



II-108 - ANÁLISE DE PARÂMETROS DE EFLUENTES DE FILTROS AERÓBIOS INTERMITENTES DE AREIA COM PRÉ-TRATAMENTO DE FILTRO ANAERÓBIO PRECEDIDO DE TANQUE SÉPTICO

Leonardo Rodrigues dos Santos⁽¹⁾

Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB). Professor de Biologia da Rede Estadual da Paraíba e do Instituto Federal da Paraíba (IFPB).

Tercio José da Silva⁽²⁾

Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Professor de Ciências e Biologia da Rede Privada de Ensino.

Marco Tullio Lima Duarte⁽³⁾

Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutorando em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor de Biologia do Instituto Federal da Paraíba (IFPB).

Edmilson Dantas da Silva Filho⁽⁴⁾

Graduado em Química e em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutor em Engenharia Agrícola pela (UFCG). Professor de Química do Instituto Federal da Paraíba (IFPB).

Célia Regina Diniz⁽⁵⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Engenharia Civil (Sanitária e ambiental). Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora e Chefe de Gabinete da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua Pombal, 75 – Bairro: Lauritzen – Campina Grande - PB - CEP: 58401-366 - Brasil - Tel: (83) 98831-5815 - e-mail: leo_santosrodrigues@hotmail.com

RESUMO

O lançamento de efluentes *in natura* nos solos ou nos recursos hídricos, seja de forma direta ou indireta, resulta além de vários problemas socioambientais, em impactos significativos sobre a vida terrestre e aquática. O presente trabalho analisa resultados referentes à remoção de nutrientes e matéria orgânica de esgotos, provenientes de um bloco com salas de aula, salas departamentais e cantinas, situados no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba. Os efluentes analisados foram coletados de dois filtros (FA 1 e FA 2) que funcionavam como sistemas aeróbios intermitentes e que se apresentavam preenchidos por britas (camada superior e inferior de cada filtro) e areia (camada mediana de cada filtro). Tais filtros eram “alimentados” por meio de fluxo descendente, porém, o FA 1 recebia uma vazão de esgotos de 100 L/dia e o FA 2 uma vazão de esgotos de 200 L/dia. A carga de esgotos que alimentava o sistema de filtros aeróbios vinha de um “tanque de equalização” que acumulava os efluentes oriundos de um filtro anaeróbico precedido por tanque séptico. A análise dos efluentes dos filtros aeróbios não mostrou uma boa eficiência na remoção de matéria orgânica (< 40%, mínimo previsto pela NBR 13969/97). Já a remoção de sólidos suspensos, em ambos os filtros aeróbios foi bem satisfatória, como também ficou bastante evidente a boa capacidade de nitrificação demonstrada a partir das concentrações de nitratos que diferiram nos efluentes dos filtros, provavelmente devido as diferentes taxas de aplicação (28,31 mg/L e 19,41 mg/L, em FA 1 e FA 2, respectivamente).

PALAVRAS-CHAVE: Pós-tratamento de esgotos, Filtros aeróbios de areia, Remoção de nutrientes.

INTRODUÇÃO

De acordo WHO (2000) no mundo ocorrem anualmente 2,5 bilhões de casos de diarreia em crianças com menos de cinco anos, provocando a morte de 1,5 milhão dessas crianças por ano. No Brasil, 47,2% da



população não possui rede coletora de esgoto nem fossa séptica. Isso significa que quase 100 milhões de habitantes não dispõem desses serviços e que 84% dos distritos brasileiros lançam seus esgotos *in natura* diretamente nos solos e nos corpos aquáticos (IBGE, 2000). Considerando-se dados de 2000 a 2010, o MDDA (Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas) um departamento do Ministério da Saúde, informou que foram notificados mais de 29 milhões de casos, com os maiores números na região Nordeste, correspondendo a 39% do total, enquanto na Região Sul a porcentagem foi de apenas 9% do total dos casos (BRASIL, 2011).

Em relação ao ambiente aquático, o acúmulo de matéria orgânica contribui para aumentar a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) pelos microrganismos aeróbios decompositores, provocando sua depleção e anoxia na coluna de água, favorecendo a predominância de processos anaeróbios que desprendem gases tóxicos e mal cheirosos que alteram a composição da biota com impactos que levam à desestabilização do ecossistema aquático alterando qualidade da água (MORRISON et al., 2001).

