

I-124 – EFICIÊNCIA DE MANTAS GEOTÊXTEIS NO DESAGUAMENTO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Murilo Pitta Rizzato

Tecnóloga Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *campus* Campo Mourão. Técnico em Meio Ambiente na América Latina Logística (ALL).

Adriana Neres de Lima

Tecnóloga Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *campus* Campo Mourão. Mestranda em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

Eudes José Arantes

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia São Carlos. 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).

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 Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Campo Mourão (UTFPR).

Fernando Hermes Passig⁽¹⁾

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⁾: Rodovia BR 369, km 0,5, caixa postal 271 – Campo Mourão - PR - CEP: 87301-006 - Brasil - Tel: (44) 3518-1400 - e-mail: fhpassig@utfpr.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de mantas geotêxteis no desaguamento do lodo gerado na Estação de Tratamento de Água do município de Campo Mourão. O aparato experimental era constituído de quatro leitos de secagem em escala de bancada com dimensões de 40 x 40 x 30 cm e volume de 4,8 L. O primeiro leito de secagem era do tipo convencional composto de 5 cm de pedra brita 1, 5 cm de pedregulho, 2 cm de areia e uma camada de tijolo maciço. Nos demais leitos foram utilizadas três mantas geotêxteis (RT16, RT26 e RT31). Para verificar eficiência de remoção dos leitos foram realizadas caracterizações físico-químicas para determinação dos parâmetros pH, umidade, turbidez, concentração de sólidos totais (fixos e voláteis) e alumínio em amostras de percolado nos tempos de 40, 60 e 120 minutos. Ambos leitos de secagem apresentaram eficiências de remoção superiores a 97% para os parâmetros cor, turbidez e série de sólidos. Valores de pH mantiveram-se próximos a neutralidade, entre 6,1 e 7,1. As concentrações de alumínio no percolado variaram de 0, 15 à 1,34 mg/L nos quatro leitos de secagem. A maior parcela de alumínio continuou concentrada no lodo, porém o líquido percolado não atende as normas da Resolução no 357/05 do CONAMA que estabelece os padrões de qualidade de 0,1 mg/L de alumínio lançado. Apesar de não haver diferença estatística à nível de 5% de significância entre os tratamentos, o leito de secagem convencional apresentou maior eficiência de remoção. A RT-31 apresentou melhor desempenho entre as mantas utilizadas devido menor diâmetro dos poros o que influenciou na retenção do lodo.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo, Manta geotêxtil, Leito de secagem.

INTRODUÇÃO

O lodo proveniente das Estações de Tratamento de Água é caracterizado por alta concentração de metais pesados, principalmente alumínio, além de alta quantidade de sólidos e elevada turbidez. Esse lodo, gerado nos decantadores e filtros, é na maioria das vezes lançado diretamente em corpos hídricos, geralmente no próprio corpo hídrico de captação da água bruta.

O lançamento do lodo em córregos ou rios pode promover a elevação da demanda química de oxigênio, inibição da atividade biológica, mudanças de cor e turbidez e aumento da concentração de sólidos do corpo receptor, além de influir negativamente em áreas de criação e desova de peixes.

De acordo com a NBR 10.004 (BRASIL, 2004) esse lodo é classificado como “resíduo sólido”, portanto deve ser tratado e disposto conforme exigência dos órgãos reguladores. Os métodos de tratamento e disposição final de lodo existente, raramente, têm sido adotados em ETAs brasileiras, devido principalmente aos altos custos de implantação e manutenção envolvidos.

Várias são as técnicas para minimizar os impactos nos corpos hídricos, dentre elas, destacam-se o leito de secagem utilizado para desidratação do lodo gerado como forma de tratamento, a recirculação da água e a destinação final ou reciclagem do resíduo.

Entre os problemas de operação e eficiência apresentados pelos leitos de secagem convencionais destaca-se a colmatagem do leito, ou seja, o acúmulo de água decantada sobre o lodo disposto no leito.

Diante desses problemas, este estudo teve como objetivo principal avaliar o desempenho de mantas geotêxteis no desaguamento do lodo gerado na Estação de Tratamento de Água do município de Campo Mourão.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma Estação de Tratamento de Água do município de Campo Mourão – PR no período de setembro à novembro de 2009. A ETA opera com vazão média de 190 L/s e atende população aproximada de 60.000 mil habitantes. O processo de tratamento de água é do tipo convencional e produz em média 380 m³/dia de lodo proveniente da lavagem dos filtros e decantadores.

