

II-443 - UTILIZAÇÃO DE LEITOS DE DRENAGEM NO DESAGUAMENTO DE LODOS ANAERÓBIOS**Fernando Cintra Mortara⁽¹⁾**

Engenheiro Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP). Mestrando em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP).

Pedro Alem Sobrinho

Engenheiro Civil pela EESC-USP (1967). Engenheiro Sanitarista pela FHSP-USP (1969). MSc in Public Health Engineering pela University of Newcastle upon Tyne, UK (1975). Doutor pela Escola Politécnica da USP (1981). Professor Titular da área de Saneamento da Escola Politécnica da USP (1996). Foi funcionário da CETESB de 1970 a 1995, tendo sido Assessor da Diretoria de Controle de Poluição das Águas e Gerente de Departamento de Pesquisas. Participou como consultor em vários projetos na área de tratamento de esgotos.

Endereço⁽¹⁾: Rua Gilberto Sabino, 127 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05425-020 - Brasil - Tel: (11) 4306-8929 - e-mail: fernando@sharewater.com.br

RESUMO

O método de desaguamento por leitos de drenagem foi desenvolvido a partir dos estudos de Cordeiro (1993, 2001) e Fontana (2004) para o desaguamento de lodos de Estações de Tratamento de Água. A sua aplicação para lodos de lagoas de estabilização de esgotos foi feita por Fontana et al. (2007). Este trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de leitos de drenagem no desaguamento de lodos produzidos em reatores UASB. Para tanto foram realizados ensaios em laboratório, utilizando testes de drenagem, para avaliar a influência de diferentes doses e tipos de polímeros no desaguamento do lodo. Após escolhido o polímero que apresentou os melhores resultados em laboratório foram desenvolvidos ensaios em escala piloto, com a utilização de três unidades cobertas de leitos de drenagem, cada um com dimensões de 1,58 m x 1,09 m por 0,5 m de altura. As dosagens de polímero utilizadas foram de 0 a 8 g/Kg de sólidos totais (peso seco) e, para manter a taxa de aplicação em 15 KgST/m².ciclo, a concentração de sólidos no lodo foi de ~27 g/L. Os resultados indicaram que com doses de polímero ≥ 2 g/KgST obtinha-se teor de sólidos no lodo de ~13% após 1 dia, ~20% após 10 dias. Para se atingir teor de sólidos de 25 a 30% o período de secagem necessário foi de cerca de 30 dias. Embora sem a aplicação de polímeros os leitos de drenagem apresentassem basicamente o mesmo comportamento dos lodos condicionados com polímero em relação à evolução do teor de sólidos em função dos períodos de secagem, observou-se certa dificuldade na remoção do lodo desaguado e principalmente na limpeza das mantas geotêxteis.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de esgoto, Desaguamento, Leito de drenagem, Manta geotêxtil.

INTRODUÇÃO

O desaguamento do lodo é um processo realizado em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) imprescindível para reduzir o volume e os custos com sua disposição final.

Existem diversos métodos mecânicos e naturais para redução do volume de lodos com diferentes eficiências e custos. Os leitos de drenagem, assim como os leitos de secagem, são classificados como métodos de desaguamento natural. A quantidade de lodo que pode ser tratada em determinado período de tempo por este método de desaguamento depende das características físicas do leito, das velocidades de desaguamento e das condições climáticas.

Em relação aos leitos de secagem, nos leitos de drenagem o meio filtrante é reduzido e a areia é substituída por uma manta geotêxtil. Este estudo contemplou a avaliação da influência desta alteração na estrutura física do leito associada ao condicionamento químico com polímeros (polieletrólitos orgânicos sintéticos) no desaguamento de lodo.

Considerando que reatores UASB vêm sendo largamente utilizados no tratamento de esgoto sanitário em ETE's de pequeno porte, que admitem a utilização processos de desaguamento por métodos naturais, este trabalho se restringiu ao estudo do desaguamento de lodos originados neste processo de tratamento. Assim, lodos de reatores anaeróbios tipo UASB foram utilizados para, em escala de laboratório, fazer uma escolha prévia de polímero e, em escala piloto, observar o comportamento dos leitos de drenagem para a taxa de aplicação de 15 KgST/m².dia, que é a máxima taxa recomendada para leitos de secagem pela NBR 12.209 da ABNT.

