

II-202 – ASPECTOS DO DESEMPENHO DE FILTROS DE AREIA INTERMITENTE TRATANDO EFLUENTE DE FOSSA SÉPTICA OPERANDO EM CONDIÇÕES TROPICAIS

Howard Willian Pearson⁽¹⁾

Botânico - Universidade de Londres e Doutor em Microbiologia do Meio Ambiente - Universidade de Londres. Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/CCT/UEPB

Maria Luciana Dias de Luna

Química Industrial pela UEPB, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo PRODEMA (UEPB/UFPB) e Doutoranda em Recursos Naturais pelo CTRN/UFCG

José Tavares de Sousa

Engenheiro Químico pela UFPB, Mestre em Engenharia Civil pela UFPB e Doutor em Engenharia Civil pela EESC/USP. Professor do DQ/CCT/UEPB

Priscila de Sousa Monteiro

Química Industrial pela UEPB

Wilza Silva Lopes

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UEPB

Endereço⁽¹⁾: Sítio Araticum, 4 – Zona Rural, Lagoa Seca/PB – CEP: 58117-000, Brasil - Tel: +55 (83) 9973-2322 – e-mail: Howard_william@uol.com.br; howardpearson@uepb.edu.br

RESUMO

Os filtros aeróbios de areia intermitente são aplicados a mais de 40 anos em países de climas temperados, para tratar efluentes de fossa séptica de residências isoladas na zona rural. Porém, há poucas informações ou experiências sobre o funcionamento desses filtros em condições tropicais, e como o efluente tratado pode ser utilizado em agricultura familiar ou em comunidades difusas. Os filtros de areia intermitentes são reatores aeróbios de leito fixo que proporcionam o tratamento dos esgotos sanitários via processos físico-químicos e biológicos. Esse trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do sistema de tratamento de esgoto em fossa séptica seguido por filtros de areia intermitentes operando em condições tropicais para ser aplicado em comunidades difusas rurais. O sistema experimental é constituído por uma fossa séptica com aproximadamente 2,4 m³ projetada com 3 células incluindo chicanas na célula 1 com tanque de equilíbrio integrado. Após a fossa séptica, seguem os dois filtros de areia intermitentes em paralelo, com área superficial de 1,94m² cada, e profundidades de areia de 1m para o filtro 1 e 0,5m para o filtro 2. Os filtros de areia foram alimentados de forma intermitente via sifão do tanque de equilíbrio durante 5 minutos a cada 3 horas (8 vezes ao dia). A carga orgânica no filtro 1 foi de 91gDQO/m² e a carga hidráulica foi de 423L/m².dia. No filtro 2, a carga orgânica foi de 72gDQO/m² e a carga hidráulica 339L/m².dia. O efluente final no filtro 1 apresentou uma remoção de DQO de 73%; SST, 90%; turbidez, 95%; fósforo total, 61%; coliformes termotolerantes, 3 logos e ovos de helmintos, 100%. O efluente final no filtro 2 apresentou uma remoção de DQO de 81%; SST, 97%; turbidez, 96%; fósforo total, 70 %; coliformes termotolerantes, 2 logos e ovos de helmintos, 100%. O processo de nitrificação nos filtros apresentaram eficiência de ~ 70% com tempos de contato do efluente no interior dos filtros entre 25 e 15 minutos. Os valores de amônia caíram de ~50mg/L para ~13mg/L no efluente do filtro 1 ~10mg/L no caso do filtro 2. Estes valores representam uma diminuição de amônia em torno de 72% no filtro 1 e 80% no filtro 2.

PALAVRAS-CHAVE: Filtros de areia, tratamento biológico, comunidades rurais, nitrificação.

INTRODUÇÃO

As tecnologias de tratamento de efluentes por processos biológicos reproduzem, em tempo curto, os processos naturais que ocorrem em corpos d'água com capacidade de autodepuração após o lançamento dos despejos. (ISOLDI & KOETZ, 2004).

Segundo Farooq e Al-Yousset (1993), a adoção dos filtros de areia na área sanitária no princípio objetivava apenas a remoção de turbidez para potabilizar a água. A partir do século XIX, na Europa e nos Estados Unidos

esses filtros passaram a ser utilizados na depuração de efluentes domésticos. Desde então, esses reatores biológicos passaram a ser empregados no processamento de tratamento de esgotos sanitários com variadas composições e volumes, demonstrando uma eficiência comparável aos sistemas mais complexos.

