e Cordeiro (2013) ressaltam diversas oportunidades para o lodo, tais como, reduzir a geração de resíduos; tratamento/desaguamento dos resíduos gerados; uso de resíduos como matéria-prima - reuso/reciclagem após desaguamento; reuso da água; cumprimento da legislação; implantação de programas de gestão de resíduos e melhoria da imagem da empresa.

Segundo Mattsson (2013), a visão holística do lodo necessita de boas ideias, avaliação prévia geral do sistema, alternativas que funcionem na prática, avaliação de risco baseada em conhecimento científico e comunicação (*benchmarking*), não se esquecendo do sistema de tratamento que gera o lodo. Ressalta ainda que, não existe uma idéia geral de todos os sistemas, cada qual tem suas especificidades, e as soluções requerem conhecimento especializado e avaliação do mercado.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas no Brasil possui uma norma de classificação para os resíduos sólidos, a NBR 10.004:2004, que inclui em sua definição de resíduos sólidos os *'lodos provenientes de sistemas de tratamento de água [...] bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água [...]'* (ABNT, 2004).

Os resíduos gerados em ETAs são classificados como resíduo sólido e, portanto, deve estar em consonância com os preceitos da Lei 12.305/2010 e da série de normas NBR 10.004/2004 (ABNT,2004).

O lodo de ETA possui cerca de 97% de umidade, dependendo da tecnologia de tratamento de água, formas de remoção do lodo, tempo de acúmulo do lodo na unidade etc. Assim, para que seja viável e factível o reuso ou reciclagem do lodo é necessário que antes este seja destinado a um sistema de desaguamento, seja natural ou mecânico.

Os sistemas de desaguamento, além de permitirem o reuso e reciclagem do lodo, reduzem seu volume, vindo ao encontro da Lei 12.3505/2010, que prevê como primeira ordem de prioridade para os resíduos a redução.

O desaguamento ou remoção de parcela de água do lodo tem como objetivo a redução do volume, gerando massa com maior concentração de sólidos, possibilitando o reuso de água e dos sólidos resultantes.

A definição do tipo de sistema de desaguamento a ser utilizado depende de vários fatores, podendo ser citados: área necessária para implantação, custo da área, distância da estação ao destino final, condições climáticas, custo dos equipamentos, operação, entre outros fatores.

A redução do volume dos resíduos das ETAs pode ser realizada através da remoção da água livre encontrada nos interstícios dos sólidos. Vários podem ser os métodos de remoção de água podendo ser citados os Sistemas

Naturais: leitos de secagem, lagoas de lodo, bag e leito de drenagem; Sistemas Mecânicos: filtros-prensa, prensa desaguadora, centrífugas, filtros a vácuo, contipress; e Sistemas Térmicos.

A estrutura básica dos sistemas tradicionais de leito de secagem é composta por uma camada suporte, um meio filtrante e sistema drenante. A possibilidade de mudança nos arranjos físicos dos leitos não tem sido avaliada de forma mais efetiva. O tempo de drenagem da água livre é um dos principais fatores a serem atingidos na operação de remoção da água, pois as etapas posteriores ficam facilitadas. A rápida remoção desta pode permitir que a massa sólida inicie sua retração, formando sulcos profundos que permitem a passagem de água de chuva, quando há ocorrência de precipitações.

O tempo de remoção de água dos lodos é fator fundamental para que se possa equacionar adequadamente a questão. Nos processos tradicionais de leitos de secagem, onde o meio filtrante é constituído de areia de granulometria específica, apoiada sobre camada suporte de brita, o tempo de remoção de água constitui-se da somatória do tempo de drenagem e evaporação da água. Dessa forma, as condições de drenagem têm tanta influência quanto às condições climáticas, que propiciam a remoção da água remanescente através da evaporação. Na estrutura deste sistema, percebe-se que as camadas suporte e drenante podem atingir espessura de aproximadamente 40 cm.

A remoção de água em lagoas de lodo é um método que pode ser utilizado quando o custo da terra for baixo, devido à necessidade de grandes áreas para sua implantação, sendo o sistema bastante parecido ao dos leitos de secagem.