Em relação à escolha das mantas para os leitos de drenagem, Fontana et al. (2007) concluiu que em relação às taxas de drenagem as mantas tecidas e não tecidas apresentam resultados semelhantes, porém, indica que as mantas geotêxteis tecidas apresentam maior facilidade de limpeza (as não tecidas ficam impregnadas de materiais graxos e oleosos presentes no lodo). Além disso, as mantas tecidas apresentam menor desgaste em operações seguidas de limpeza (Fontana, 2008).

MÉTODOS ANALÍTICOS

As determinações analíticas foram realizadas conforme os métodos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF): para Turbidez - procedimento 2130B; Demanda Química de Oxigênio (DQO) - procedimentos 5220B; Concentração de Sólidos Totais – procedimento 2540B; Teor de sólidos - procedimentos 2540G; Condutividade - procedimento 2510B; e pH - procedimento 4500H+B.

PRIMEIRA ETAPA: ENSAIOS EM LABORATÓRIO

O Teste do Tempo de Drenagem (TTD), descrito por MIKI (1998), foi utilizado para determinar o polímero e a faixa de dosagem a ser utilizada nos ensaios piloto. Foram inicialmente testados 18 polímeros, já normalmente utilizados no condicionamento de lodos para desaguamento, fornecidos por quatro diferentes fabricantes. O lodo utilizado foi proveniente de reatores anaeróbios tipo UASB das ETE's de Ribeirão Pires-SP e do bairro Jaraguá, São Paulo-SP, ambas operadas pela SABESP.

O lodo foi coletado em recipientes de 20 litros e preparado por adensamento prévio ou por diluição com o efluente da própria ETE, de modo a se obter uma concentração de sólidos no lodo próxima a faixa de 20 a 30 g/L. Os polímeros foram preparados no equipamento para testes de jarros, em diluições que variaram de 1 a 4 g/L, sob agitação de 250 rpm por períodos de tempo determinados pelos fabricantes dos polímeros. A adição das diferentes doses de polímero ao lodo também foi realizada no equipamento "jar-test", em jarros com 500 ml de solução de lodo + polímero, também sob agitação de 250 rpm, durante 1 minuto.

A partir de ensaios preliminares, estabeleceu-se 6 dosagens entre 0,5 e 12 g de polímero por Kg de sólidos totais secos no lodo para estimar o efeito da dosagem de cada polímero no desaguamento, tendo por base o TTD.

O funil de Buchner foi preparado para receber o lodo através da utilização de uma manta geossintética recobrindo seus orifícios, esticada pelas paredes laterais internas e presa por elástico na parede externa do funil. A manta escolhida para os ensaios de TTD foi uma tecida de 160 g/m² da marca Propex, utilizada com sucesso por Fontana et al. (2007) no estudo do desaguamento de lodos removidos de lagoas de estabilização em leitos de drenagem. A manta utilizada foi mantida ao longo de todos os testes, recebendo apenas uma lavagem superficial entre cada procedimento.

Após a adição dos 200 mL de lodo condicionado ao funil, o tempo necessário para que 50 mL fossem drenados foi anotado para cada dose de cada polímero testada e o drenado recolhido para posterior análise de turbidez.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Os resultados dos TTD mostraram que todos os polímeros testados produzem lodos facilmente desaguáveis mesmo com as dosagens mais baixas utilizadas. Todavia, considerando que:

- Os erros indeterminados cometidos na obtenção dos dados são representativos para tempos inferiores a 5 segundos;
- Tempos de drenagem abaixo de 5 segundos já são muito inferiores aos tempos observados para lodo sem condicionamento, por vezes superiores a 40 minutos;
- Os custos com o condicionamento são superiores a cada elevação da dosagem de polímero, sendo que a dose é duplicada ou triplicada de 1 g/Kg para 2 g/Kg e 3 g/Kg, respectivamente, e o tempo de drenagem não é reduzido proporcionalmente.

Admitiu-se que o melhor polímero seria aquele que com a menor dose proporciona a coleta dos 50 mL no TTD em um tempo inferior a 5 segundos. Assim, as doses necessárias de cada polímero, para proporcionar o desaguamento de 50 mL num tempo inferior a 5 segundos, são apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1: Resultados do TTD para os 18 polímeros.