Os esgotos incorporam também, nos corpos d'água, alta carga de nutrientes, principalmente compostos de fósforo e de nitrogênio que causam a eutrofização da água e a predominância de cianobactérias tóxicas, com alto risco de contaminação ou intoxicação dos usuários devido aos efeitos dermatotóxicos, hepatotóxicos e neurotóxicos. Excesso de cianobactérias e algas na água do manancial dificultam o tratamento de potabilização, consome maior quantidade de produtos químicos, colmatam os filtros e, ainda podem liberar substâncias que conferem sabor e odor desagradáveis à água (MIB e geosmina). Essas substâncias são difíceis de eliminar durante o tratamento convencional provocando a rejeição dos consumidores (Di BERNARDO; DANTAS, 2005). Todos esses fatores reduzem as fontes de água de boa qualidade e de fácil acesso para os habitantes das zonas urbanas e rurais, afetando a saúde e dificultando a vida cotidiana (ODJADJARE; OKOH, 2010).

Visando diminuir os impactos ambientais decorrentes do lançamento *in natura* de esgotos no solo e em corpos hídricos, torna-se importante o desenvolvimento de sistemas de tratamento dessas águas residuárias, que sejam de baixo custo, de construção e manutenção simples e fáceis de operar.

Nesse contexto, sistemas que combinem processos anaeróbios seguidos de aeróbios podem ser úteis para uma redução significativa da matéria orgânica e transformação das formas de nitrogênio e fósforo efluentes do sistema anaeróbio. Para as transformações das formas de fósforo e de nitrogênio assim como para a diminuição/eliminação dos microrganismos indicadores de contaminação fecal e de patogênicos são necessários tratamentos secundários, terciários e/ou avançados que serão responsáveis por uma significativa redução microbiana e à remoção de outros contaminantes que permitem vários benefícios inclusive o reuso do efluente tratado para diversos fins.

Os filtros biológicos aeróbios representam uma alternativa para pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, pois são de baixo custo e baixo impacto ambiental, com escassa produção de odores e ruídos. O efluente do sistema aeróbio escoar facilmente pelo meio suporte. No entanto, a matéria orgânica presente nessas águas é adsorvida pelo biofilme que os diversos microrganismos produzem sobre o substrato sólido. Ali ficam aderidos, metabolizam, crescem e se multiplicam usando a matéria orgânica remanescente durante certo tempo (tempo de detenção hidráulica) que deveria ser suficiente para a sua estabilização (GONÇALVES et al., 2012).

A proposta deste artigo consiste na análise dos resultados do pós-tratamento aeróbio de efluentes de um sistema anaeróbio (filtro anaeróbio precedido de tanque séptico) como busca de alternativas mitigadoras da problemática dos impactos ambientais, causados aos ecossistemas terrestres e aquáticos, pela descarga de esgotos domésticos sem tratamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nessa pesquisa, um tanque séptico é seguido por um filtro anaeróbio. Cada uma destas estruturas possui as seguintes dimensões observadas na Figura 1.

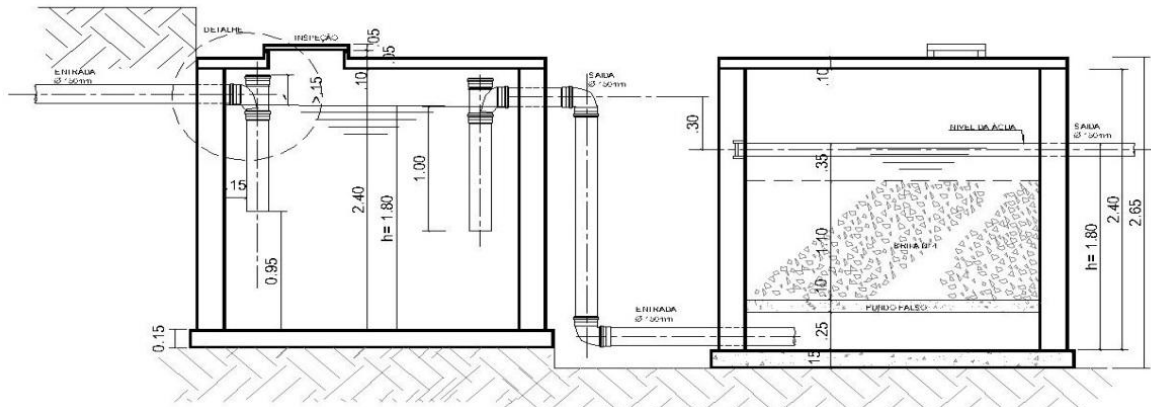


Figura 1: Corte AB do tanque séptico, seguido por filtro anaeróbio. Campina Grande, 2012

DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE PÓS-TRATAMENTO – FILTRO INTERMITENTE DE AREIA

O sistema de pós-tratamento construído nesse estudo é formado por filtros intermitentes de areia, montados com três caixas de fibra de polietileno de 500 litros cada uma. Uma das unidades atua como tanque de equalização e as outras duas como filtros aeróbios.



