

II-249 - DESAGUAMENTO ELETROSMÓTICO DE LODO PROVENIENTE DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Daniel Valencia-Cárdenas⁽¹⁾

Engenheiro Químico pela Universidad Nacional de Colombia. Mestrando em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (UnB).

Raphael Garcia da Silva Luiz Pereira

Graduando em Engenharia Ambiental pela UnB.

Yovanka Pérez Ginoris

Engenheira Química pelo Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarria. Mestre em Biotecnologia Industrial pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena. Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora adjunta da Universidade de Brasília (UnB).

Endereço⁽¹⁾: SQN 214, Bloco F, Ap. 203 – Asa Norte - Brasília - DF - CEP: 70873-060 - Brasil - Tel: (61) 9111-8484 - e-mail: dvalenciacar@gmail.com

RESUMO

Um dos resíduos gerados no tratamento de águas residuárias por lodos ativados é o lodo de descarte; a disposição inadequada deste no meio ambiente implica diretamente na contaminação do solo, e por consequência, favorece a proliferação de vetores e a disseminação de doenças. (PROSAB, 2009). Para fins de economia de recursos, principalmente com transporte, para a disposição final do lodo, é realizado o desaguamento deste subproduto dentro das estações de tratamento. O presente estudo teve como objetivo principal avaliar em escala de bancada o potencial do processo de eletrosmose para o desaguamento de lodos de estação de tratamento de esgoto (ETE) digerido em condições aeróbias, bem como comparar a eficiência na remoção de umidade do lodo entre o processo de desaguamento mecânico, mediante aplicação de vácuo, e o processo de desaguamento mecânico assistido por eletrosmose, focalizando-se nos parâmetros mais relevantes que influem no processo. Os resultados mostraram que o desaguamento mecânico assistido por desaguamento eletrosmótico foi capaz de reduzir em até 24% a umidade do lodo, o que poderia representar uma economia no processo de transporte do lodo para disposição.

PALAVRAS-CHAVE: Desaguamento, Lodo de Esgoto, Eletrodesaguamento, Disposição de Lodo Desaguamento de lodo; Desaguamento eletrosmótico

INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da demanda dos serviços de saneamento, às exigências das agências ambientais e à legislação no que se refere à disposição final de sólidos, a gestão dos resíduos produzidos pelo tratamento de águas residuárias vem sendo uma preocupação crescente dentro das estações de tratamento, o que tem influenciado o estudo e desenvolvimento de diferentes tecnologias que auxiliem no gerenciamento desses resíduos.

Como primeira medida, para uma apropriada gestão dos resíduos do saneamento, está a diminuição da produção destes, embora essa medida não é viável em muitas das estações de tratamento de esgotos (ETEs), as diferentes e variadas características que apresenta o lodo de descarte dos sistemas de tratamento por lodos ativados, possibilitam que seja usado como fonte de nutrientes e matéria orgânica para o crescimento de plantas e recuperação de solos.

O foco principal das técnicas de tratamento do lodo produzido nas ETEs é a diminuição do seu volume mediante a redução do seu teor de umidade (desaguamento), o que facilita seu manuseio e diminui os custos de transporte e disposição final. Os métodos utilizados para esse fim são geralmente mecânicos onde se destacam as centrifugas e os filtros prensa de esteira. Os lodos que são digeridos aerobiamente normalmente possuem um teor de sólidos de 1 a 3%, que após o desaguamento mecânico o aumento no teor de sólidos varia entre 12 e

20%. Nesse contexto, o desaguamento eletrosmótico pode ser uma técnica atrativa e eficiente com vantagens adicionais em relação aos métodos mecânicos convencionais.

Assim, buscando uma maior eficiência no desaguamento do lodo de ETE, diversos métodos têm sido pesquisados, dentre eles os métodos eletrocinéticos, que podem ainda ser combinados com técnicas de desaguamento mecânico. O método de desaguamento eletrosmótico é vastamente utilizado em materiais de granulometria fina, em processos de tratamento, remediação e consolidação de solos, onde outras técnicas se mostram pouco eficientes.

Na prática, a técnica de eletrosmose consiste na aplicação “*in situ*” de uma corrente contínua ou uma diferença de potencial elétrico, por meio de eletrodos inseridos no material. A aplicação de uma diferença de potencial promove a migração de íons (cátions e ânions) para os eletrodos, junto com a água que se encontra associada aos mesmos.