Polímero	KEMIRA SUPERFLOC 492	ASHLAND 650TR	SNF FLONEX 4350SH	SNF FLONEX 4490SH	SNF FLONEX 4240SH	SNF FLONEX 4650SH	SNF FLONEX 4190SH	CIBA ZETAG 8160	KEMIRA SUPERFLOC 498	KEMIRA SUPERFLOC 494	CIBA ZETAG 8165	ASHLAND 851BC	ASHLAND 857BS	ASHLAND 853BC	KEMIRA SUPERFLOC 496	ASHLAND K111L	ASHLAND K144L	ASHLAND K133L
Dose ótima (g/KgST)	1,01	1,05	2,02	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,04	2,04	2,04	2,10	2,10	2,11	4,23	4,23	6,54	6,58
Tempo de desaguamento (mm:ss)	00:03	00:02	00:03	00:03	00:02	00:02	00:03	00:04	00:04	00:03	00:02	00:01	00:03	00:01	00:03	00:05	00:01	00:03
Turbidez (UNT)	5,29	6,69	4,86	3,03	9,91	8,71	3,44	7,30	8,68	5,38	0,22	6,83	6,02	9,61	15,20	20,80	5,26	9,58

Os polímeros em emulsão (ASHLAND 111L, 133L e 144L) apresentaram doses de produto comercial maiores, entre 4 e 6 g/Kg. Já os polímeros sólidos testados (todos os outros) apresentaram dosagens de 1 a 2 g/KgST. Os resultados de Turbidez não possibilitaram diferenciar o comportamento do lodo condicionado com diferentes doses de diferentes polímeros. Para os testes em escala piloto foi necessário escolher apenas um produto, por limitações operacionais. Dessa forma, foi realizada uma nova sequência de TTD com os melhores produtos da primeira série de ensaios, conforme Figura 1:

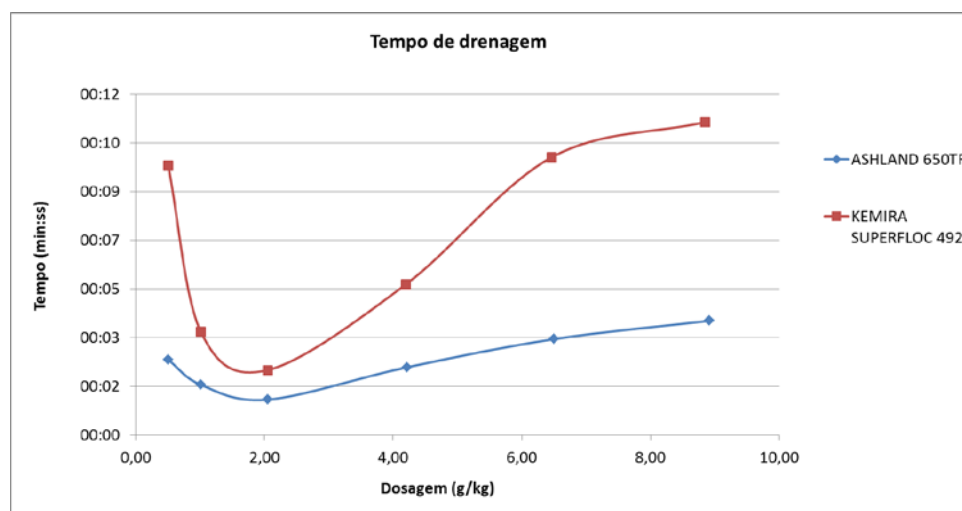


Figura 1: Tempo de drenagem em função da dose de polímero obtidos no TTD para comparação dos dois melhores polímeros.

Com isso definiu-se o polímero ASHLAND 650TR para ser utilizado nos ensaios em escala piloto.

SEGUNDA ETAPA: ENSAIOS EM ESCALA PILOTO

Para a realização dos ensaios em escala piloto foi utilizado lodo de um reator UASB de 23 m³, instalado no (Centro Tecnológico de Hidráulica da USP - CTH). Este reator é alimentado com esgotos provenientes do Bloco Estudantil da USP (CRUSP) e do Restaurante Central (COSEAS), da Cidade Universitária Armando Sales de Oliveira. O reator UASB é precedido de uma peneira mecanizada de abertura de 5 mm, caixa de areia e elevatória para alimentação do UASB.

