

II-245 - ALTERNATIVA PARA DESAGUAMENTO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS COM VISTA AO USO DO PRODUTO DESAGUADO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA VIA GASEIFICAÇÃO.

Luan Carlos Oliveira Lima⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia do Centro Universitário do Distrito Federal (UDF, 2014).

Mauro Roberto Felizatto

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU, 1985). Mestre e Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (UnB, 2000). Analista de Sistema de Saneamento III (Eng^o Sênior) da CAESB, atualmente Coordenador de Operação do Sistema Alagado, Santa Maria e Gama.

Edson da Silva Soares

Técnico em Química Industrial (DIOCESANO, 1983). Licenciado em Química pela Universidade Federal do Piauí (UFPI, 1996). Especialização em Docência do Ensino Superior pelas Faculdades Integradas de Jacarepaguá (FIJ-RJ, 2006). Técnico em Sistemas de Saneamento II da CAESB, atualmente Supervisor de Operação da ETE Gama.

Cristiano Mano da Silva

Engenheiro Civil pela Universidade de Brasília (UnB, 1997). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP, 2005). Atualmente é Analista de Sistemas de Saneamento da CAESB. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Saneamento Básico.

Marcelo Augusto Sales da Silva

Engenheiro Sanitarista Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT, 2007). Mestre em Recursos Hídricos pela mesma Universidade (UFMT, 2010). Especialista em Gestão de Projetos em Engenharia e Arquitetura pelo Instituto de Pós Graduação - IPOG/DF e Estatística Aplicada pela Universidade Cruzeiro do Sul. Atua na CAESB na coordenadoria de tecnologia e pesquisas aplicadas. Professor do Centro Universitário do Grupo Cruzeiro do Sul - UDF na área de gerenciamento da construção civil.

Endereço⁽¹⁾: QNG 21 LOTE 02 Taguatinga Norte - Taguatinga - DF - CEP: 72130-210 - Brasil - Tel: +55(61) 9643-7333 – e-mail: luanoliveiralima@yahoo.com

RESUMO

Este trabalho de pesquisa aplicada e caráter de levantamentos de dados primários teve como objetivo e analisar a eficiência de desaguamento de um sistema natural de secagem de lodo de Blocos Drenantes (*Wedge Wire*) com o lodo de Biomassa Algal produzido na Estação de Tratamento de Esgotos Alagado-CAESB locada na Santa Maria Distrito Federal. Os resultados encontrados se mostraram bem satisfatórios, foi possível obter um lodo seco com um teor de sólidos acima de 88%, em apenas 12 dias, tempo bem inferior ao dos leitos de secagem convencionais. O produto final servirá de matéria prima para uma pesquisa de produção de energia através da gaseificação, pesquisa que será realizada na Universidade Federal do Espírito Santo.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa Algal, Desaguamento, Blocos Drenantes

INTRODUÇÃO

À medida que se investe em saneamento básico a qualidade da água aumenta, mas umas das principais consequências do tratamento de esgoto ocorre devido a geração de lodo, proveniente dos processos de tratamento químico (von SPERLING, 2001). Várias pesquisas vem sendo desenvolvidas sobre o destino final uma vez em que o lodo gerado em uma estação de tratamento de águas residuais. Pois, possuem propriedades químicas e microrganismos patogênicos que podem contaminar o meio ambiente e afetar diretamente a saúde humana. Por conta desses fatores é necessária uma disposição adequada e segura do lodo gerado pelo processo de tratamento de esgoto em uma ETE.

O aumento da exigência da sociedade e de órgãos ambientais por melhoria na qualidade do tratamento e disposição final dos dejetos tem refletido diretamente nos gestores públicos e privados dos serviços de

saneamento. Os órgãos ambientais de alguns estados têm exigido uma solução adequada para disposição final do lodo nos processos de licenciamento. O CONAMA na resolução 375/2006 define duas classes de tratamento de lodo, classes A e B, com condições estabelecidas no processo de higienização do lodo quanto à redução adicional de patógenos para que possa ser usado, por exemplo, como adubo agrícola. Isto mostra que a gestão de biossólidos no país tem sido um problema crescente, com a tendência de um rápido agravamento nos próximos anos (von SPERLING, 2001).