O esgoto bruto, devido à alta concentração eletrolítica, à alta concentração de contaminantes e a presença de matéria orgânica, propicia a ação do desaguamento por eletrosmose. Por apresentar essas características, vários estudos têm sido direcionados para o uso dessa tecnologia no tratamento de lodo gerado em estações de tratamento de esgoto. O desaguamento eletrosmótico pode aumentar a velocidade normal de remoção de água do lodo e, como consequência, gerar economia no transporte e na disposição final se for compatível com os custos da ETE.

LODO DE ESTUDO

O lodo foi coletado na estação de tratamento de esgoto ETE Brasília Sul, Distrito Federal; a tecnologia de tratamento utilizada na estação é lodos ativados com remoção de nutrientes em nível terciário. O lodo coletado era proveniente do processo de digestão aeróbia. As coletas foram feitas no poço de armazenamento localizado antes do processo de desaguamento. Após a coleta o lodo era encaminhado ao Laboratório de Análise de Água da Universidade de Brasília (LAA), onde era caracterizado em relação ao pH, sólidos totais, sólidos sedimentáveis e condutividade seguindo a metodologia indicada pela APHA (2005), e posteriormente, preservado em refrigeração (4°C) até ser utilizado nos ensaios de desaguamento. O tempo de preservação do lodo era de até 96 horas.

MATERIAIS

Os testes de desaguamento foram realizados em um sistema composto por duas células de desaguamento, uma delas provisionada com eletrodos posicionados verticalmente e ligada a um sistema de vácuo, e outra apenas ligada ao sistema de vácuo; e uma fonte de alimentação que fornecia uma diferença de potencial constante e media a corrente.

A célula de desaguamento eletrosmótico foi concebida pelo grupo de pesquisa, e adaptada para esse trabalho. Esta célula é constituída por um tubo de PVC com 30 cm de altura e 10 cm de diâmetro; os eletrodos eram constituídos por uma malha de aço inoxidável de igual diâmetro que o tubo de PVC e cobertos com geotêxtil para evitar seu desgaste; o ânodo localizado na parte superior da célula e o cátodo na parte inferior. Duas peças de acrílico com orifícios de 5 mm de diâmetro para permitir a passagem de água, foram acopladas no cátodo e no ânodo para mantê-los fixos. Este sistema célula pode ser visualizado na Figura 1.

CONDICIONAMENTO DO LODO

Antes de efetuar os testes de desaguamento, foi necessário efetuar o condicionamento do lodo com um polímero aniônico com o intuito de melhorar a desaguabilidade do mesmo. A dosagem de polímero utilizada, 0,012 g de polímero/g de sólidos; foi a mesma que é empregada na ETE onde o lodo era coletado.

O condicionamento foi realizado em equipamento de teste de jarros de marca Nova Etica, ilustrado na Figura 2. Após a adição do polímero era feita a mistura rápida (270 rpm por um minuto) seguida de uma mistura lenta (20 rpm por um minuto). Após a etapa de mistura lenta deixou-se o lodo decantar por 5 minutos, retirou-se o

sobrenadante de cada jarro e misturou-se o material sedimentado em cada jarro. Finalizado o condicionamento, retirou-se uma alíquota do lodo para determinação da umidade.