Figura 2: Tanque de equalização recebendo efluente do filtro anaeróbio.

A alimentação dos filtros deu-se pelo acionamento manual de duas moto bombas (motor: 0,5 hp) que funcionavam independentes e que aduziam o efluente do tanque de equalização para os filtros de areia por meio de tubulação específica para cada filtro.

Os dois filtros intermitentes de areia (FA1 e FA2) foram preenchidos com brita e areia na seguinte proporção: 15 cm de brita nº 3 na base; 30 cm de areia na porção mediana, logo acima da camada de britas da base; 15 cm de brita na porção superior, logo acima da camada de areia. A areia utilizada apresentou as seguintes medidas: densidade máxima do grão de areia = 2,4; módulo de finura = 2,38.

Na parte superior de cada filtro intermitente de areia foi montado um sistema de distribuição do efluente composto por canos de PVC, com diâmetro de 0,032 m, no qual foram feitos furos de 0,01 de diâmetro, espaçados de 0,05 em 0,05. Este sistema recebe e distribui de forma homogênea o efluente do tanque de equalização.



Figura 3: Tubulação de eliminação de efluente, localizado na parte superior da caixa, Campina Grande, 2012.

No fundo da caixa, foi colocada uma estrutura de drenagem, similar a da parte superior, que serve para captar e drenar o efluente. O efluente é eliminado do filtro intermitente de areia por uma “torneira” colocada na base de cada uma destas caixas.

Os filtros foram “alimentados” com o efluente do sistema tanque séptico/filtro anaeróbio, armazenado no tanque de equalização, por meio de fluxo descendente. O FA1 recebeu uma vazão de 100 L/dia (2 minutos e 45 segundos de bombeamento, marcado com cronômetro) o que corresponde a uma taxa de aplicação, para este filtro, de 110 L/m² /dia. Já o FA2 recebeu uma vazão de 200 L/dia (5 minutos e 30 segundos de bombeamento) o que corresponde a uma taxa de aplicação, para este filtro, de 220 L/m² /dia.

As amostras foram coletadas em garrafas estéreis plásticas brancas, foscas e de 1 litro, que eram mantidas em uma caixa de isopor com gelo até a chegada ao laboratório.

Abaixo estão representados os parâmetros físicos e químicos usados para caracterizar os efluentes dos filtros aeróbios, e as respectivas metodologias usadas na pesquisa.

Tabela 1: Parâmetros físicos, químicos e as metodologias de análise, Campina Grande, 2012

Variáveis	Metodologia	Referência
Temperatura (°C).	Termômetro (0,01 de resolução)	APHA 2005
pH	Potenciométrico	APHA 2005
Nitrogênio Kjeldahl - NTK (µg/l)	Titulométrico	APHA 2005
Nitrogênio amoniacal - N-NH ₄ (µg/l)	Titulométrico	APHA 2005
Nitrito- N-NO ₂ (µg/l)	Colorimétrico	APHA 2005
Nitrato - N-NO ₃ (µg/l)	Colorimétrico	APHA 2005
Demanda Química de Oxigênio – DQO(mg/l).	Digestão do dicromato de potássio	APHA 2005
Variáveis	Metodologia	Referência
Sólidos Totais - ST	Gravimétrico	APHA 2005
Sólidos Totais Fixos - STF	Gravimétrico	APHA 2005
Sólidos Totais Voláteis -STV	Gravimétrico	APHA 2005
Sólidos Suspensos Totais - SST	Gravimétrico	APHA 2005
Sólidos Suspensos Fixos - SSF	Gravimétrico	APHA 2005
Sólidos Suspensos Voláteis - SSV	Gravimétrico	APHA 2005

CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA (E)