Os filtros aeróbios de areia intermitente são aplicados a mais de 40 anos em países de climas temperados, para tratar efluentes de fossa séptica de residências isoladas na zona rural. Porém, há poucas informações ou experiências sobre o funcionamento desses filtros em condições tropicais, e como o efluente tratado pode ser utilizado em agricultura familiar ou em comunidades difusas.

Algumas comunidades pequenas e difusas com populações inferiores a 5000 habitantes tratam esgotos sanitários em fossas comunitárias sem pós-tratamento gerando efluentes fora das normas estabelecidas para irrigação (WHO, 1989, 2006).

Nos Estados Unidos da América, 25% de todas as moradias e aproximadamente 40% das novas casas construídas, utilizam os sistemas simplificados no tratamento de esgotos, pela sua viabilidade tecnológica. Na Europa, essa tecnologia tem sido estabelecida em inúmeros locais, especialmente na Alemanha e no Reino Unido (PROCHASKA e ZOUBOULIS, 2003). Sua operação é baseada no gerenciamento da água residuária nas proximidades do próprio ponto de origem. Dessa forma, torna-se uma alternativa de tratamento para pequenas localidades, casas individuais, condomínios, comunidades isoladas, indústrias ou no pequeno comércio onde o gasto para conexão com uma rede pública de esgoto seria alto. Os sistemas simplificados de processamento dos esgotos apresentam baixo custo, sendo uma opção adequada para contribuir com a obtenção de saúde pública em áreas de menor densidade populacional (DIX *et al* 1998 *apud* TONETTI, 2008).

Os reatores anaeróbios com filtros de areia apresentam-se como mais uma alternativa para o tratamento de esgotos sanitários, preservando o baixo custo e as mínimas necessidades de operação e manutenção. Existe, também, a possibilidade de dispor o efluente nos cursos d'água ou reutilizá-lo na irrigação ou no consumo não humano, conforme proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1989). Assim, diminuir-se-ia o uso das fontes geradoras de água potável, resguardando-as para empregos mais nobres. Este sistema além de aplicável as pequenas comunidades, também poderia ser adotado nos bairros isolados, zona rural, condomínios e pontos comerciais que margeiam as rodovias (TONETTI, *et al.*, 2005).

Esse trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do sistema de tratamento de esgoto em fossa séptica seguido por filtros de areia intermitentes operando em condições tropicais para ser aplicado em comunidades difusas rurais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema experimental está instalado na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), no município de Campina Grande – PB, com coordenadas geográficas de 07° 13' S e 35° 52' W e altitude de 550 m.

O esgoto sanitário afluente é proveniente do interceptor principal da rede coletora de esgotos da cidade de Campina Grande-PB. Esse esgoto é direcionado para a fossa séptica através de uma bomba.

A Figura 1 apresenta o perfil longitudinal do sistema experimental, que é constituído por uma fossa séptica com aproximadamente 2,9 m³ projetada com 3 células, incluindo chicanas na célula 1 com tanque de equilíbrio integrado. Após a fossa séptica, seguem os dois filtros de areia intermitentes (FAINT), operando em paralelo com área superficial de 1,94m² cada. A profundidade de areia do filtro 1 é de 1m, enquanto que a profundidade de areia do filtro 2 é de 0,5m.