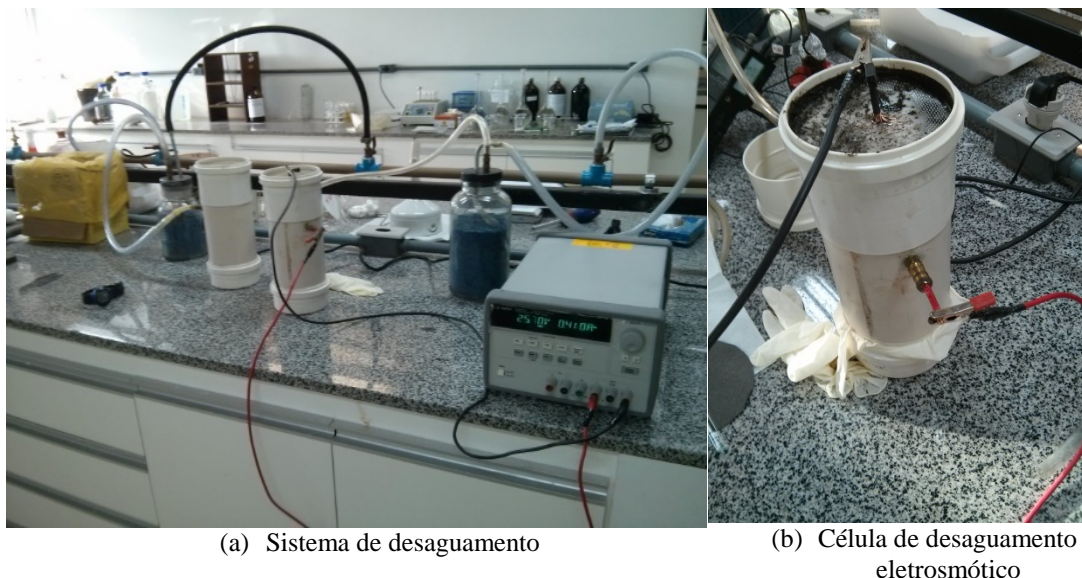


Figura 1: Sistema de desaguamento de lodo e célula provisionada com eletrodos para desaguamento eletrosmótico

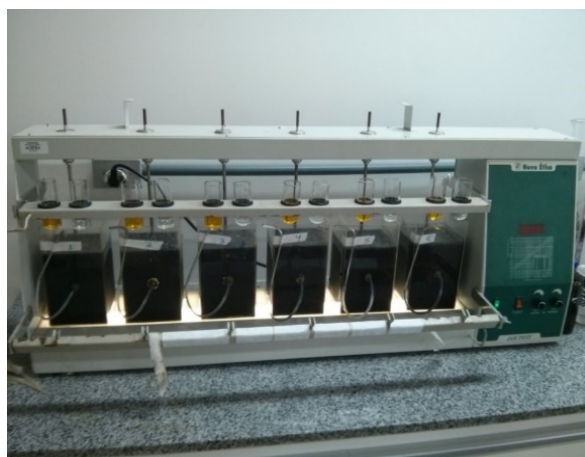


Figura 2: Jarteste Nova Etica utilizado no condicionamento do lodo

ENSAIOS DE DESAGUAMENTO

Para efetuar os ensaios de desaguamento foram transferidos aproximadamente 520 mL de lodo condicionado para as células de desaguamento. Foram testadas as seguintes condições: (a) desaguamento apenas mecânico mediante aplicação de pressão negativa ao sistema (Controle) e (b) desaguamento mecânico combinado com eletrosmose usando voltagem constante de 25,7 V e corrente inicial de 1 A. O desaguamento foi interrompido aproximadamente 2 horas e 40 minutos depois do início, quando a corrente atingiu valores da ordem de 0,009A. Coletou-se então o lodo desaguado em cada célula para determinação da umidade final. Ao final do processo mediu-se o volume de água removido do lodo.

RESULTADOS

O lodo digerido aerobiamente e adensado possuía um teor de sólidos de 23,4 g/L. Os percentuais de umidade do lodo condicionado no início e no final do processo desidratação para as duas condições experimentais avaliadas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Percentual de sólidos e umidade antes e depois do desidratação

		1	2	Média
Lodo condicionado	% Umidade	93,33%	97,54%	95,44%
	% Sólidos	6,67%	2,46%	4,56%
Lodo desidratado mecanicamente	% Umidade	84,57%	87,46%	86,01%
	% Sólidos	15,43%	12,54%	13,99%
Lodo desidratado mecânica e eletrosmoticamente	% Umidade	71,78%	72,39%	72,09%
	% Sólidos	28,22%	27,61%	27,91%

Como pode ser observado na Tabela 1, o desidratação eletrosmótico do lodo digerido por processo aeróbico seguido condicionamento com polímero, promoveu uma maior redução de umidade em comparação com desidratação mecânica, obtido pela aplicação de pressão negativa unicamente (vácuo). Na tabela 2 pode se observar o percentual de umidade removido em ambos os processos avaliados bem como a diferença entre os percentuais de remoção de umidade alcançados em cada processo.

Tabela 2: Umidade removida do lodo condicionado e comparação entre os métodos

	Remoção de Umidade
DM/LC	9,87%
DE/LC	24,47%
DE/DM	16,19%

LC – Lodo Condicionado

DM – Desidratação Mecânica (Vácuo)

DE – Desidratação Eletrosmótico

A figura 3 ilustra o aspecto mais seco e o volume menor que apresenta o lodo desidratado pela combinação dos processos mecânica e eletrosmótico