O lodo digerido gerado em uma estação de tratamento de esgoto pode atingir valores de umidade em torno de 95% (apenas 5% de sólidos), após processos de adensamento a captura de sólidos pode atingir de 85 a 90% nos adensadores por gravidade e nos adensadores por flotação pode ultrapassar 95%. Então é necessária uma etapa posterior para retirar parte da água chamada de desaguamento que poderá atingir um teor de sólidos totais de 10 a 40%. Com o lodo desaguado o seu manuseio no destino final se tornará mais fácil, tomando como exemplo de destinação final do lodo: uso com adubo na agricultura, recuperação de área degradada, produção de energia, agregados leves e redução dos custos para transporte para lançamento em aterro sanitário etc (von SPERLING, 2001).

Segundo von Sperling (2001), o gerenciamento de lodo em uma estação de tratamento de esgoto é uma atividade de grande complexidade e alto custo, se for mal executada poderá comprometer todos os benefícios ambientais e sanitários esperados destes sistemas.

O termo “ Lodo” é utilizado para designar o produto proveniente do tratamento de águas residuais. Este lodo será composto por água mais sólidos e para melhor gestão e disposição deve-se ser desaguado, por meio de processos de desaguamento, se obterá um produto final chamado de “ Torta” (von SPERLING, 2001).

A retirada da umidade do lodo é uma operação unitária fundamental para a redução de massa e volume do lodo, para tal processo são realizadas as seguintes etapas: (1) adensamento: realizado nos processos primários de tratamento e (2) desaguamento realizado com o lodo o já digerido (von SPERLING, 2001).

Uma boa maneira de reaproveitamento do lodo é transformar o lodo gerado em uma ETE em energia, visto que a opção de lançamento em aterros sanitários ocupa grandes áreas e podem trazer riscos de poluição do solo. Estima-se que no Brasil a produção de lodo está entre 150 a 220 mil toneladas, ou seja, grandes quantidades de resíduos levados para aterros que poderiam estar sendo visto como um potencial energético (von SPERLING, 201).

Na região metropolitana de São Paulo, utiliza-se alternativas de disposição de lodo comumente usadas, são elas: lançamento em aterros sanitário, recuperação de áreas degradadas e aproveitamento como potencial energético. Algumas estações de tratamento de esgoto já têm utilizado o lodo gerado como fonte potencial energético para suprir algumas ETEs (SABESP, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise do desempenho do sistema de desaguamento de Blocos Drenantes será feita por meio de uma unidade piloto, tomando como base as referências do manual da USEPA (1987) que consiste em um recipiente metálico com uma válvula para o controle da drenagem e um tambor plástico cortado no fundo e na tampa em que no fundo possui um painel drenante fixado, a Figura 1 apresenta a projeto da unidade piloto de desaguamento (ALMEIDA, 2012).



Figura 1 - Unidade Piloto do Sistema de Desaguamento de Blocos Drenantes na direita temos a vista frontal e na imagem da esquerda a vista superior.

A Figura 2 apresenta os painéis de blocos drenantes de polímero de alta densidade utilizadas para construção da unidade piloto.



Figura 2 - Blocos drenantes de polímero de alta densidade com ranhuras para drenagem com abertura de 0,25 mm.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi coletado lodo de biomassa algal da ETE Alagado CAESB onde atualmente trata uma vazão média de 78 l/s correspondente a 51,2% de sua capacidade hidráulica. A Figura 3 apresenta o fluxograma do processo operacional do tratamento de esgotos da ETE Alagado.

