

II-035 – DESAGUAMENTO DE LODO DE ESGOTO EM LEITO DE SECAGEM ALTERNATIVO

Denise Vazquez Manfio⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (FT/UNICAMP). Mestranda em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP).

Adriano Luiz Tonetti⁽²⁾

Professor Doutor da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP).

Endereço⁽¹⁾: Rua Albert Einstein, 951 – Cidade Universitária Zeferino Vaz – Caixa Postal 6.021 CEP: 13083-852 Campinas (SP) – e-mail: manfio.denise@gmail.com

RESUMO

Neste trabalho avaliou-se o emprego de pavimentos permeáveis como alternativa ao leito de secagem convencional para o desaguamento de lodo de esgoto. A utilização de pavimentos com capacidade de drenar a água pode ser uma alternativa na constituição dos leitos de secagem, já que aumenta sensivelmente a área de percolação da água contida no lodo. Além disso, a eficiência do desaguamento nestes pavimentos permeáveis poderia ser ampliada com o emprego de polímeros para o condicionamento do lodo. O experimento foi realizado em escala de bancada, comparando-se sistemas: convencional, com pavimento permeável e pavimento permeável acrescido de areia. O lodo sem polímero desaguou dos sistemas: convencional, pavimento permeável e pavimento permeável acrescido de areia: 561, 540 e 578 mL e no lodo com polímero 1232; 1484 e 1413 mL de água, respectivamente. Os teores de sólidos da torta seca do lodo sem polímero foram de 28,24; 19,60 e 22,08% para os sistemas: convencional, pavimento permeável e pavimento permeável acrescido de areia, respectivamente. E no lodo com polímero os teores de sólidos nos sistemas: convencional, com pavimento permeável e pavimento permeável acrescido de areia foram de 29,80; 24,12 e 26,45%, respectivamente. Estes resultados apontam que a eficiência do desaguamento do lodo com polímeros em leitos de secagem compostos por pavimento permeável é melhor do que os leitos de secagem convencionais, possibilitando a otimização do desaguamento do lodo em ETE.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de esgoto, desidratação, leito de secagem.

INTRODUÇÃO

Os tanques sépticos representam a principal alternativa para o lançamento do esgoto doméstico em domicílios que não tem acesso à rede coletora de esgoto, presentes em 22% dos domicílios no país (IBGE, 2012). A disposição em fossas sépticas, segundo Andreoli *et al* (2009), ainda que longe do desejável, pode abater 30% do potencial poluidor, sendo responsáveis por uma redução de carga orgânica da ordem de 1,3 milhão de kg de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) por dia, fato que ameniza os impactos ambientais decorrentes da falta de rede coletora de esgoto.

Entretanto, a indefinição de alternativas técnicas para a adequada disposição final do lodo proveniente nestes sistemas compromete parte dos benefícios potenciais, pois muitas vezes lança-se o lodo em corpos d'água. Para sua destinação final, é necessária a remoção de sua umidade, operação fundamental para a redução de massa e volume do mesmo. Neste processo, pode haver duas etapas: adensamento ou espessamento e; desaguamento ou desidratação. Segundo Gonçalves; Ludovice; von Sperling (2001), o desaguamento do lodo, traz como principais vantagens a redução do custo de transporte para o local de disposição final; melhoria nas condições de manejo; redução do custo para disposição em aterros sanitários; possibilidade de reuso na agricultura; entre outras.

O desaguamento pode ser realizado por processos naturais ou mecanizados, sendo que os primeiros utilizam a evaporação e a percolação para a remoção da água do lodo. Dos processos naturais, o desaguamento de lodos

por leitos de secagem são indicados para comunidades de pequeno e médio porte, sendo indicado para lodos estabilizados, como os encontrados em tanques sépticos. Em comparação aos processos mecanizados apresentam diversas vantagens, tais como: (i) simplicidade na instalação e operação; (ii) baixa sensibilidade a qualidade do lodo; (iii) não provoca ruídos e vibrações; (iv) não demanda energia; (v) baixo custo (VON SPERLING, 2005).