O projeto de lagoas de lodo inclui: sistema de tubulações de entrada de lodo e saída do decantado, sistema de bombeamento (se necessário) e equipamentos para remoção mecânica de lodo. O sobrenadante pode ser removido continuamente ou de forma intermitente, podendo retornar ao sistema de tratamento. O tempo para desidratação pode variar bastante, principalmente quando são consideradas as condições climáticas. Ressalta-se, no entanto, que a evaporação é o principal fator para a desidratação, portanto este sistema depende impreterivelmente do clima.

Assim, devem ser avaliados vários fatores nos critérios de projeto, podendo ser citados: clima, permeabilidade do subsolo, características do lodo, profundidade da lagoa e área superficial, a fim de se verificar o funcionamento e viabilidade de implantação deste sistema.

Ressalta-se, portanto, a importância e necessidade de sistemas de desaguamento para o lodo com vistas a redução, reuso e reciclagem deste resíduo.

Assim, o presente trabalho visa estudar a remoção de água de lodo de ETA com a utilização de protótipos de Leitos de Drenagem sem a utilização de condicionantes, com observação da redução de volume, contribuindo para o enriquecimento de dados acerca do assunto.

OBJETIVO

Avaliar a redução de volume e qualidade do líquido drenado do lodo gerado em Estação de Tratamento de Água (ETA) durante as fases de desaguamento e secagem em sistema de Leito de Drenagem, usando dois tipos de manta geotêxtil tecida, limpa e suja, sem uso de condicionante.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado levantamento bibliográfico aprofundado sobre o desaguamento de lodo usando sistemas naturais, em artigos publicados em congressos nacionais e internacionais, livros e revistas científicas.

Para a realização dos ensaios foram coletadas amostras de lodo na Estação de Tratamento de Água (ETA) de São Carlos (SP) em duas campanhas: a primeira coleta será de 100 litros e a segunda também de 100 litros, de acordo com a necessidade. Foram utilizados recipientes de 50 litros para as coletas.

Após a coleta, as amostras estas foram homogeneizadas e determinadas a concentração e teor de sólidos totais do lodo bruto, para posterior determinação da Taxa de Aplicação de Sólidos (TAS). A TAS em kgST.m⁻² foi

calculada a partir da Equação 1, na qual o volume de lodo aplicado ao sistema é representado pela letra V (L), a média da concentração de sólidos totais inicial por ST (kg.L^{-1}) e área de fundo do protótipo do LD por A_f (m^2).

$$\text{Taxa de Aplicação de Sólidos} = (V/A_f) \cdot ST \text{ [kgST.m}^{-2}\text{]} \quad \text{equação (1)}$$

Com as amostras preparadas foram realizados ensaios de desaguamento e secagem de lodo em Leitos de Drenagem (LD). Para cada ensaio foi aplicado volume de 20 litros de amostras de lodo bruto no protótipo de LD.

Foram realizadas quatro ensaios em protótipos de Leito de Drenagem, conforme descritos a seguir:

- Ensaio 1: manta 1 (geotextil não tecida de densidade 600g/cm^2) limpa;
- Ensaio 2: manta 1 (geotextil não tecida de densidade 600g/cm^2) suja;
- Ensaio 3: manta 2 (geotextil não tecida de densidade 200g/cm^2) limpa;
- Ensaio 4: manta 2 (geotextil não tecida de densidade 200g/cm^2) suja.

Para cada manta foram realizados dois ensaios sucessivos, com manta limpa e suja, após remoção manual da torta de lodo ao final da fase de secagem.

O sistema natural de desaguamento de lodo denominado Leito de Drenagem (LD), apresentado na Figura 1, foi desenvolvido por Cordeiro (2001) e é composto por uma camada de brita 01 de cerca de 5 cm de altura e manta geotêxtil não tecida. A partir de então foram construídos mais dois novos protótipos de LD, baseados no original com uma pequena redução na área do leito e na altura do suporte, sendo que estes foram usados nesta pesquisa. As dimensões do protótipo de LD em escala reduzida são apresentadas na Figura 2.



Figura 1: Leito de Drenagem desenvolvido por Cordeiro (2001) e protótipo em escala reduzida utilizado na pesquisa.