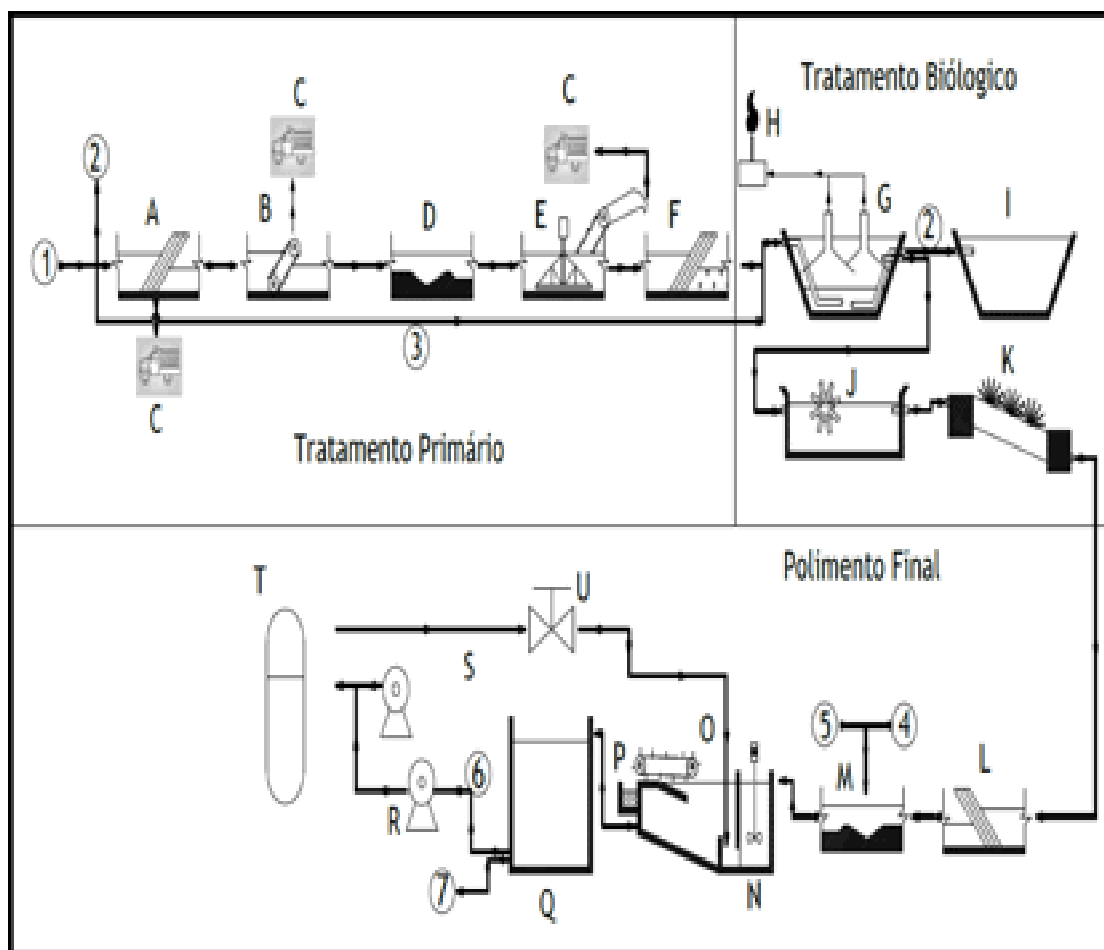


Figura 3- Fluxograma ETE Alagado

Legenda:

A: Grade Grossa com limpeza manual;
B: Grade mecanizada com limpeza automática;
C: Caçamba, disposição de sólidos para aterro sanitário;
D: Calha Parshall;
E: Desarenador para retirada de areia e sólidos finos;
F: Grade auxiliar;
G: UASB Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente;
H: Queima do gás gerado pela reação anaeróbia do UASB;
I: Lagoa de descarte de lodo;
J: Lagoas de alta taxa;
K: Disposição no solo;
L: Grade auxilia;

M: Calha parshall para mistura realização da rápida dos produtos químicos;
N: Unidade de floculação;
O: Flotador por ar dissolvido;
P: Descarte de lodo;
Q: Tanque de armazenamento;
R: Bomba de alta Pressão;
S: Compressor;
T: Tanque de saturação e
U: Válvula de controle de Pressão.
1: Afluyente;
2: By pass para o córrego;
3: By pass para UASB;
4: Dosagem do Coagulante;
5: Dosagem do polietrólito;
6: Recirculação e
7: Efluente final da ETE Alagado.

Na Figura 4. É apresentado o diagrama de blocos os procedimentos que serão realizados neste trabalho.