Um leito de secagem convencional caracteriza-se por um tanque, com paredes e base de concreto. O fundo deve ser constituído por uma camada de areia, três camadas de brita e tijolos recozidos, ou outro material resistente à operação de remoção do lodo seco, com juntas de areia (ABNT, 1992). Entretanto, demandam maior tempo de exposição e exigem grandes áreas. Por esta razão, entende-se a necessidade de se buscar otimizações no processo, tendo em vista o aumento da eficiência. A utilização de pavimentos com capacidade de drenar a água pode ser uma alternativa na constituição dos leitos de secagem, já que aumenta sensivelmente a área de percolação da água contida no lodo. O objetivo do trabalho foi comparar a eficiência de desaguamento da porção de água livre contida no lodo de tanque séptico com o emprego de leito de secagem convencional e leito de secagem composto por pavimento permeável em escala de bancada e avaliar a utilização de um polímero sintético como auxiliar do processo. O trabalho foi realizado na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os pavimentos permeáveis utilizados na pesquisa são compostos de pedrisco de basalto e cimento, na proporção de 80% e 20%, respectivamente. As amostras utilizadas têm 0,06 m de altura e foram cortados em diâmetro igual a 0,10 m com o emprego de uma extratora de corpo de prova e têm massa aproximada de 0,8 kg, como mostra a Figura 1.

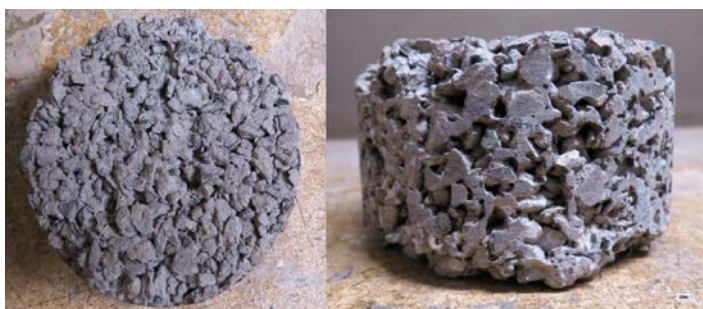


Figura 1. Pavimento Permeável utilizado no projeto.

O lodo foi coletado de tanques sépticos nos municípios de Campinas e São Miguel Arcanjo – SP. Na caracterização do lodo utilizou-se os parâmetros: sólidos totais, sólidos totais fixos e voláteis, sólidos suspensos totais, sólidos suspensos fixos e voláteis, pH e alcalinidade seguindo a metodologia de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA *et al.* 2012). Para a dosagem do polímero no lodo, o teste realizado foi:

Tempo de Sucção Capilar: é o método mais utilizado em pesquisas sobre o desaguamento do lodo, indicado por Vesilind (1988), WPCFM (1988), Metcalf & Eddy (1991), Andreoli (2009) e APHA *et al.* (2012). O Tempo de Sucção Capilar determina, em segundos, quanto tempo a água presente no lodo leva para percorrer um meio poroso e pode ser realizado com volumes pequenos de amostra, e auxilia na determinação da dosagem ótima de condicionantes químicos.

Sistemas de Bancada

Os sistemas foram montados em escala de bancada, cada leito de secagem foi composto por um tubo de PVC com diâmetro de 0,10 m. Os tubos foram acoplados através de uma luva a uma redução excêntrica de 100 x 50 mm, cujo objetivo foi facilitar o escoamento da água percolada, minimizando possíveis perdas. O pavimento

permeável foi fixado na parte interna do tubo de PVC e impermeabilizado no perímetro com veda calha, impedindo a passagem de água ou sólidos entre o piso e o tubo. Conforme pode ser visualizado por meio da Figura 2, foram testadas três diferentes composições para o leito de secagem. Com o objetivo de evitar diferenças na influência da evaporação nos sistemas, há uma mesma altura livre de 0,75 m na parte superior de cada tubo.