O lodo foi retirado de uma tomada localizada a 1 metro do fundo do reator e colocado em um tanque de fibrocimento de 700 litros úteis, provido de um agitador (tanque de condicionamento). A agitação foi realizada através de agitador de fluxo radial com motor de 1/6 cv. Deste tanque foi retirada uma amostra para determinação da concentração de sólidos em duplicata. Caso o valor observado não estivesse próximo a 27 g/L o lodo era diluído com efluente tratado do próprio reator ou concentrado através da retirada de sobrenadante e adição de mais lodo. Este valor resultava em uma taxa de aplicação superficial de 15 KgST/m² para os 700 litros do tanque de condicionamento, pois a área dos leitos de drenagem é de aproximadamente 1,26m².

Paralelamente, o polímero orgânico foi diluído em recipiente de 50 litros através de misturador axial. Preparada a solução de polímero diluído e o lodo armazenado com concentração adequada, partiu-se para o condicionamento do material. A intensidade de mistura para abertura da cadeia do polímero e para condicionamento do lodo foram padronizadas em 250rpm e 120rpm, respectivamente. O condicionamento não pode seguir a mesma rotação utilizada em laboratório por limitações do equipamento.

As amostras de torta de lodo do leito de drenagem foram coletadas a cada 2 ou 3 dias. A retirada de amostras abrangia o perfil vertical total da torta e era feita evitando-se as fissuras formadas na torta. Apenas ao final dos ensaios E9, E10 e E11 o conteúdo da torta resultante foi homogeneizado e uma amostra mais representativa da mesma foi preparada para determinar o teor de sólidos.

O drenado foi recolhido durante a primeira hora após a alimentação do leito de drenagem, com uma amostra coletada para cada ~25L de volume drenado, exceto para os ensaios sem aplicação de polímero, onde as amostras foram coletadas para cada ~10L de volume drenado. As amostras foram analisadas em relação à DQO, Turbidez, pH e Condutividade. Algumas imagens do sistema montado são apresentadas na Figura 2:

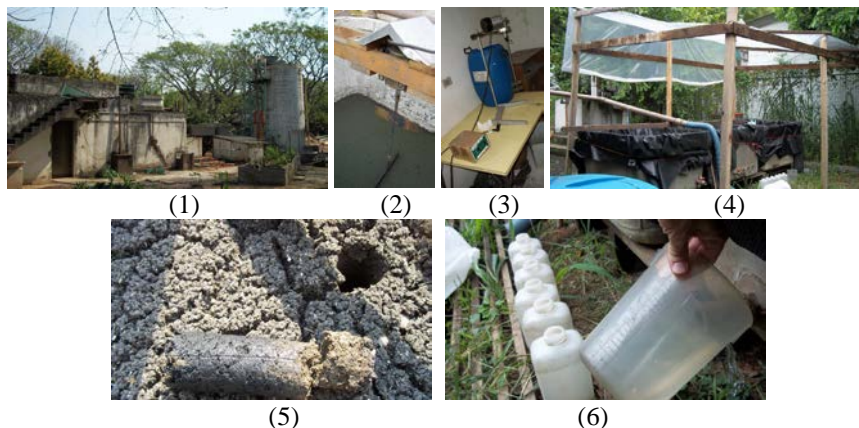


Figura 2: Reator UASB (1), Tanque de condicionamento (2), Equipamento utilizado na diluição do polímero (3), Leitos de drenagem cobertos (4), Amostragem da torta (5) e Coleta do drenado (6)

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

Os ensaios em escala piloto com os leitos de drenagem foram realizados com a utilização da manta geotêxtil tecida de gramatura igual a 289 g/m² da HUESKER (Hate 55KN/55KN). Foram realizados ensaios com dosagens de polímero entre 0 e 8 g/KgST (E1 a E8). Posteriormente foram realizados três ensaios simultaneamente, como forma de reduzir a influência das variáveis climáticas, sendo um deles sem a utilização de polímero (E9) e os outros com as doses de 2 e 4 g/KgST (E10 e E11). Os resultados obtidos nos ensaios piloto, relativos à altura da torta no leito de drenagem e à evolução do teor de sólidos ao longo do período de secagem, são apresentados na Tabela 2 e nas Figuras 3 a 13:

Tabela 2: Resultados da altura e teor de sólidos da torta para os ensaios piloto E1 a E11 ao longo do período de secagem.