Foram construídos quatro leitos de secagem em escala de bancada com dimensões de 40 x 40 x 30 cm e volume de 4,8 L. O primeiro leito de secagem era do tipo convencional composto de 5 cm de pedra brita 1, 5 cm de pedregulho, 2 cm de areia e uma camada de tijolo maciço (Figura 1a). Nos demais leitos foram utilizadas mantas geotêxteis com características diferentes em cada leito de secagem (Figura 1b). As mantas foram cedidas por uma indústria do município de São José do Campos, São Paulo.

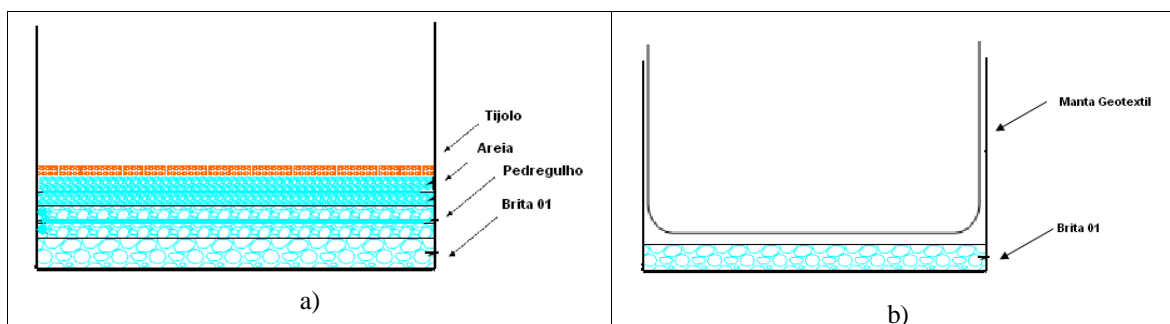


Figura 1: Desenho esquemáticos dos leitos de secagem. a) Corte lateral do leito de secagem convencional; b) Corte lateral dos leitos de secagem com mantas geotêxteis.

As características dos tipos de mantas utilizadas nos leitos de secagem são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características das mantas geotêxteis utilizadas nos leitos de secagem.

Manta geotêxtil	RT16	RT26	R 31
Permissividade ASTM D 4491 (s ⁻¹)	1,5	1,0	0,9
Fluxo de água (l/s/m ² 120)	57	39	
Permeabilidade normal (cm/s)	0,35	0,35	
Abertura aparente –AOS (O ₉₅) ASTM D 4751 max- min (mm)	0,19-0,11	0,14-0,70	0,13-0,60

Cada leito de secagem contendo um tipo de meio filtrante foi preenchido com volume de 10 L de lodo bruto coletado na saída dos decantadores da ETA (Figura 2).

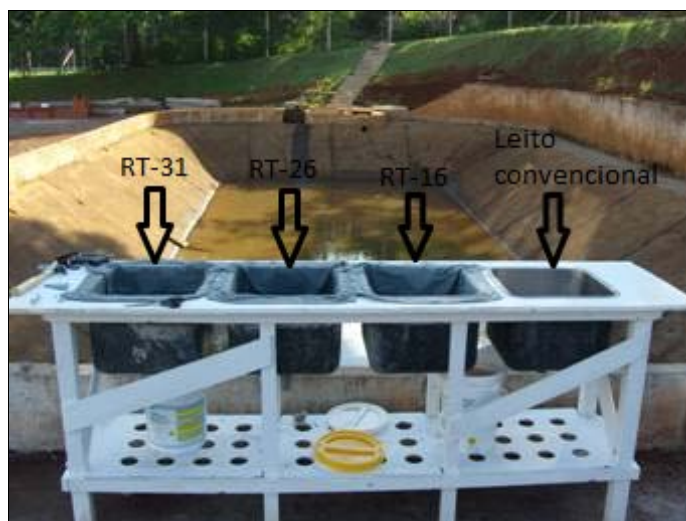


Figura 2: Leitos de secagem preenchidos com lodo bruto.

Amostras do líquido drenado foram coletadas nos tempos de 40, 60 e 120 minutos nos leitos de secagem com mantas geotêxteis. No leito de secagem convencional, as amostras foram coletadas nos tempos 60 e 120 minutos de desagramento. Foram realizadas as seguintes análises: pH, turbidez, série de sólidos e umidade e alumínio.