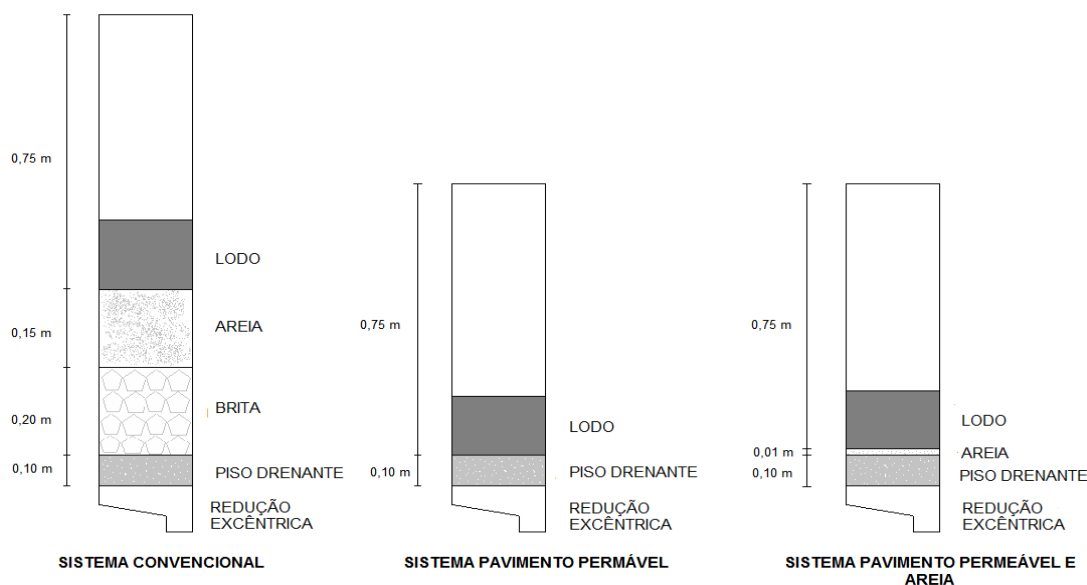


Figura 2. Sistema de bancada de leito de secagem utilizado na pesquisa.

Sistema convencional: foi construído de acordo com as orientações da NBR12209/1992. Sobre o pavimento permeável foram adicionadas camadas de aproximadamente 0,20 m de brita e 0,15 m de areia. A norma prevê a utilização de tijolos recozidos sobre a camada de brita, entretanto, desconsiderou-se o uso dos mesmos, pois a infiltração somente ocorre entre os vãos dos tijolos, onde está presente a areia. Neste caso, o pavimento permeável está cumprindo unicamente a função de sustentar o sistema, impedindo o arraste da brita e da areia para fora do conjunto, não interferindo na capacidade drenante do leito.

Pavimento permeável: O sistema foi composto somente com o pavimento permeável.

Pavimento permeável acrescido de camada de areia: Sobre o pavimento permeável foi adicionada uma camada de 0,01 m de areia. Neste conjunto foi possível avaliar se a colocação de fina camada de areia impediria o entupimento dos poros do leito pelo lodo. A Figura 3 mostra a bancada de experimentação já montada.

Foram comparadas as performances entre desaguamento do lodo sem adição de polímero e com adição do polímero. Para análise da eficiência do desaguamento nos sistemas, foi realizada a comparação entre o volume de lodo aplicado sobre os leitos e a água percolada de cada sistema, ao longo do tempo. O volume de água coletado foi medido após intervalos de tempo até o desaguamento dos sistemas cessarem.



Figura 3. Bancada experimental utilizada na pesquisa.

RESULTADOS OBTIDOS

A caracterização inicial do lodo pode ser vista na Tabela 1:

Tabela 1. Características do lodo de tanque séptico utilizado na pesquisa.