Período de secagem (dias)	E1 - 1 g/Kg		E2 - 2 g/Kg		E3 - 3 g/Kg		E4 - 4 g/Kg		E5 - 5 g/Kg		E6 - 6 g/Kg		E7 - 0 g/Kg		E8 - 8 g/Kg		E9 - 0 g/Kg		E10 - 2 g/Kg		E11 - 4 g/Kg		
	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	Altura da torta (m)	Teor de sólidos (%)	
0	45	3,57	45	3,42	45	2,65	45	2,68	45	2,79	45		45	2,76	45	2,31	50	2,45	45	2,62	45	2,68	
1	25	12,49	17	15,26	11	14,14	11	14,56	15	14,00			15	15,97	9	13,14	20	11,85	12	13,69	12	13,79	
2			15	15,41								15	16,13										
3					11	14,67	10,5	14,76							8	15,95	12,5	13,99			11	15,86	
4			15	17,36					15	16,21				14	16,09				11	15,86			
5					11	15,72	10	15,69				14	16,59										
6	15	13,32							14	17,16			14	17,18	7	17,45	11	16,19	11	16,65	11	17,56	
7			14	23,68	11	16,66	10	16,43			14	17,43					10	18,86	10	17,29	11	18,68	
8									12	18,40			14	17,69									
9	14	13,85	14	18,15							12	17,73			6	20,59							
10					11	15,72	10	18,00	12	18,67							10	17,76			11	20,44	
11	13	16,13	14	19,12							11	18,65			6	21,88			10	19,78			
12					11	16,05	10	21,10	12	20,91			13	18,25									
13	13	15,76	14	21,51							10	18,90			5	22,38	10	27,43	10	19,91	11	20,18	
14					10,5	16,04	10	18,72					12	20,84									
15	13	18,21	13,5	20,05	10,5	16,01			11	19,54					5	23,76	10	21,28	10	20,49	11	20,81	
16																							
17			13,5	18,27	10,5	16,28	10	20,06	11	21,72				12	22,77	5	24,67	10	23,32			11	20,91
18	13	19,44									9	18,92							10	22,75			
19			13,5	18,88	10,5	16,56	10	20,19															
20	12	19,25							11	21,87	9	21,47	11	22,55	5	28,63	10	23,75	10	24,33			
21					10	15,77																	
22	12	20,69	13,5	20,87			9	23,42	10	22,82			10	25,15	5	26,55	10	25,34	10	23,62	10	21,72	
23											9	23,56											
24	12	24,26	13,5	20,89	10	17,34	9	23,70	10	23,94					5	24,31	9	26,56					
25													10	22,03					9	30,05			
26	12	21,17			10	18,36	9	27,43			9	23,67											
27			13,5	21,56													9	28,63	9	28,14	10	23,90	
28	12	19,33			10	19,19	9	28,89	9	24,04	9	24,53	10	27,92	5	31,28							
29			13,5	25,04													8	25,70	9	28,29	10	25,52	
30	12	20,08					9	37,77	9	22,11			10	26,55	5	34,80							
31			13	23,32	10	21,85					9	27,03					8	25,39	9	37,68*	10	37,42*	
32													10	31,17			8	36,78*					
33	11	21,99							9	27,41													
34	0	0,00											10	34,65									

* - amostras homogeneizadas.