As análises foram realizadas de acordo com metodologias estabelecidas por *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater da American Public Health Association* (EATON et al., 2005). Na análise estatística foram utilizados os softwares Sisvar e Minitab 14.

RESULTADOS

A caracterização do lodo bruto coletado na ETA é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização do lodo bruto.

Parâmetro	X	DP	Coef. Var
pH	6,9	0,4	8,1
Cor (mg Pt/L)	15350	2100	19,3
Sólidos Totais (mg/L)	39039	4561	16,5
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	30842	3608	16,5
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	8192	958	16,5
Turbidez (UNT)	3070	420	19,3
Umidade (%)	96,5	0,8	1,1

x: média; DP: desvio padrão; Coef. Var: Coeficiente de variação.

Na Tabela 2 é possível observar pH próximo a neutralidade de $6,9 \pm 0,4$ atribuído a etapa de coagulação do tratamento da água. Nessa etapa há correção de pH a fim de aumentar a eficiência do coagulante adicionado. Observa-se ainda que as concentrações de sólidos totais de 39039 ± 4561 mg/L, sólidos totais fixos de 30842 ± 3608 mg/L, sólidos totais voláteis de 8192 ± 958 mg/L, cor de 15350 ± 2100 mg Pt/L e turbidez de 3070 ± 420 UNT apresentaram altos valores de desvio-padrão que podem estar relacionados à qualidade da água do manancial durante a captação. Apesar dos valores altos de desvio-padrão obtidos os dados de caracterização do lodo são considerados homogêneos por possuírem coeficiente de variação inferior a 20%. O lodo bruto coletado apresentou $96,5 \pm 0,8$ % de umidade.

A caracterização físico-química da água proveniente dos leitos de secagem é apresentada na Tabela 3 onde é possível observar o decréscimo na concentração com o passar do tempo na maioria dos parâmetros.

Tabela 3: Caracterização físico-química da água proveniente dos leitos de secagem convencional e de mantas geotêxteis.

Parâmetro	Tempo (min)	RT-31		RT-26		RT-16		Leito Convencional	
		x	DP	X	DP	X	DP	X	DP
Cor (mg Pt/L)	40	348,2	346,9	685,6	684,4	875,8	874,2		
	60	8,0	7,1	368,1	366,9	15,0	13,0	15,5	14,6
	120	2,0	1,0	3,3	2,3	4,9	3,1	3,5	2,5
pH	40	6,6	0,6	6,5	0,8	6,6	0,7		
	60	7,0	0,3	6,9	0,4	6,4	0,8	6,1	0,9
	120	7,1	0,1	7,1	0,2	7,0	0,3	6,5	0,6
Sólidos Totais (mg/L)	40	168,0	4,0	316,0	124,0	321,0	149,0		
	60	138,0	14,0	222,0	34,0	270,5	101,5	113,5	57,5
	120	131,0	19,0	171,0	7,0	205,5	40,5	107,0	61,0
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	40	16,0	4,0	22,0	6,0	6,0	2,0		
	60	20,0	2,0	10,0	2,0	5,0	1,0	15,0	9,0
	120	17,0	3,0	15,0	9,0	5,0	1,0	9,0	5,0
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	40	141,0	3,0	300,0	128,0	287,0	175,0		
	60	118,0	12,0	215,0	33,0	242,0	124,0	99,0	49,0
	120	127,0	29,0	161,0	3,0	186,0	56,0	103,0	61,0
Turbidez (UNT)	40	69,6	69,4	73,6	73,4	175,7	175,3		
	60	1,6	1,4	137,1	136,9	3,0	2,6	2,7	2,5
	120	0,5	0,3	0,7	0,5	0,9	0,6	0,7	0,5

x: média; DP: desvio padrão.

O leito de drenagem mais eficiente na remoção na série de sólidos foi o leito convencional que reduziu a concentração inicial do lodo bruto de 43.600 mg/l para 107 mg/l após passagem por meio filtrante. As mantas geotêxteis também apresentaram valores significativos de redução de sólidos sendo estas reduções em ordem decrescente dependendo da espessura de cada manta.

As concentrações de turbidez dos quatro leitos de secagem resultantes de 120 minutos de desaguamento variaram entre 0,5 e 0,9 UNT. Isso provavelmente ocorreu pelo fato de que os leitos logo encontraram-se em colmatação impedindo a passagem das partículas pelo meio filtrante. Mesmo perfil é observado nas concentrações de cor que variaram de 2,0 à 4,9 mg Pt/L aos 120 minutos de desaguamento.