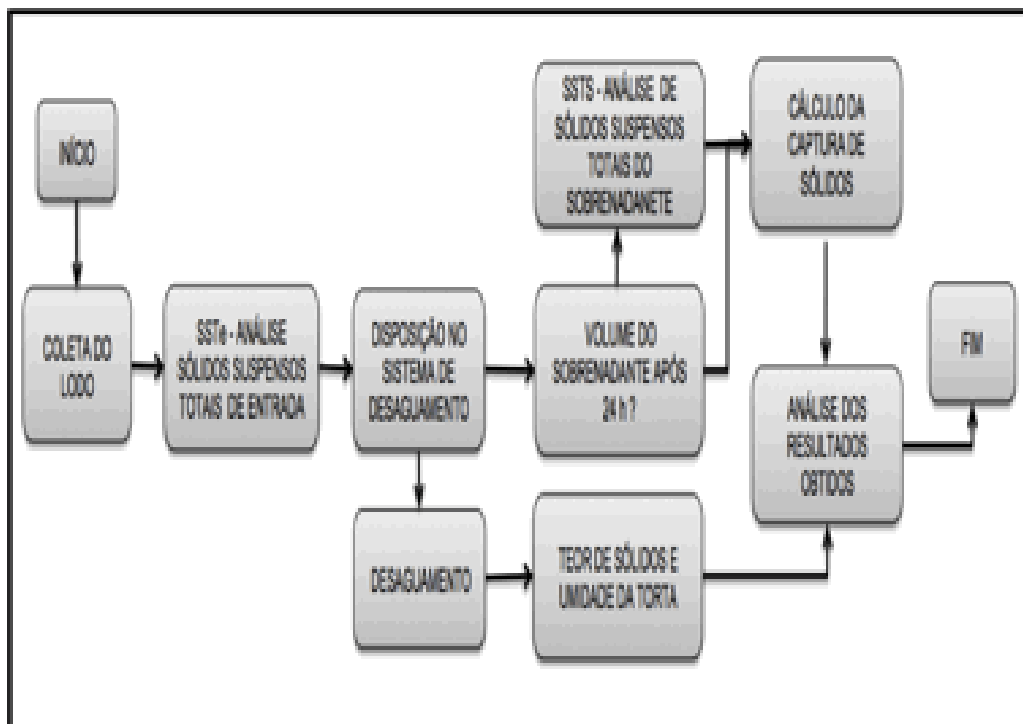


Figura 4 - Diagrama de blocos representando em sequência as etapas do desaguamento de lodo do Sistema de Blocos drenantes.

O desempenho do sistema de desaguamento é testado por meio de bateladas, ou corridas, variando a carga de aplicação na faixa de 2 a 5 kg/m² de sólidos como recomenda USEPA (1987).

A aplicação do lodo na unidade piloto consiste inicialmente em duas fases distintas: na primeira o lodo é aplicado no sistema com a válvula de controle completamente fechada por duas horas para que possa haver uma sedimentação do lodo no painel e a segunda a válvula é aberta completamente e se inicia o processo de filtração entre a água e o lodo que sedimentou no leito, essa etapa é feita por 24 horas (ALMEIDA, 2012).

Por fim, após o desaguamento do lodo, serão coletadas amostras do efluente e tomado o volume de saída do efluente para que se possa calcular a captura de sólidos, e posteriormente será analisada a umidade da torta de lodo e sólidos suspensos. Para o cálculo da captura de sólidos foi usada a Equação (1):

$$CS = \frac{[(V_e.(SSTe)) - V_s.(SSTs)]}{V_e.(SSTe)} \quad \text{Equação (1)}$$

Ve = Volume de Entrada;

Vs= Volume Filtrado na unidade piloto;

SSTe= Sólidos Suspensos Totais de entrada e

SSTs= Sólidos Suspensos Totais de saída (líquido filtrado).

As análises de sólidos suspensos totais e umidade da torta foram realizados em duplicatas. As coletas foram realizadas a cada 24 horas. Todas as marchas analíticas seguem preconizadas pela APHA/AWWA/WPCF (1999).

RESULTADOS

TEMPERATURA E UMIDADE

Os resultados apresentados neste trabalho foram realizados no período de seca, temperaturas elevadas e baixa umidade no Distrito Federal, período que influenciou diretamente para uma melhora no desaguamento por motivo de se tratar de um meio de secagem natural. Os experimentos foram realizados durante três meses: Julho, Agosto e Setembro de 2014.

A Figura 5 apresenta a média das temperaturas máximas e mínimas diárias, dos meses de Julho, Agosto e Setembro. Com um termômetro de mercúrio foi medida a temperatura interna na unidade piloto onde variaram em uma faixa de 29° a 35 °C medidas as 12 horas de cada dia.