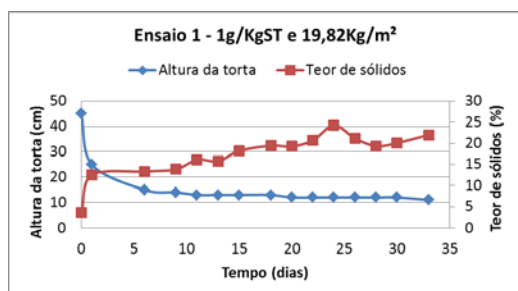


Figura 3: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E1

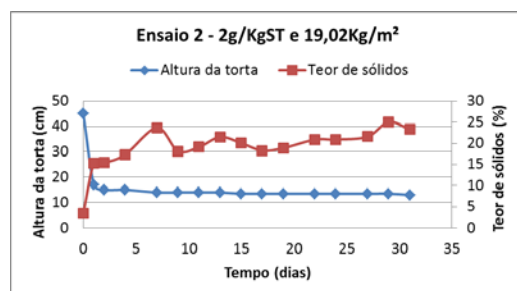


Figura 4: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E2

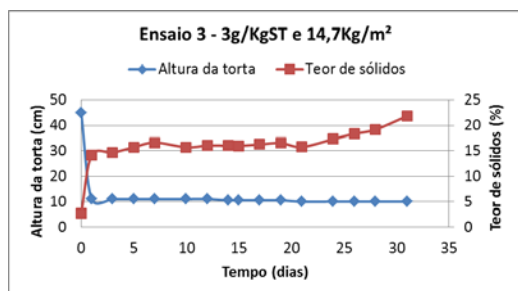


Figura 5: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E3

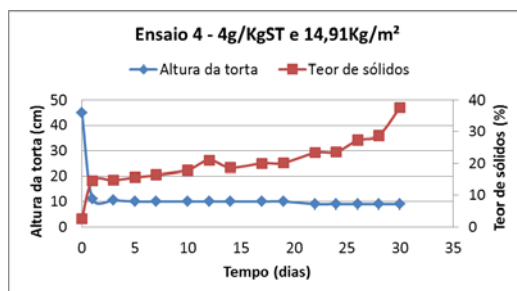


Figura 6: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E4

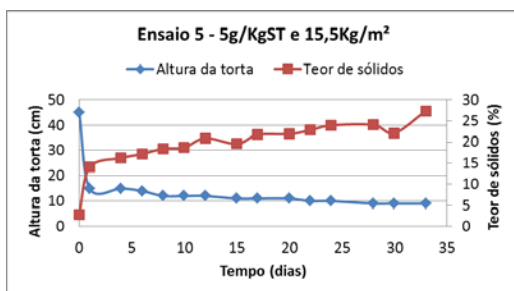


Figura 7: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E5

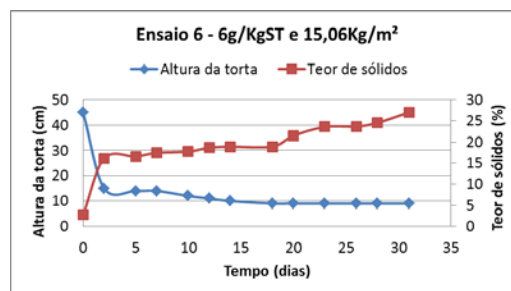


Figura 8: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E6

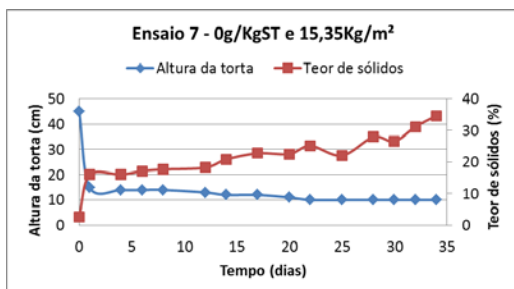


Figura 9: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E7

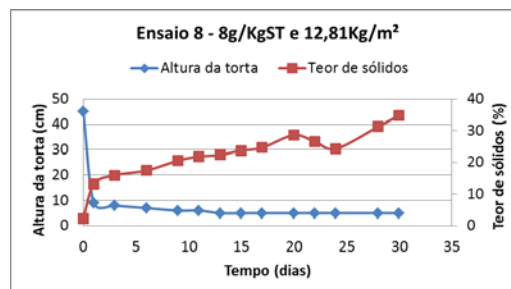
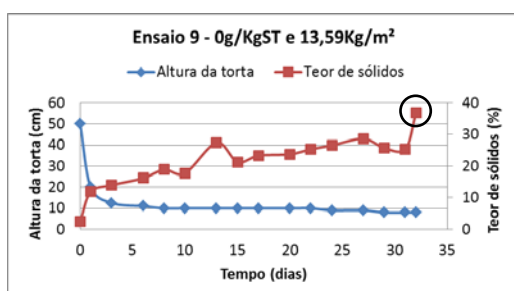
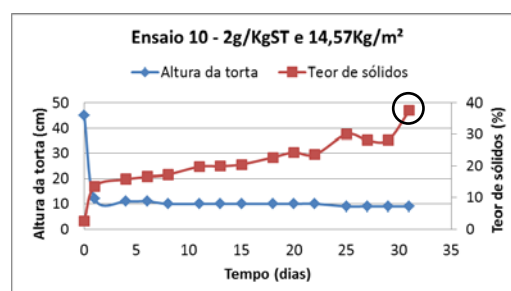