Características do Lodo	
Sólidos Totais (mg L^{-1})	50800
Sólidos Suspensos Totais (mg L^{-1})	46905
Sólidos Suspensos Fixos (mg L^{-1})	24048
Sólidos Suspensos Voláteis (mg L^{-1})	22857
Alcalinidade ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)	2257,5
pH	7,8

O lodo sem polímero desaguou dos sistemas: convencional, pavimento permeável e pavimento permeável acrescido de areia 561, 540 e 578 mL de água, respectivamente. Para o lodo com adição de polímero, o volume desaguado foi maior e, grande parte foi percolado nos primeiros minutos. O total de água drenada no período foi de 1232; 1484 e 1413 mL para os sistemas: convencional, pavimento permeável e; pavimento permeável com adição de areia, respectivamente. Apesar do sistema composto por pavimento permeável obter menor volume de água percolada do que o sistema convencional na série sem adição de polímero, pode-se considerar que o sistema convencional tem uma pequena área drenagem (2 a 3 cm de camada de areia entre os tijolos recozidos) em escala real. Sendo assim, o volume percolado por m^2 será menor que no sistema com pavimento permeável.

O rápido desaguamento do lodo com adição de polímero pode ser justificado pela interação do polímero com as partículas do lodo ocorrer quase imediatamente após a sua aplicação (WPCFM, 1988). Isso ocorre porque os polímeros atuam como coagulantes, formando pontes químicas entre o polímero e as partículas coloidais presentes no lodo, que são adsorvidas pelas diversas cadeias de monômeros do polímero, agregando-se em flocos densos passíveis de serem removidos por filtração, sedimentação ou flotação (LIBÂNIO, 2005). Em relação ao volume drenado nos sistemas, observa-se que aproximadamente 70% do lodo com adição de polímero foi drenado, enquanto que para o lodo sem adição não ultrapassou 30%. Os comportamentos dos sistemas podem ser visualizados nas Figuras 4 e 5.

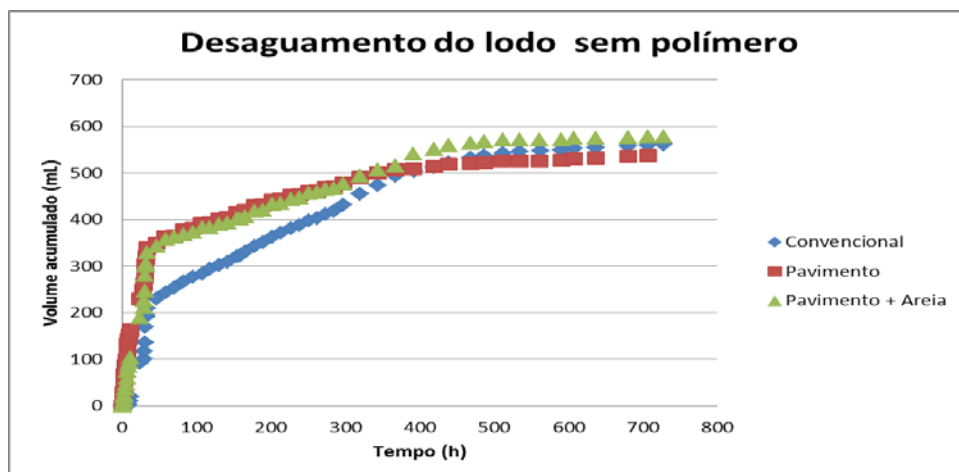


Figura 4. Comportamento do desaguamento do lodo sem adição de polímero.

