

REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA FERTIRRIGAÇÃO: DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE TRATAMENTO EM ESCALA PILOTO

Celina Cândida Ferreira Rodrigues (1); Matheus Miranda da Silva (2)

(1) Universidade Federal de Campina Grande, candidacelina@hotmail.com

(2) Universidade Federal de Minas Gerais, matheussilva@ufmg.br

Introdução

A ausência de serviços de saneamento em determinadas situações exige a implantação de algum meio de disposição dos esgotos locais com objetivo principal de evitar contaminação do meio ambiente. Um dos principais riscos à saúde dos seres vivos é advinda da decomposição da matéria orgânica que, em seu estágio de decomposição pode ocorrer a contaminação por bactérias e vetores capazes de transmitir doenças aos seres humanos e animais. O surgimento de novas tecnologias torna-se um fator fundamental para a difusão de sistemas de tratamento e reaproveitamento de águas residuárias, como por exemplo a fertirrigação, que tem atraído investimentos de agricultores devido aos benefícios às safras (Rodrigues *et al.*, 2011).

Atualmente no Brasil existem diversas formas de tratamento de efluentes, desde sistemas domésticos simples a grandes estações de tratamento de esgoto que atendem a cidades, bairros e principalmente grandes indústrias. O sistema de tanques sépticos é uma alternativa muito usada no Brasil, sendo uma das alternativas mais antigas de tratamento de esgotos muito empregada ainda hoje, devido à sua simplicidade construtiva e operacional (Philippi *et al.*, 2007).

O funcionamento do tanque séptico pode ser descrito basicamente em quatro fases. A primeira se dá pelo armazenamento do esgoto no tanque por um período de tempo estabelecido pela NBR 7229 (Brasil, 1993). Esse tempo é denominado tempo de retenção e varia de acordo com cada projeto, sendo racionalmente estabelecido. Paralelamente à fase anterior, ocorre a separação gravitacional da espuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente. Nessa fase origina-se o lodo devido a uma sedimentação de cerca de 60% dos sólidos em suspensão contidos no esgoto (Jordão, 2005).

Na terceira fase ocorre a digestão anaeróbia, da qual o lodo e a espuma são degradados por bactérias anaeróbias, ocorrendo à destruição (total ou parcial) de material volátil e organismos patogênicos. Devido a essa digestão, ocorre uma redução do volume do lodo, caracterizando a última fase. Resulta ainda nessa fase, o surgimento de gases, como o sulfeto de hidrogênio, por exemplo, que ainda sim, não emite problemas de odor uma vez que este combina com metais presentes no lodo. O

(83) 3322.3222

contato@aguanosemiarido.com.br

www.aguanosemiarido.com.br



filtro intermitente de areia (FIA) é uma importante tecnologia que tem demonstrado potencial para tratamento de efluentes, uma que apresenta uma eficiência razoável na remoção de diversos poluentes comuns (USEPA, 1999a). Dentre suas aplicações, os FIA podem ser utilizados como pós-tratamento para tanques sépticos, complementando a remoção de material orgânico.

O funcionamento deste filtro é baseado na retenção física e adsorção química de sólidos presentes no líquido. A formação de um biofilme, no qual microrganismos se aderem ao meio filtrante, é facilitada pela adsorção de umidade. Outros fatores que favorecem a constituição deste biofilme são a temperatura e a presença de oxigênio, que são essenciais para a vida dos microrganismos aeróbios. A intermitência do filtro propicia a presença de ar no meio filtrante, garantindo a oxidação do material orgânico detido no meio filtrante (LOUDON et al., 2003).

O presente trabalho tem como objetivo principal o dimensionamento e construção de um sistema de tratamento de efluentes em escala piloto, visando a reutilização das águas residuárias na fertirrigação de culturas de pequeno porte.

Metodologia

Foram utilizados parâmetros estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da norma NBR 7.229 para o dimensionamento de sistema de tratamento por fossa séptica, e para dimensionamento do filtro de areia, foi baseado em relatório da *United States Environmental Protection Agency* (USEPA).