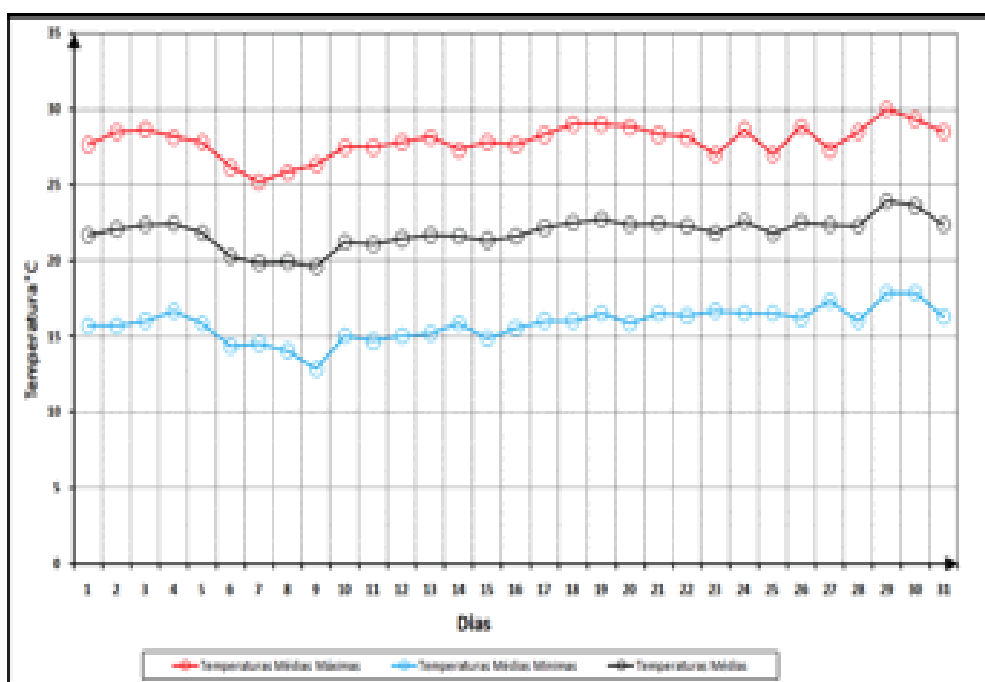


Figura 5 - Gráfico das temperaturas médias do período de realização da pesquisa (INMET, 2014).

CAPTURA DE SÓLIDOS

A captura de sólidos está relacionada com parte retida no leito e o passante no líquido filtrado na piloto. Com análises de sólidos totais realizados no lodo produzido na ETE Alagado pode-se obter um lodo com teor de sólidos de 5% a 8% com valores médios na concentração de sólidos de 20.000mg/l a 35.000mg/l.

Na análise da captura de sólidos, amostras do sobrenadante foram tomadas após 24 horas da disposição do lodo na unidade piloto. No decorrer do trabalho verificou-se que mesmo com o lodo já dosado com polímero na unidade de polimento final na estação de tratamento para a separação da água e do lodo por meio da flotação, a captura de sólidos na piloto era baixa se comparada com outros métodos de desaguamento de lodo.

Para melhorar a captura de sólidos, foram realizadas novas dosagens de polímero. Para verificar a melhor dosagem foram realizados ensaios no *jar test* e testadas dosagens recomendadas pelo fabricante do polímero utilizado na pesquisa. A dosagem encontrada para o lodo de biomassa algal foi de 20 ml/L na qual se obteve uma melhor floculação como mostra a Figura 6.

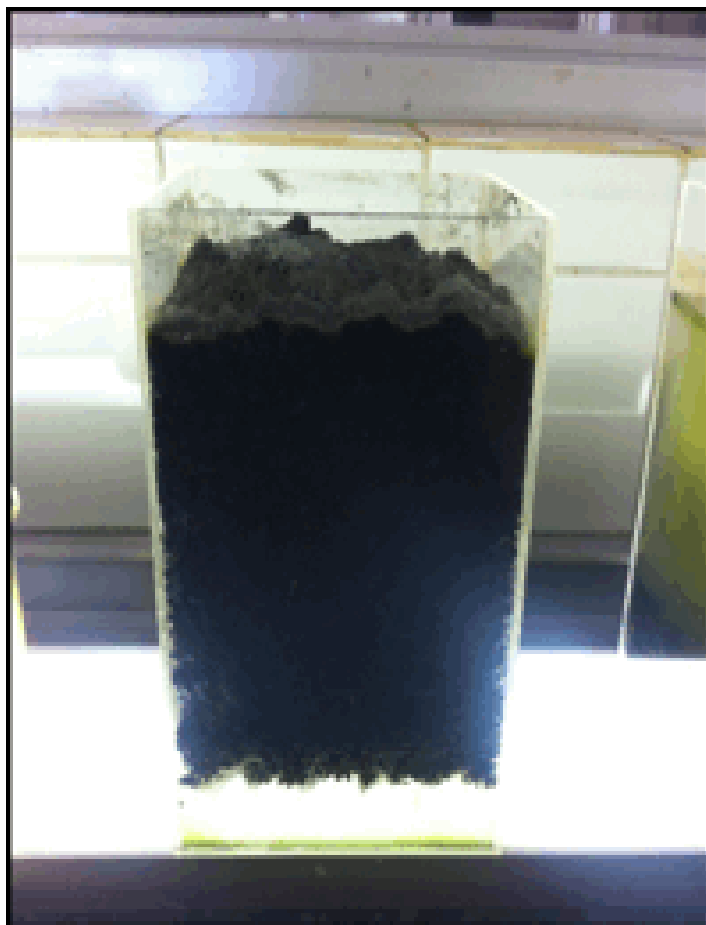


Figura 6– Demonstração da floculação do lodo de biomassa algal com dosagem de 20 mL/L de polímero .