De acordo com Dacach (1991) e Solano et al. (2004), a eficiência do tratamento de esgoto é a percentagem removida de um determinado atributo, que pode ser determinada pela seguinte equação: $Ef (\%) = 100 [(Co - Ce)/Co]$,

em que:

% = eficiência percentual de remoção de determinado atributo;

Co = concentração afluente do atributo e;

Ce = concentração efluente do atributo.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A eficiência dos filtros aeróbios foi observada a partir da comparação dos seus efluentes com os efluentes de outras recolhidos em outras partes do sistema experimental bem como também do esgoto que adentrava o tanque séptico. As tabelas a seguir expõem os vários parâmetros analisados e seus respectivos valores:

Tabela 2: Valores e parâmetros analisados no esgoto bruto, efluentes do tanque séptico/filtro anaeróbio, efluentes do filtro de areia 1 e do filtro de areia 2. Campina Grande, 2012

ESGOTO BRUTO	pH	TEMP. (°C)	N-NO₂ (mg/L)	N-NO₃ (mg/L)	NTK (mg/L)	N-NH₄ (mg/L)
MÉDIA	8,2	28,7	0,07	0,52	124,62	62,10
MINIMO	7,2	20,3	0,01	0,16	22,40	22,40
MÁXIMO	9,1	39,1	0,26	1,01	411,60	103,60
DP	0,4	5,1	0,07	0,18	92,53	26,40
MEDIANA	8,4	28,8	0,03	0,50	93,80	56,00
MODA	8,4	30,1	0,01	0,46	28,00	56,00
CV %	5,0	17,7	106,3	35,7	74,3	42,5
TANQUE DE EQUALIZAÇÃO	pH	TEMP. (°C)	N-NO₂ (mg/L)	N-NO₃ (mg/L)	NTK (mg/L)	N-NH₄ (mg/L)
MÉDIA	7,8	28,8	0,04	0,32	115,37	68,47
MINIMO	6,7	16,1	0,01	0,09	19,60	22,90
MÁXIMO	9,1	38,3	0,18	0,65	302,40	126,00
DP	0,7	5,0	0,04	0,13	76,09	31,51
MEDIANA	8,0	29,0	0,02	0,29	109,75	71,40
MODA	7,3	28,8	0,01	0,30	28,00	56,00
CV %	8,5	17,3	118,4	40,7	65,9	46,0
FILTRO 1	pH	TEMP. (°C)	N-NO₂ (mg/L)	N-NO₃ (mg/L)	NTK (mg/L)	N-NH₄ (mg/L)
MÉDIA	5,8	29,1	0,10	28,31	38,21	34,01
MINIMO	4,6	22,5	0,01	8,20	8,90	8,40
MÁXIMO	6,9	34,7	0,32	67,00	120,40	53,20
DP	0,6	6,8	0,10	17,86	23,09	12,23
MEDIANA	5,8	29,2	0,05	19,35	35,80	35,00
MODA	5,8	30,1	0,32	-	36,40	36,40
CV %	10,7	23,3	103,9	63,1	60,4	36,0
FILTRO 2	pH	TEMP. (°C)	N-NO₂ (mg/L)	N-NO₃ (mg/L)	NTK (mg/L)	N-NH₄ (mg/L)
MÉDIA	6,0	29,6	0,13	19,41	45,25	36,77
MINIMO	4,5	21,5	0,01	8,20	11,20	14,00
MÁXIMO	6,9	35,4	0,64	63,72	109,20	70,00
DP	0,5	3,5	0,16	11,69	22,78	14,18
MEDIANA	6,0	29,5	0,05	16,58	37,30	33,60
MODA	5,8	28,1	0,03	11,94	33,60	33,60
CV %	8,8	11,7	125,9	60,2	50,4	38,6

Tabela 3: Valores e parâmetros analisados no esgoto bruto, efluentes do tanque séptico/filtro anaeróbio, efluentes do filtro de areia 1 e do filtro de areia 2. Campina Grande, 2012.