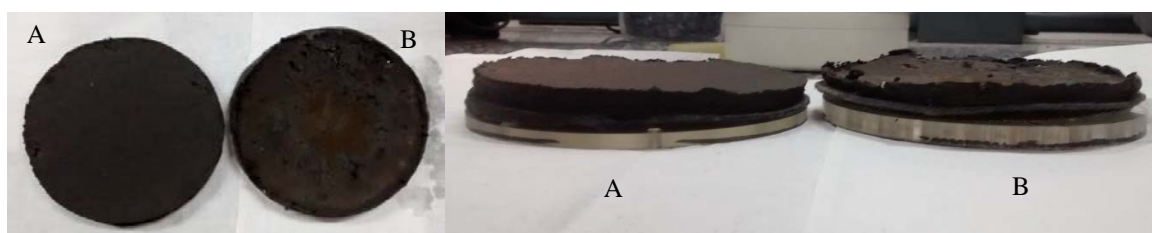


Figura 3: Vista superior e lateral do lodo desidratado. A) lodo desidratado por processo mecânico, B) lodo desidratado pela combinação dos processos mecânica e eletrosmótico.

Durante o segundo experimento foi possível quantificar também a água que foi removida em cada um dos processos avaliados, inclusive a água que foi retirada pelo anodo (parte superior da célula). No desidratação mecânica foram removidos 420 mL de água de um volume de 520 mL de lodo. Entretanto, na célula submetida à combinação de desidratação mecânica e eletrosmótico o volume retirado foi de 456,2 mL, sendo que 390 mL foram removidos pelo catodo e o restante pelo anodo.

Por último foi feita uma análise da variação temporal da corrente e da quantidade de água removida pelo anodo. Os dados obtidos estão ilustrados na figura 4.

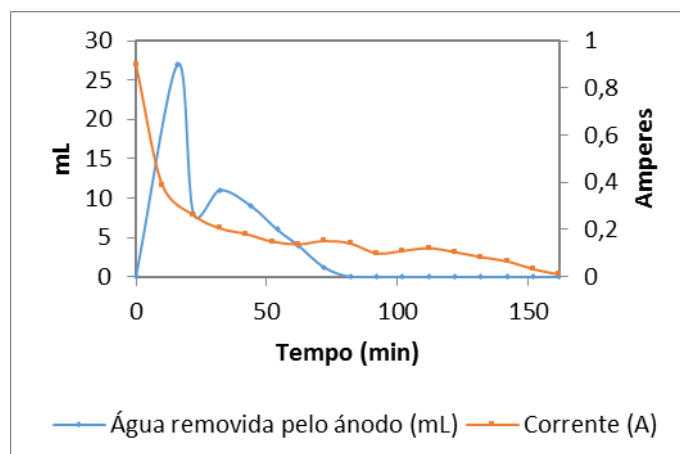


Figura 4: Variação de corrente e do volume de água removida pelo anodo durante o experimento 2

Pode-se notar que à medida que a água vai sendo retirada do lodo, diminui a corrente através do sistema devido ao aumento da resistência do lodo, comprometendo o processo de desaguentamento a partir dos 75 minutos.

Nesta segunda etapa experimental, também foi possível observar que o uso da membrana geotêxtil auxiliou na proteção dos eletrodos e que este tipo de material pode ser lavado e reutilizado no processo uma vez que o mesmo não sofreu desgastes ou apresentou problemas quando reutilizado.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que a técnica de desaguentamento mecânico assistido por eletrosmose se mostrou mais eficiente que processo de desaguentamento exclusivamente mecânico, uma vez que sua aplicação resultou em maior percentual de remoção de umidade do lodo com a consequente redução de seu volume. Portanto, essa tecnologia pode auxiliar no problema de gestão de lodos especificamente nas etapas de transporte e disposição.

Apesar dos resultados satisfatórios quanto à redução da umidade no desaguentamento combinado, para que essa tecnologia possa ser implantada deve-se fazer um estudo dos custos de sua implantação e operação. Caso esses custos sejam inferiores aos custos de transporte e disposição final do lodo, essa tecnologia poderá ser considerada viável para o desaguentamento desse resíduo.

AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa teve o apoio financeiro da FINEP – Financiadora de Estudos e projetos, por meio da Chamada Pública MCT/MCIDADES/FINEP/Ação Transversal – Saneamento Ambiental e Habitação 06/2010.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21. ed. Washington, D.C: American Public Health Association, 2005.
2. ESMAEILY, ALI. Dewatering, metal removal, pathogen elimination, and organic matter Reduction in Biosolids Using Electrokinetic Phenomena. Dissertação de Mestrado. Department of Building Civil and Environmental Engineering, Concordia University Montreal, Quebec, Canada, 2012.
3. PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO (PROSAB). Alternativas de uso de resíduos do saneamento, 2006
4. PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO (PROSAB). Lodo de fossa Séptica: Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização tecnologias de tratamento gerenciamento e destino final, 2009.