No líquido filtrado foi obtida uma real melhora na clarificação com a dosagem do polímero e uma redução significativa na concentração de sólidos suspensos de 1.500 mg/ℓ para 1.000 mg/ℓ a Figura 7 podemos observar uma comparação dos resultados obtidos com o líquido filtrado na unidade piloto.

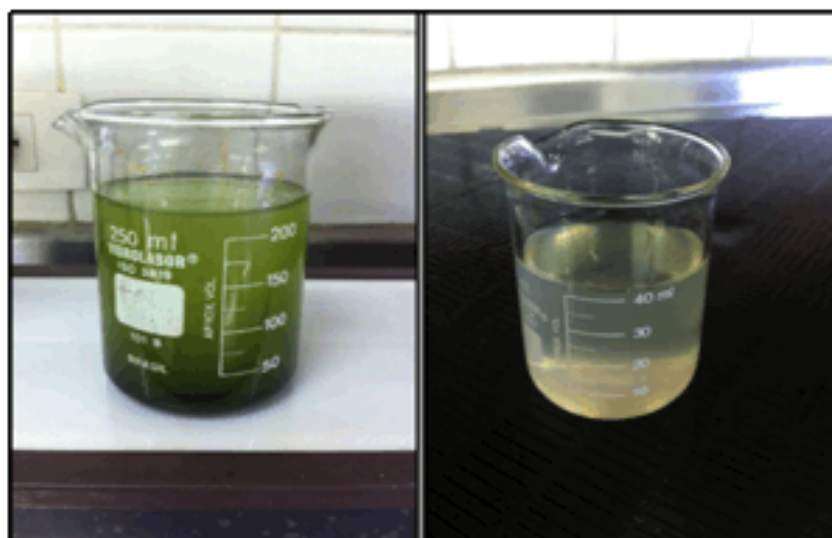


Figura 7 - Sobrenadante filtrado da unidade piloto de duas bateladas distintas, primeira sem dosagem de polímero e segunda com a dosagem do polímero 20mL/L.

A captura de sólidos foi calculada pela Equação (1). Para o lodo de biomassa Algal foram obtidos valores com uma média de 93%, com a dosagem de polímero os valores de captura de sólidos aumentaram para valores de até 99%. Se compararmos esses valores com outros métodos de desaguamento com por exemplo o da centrífuga de eixo horizontal que pode-se obter uma torta com lodo de tipo de tratamento aeróbio podemos encontrar valores citados em bibliografias de captura de sólidos de 98-99% na Tabela 1 podemos comparar os valores de captura de sólidos de blocos drenantes com outros métodos de desaguamento.

Tabela 1 – Comparativo de valores típicos de captura de sólidos dos métodos mais usuais no Brasil com os blocos drenantes.

Método de Desaguamento	Captura de Sólidos [%]
Sistema de blocos drenantes	90-99
Prensa desaguadora	85-98
Filtro prensa	90-98
Centrifuga de eixo horizontal	98-99

TEOR DE SÓLIDOS E UMIDADE DA TORTA

Na Figura 4.4 observa-se o processo evolutivo de secagem na unidade piloto com carga máxima recomendada pela USEPA(1987) para os blocos drenantes de 5 Kg/m² de sólidos e volume máximo da unidade piloto de 16 L em que o teor de sólidos inicial do lodo era de apenas 2,17% e que após 24 horas era de 14,36% dentro dos limites estabelecidos pela USEPA(1987), com 7 dias de descarte do leito o lodo apresentou 40,67% de teor de sólidos já podendo ser mais facilmente transportado, com base em resultados de leitos convencionais de secagem a faixa de 30% a 40% e requerida para descarte em aterros, já no final do período de secagem de 12 dias foi obtida uma torta de 88,33% de sólidos, podendo considerar o lodo como seco.

Podemos também comparar os resultados obtidos de teor de sólidos com o trabalho realizado por Silva e Pohlmann (2014), onde foi realizado o desaguamento de lodo aeróbio em um leito de secagem de blocos drenantes com uma área de 26,23 m² e capacidade de um volume de 8 m³ por meio da Figura 8 e 9 podemos observa uma similaridade nas curvas do gráfico e em que é possível notar um melhor desempenho no aumento do teor de sólidos do lodo de biomassa algal com o decorrer de um menor tempo de disposição do lodo no leito.



Figura 8 - Gráfico da evolução do teor de sólidos de uma corrida no período de 21/08/2014 a 28/08/2014 no sistema de desaguamento das unidades pilotos montadas com Blocos Drenantes com volume de lodo de 16L.