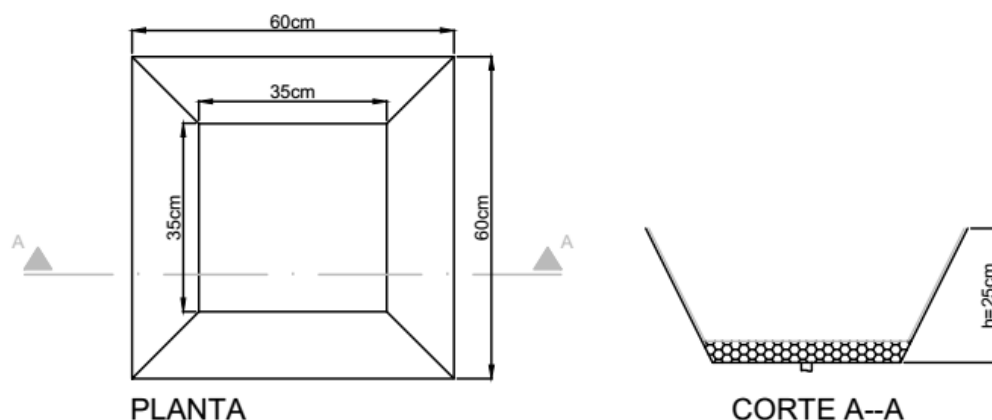


Figura 2: Planta e Corte do Leito de Drenagem em escala reduzida utilizada na pesquisa

Na Figura 3 tem-se um esquema ilustrativo do desenvolvimento dos ensaios e variáveis envolvidas nas diferentes fases de redução de volume de lodo em protótipos de LD, com destaque para as fases de drenagem e secagem.

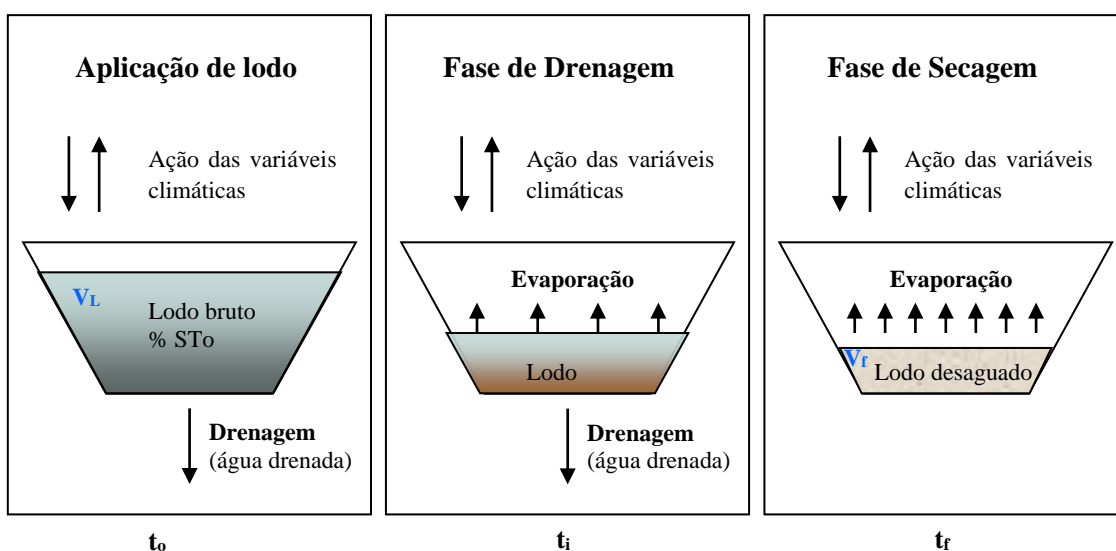


Figura 3 - Ilustração esquemática do ensaio de desaguamento por leito de drenagem e variáveis envolvidas. Fonte: Barroso (2007)

Os ensaios iniciaram-se pela fase de drenagem, com a aplicação de 20L de lodo nos protótipos em cada ensaio. Durante esta fase foi medida a vazão de drenagem e o volume acumulado do líquido drenado. Foram coletadas amostras do líquido drenado para verificar a qualidade (cor aparente, turbidez e pH) durante a primeira hora de ensaio. Também durante a fase de drenagem foi avaliados a porcentagem de redução de volume de lodo que relaciona volume acumulado drenado com o volume inicial total aplicado no ensaio (20L).