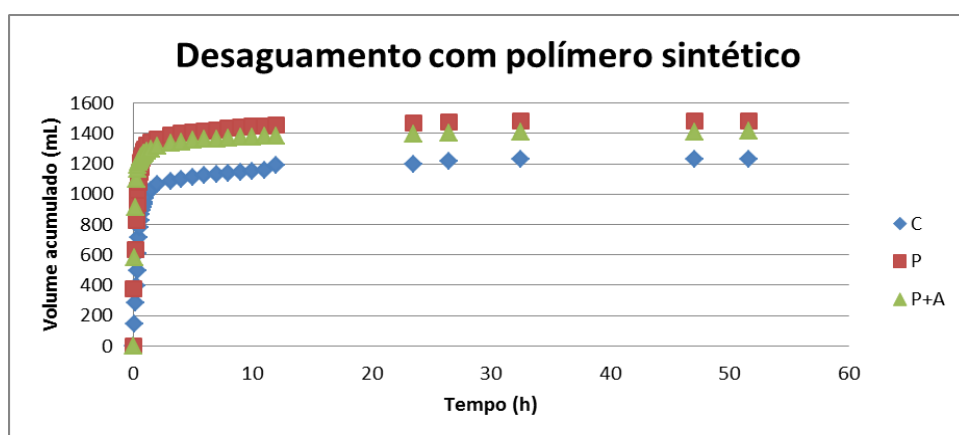


Figura 5. Comportamento do desaguamento do lodo com adição de polímero.

Em relação ao teor de umidade resultante na torta seca, observa-se, no entanto, que em ambas as situações, sem polímero e com polímero, o sistema convencional apresentou melhores resultados, fato que pode ser explicado pela existência de uma camada maior de areia, que auxilia a drenagem da água presente no lodo. Contudo, a diferença é relativamente pequena entre os sistemas convencional e pavimento com adição de areia, principalmente no caso em que há adição de polímero, tendo 3,35% de ST.

É importante balizar que da mesma forma que no processo de drenagem, o teor de sólidos da torta seca do sistema convencional é superestimado na escala de bancada, ou seja, em escala real, é provável que estes valores sejam significativamente menores. Também é importante considerar que a evaporação é uma grande contribuinte no desaguamento em escala real e, conseqüentemente, na obtenção de teores maiores de ST nas tortas secas. Porém em escala de bancada os sistemas sofreram pouca influência da evaporação, tendo então, seus valores de ST subestimados. O teor de umidade das tortas secas pode ser observado na Tabela 2:

Tabela 2. Teor de sólidos das tortas secas obtidas no desaguamento do lodo.

	Sem polímero			Polímero sintético		
	C	P	P+A	C	P	P+A
ST (%)	28,24	19,60	22,08	29,80	24,12	26,45
STF (%)	11,24	8,97	9,44	12,60	11,09	11,14
STV (%)	17,00	10,63	12,64	17,20	13,03	15,31

Todavia, esses resultados são compatíveis com os encontrados na literatura (GONÇALVES, R. F., LUDUVIC, M., VON SPERLING, 2001; METCALF & EDDY, 1991; WPCFM, 1988) que relatam redução de umidade de entrada 90 a 99% para 65 a 85%, com a utilização de condicionantes químicos, dependendo das características dos sólidos a serem tratados.

CONCLUSÃO

Os resultados mostram maior eficiência do desaguamento do lodo com polímeros e em leitos de secagem alternativos comparando-se ao sistema convencional, fato que possibilitaria a redução da área dos leitos de secagem. Essa combinação entre polímeros e pavimento permeável poderá otimizar o desaguamento do lodo de esgoto, constituindo-se em alternativa simples para ETE de pequeno porte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.
2. ANDREOLI, C.V. **Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
3. APHA/AWWA/WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21ª ed. Washington: American Public Health Association, 2012, 1082p.
4. GONÇALVES, R. F., LUDUVIC, M., VON SPERLING, M. Remoção da umidade de lodos de esgotos. In ANDREOLI, C. V., VON SPERLING, M., FERNANDES, F. **Lodos de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001.
5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios 2011**. Rio de Janeiro, 2012.
6. LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas – SP: Editora Átomo, 2005. 444p.
7. METCALF & EDDY. **Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse**. New York, NY: McGraw-Hill, Ed. 3ªed, 1991.1334p
8. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
9. WPCFM (Water Pollution Control Federation Manual). **Sludge conditioning Manual of Practice** (1988) No. FD-14 144p.
10. VESILIND, P. A. Capillary Suction Time as a Fundamental Measure of Sludge Dewaterability. **Journal Water Pollution Control Federation**, (1988) Vol. 60, No. 2, pp. 215-220