Estudos em escala piloto são testes e avaliações de atividades ou instrumentos, de forma reduzida e preliminar, resultando na identificação de melhorias para a implantação em escalas maiores (NSF, 2005). Para desenvolvimento do experimento em escala piloto, as medidas do projeto foram reduzidas a 1% do volume real dos equipamentos dimensionados.

Para o dimensionamento deste sistema foi adotada uma população de 8 pessoas, com cota per capita de 50 litros de efluente por dia e lodo fresco de 0,20 por dia. O dimensionamento do tanque séptico demandou a estimativa da vazão (equação 1) e volume do tanque (equação 2).

$$Q = PW \quad \text{(Equação 1)}$$

Na qual Q = vazão;

P = quantidade de pessoas contribuintes para o sistema;

W = cota de consumo *per capita*.

$$V = 1000 + N ((C \times T) + (K \times Lf)) \quad (\text{Equação 2})$$

Na qual V = Volume útil do tanque séptico;

N = Número de contribuintes ou unidades de contribuição;

C = Contribuição de despejos, em litros/pessoas x dia;

T = Tempo de detenção, em dias de acordo com NBR 7229;

K = Taxa de acumulação de lodo digerido;

Lf = Contribuição de lodo fresco de acordo com NBR 7229;

Para o dimensionamento do filtro intermitente de areia foram observados os critérios dispostos na tabela 1.

Tabela 1 – Critérios de dimensionamento para o filtro intermitente de areia.

Item	Critério de Dimensionamento		
	Mínimo	Máximo	Unidade
Material	Material granular lavado e durável		
Tamanho efetivo	0.25	0.75	mm
Coefficiente de Uniformidade	< 4,0		
Profundidade	45.72	91.44	cm
Carga Hidráulica	81.48	203.7	L.m ² dia ⁻¹
Carga Orgânica	2.44	9.75	kg.m ² dia ⁻¹
Distribuição de pressão			
Tamanho do tubo	2.54	5.08	cm
Tamanho do orifício	3,175	6.35	mm
Carga sobre orifício	7.62	15.24	cm
Espaço lateral	2.54	10.16	cm
Espaçamento dos orifícios	2.54	10.16	cm

FONTE: USEPA, 1999b.

A área de aplicação (equação 3) foi calculada considerando a vazão proveniente do sistema de tanque séptico em escala piloto. Uma taxa de aplicação de 200 L.m⁻².dia⁻¹ foi adotada. A partir da área de aplicação, foi possibilitado o dimensionamento do diâmetro (equação 4) e profundidade (equação 5) do filtro. Para a altura da camada porosa, adotou-se uma dimensão de 45 cm.

$$A = Q/I \quad (\text{Equação 3})$$

Na qual A = área superficial;

Q = vazão aplicada;

I = taxa de aplicação.



$$D = (4A/\pi) \quad \text{(Equação 4)}$$

Na qual D = diâmetro do filtro; e

A = área superficial

$$V = AH \quad \text{(Equação 5)}$$

Na qual V = volume do meio filtrante;

A = área superficial;

H = altura do meio poroso.

O meio filtrante adotado para o filtro foi composto por areia lavada. Camadas superiores e inferiores de brita nº 2 foram adicionadas, para promover retenção de eventuais sólidos grosseiros e facilitar o escoamento na saída do filtro. O equipamento em escala piloto foi construído utilizando-se como base estruturas de acrílico e PVC, que também constituiu as tubulações de ligação do sistema.

Resultados e Discussão

As dimensões obtidas no cálculo das estruturas estão dispostas na tabela 2. Os valores apresentados representam as medidas levantadas para o sistema em escala real, tanto para a escala experimental, de acordo com a redução adotada no trabalho.