Os resultados do teor de sólidos do lodo bruto e desaguado após o fim da fase de drenagem, foram utilizados como dados de entrada para avaliação da fase de secagem. A avaliação da fase de secagem se iniciou após 24 horas do início da fase de desaguamento. O término da fase de secagem foi estudado e caracterizado quando houve a impossibilidade de coleta de sólidos retidos na manta ou atingido o tempo estipulado máximo de 7 dias.

Foram coletadas amostras diárias para determinação do teor de sólidos totais do lodo durante a fase de secagem, seguindo o método preconizado pela APHA/AWWA/WEF (2005).

RESULTADOS OBTIDOS E ESPERADOS

Na Tabela 1 são apresentados os dados iniciais da concentração e teor de sólidos do lodo bruto e taxa de aplicação de sólidos (TAS) usada em cada ensaio.

Tabela 1: Concentração, teor de sólidos do lodo bruto e TAS nos Ensaios 1 a 4.

Ensaio n°:	Manta geotêxtil [g/cm ²]	Concentração de sólidos do lodo bruto [mg/l]	Teor de sólidos do lodo bruto [%]	Taxa de Aplicação de Sólidos (TAS) [kgST/m ²]
1	600 - limpa	25.007	2,50	4,08
2	600 - suja	9.420	0,95	1,54
3	200 - limpa	13.097	1,32	2,10
4	200 - suja	21.092	2,13	3,44

Na Figura 4 têm-se os resultados da redução de volume do lodo durante a fase de drenagem nos Ensaios 1 e 2 de desaguamento em Leito de Drenagem (LD) com a manta de 600 g/cm².

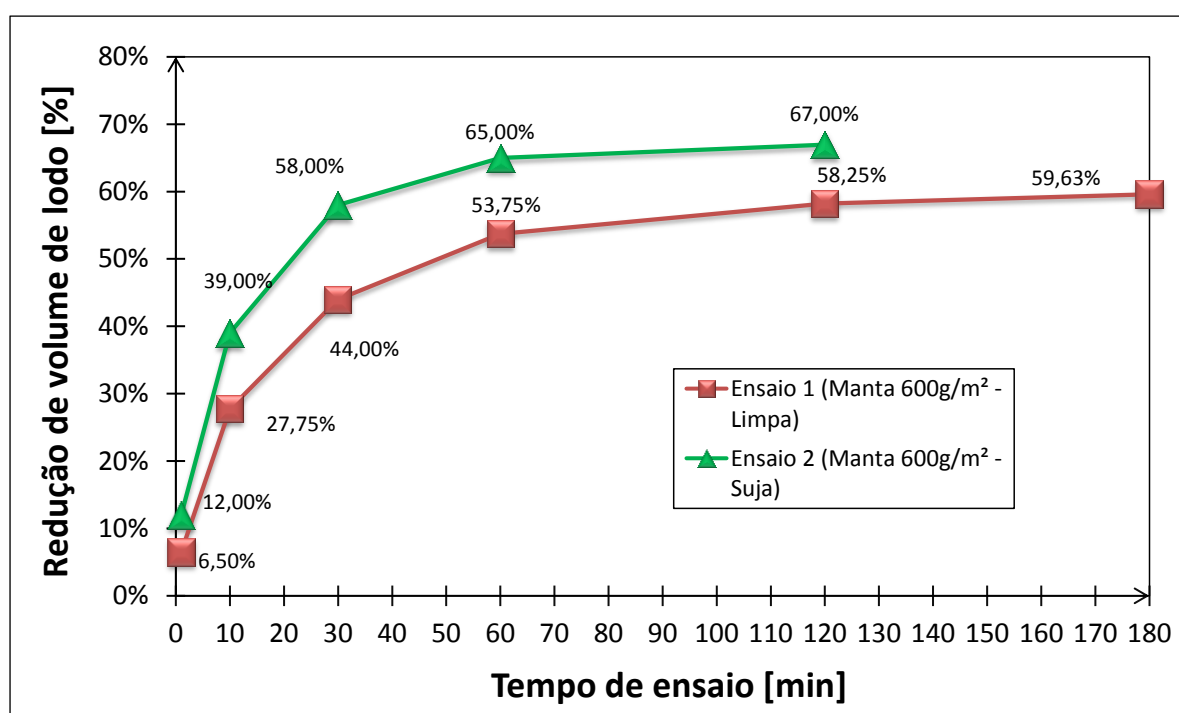


Figura 4: Redução do Volume do Lodo Desaguado para os Ensaios 1 e 2.