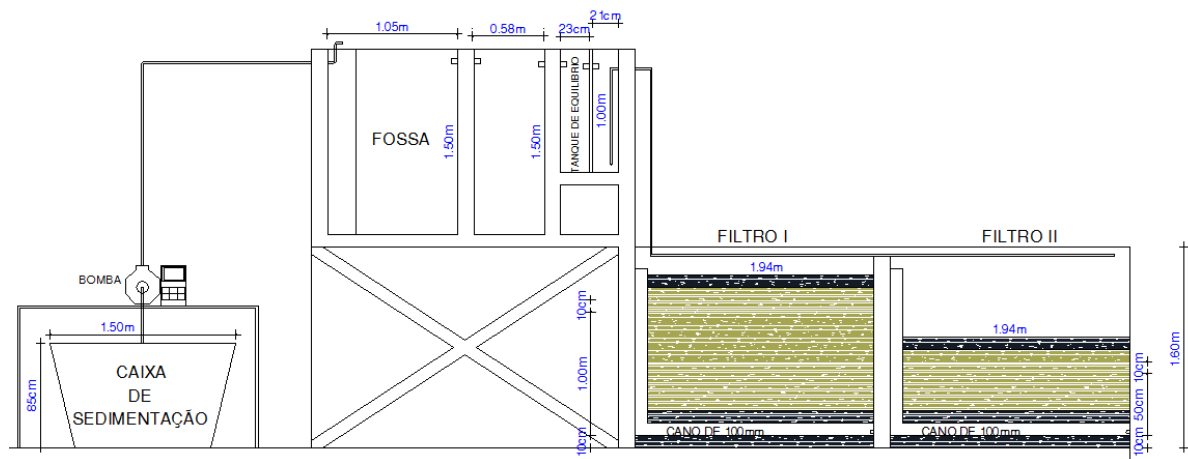


Figura 1. Perfil longitudinal do sistema experimental.

O resumo da granulometria da areia utilizada nos filtros intermitentes são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da granulometria da areia utilizada nos filtros.

Pedregulho: acima de 2,0mm	3,689%
Areia grossa: 2,0 – 0,42mm	55,65%
Areia fina: 0,42 – 0,074mm	39,45%
Silte + argila: abaixo de 0,074mm	1,22%
Total	100%

Os filtros são alimentados oito vezes ao dia com efluente proveniente do tanque de equilíbrio da fossa séptica, via um sifão. Para facilitar o processo de alimentação da fossa séptica, o esgoto bruto é bombeado por 5 minutos a cada 3 horas.

A Tabela 2 apresenta a carga orgânica volumétrica de DQO e o TDH, aplicadas a fossa séptica e nos filtros de areia intermitentes.

Tabela 2. Carga orgânica volumétrica e TDH aplicados a fossa séptica e nos filtros de areia intermitentes.

FOSSA SÉPTICA	
Volume da fossa:	2,9 m ³
Carga hidráulica:	510 L/ m ³ .dia
Carga orgânica de DQO aplicada:	192 gDQO/ m ³ .dia
FILTRO 1	
Área do filtro	1,94 m ²
Carga hidráulica:	423 L/ m ² .dia
Carga orgânica de DQO aplicada:	91 gDQO/ m ² .dia
FILTRO 2	
Área do filtro:	1,94 m ²
Carga hidráulica:	339 L/ m ² .dia
Carga orgânica de DQO aplicada:	73 gDQO/ m ² .dia
TEMPOS DE DETENÇÃO HIDRÁULICAS (TDH)	
Fossa Séptica:	1,95 dias
Filtro 1:	25 minutos
Filtro 2:	15 minutos

Semanalmente foram realizadas as seguintes análises: pH, alcalinidade total, condutividade, turbidez, fósforo total, ortofosfato solúvel, DQO, nitrogênio total, amoniacal, nitrito e nitrato, coliformes termotolerantes, ovos de helmintos, sólidos totais e suas frações. Todas as análises seguiram os métodos preconizados por APHA, (1998).

RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta os valores das concentrações médias dos parâmetros analisados no afluente da fossa (AF) e efluente da fossa (EF) e no efluente do filtro 1 (EF1) e filtro 2 (EF2). Na Tabela 4, os valores do percentual de remoção no efluente da fossa séptica e nos filtros.

Tabela 3. Concentrações médias dos parâmetros analisados.