Figura 10: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E8



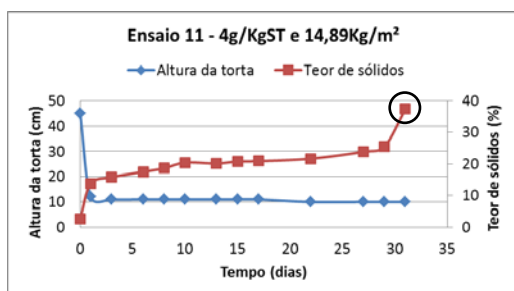
○ - amostra homogeneizada da torta

Figura 11: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E9



○ - amostra homogeneizada da torta

Figura 12: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E10



○ - amostra homogeneizada da torta

Figura 13: Altura e teor de sólidos da torta no leito de drenagem para o ensaio piloto E11

A altura inicial da torta foi considerada como aquela máxima atingida pelo lodo no leito após a operação de alimentação do leito de drenagem. O teor de sólidos inicial é o que foi medido na etapa de condicionamento para o lodo bruto.

A velocidade inicial de retirada da água do leito de drenagem para lodos condicionados com dosagem ≥ 2 g/KgST foi de ~ 60 L/min (~ 48 L/min.m²) e para lodo não condicionado ficou abaixo de 8 L/min ($\sim 6,3$ L/min.m²). A qualidade do drenado apresentou pouca variação entre amostragens sucessivas. Os valores

médios da Turbidez, DQO, Condutividade e pH das 6 amostras de drenado coletadas em cada ensaio piloto, são os apresentados na Tabela 3:

Tabela 3: Resultados das análises de DQO, Condutividade, pH e turbidez do drenado.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
Dosagem de polímero (g/KgST)	1	2	3	4	5	6	0	8	0	2	4
Taxa de aplicação (KgST/m ²)	19,82	19,02	14,70	14,91	15,50	15,06	15,35	12,81	13,59	14,57	14,89
Vazão inicial de drenagem (L/min)	6	25	50	60	60	60	6	60	8	60	60
DQO (mg/L)	174,8	53,0	86,8	40,6	125,3	185,0	311,1	194,8	180,9	116,2	195,6
Condutividade (µS)	888	1154	1161	1140	973	1195	1111	1095	773	626	799
pH	6,29	6,61	6,64	6,62	6,74	6,20	6,85	6,78	6,90	6,68	6,62
Turbidez (UNT)	81,0	9,9	4,5	3,5	7,0	18,0	142,2	12,0	63,8	9,7	29,6

A partir dos resultados obtidos foi possível observar que as taxas de drenagem são sensivelmente aumentadas com a utilização de condicionante, passando de ~6,3 L/min.m² (lodo não condicionado) para ~48 L/min.m² (dose ≥ 2 g/KgST). Foi também possível observar que, para os lodos condicionados, estas taxas independiam das dosagens de polímero adicionadas ao lodo. Ainda, em relação ao teor de sólidos no lodo, após 1 dia da aplicação do lodo ao leito de drenagem, tanto para lodo não condicionado como para todos os lodos condicionados com polímero já se alcançava ~13% de teor de sólidos. Após 10 dias de secagem, para todos os ensaios, com e sem aplicação de polímero, o teor de sólidos atingia ~20%. Todavia, apenas após 30 dias de secagem é que se chegava a 25 a 30% de teor de sólidos, independente das dosagens de polímero.

A Turbidez e a DQO apresentaram alguma influência das doses de polímero, sendo que a Turbidez do drenado dos ensaios com lodo condicionado com dosagens ≥ 2 g/KgST apresentaram valores inferiores a 30 UNT e lodos condicionados com 1 g/KgST ou sem adição de polímero apresentaram valores de turbidez para seus drenados superior a 60 UNT. A DQO apresentou valores menores que 100 mg/L para as dosagens de 2, 4 e 6 g/KgST. Mesmo a Condutividade e o pH não apresentando qualquer influência do condicionamento, a análise da variação da DQO e da Turbidez indica para uma melhor retenção de sólidos nas dosagens de 2 a 4 g/KgST.