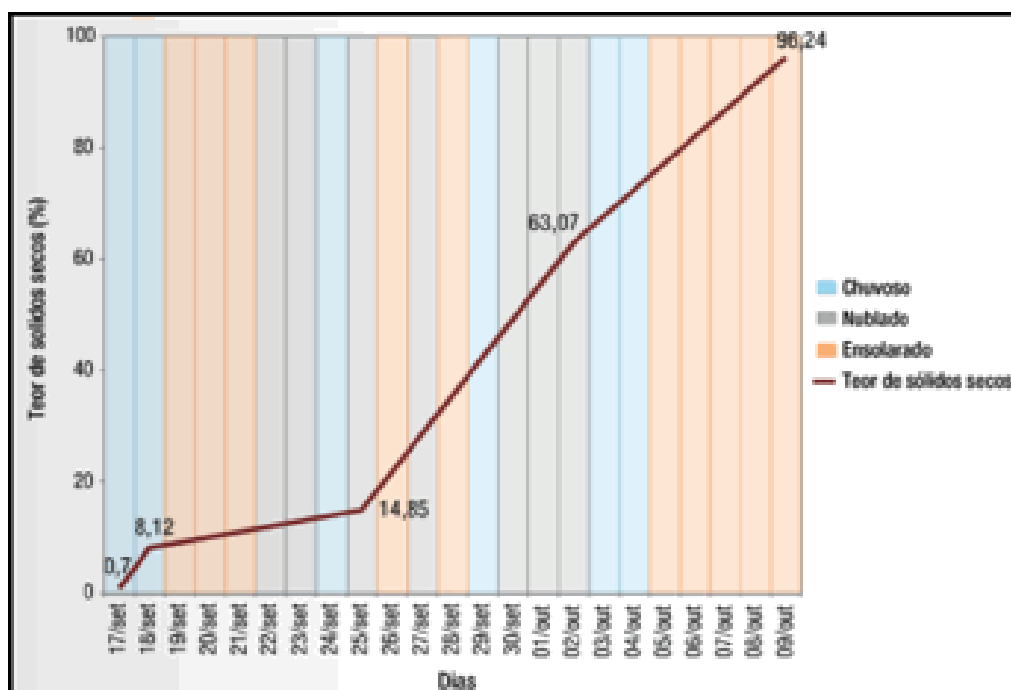


Figura 9 - Gráfico da evolução do desaguamento de lodo aeróbio em um leito de blocos drenantes (SILVA e POHLMANN, 2014).

Na Figura 10 pode-se observar duas corridas realizadas na unidade piloto com a comparação da evolução do processo com adição do floculante e outra em que não foi dosado o floculante.