	AF	EF	EF1	EF2
DQO (mg/L)	377 (130,6)	214 (67,9)	103 (93,1)	73 (64,0)
pH	7,69	7,79	7,34	7,30
Fósforo Total (mg/L)	24,5 (12,99)	11,3 (3,05)	9,5 (2,96)	7,3 (2,19)
Ortofosfato (mg/L)	5,8 (1,39)	5,3 (1,12)	3,6 (0,76)	3,1 (0,81)
Turbidez	84,53 (11,90)	46,06 (8,43)	3,67 (0,98)	3,19 (0,83)
Temperatura (°C)	23,5 (0,17)	23,4 (0,08)	23,9 (0,89)	24,0 (0,04)
SST (mg/L)	184,0 (20,12)	50 (3,25)	18 (2,61)	4 (1,37)
Condutividade	1651,4 (99,97)	1723,25 (203,2)	1531,65 (100,8)	1585,1 (112,2)
Coliformes	$1,1 \times 10^7$	$2,7 \times 10^6$	$2,5 \times 10^4$	$1,8 \times 10^5$
Ovos de Helmintos	277,8 (59,73)	114,8 (21,17)	0 (0)	0 (0)

() Desvio Padrão

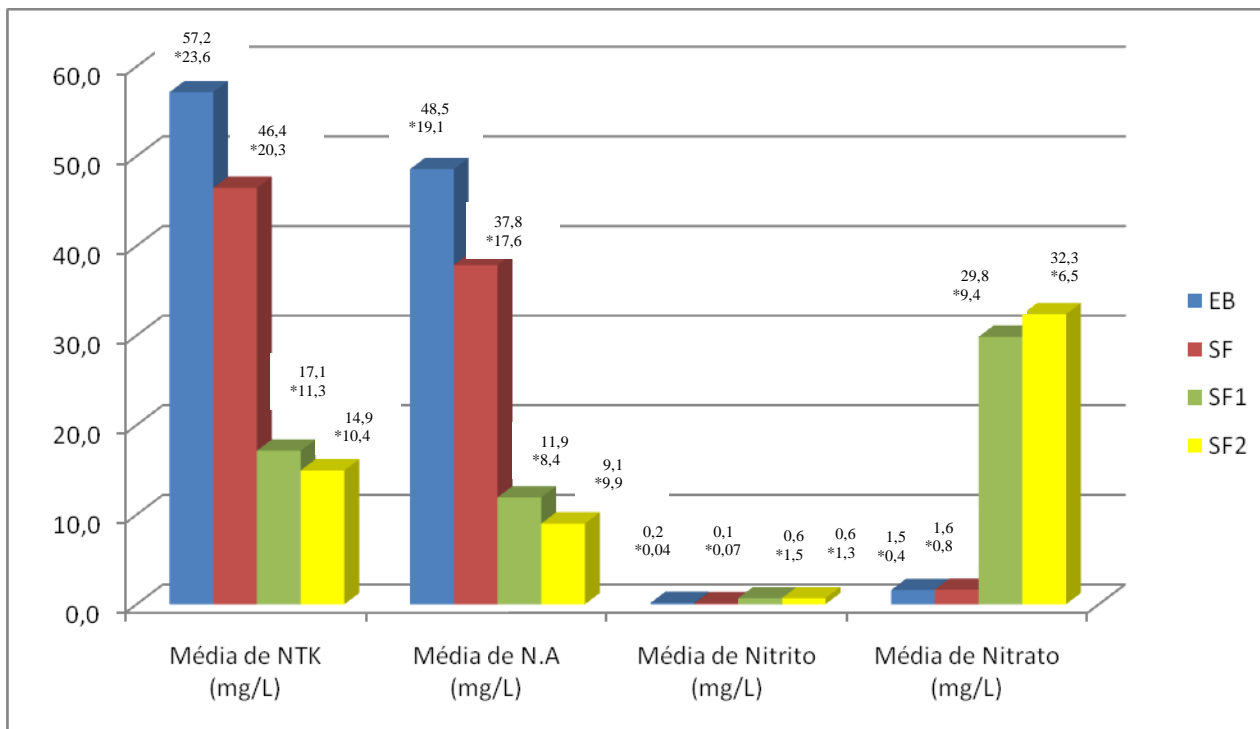
Tabela 4. Percentual de remoção dos parâmetros analisados com referência de valores do afluente do sistema.

% de Remoção			
	EF	EF1	EF2
DQO	43	73	81
SST	73	90	97
Turbidez	46	95	96
Fósforo Total	54	61	70
Ortofosfato	8,9	38	46
Coliformes termotolerantes	75	99,9	99
Ovos de Helmintos	59	100	100

A eficiência de remoção de DQO foi acima de 70%, SST acima de 90% e fósforo total acima de 60%. A remoção de ovos de helmintos foi total nos filtros de areia, enquanto que a remoção de coliformes termotolerantes (CTT) situou-se entre 2 logos (filtro 2) e 3 logos (filtro 1) sem recirculação do efluente.