Tabela 2 – Dimensões das estruturas do sistema de tratamento

Dimensões	Unidade	Tanque (R)	Tanque (P)	FIA (R)	FIA (P)
Vazão	L.d ⁻¹	400	---	---	15
Volume	L	1500	15	---	---
Área de aplicação	m ²	---	---	7,5	0,075
Diâmetro	m	---	---	3,1	0,31
Altura do meio filtrante	m	---	---	0,45	0,45
Volume do meio filtrante	m ³	---	---	3,4	0,034

(R: Escala Real; P: Escala Piloto)

Os equipamentos do sistema foram construídos na escala piloto, de forma que possibilitem a avaliação da eficiência do tratamento e a consequente destinação das águas residuárias tratadas na fertirrigação de pequenas culturas. A figura 1 apresenta a estrutura piloto montada para esta



pesquisa, disposta no laboratório de Engenharia Civil do Centro Universitário de Sete Lagoas, em Minas Gerais.



Figura 1 – Sistema construído em escala piloto, constituído por tanque de alimentação, tanque séptico e FIA (esquerda para direita)

As próximas etapas da pesquisa consistirão na operação do sistema dimensionado e elaborado, com aplicação de efluentes domésticos e submissão do líquido tratado a análises laboratoriais para verificação dos critérios de potabilidade e aplicabilidade do reúso, seguindo o enquadramento das legislações vigentes.

A partir do prosseguimento desta pesquisa, espera-se poder avaliar as reais condições de reúso do efluente tratado na fertirrigação. A reutilização de efluentes torna-se fundamental nos atuais cenários de crise hídrica, principalmente em regiões onde há escassez constante deste recurso, como no semi-árido brasileiro. Assim, a continuidade deste trabalho proporrá a difusão de tecnologias de reúso como fator mitigador deste problema, observando-se de práticas que visem a proteção da saúde e conscientização da população no manejo agrícola do efluente tratado, o que é considerado primordial por (Rocha, Silva e Barros, 2010).

Conclusões

Neste trabalho, foi proposto o dimensionamento de um sistema simples de tratamento de águas residuárias, com foco na reutilização do efluente tratado na fertirrigação de pequeno porte. A partir desta etapa, pôde-se observar a existência de normas e técnicas com potencial para guiar o desenvolvimento de novas tecnologias na área. A continuidade da pesquisa permitirá a demonstração do real potencial de reutilização das águas residuárias na irrigação de culturas agrícolas, mantendo-se critérios que garantam a segurança sanitária da população.

Referências Bibliográficas

BRASIL. ABNT. **Associação Brasileira de Normas técnicas - NBR 7229 de Novembro de 1993.** Estabelecem às condições e padrões de lançamento projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES; 4ª Edição, 2005.

LOUDON, T. L.; BOUNDS, T. R.; CONVERSE, J. C.; BUCHANAN, J. Media Filters, Module Text. University Curriculum Development for Decentralized Wastewater Management. National Decentralized Water Resources Capacity Development Project. University of Arkansas, USA 2003.

NSF – *NATIONAL SCIENTIFIC FOUNDATION*. NSF 03.516 – Glossary. NSF International, 2005.

PHILIPPI, L.S.; SEZERINO, P.H.; OLIJNYK, D.P.; KOSSATZ, B. Eficácia dos sistemas de tratamento de esgoto doméstico e água para consumo humano utilizando wetlands considerando períodos diferentes de instalação e diferentes substratos e plantas utilizadas. (Relatório Final). Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

ROCHA, F.A.; SILVA, J.O. da.; BARROS, F.M. Reúso de águas residuárias na agricultura: a experiência israelense e brasileira. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11; 2010.

RODRIGUES, M.B.; VILAS BOAS, M.A.; SAMPAIO, S.C.; REIS, C.F. DOS; GOMES, S.D. Efeitos da fertirrigação com águas residuárias de laticínio e frigorífico no solo e na produtividade de alface. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 3, p. 173-182, jul./set. 2011.

USEPA - *UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY*. EPA 832-F-99-007: *Storm Water Technology Fact Sheet Sand Filters*. Washington, 1999a.

_____. EPA 932-F-99-067: *Wastewater Technology Fact Sheet, Intermittent Sand Filters*. Washington, 1999b.