Ainda, a remoção da torta de lodo do leito de drenagem se mostrou bem mais fácil para os lodos condicionados com doses de polímero ≥ 2 g/KgST. Para os lodos não condicionados e com dose de 1 g/KgST, a remoção da torta se mostrou mais trabalhosa e a manta apresentou impregnação por material sólido úmido, que impedia a varrição da manta, como pode ser observado na Figura 14. Todos estes fatores indicam que a dose de 2 g/KgST, com base nos ensaios piloto, pode ser considerada a ideal.



Figura 14: Aspecto da manta após a remoção manual da torta de ensaio sem condicionamento à esquerda (E9) e com condicionamento à direita (E10).

Conforme já referido anteriormente, a retirada de amostras de lodo dos leitos de drenagem abrangia o perfil vertical total de lodo e era realizada evitando-se as fissuras formadas na torta, o que pode ter resultado na obtenção de teores de sólidos na torta inferiores aos valores reais de amostras homogeneizadas de todo o lodo do leito de drenagem. Para verificar se realmente o procedimento de amostragem do lodo ao longo do período de secagem estava subavaliando o teor de sólidos das amostras, ao final dos ensaios E9, E10 e E11, o conteúdo da torta resultante de cada ensaio foi homogeneizado e uma amostra mais representativa da torta final foi preparada para determinar o teor de sólidos. Os resultados, também apresentados na Tabela 2 e nas Figuras 11, 12 e 13, mostram que o teor de sólidos das tortas com a amostragem que evitou as fissuras foi de ~26% e nas amostras homogeneizadas das tortas o teor de sólidos obtido foi de ~37%, mostrando que realmente o procedimento de amostragem utilizado subavaliou os teores de sólidos nas tortas após aparecerem as fissuras no lodo nos leitos de drenagem.

Em vista do exposto, ensaios que considerem amostragens mais representativas e com diferentes taxas de aplicação de lodo ao leito de drenagem estão em andamento para se obter resultados que possam balizar o projeto de leitos de drenagem para o desaguamento de lodo de reatores anaeróbios.

CONCLUSÕES

Os polímeros catiônicos testados proporcionaram significativa redução do tempo de drenagem nos TTD realizados em laboratório para dosagens iguais ou superiores a 1g de polímero por Kg de sólidos totais.

As mantas geotêxteis mais indicadas para os leitos de drenagem são as tecidas por apresentarem maior facilidade de limpeza e sofrerem menor desgaste em operações sucessivas de remoção de lodo desaguado.

Nos ensaios em escala piloto verificou-se que o condicionamento do lodo com doses de polímero ≥ 2 g/KgST aumentou significativamente a velocidade inicial de drenagem, porém, nenhuma dosagem alterou a evolução da remoção de umidade do lodo ao longo do período de secagem. Além disso, o condicionamento com doses de polímero ≥ 2 g/KgST proporcionou maior facilidade na remoção da torta do leito de drenagem e na limpeza das mantas geotêxteis. Assim, a dose mínima que proporcionou melhorias na operação dos leitos de drenagem em escala piloto foi de 2 g/KgST.

Em vista dos procedimentos de amostragem de lodo utilizados terem subavaliado os teores de sólidos nas tortas do leito de drenagem, considera-se que as evoluções dos teores de sólidos ao longo do período de secagem possam ser mais favoráveis do que as apresentadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for examination of water and wastewater. 21ª ed. New York, 2005.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12.209: Projeto de estações de tratamento de esgotos sanitários. 1992
3. CORDEIRO, J. S. O problema dos lodos gerados em decantadores de estações de tratamento de águas. 1993. 342 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.
4. 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).
5. FONTANA, A. O. Sistema de Leito de Drenagem e Sedimentador como Solução para Redução de Volume de Lodo de Decantadores e Reúso de Água de Lavagem de Filtros – Estudo de Caso ETA Cardoso. 2004. 161 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
6. 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.
7. FONTANA, A. O. Informação pessoal, 2008.
8. MIKI, Marcelo Kenji. Utilização de polímeros para condicionamento de lodo de ETE para desidratação em filtro prensa de placas. 405 p., 2 v. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.