Em geral, o percentual de remoção dos parâmetros físico-químicos apresentaram resultados similares.

Na Figura 2, são apresentados os dados referentes às concentrações de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato em mg/L.



(*) Desvio Padrão

Figura 2. Valores do nitrogênio total (NTK), amoniacal (NA), nitrito e nitrato no afluente e efluente da fossa séptica, e nos efluentes dos filtros de areia.

O processo de nitrificação consiste na conversão de amônio (NH_4^+) a nitrato (N-NO_3^-) via nitrito (N-NO_2^-) na presença de oxigênio molecular dissolvido e de bactérias nitrificantes quimio-autotróficas. Geralmente, o nitrogênio nos esgotos domésticos é encontrado nas formas amoniacal e orgânico (VAN HAANDEL & VAN DER LUBBE, 2007). A fração orgânica é retida por adsorção na superfície do biofilme. Esse processo ocorre de forma mais rápida em condições bastante aeradas.

Os valores de amônia caíram de ~50mg/L para ~13mg/L no efluente do filtro 1 e ~10mg/L no caso do filtro 2. Estes valores representam uma diminuição de amônia em torno de 72% no filtro 1 e 80% no filtro 2.

O processo de nitrificação nos filtros apresentaram eficiência de ~ 70% com tempos de contato do efluente no interior do filtro entre 25 e 15 minutos.

Os resultados desse trabalho mostraram que o efluente dos filtros de areia intermitentes com única passagem encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela OMS (2005), para irrigação com restrições. Está sendo investigada a eficiência do sistema na utilização de dois filtros em série para produzir efluentes dentro das diretrizes da OMS para irrigação sem restrições.

CONCLUSÕES

- A tecnologia de filtros de areia intermitentes tratando efluentes de reatores anaeróbios melhora consideravelmente a qualidade do efluente final.
- Os filtros apresentaram 100% de remoção de ovos de helmintos, e 2-3 logos de remoção de CTT com passagem única.
- Os resultados obtidos indicaram que dois filtros em séries ou o sistema de recirculação, pode diminuir a concentração de CTT para valores $< 10^3/100\text{mL}$.
- Este sistema de tratamento apresenta-se como uma alternativa promissora para produzir efluente de boa qualidade, a baixos custos, com o mínimo de desperdícios via evaporação particularmente para reúso agrícola em comunidades difusas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th. Washington: Public Health Association, 1998.
2. FAROOQ, S. e AL-YOUSEF, A. K. Slow sand filtration of secondary effluent. Journal of Environmental Engineering – ASCE. N.199, p. 615–630, 1993.
3. ISOLDI, L. A.; KOETZ, P. R. Tratamentos biológicos para remoção de matéria carbonada e nitrogenada. Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental. v. 12. 12p, 2004.
4. PROCHASKA, C. A.; ZOUBOULIS, A. I. Performance of intermittently operated sand filters: a comparable study, treating wastewater of different origins. Water, Air, and Soil Pollution. n. 147, p. 367-388, 2003.
5. TONETTI, A.L., CORAUCCI FILHO, B; STEFANUTTI, R; FIGUEIREDO, R.F.; SÃO PEDRO, C.C.O. Remoção de matéria orgânica, coliformes totais e nitrificação no tratamento de esgotos domésticos por filtros de areia. Engenharia Sanitária e Ambiental Vol.10 - Nº 3- jul-set 2005, 209-218.
6. TONETTI, Adriano Luiz. Tratamento de esgotos pelo sistema combinado filtro anaeróbio e filtros de areia / Adriano Luiz Tonetti.--Campinas, SP: [s.n.], 2008. VAN HAANDEL, A. C.; VAN DER LUBBE, J. Handbook biological waste water treatment. Design and optimisation of activated sludge systems. Ed. Uitgeverij Quist. 560p. 2007.
7. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 2: Wastewater use in agriculture. Geneva: WHO.213p, 2006a.
8. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Technical Report Series n. 778, World Health Organization, Geneva. 1989.