Na Figura 5 têm-se os resultados da redução de volume do lodo durante a fase de drenagem nos Ensaios 3 e 4 de desaguamento em Leito de Drenagem (LD) com a manta de 200 g/cm².

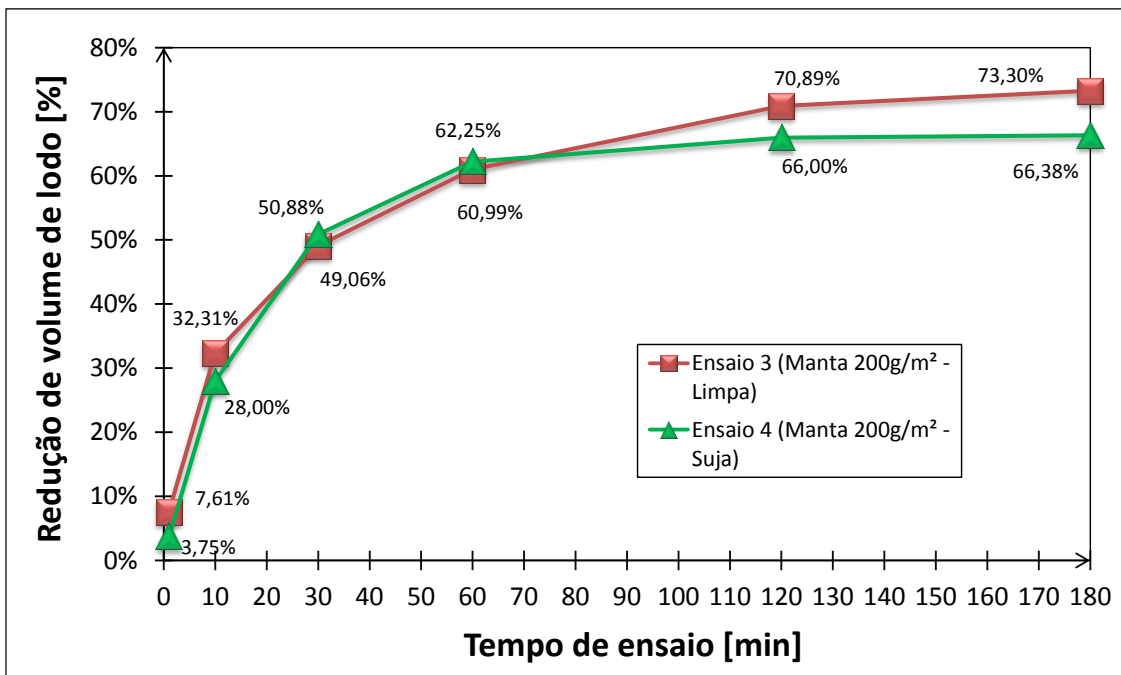


Figura 5: Redução do Volume do Lodo Desaguado para os Ensaios 3 e 4.

Analisando as Figuras 4 e 5 pode-se verificar que redução de volume do lodo desaguado ocorre de maneira muito semelhante. Pode-se verificar que para a manta 2 (200 g/cm²) a redução é muito parecida no início do processo de drenagem, sendo um pouco menos eficiente no final do processo para a manta suja. No caso da manta 1, a redução de volume do lodo é visivelmente mais eficiente quando a manta está suja, atingindo 67% de redução em apenas 110 min.

Quanto aos aspectos qualitativos do líquido drenado, as Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados dos ensaios de caracterização deste, durante a fase de desaguamento para as mantas limpas e sujas.

Tabela 2: Resultados dos parâmetros de qualidade do líquido drenado nos ensaios 1 e 2.