ESGOTO BRUTO	ST (mg/L)	STV (mg/L)	STF (mg/L)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	SSF (mg/L)	DQO (mg/L)	DQO FILT (mg/L)
MÉDIA	1222,9	891,8	511,8	98,3	72,2	28,3	562,4	358,2
MINIMO	68,0	48,0	16,0	12,0	16,0	2,0	400,1	173,4
MÁXIMO	4416,0	4216,0	1682,0	258,0	188,0	88,0	717,0	600,9
DP	926,9	1096,4	397,1	69,7	52,9	23,7	118,6	145,1
MEDIANA	1088,0	544,0	476,0	78,0	74,0	24,0	563,8	400,0
MODA	-	-	100,0	102,0	16,0	28,0	-	400,0
CV %	75,8	122,9	77,6	70,9	73,3	83,7	21,1	40,5

TANQUE DE EQUALIZAÇÃO	ST (mg/L)	STV (mg/L)	STF (mg/L)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	SSF (mg/L)	DQO (mg/L)	FILT (mg/L)
MÉDIA	783,3	438,4	385,9	33,8	28,3	12,1	397,8	245,6
MINIMO	34,0	52,0	138,0	2,0	2,0	2,0	129,1	100,1
MÁXIMO	2110,0	2106,0	832,0	58,0	40,0	60,0	564,0	487,5
DP	447,6	384,6	168,1	13,0	9,6	12,8	125,1	107,5
MEDIANA	666,0	388,0	372,0	34,0	30,0	8,0	454,2	209,0
MODA	636,0	274,0	362,0	32,0	32,0	2,0	501,0	200,0
CV %	57,1	87,7	43,6	38,5	34,0	105,8	31,4	43,8

FILTRO 1	(mg/L)	STV (mg/L)	STF (mg/L)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	SSF (mg/L)	DQO (mg/L)	(mg/L)
MÉDIA	787,6	537,4	368,7	25,5	18,3	9,4	375,8	234,1
MINIMO	90,0	70,0	74,0	10,0	2,0	2,0	122,7	101,0
MÁXIMO	1610,0	2400,0	668,0	78,0	34,0	48,0	677,0	495,8
DP	279,2	474,7	136,1	17,7	8,8	10,2	184,8	114,8
MEDIANA	820,0	420,0	348,0	22,0	16,0	6,0	408,8	206,4
MODA	-	-	302,0	10,0	12,0	6,0	465,0	223,0
CV %	35,4	88,3	36,9	69,4	48,1	108,7	49,2	49,0

FILTRO 2	ST (mg/L)	STV (mg/L)	STF (mg/L)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	SSF (mg/L)	DQO (mg/L)	DQO FILT (mg/L)
MÉDIA	680,1	406,5	341,5	23,7	22,3	7,9	333,2	230,97
MINIMO	44,0	94,0	26,0	8,0	2,0	2,0	166,7	103,00
MÁXIMO	1044,0	830,0	672,0	112,0	176,0	32,0	564,0	466,67
DP	238,7	188,7	181,7	21,8	33,9	6,6	126,3	84,28
MEDIANA	724,0	406,0	376,0	16,0	16,0	6,0	325,0	212,95
MODA	700,0	408,0	304,0	14,0	8,0	4,0	229,2	197,00
CV %	35,1	46,4	53,2	91,9	151,8	83,5	37,9	36,49

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As discussões a seguir estão baseadas apenas nos efluentes dos filtros aeróbios intermitentes de areia.

Apesar de apresentar ligeiro aumento de temperatura após passagem pelos filtros de areia, os valores estão abaixo do máximo estabelecido pela Resolução nº 430/11 para lançamentos de efluentes, que é de 40°C.

O pH foi idêntico nos efluentes, com variações entre 4,6 a 6,9 (FA 1) e 4,5 a 6,9 (FA2), e médias de 5,8 e 6,0 respectivamente. O crescimento ótimo das bactérias metanogênicas, de acordo com Van Haandel e Lettinga (1994) e Metcalf & Eddy (2003), situa-se na faixa de pH entre 6,6 e 7,4 e as bactérias desnitrificantes, segundo Barnes e Bliss (1983), tem melhor desempenho em pH na faixa de 6,5 a 7,5. Segundo Ávila (2005) a faixa de

pH considerada ótima para a digestão anaeróbia é de 6,8 a 7,5. Verifica-se que ao longo do período experimental dos filtros de areia, que o pH dos efluentes mantiveram-se na faixa ácida (4,5 para 6,5) e que ocorreu uma diminuição no valor do pH. O fato deve-se ao processo de nitrificação nos filtros aeróbios. As médias do pH observadas nos efluentes dos filtros aeróbios estão dentro do necessário para a produção deste biofilme. De acordo com a Resolução CONAMA nº 430/11, que permite o lançamentos de efluentes com pH entre 5,0 e 9,0 nota-se que os efluentes dos filtros apresentaram valores bastante satisfatórios (BRASIL, 2011). Ainda em relação a este parâmetro, Tonetti *et al.* (2005) destacam que os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológicos dos esgotos necessitam de um pH que varie entre 4,0 e 8,0 caso contrário, existe impedimento para a formação do biofilme, responsável pela depuração do efluente.