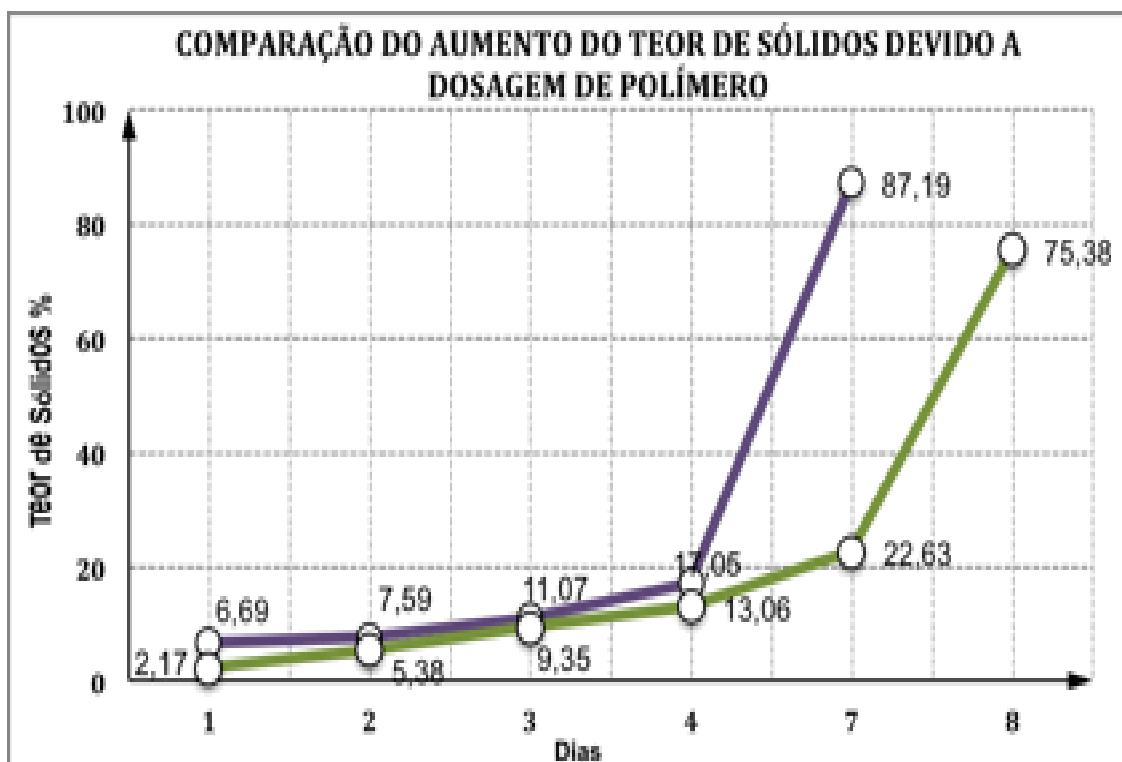


Figura 10 - Gráfico do processo evolutivo do desaguamento de lodo com a comparação do aumento do teor de sólidos devido a dosagem de polímero com volume de lodo de 5L.

Legenda:

- Corrida com dosagem de polímero.
- Corrida sem dosagem de polímero.

ASPECTO VISUAL E REDUÇÃO DO VOLUME

No decorrer do processo de desaguamento na planta piloto, foi possível observar uma redução considerável do volume de lodo condicionado em um curto período de tempo. Com um registro feito por meio de fotografias tiradas diariamente podemos observar a redução do volume e mudança do aspecto visual do lodo como mostra a Figura 11.



Figura 11 - Fotografias do lodo de biomassa algal na sequência do processo de desaguamento na planta piloto montadas com Blocos Drenantes.

No final do processo de desaguamento o lodo seco foi removido da unidade piloto e apresentou um aspecto quebradiço, lodo em pó fino. Na Figura 12 podemos observar o lodo removido da unidade piloto.



Figura 12 - Biomassa algal seca retirada da unidade piloto com umidade de 12% retirada apos 12 dias de disposição no leito de secagem de blocos drenantes.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O teor de sólidos final obtido foi de 88% em apenas 12 dias, podemos relacionar esse resultados com a dosagem do polímero que pode otimizar o desaguamento.

A adição de polímero pode melhorar o desaguamento do lodo aumentando o teor de sólidos e diminuindo o tempo de disposição no leito.

Os blocos drenantes apresentam uma boa drenagem pelas ranhuras. Em trocas para novas bateladas o lodo não ficou aderido as ranhuras mas recomenda-se uma limpeza com um jato de agua para inicio de uma nova batelada, podemos concluir que os blocos drenantes são um sistema de fácil limpeza.

Não foram constatadas proliferação de vetores e mau odores no decorrer da pesquisa.

Recomenda-se o desaguamento do lodo de biomassa algal com um método de desaguamento mecânico para se comparar a captura de sólidos e teor de sólidos.

Pode-se concluir que no final deste estudo o sistema de desaguamento de blocos drenantes se mostrou uma boa opção para o desaguamento de lodo de biomassa algal comparando com outros métodos de desaguamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, Raffael de Queiroz. Análise de Processo Alternativo WedgeWire para Desaguamento de Lodo de Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos. 2012. 29p. TCC (Trabalho de graduação em engenharia ambiental)- Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, 2012.
2. APHA/AWWA/WPCF. Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. American Public Health Association (CD-ROM), Washington DC, 1999.
3. CONAMA 375/2006- Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução Regulamentação do uso agrícola de lodo de esgoto Proposta De Resolução. V. 1, 22p, 17 e 18 fev. 2004.
4. SABESP: A Questão dos Lodos Produzidos nas ETEs na RMSP 2007. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/invtec/18.html>>. Acesso em: 12 Mai. 2014.
5. SILVA, S. M. C., POHLMANN, M. Eficiência de Leito de Secagem com Piso de blocos Drenantes. Hydro, São Paulo, ano VIII nº 90, p. 38-43, Abr. 2014.
6. USEPA – Environmental Protect Agency. DESIGN MANUAL: Dewatering Municipal Wastewater Sludge. 1a ed. Cincinnati: EPA, 1987.
7. von SPERLING, Marcos; ADREOLI, Cleverson V.; FERNANDES, Fernando. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Lodo de Esgotos: Tratamento e disposição Final. 6 Vol. Belo Horizonte: SEGREC, 2001. 483p.