Ensaio 1 - Manta geotêxtil 600g/m ² Limpa				Ensaio 2 - Manta geotêxtil 600g/m ² Suja			
Tempo [min]	Cor aparente [PtCo]	Turbidez [UTN]	pH	Tempo [min]	Cor aparente [PtCo]	Turbidez [UTN]	pH
1	562	59,9	7,2	1	490	66,4	7,11
10	405	39,5	7,23	10	304	33,7	7,09
30	154	11,8	7,31	30	110	9,9	7,29
60	86	1,6	7,48	60	28	2,8	7,76

Tabela 3: Resultados dos parâmetros de qualidade do líquido drenado nos ensaios 3 e 4.

Ensaio 3 - Manta geotêxtil 200g/m ² Limpa				Ensaio 4 - Manta geotêxtil 200g/m ² Suja			
Tempo [min]	Cor aparente [PtCo]	Turbidez [UTN]	pH	Tempo [min]	Cor aparente [PtCo]	Turbidez [UTN]	pH
1	1310	182	6,36	1	535	79,6	7,17
10	1450	252	6,36	10	514	51,4	7,19
30	1000	137	6,39	30	339	31,3	7,34
60	620	60	6,72	60	40	3	7,56

Analisando as Tabelas 2 e 3 pode-se observar que a qualidade do drenado melhora no caso das mantas sujas, possivelmente pelo preenchimento dos vazios da manta com as partículas sólidas presentes no lodo, que acabam funcionando como um pré filtro.

Quanto ao processo de secagem, foi avaliado o teor de sólidos totais (% massa) do lodo desaguado com o passar do tempo, conforme ilustram as Figuras 6 e 7.

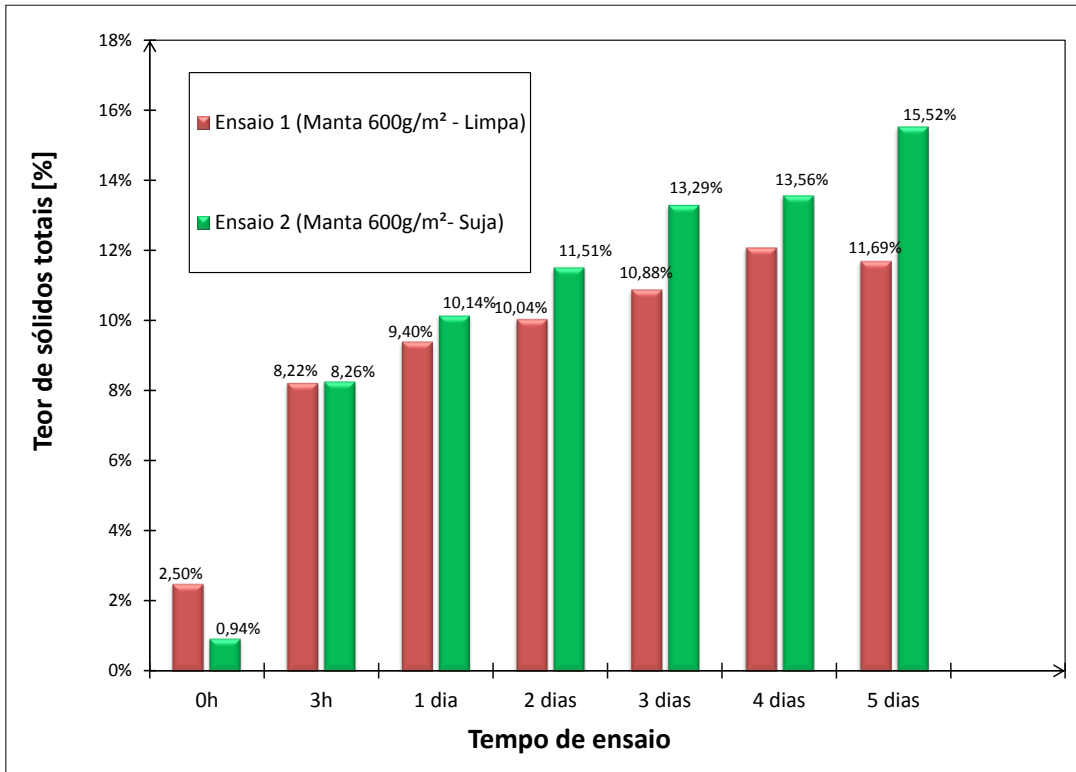


Figura 6: Evolução do teor de sólidos totais da torta de lodo em função do tempo para os ensaios 1 e 2.