A DQO total média foi de 375,8 mg/L (FA1) e no FA2, foi de 333,2 mg/L, após a passagem pelos filtros intermitentes de areia, ou seja, uma diferença significativa de 33,18 % e 40,75 respectivamente, quando comparada as concentrações do esgoto bruto ($F=7,955$, $p<0,0001$). Já DQO filtrada no FA1 teve média de 234,1 mg/L e no FA2, média de 230,97 mg/L, com eficiência de remoção de 34,65% e 35,52%, respectivamente. De acordo com a NBR 13969/97 a faixa provável de remoção dos poluentes, nos filtros de areia, considerado em conjunto com o tanque séptico é de 40% a 75%. Portanto a remoção de matéria orgânica pelo sistema ainda encontra-se abaixo do mínimo provável pela norma. Possivelmente, o curto tempo de detenção hidráulica no tanque séptico justifica a baixa remoção de DQO. Esses resultados podem estar associados a falta de limpeza periódica no tanque séptico, o que pode ter diminuído a eficiência de remoção de matéria orgânica. Apesar da remoção de matéria orgânica estar um pouco abaixo do mínimo desejável, o tratamento ocorrido no sistema contribui para a diminuição do impacto ambiental ao minimizar o lançamento de esgotos brutos em cursos de águas, prevenindo ou diminuindo a poluição, a contaminação e a eutrofização e favorecendo a conservação do solo.

Quanto à remoção dos sólidos, observou-se uma ótima eficiência nos efluente dos filtros de areia, o que confere um excelente aspecto para reusos urbanos em que aspectos estéticos são relevantes (SILVA, 2006). A Organização Mundial da Saúde recomenda um limite de 30,0 mg SS/l para reuso em irrigação e em recarga de aquífero. Essa característica é muito importante também para o uso desses efluentes em hidroponia, em que a eliminação de sólidos é fundamental para evitar sua retenção nas raízes e, conseqüentemente, sua decomposição anaeróbia, que seria danosa ao desenvolvimento das plantas (ANDRADE NETO *et al.*, 2005).

A tabela a seguir demonstra os valores relativos às médias e às remoções observadas:

Tabela 4: Valores médios e eficiência de remoção de sólidos no esgoto bruto e nos efluentes do tanque séptico/filtro anaeróbio e dos filtros de areia 1 e 2.

Parâmetro		EB	Efluente Tanque Séptico/Filtro Anaeróbio	Efluente Filtro de Areia 1	Efluente Filtro de Areia 2
ST	Média (mg.L ⁻¹)	1222,9	783,3	787,6	680,1
	Remoção %	-	35,95	35,60	44,39
STV	Média (mg.L ⁻¹)	891,8	438,4	537,4	406,5
	Remoção %	-	50,84	39,74	54,42
STF	Média (mg.L ⁻¹)	511,8	385,9	368,7	341,5
	Remoção %	-	24,60	27,96	33,27
SST	Média (mg.L ⁻¹)	98,3	33,8	25,5	23,7
	Remoção %	-	65,62	74,06	75,89
SSV	Média (mg.L ⁻¹)	72,2	28,3	18,3	22,3
	Remoção %	-	60,80	74,65	69,11
SSF	Média (mg.L ⁻¹)	28,3	12,1	9,4	7,9
	Remoção %	-	57,24	66,78	72,08

Na Tabela a seguir é apresentada a eficiência percentual de remoção da carga poluidora de atributos do esgoto sanitário, N-NO₂, N-NO₃, NTK, N-NH₄.

Tabela 5: Valores médios e eficiência de remoção de N-NO₂, N-NO₃, NTK, N-NH₄, no esgoto bruto e nos efluentes do tanque séptico/filtro anaeróbio e dos filtros de areia 1 e 2.