Valores de pH reportados dos líquidos percolados dos leitos de secagem mantiveram-se próximos a neutralidade (entre 6,1 e 7,1).

Apesar de o leito de secagem apresentarem eficiência de remoção elevada em 120 de desaguamento na maioria dos parâmetros, os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si à nível de 5% de significância.

A Tabela 4 apresenta as concentrações de alumínio no lodo bruto e do líquido percolado proveniente dos leitos de secagem.

Tabela 4: Concentrações de alumínio (mg/L) do lodo bruto e do líquido percolado.

Tempo (min)	RT-31	RT-26	RT-16	Leito convencional
Lodo Bruto	5.994			
40	9,81	3,11	56,64	
60	1,57	1,16	2,1	1,44
120	1,17	0,15	0,92	1,34

As concentrações de alumínio do líquido percolado após passagem pelos leitos de secagem apresentaram decréscimo significativo em relação ao de lodo bruto. A maior parcela de alumínio continua concentrada no lodo, porém o líquido percolado não atende as normas da Resolução no 357/05 do CONAMA que estabelece os padrões de qualidade de 0,1 mg/L de alumínio lançado (BRASIL, 2005).

As porcentagens de umidade presente no lodo após seu desaguamento são apresentadas na Figura 3.

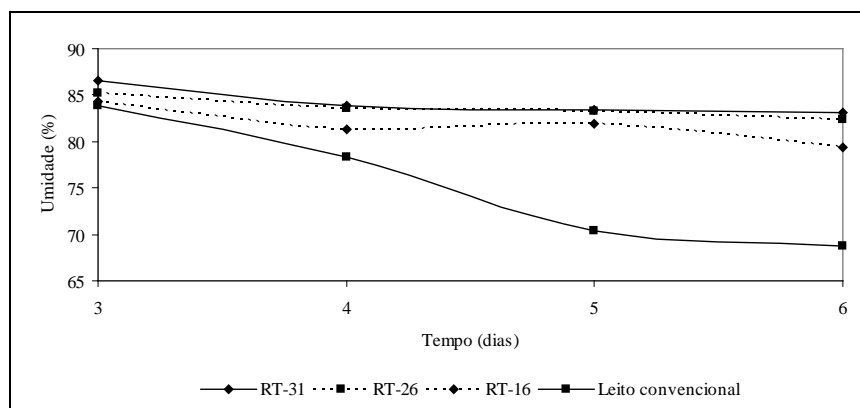


Figura 3: Porcentagem de umidade presente no lodo após desaguamento.

A porcentagem inicial de umidade do lodo decresceu de aproximadamente 95% da amostra inicial para 68% no sexto dia de medição no leito convencional. A umidade das amostras do líquido percolado dos demais leitos de secagem apresentaram valores menos significativo. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de que as mantas retêm quantidade significativa de umidade interferindo nas análises.

CONCLUSÕES

Com a realização do trabalho é possível concluir que os leitos de secagem propostos foram eficientes no desaguamento do lodo possibilitando o recalque do líquido percolado para a ETA. Apesar de não haver diferença estatística à nível de 5% de significância entre os tratamentos, o leito de secagem convencional apresentou maior eficiência de remoção. A RT-31 apresentou melhor desempenho entre as mantas utilizadas devido menor diâmetro dos poros o que influenciou na retenção do lodo.

O leito de secagem convencional apresentou a maior eficiência na remoção de umidade (65%) facilitando transporte e despejo do lodo. As altas concentrações de alumínio presentes no lodo desaguado requerem maiores cuidados no despejo.

As Estações de Tratamento de Água podem apresentar diferentes qualificações do lodo gerado devido ao tipo de manancial de captação, produtos utilizados no tratamento e operação. Devido a este fato, recomenda-se que sejam feitas mais pesquisas para avaliar as características do mesmo para propor métodos de destinação adequada para esse resíduo sólido.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a SANEPAR, pelo auxílio no desenvolvimento desta pesquisa, e 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. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.527: requisitos para o aproveitamento de água de chuva, de coberturas em áreas urbanas, para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2007.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 357: classificação dos corpos de água. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

4. EATON, A. D; CLESCERI, L. S; RICE, E. W.; GREENBERG, A. E (Ed). Standart methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. Washington: American Public Health Association; American water Works Association; Water Polution Control Federation, 2005.