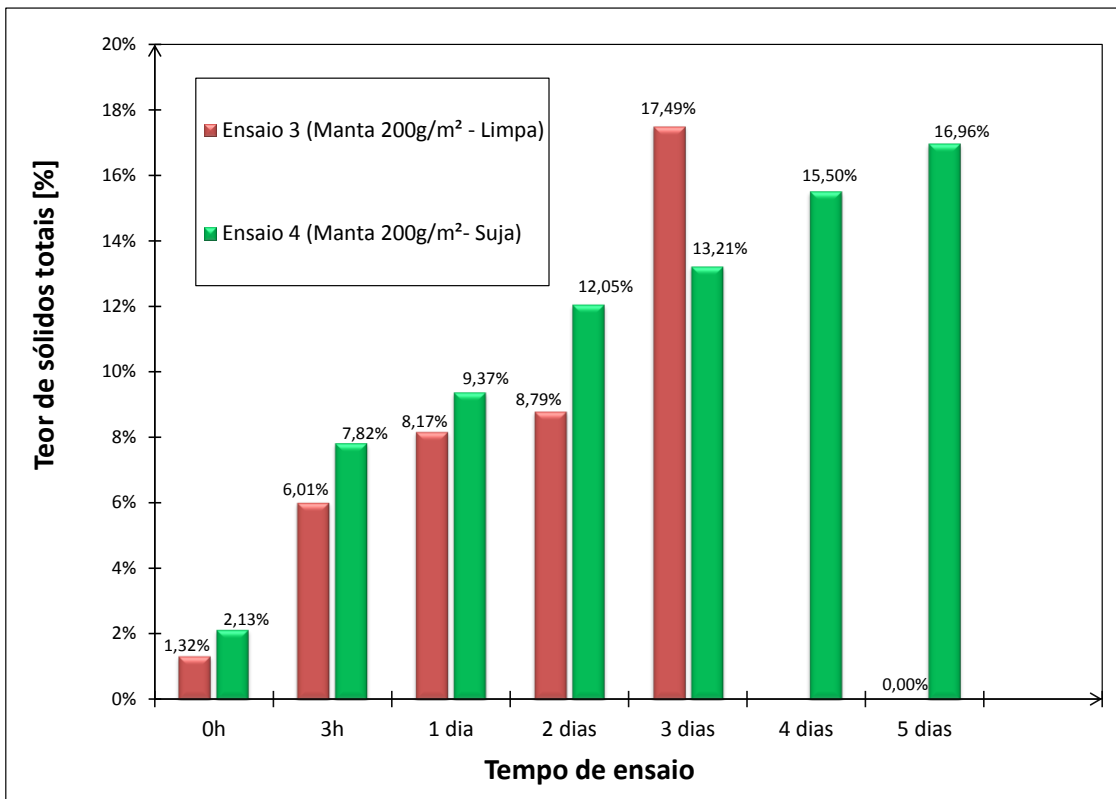


Figura 7: Evolução do teor de sólidos totais da torta de lodo em função do tempo para os ensaios 3 e 4.

As Figuras 6 e 7 ilustram a evolução na concentração da torta de lodo durante a fase de secagem, sendo que em apenas 24 horas o teor de sólidos evoluiu para cerca de 10% para o ensaio 2 (manta 1 suja) e 9% para o

ensaio 4 (manta 2 suja). Pode-se notar também que após cinco dias o teor de sólidos do lodo foi de 11,69% e 15,52% para os Ensaio 1 e 2, respectivamente. Para os Ensaio 3 e 4 em apenas três dias foram atingidos valores de 17,49% e 13,21% de teor de sólidos totais na torta de lodo.

CONCLUSÕES

A partir das análises preliminares, pode-se observar que o aumento no teor de sólidos totais (e consequente redução do volume de lodo inicial) é significativo. É importante ressaltar que os ensaios foram realizados em estações chuvosas, recebendo influência do clima visto que o leito de drenagem foi mantido ao ar livre para resultados mais próximos ao que foi proposto inicialmente.

As precipitações, no entanto, não alteraram significativamente a redução do volume de lodo no processo de secagem, sendo que, apesar das chuvas ocorridas em ambos os ensaios, a secagem manteve-se eficiente, demonstrando a viabilidade do processo e a evolução do teor de sólidos com o passar do tempo.

Pode-se concluir que as mantas sujas melhoram a qualidade do drenado, sendo uma alternativa viável a ser analisada para avaliar o lançamento nos corpos d'água ou reuso do líquido drenado. É válido ressaltar que estas são conclusões preliminares, uma vez que o trabalho ainda está em desenvolvimento e será submetido a análises mais completas.

RECOMENDAÇÕES

Realizar ensaios de desaguamento com outras mantas geotexteis (tecida e não tecida). Avaliar efeitos da aplicação de diferentes Taxas de Aplicação de Sólidos (TAS) e de mais utilizações sucessivas da mesma manta geotêxtil, em relação à vazão e qualidade do líquido drenado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT (1989). NBR 10.644:1989. Águas – Determinação de Resíduos (Sólidos) - Método Gravimétrico. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1989, 7p.
2. ACHON, C.L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J.S. (2008). Leito de Drenagem: sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água. Revista Engenharia Sanitária e ambiental. ABES, Rio de Janeiro. Vol. 13 – Nº 1 – jan/mar 2008, 54-62p. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522008000100008>.
3. ACHON, C.L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J.S. (2008). Leito de Drenagem: sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água. Revista Engenharia Sanitária e ambiental. ABES, Rio de Janeiro. Vol. 13 – Nº 1 – jan/mar 2008, 54-62p. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522008000100008>.
4. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (2001). Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 20.ed. Washington DC, USA. 2001.
5. BARROSO, M. M.; ACHON, C. L.; REIS, R. F.; CORDEIRO, J. S. DrainageBed: A Natural System for WTP Sludge Dewatering and Drying with Different Coagulant Chemicals in Tropical Countries. Journal of Water Resource and Protection, vol. 06, p. 1029-1036, 2014. <http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2014.611097> ;ISSN Online: 1945-3108
6. CORDEIRO, J. S. Processamento de lodos de Estações de Tratamento de Água (ETA's). In: ANDREOLLI, C. V. (Coord). Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Capítulo 9. Rio de Janeiro: ABES, 2001. 282 p. (Projeto PROSAB).
7. CORDEIRO, J.S., REIS, R. F.; ACHON, C.L.; BARROSO, M. M. (2014). Evolução dos Leitões de Drenagem (LD) no Brasil – uma década de avanços. In: XXXIV Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental (AIDIS), Anais. Monterrey - México, 2 a 6 novembro de 2014, cod. 332-T8-Cordeiro-Brasil-1, 8 p.
8. FONTANA, A. O.; OLIVEIRA, A. C.; ARVATI NETO, O. A.; GRANELLO, E. C. A.; CORDEIRO, J. S. Redução de lodo digerido gerado em lagoas de estabilização com utilização de leito de drenagem. In:

- CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. Belo Horizonte/MG, 2007.
9. FONTANA, A.O. (2004) 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. 161 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos/UFSCar. São Carlos.
 10. GUIMARÃES, M. G. A., URASHIMA, D. C. & VIDAL, D. M. (2014). Dewatering of sludge from a water treatment plant in geotextile closed systems. *Geosynthetics International*, 21, No. 5, 310–320. [<http://dx.doi.org/10.1680/gein.14.00018>].
 11. KURODA, E. K.; SILVEIRA, C.; MACEDO, J. G.; LIMA, M. S. P.; KAWAHIGASHI, F.; BATISTA, A. D.; SILVA, S. M. C. P.; FERNANDES, F. Drenagem/secagem de lodo de decantadores de ETA em manta geotêxtil. *Revista DAE*, n. 194, p.24-34, 2013.
 12. MINISTÉRIO DAS CIDADES, SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p. : il.
 13. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS (2012). Plano municipal de Saneamento – São Carlos/SP – PMSSanCa. 421 p.
 14. REALI, M.A.P. Principais características quantitativas e qualitativas do lodo de ETAs. In: REALI, M.A.P (Coord.). Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro: ABES, 1999. 250p.