Parâmetro		EB	Efluente Tanque Séptico/Filtro Anaeróbio	Efluente Filtro de Areia 1	Efluente Filtro de Areia 2
N-NO ₂ (mg/L)	Média (mg.L ⁻¹)	0,07	0,04	0,1	0,13
	Remoção		42,9%	-42,9%	-85,7%
N-NO ₃ (mg/L)	Média (mg.L ⁻¹)	0,52	0,32	28,31	19,41
	Remoção		38,5%	-5344,2%	-3632,7%
NTK (mg/L)	Média (mg.L ⁻¹)	124,62	115,37	38,21	45,25
	Remoção		7,4%	69,3%	63,7%
N-NH ₄ (mg/L)	Média (mg.L ⁻¹)	62,1	68,47	34,01	36,77
	Remoção		-10,3%	45,2%	40,8%

Observa-se, de acordo com os valores expostos na tabela 5, uma diminuição das formas reduzidas do nitrogênio e o aumento das formas oxidadas nos efluentes dos filtros devido à influência da taxa de aplicação entre os dois filtros operados. De acordo com Silva (2006) o expressivo grau de nitrificação do efluente indica a natureza aeróbia do processo de digestão.

O fracionamento da carga hidráulica diária em um número maior de doses favorece os mecanismos de convecção para aporte de oxigênio ao meio filtrante, tendência também observada neste experimento. Entretanto, a ausência de medições dos teores de gases na atmosfera do leito não permite concluir a relevância maior entre os dois mecanismos apontados como responsáveis pelo fornecimento de oxigênio para os processos biológicos: convecção e difusão. Com relação às vazões de 2 minutos e 45 segundos para FA1 e 5 minutos e 30 segundos para FA2, não se observou diferenças significativas entre os dois tratamentos, excetuando-se para nitratos.

Observa-se que os filtros aeróbios intermitentes de areia apresentaram boa capacidade de realizar o processo de nitrificação. A diferença significativa ($p < 0,05$) observada na concentração de nitratos assegura a influência no elevado valor da taxa de aplicação superficial no Filtro 2. A maior concentração de nitrito observada no efluente do filtro 2 confirma a insuficiência de oxigênio, devido provavelmente a alta taxa de aplicação em relação ao filtro 1 ($F1 = 110 \text{ L/dia-1/m}^2$; $F2 = 220 \text{ L/ dia-1/m}^2$).

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados e discutidos pode-se concluir que:

Houve baixa remoção de matéria orgânica expressa como DQO total e DQO filtrada. As eficiências de remoção apresentaram-se abaixo do mínimo previsto pela NBR 13969/97 que é de 40%.

Esses resultados podem ser resultantes do curto tempo de detenção hidráulica no tanque séptico decorrente da falta de limpeza periódica no tanque séptico para a retirada do lodo, diminuindo a eficiência de remoção de matéria orgânica, passando a funcionar como uma simples caixa de passagem.



Foram registradas ótimas eficiências na remoção de sólidos suspensos no efluente dos filtros aeróbios intermitentes de areia, conferindo-lhes um excelente aspecto para reusos urbanos nas suas mais variadas finalidades para o parâmetro em questão.

Os filtros aeróbios de areia mostraram-se eficientes na remoção dos nutrientes, mostrando boa capacidade de nitrificação, revelada nas concentrações de nitratos.

As diferentes taxas de aplicação nos dois filtros aeróbios intermitentes de areia influenciaram no processo de nitrificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE NETO, C. O.; MELO, H. N. S.; ABUJAMRA, R. C. P. Utilização de água residuária tratada em sistemas hidropônicos. In: WORKSHOP USO E REÚSO DE ÁGUAS DE QUALIDADE INFERIOR, 2005, Uso e reúso de águas: Realidades e perspectivas. Campina Grande. Anais... Campina Grande: UFCG; UEPB, 2005, cap. 8. CD-ROM.
2. ÁVILA, R. O. Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte. 166f. 2005. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
3. BARNES, D.; BLISS, P. J. Biological control of nitrogen in wastewater treatment. London: E & F. N. Spon, 1983.
4. BRASIL, 2011. Ministério da Fazenda. Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas - MDDA. 2011. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/tabela_casos_dda_04_10_11.pdf>. Acesso em: 13 de setembro 2012.
5. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2. ed. São Carlos: Rima, p. 792, 2005.
6. GONÇALVES, R. F. et al. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por reatores com biofilme. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabCarlos/Cap-4.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2012.
7. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2000. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 nov. 2011.
8. METCALF; EDDY. Wastewater Engineering: treatment, disposal and reuse. New York: McGraw-Hill, 2003. 1334 p.
9. MORRISON, G. et al. Assessment of the impact of point source pollution from the Keiskammahoek Sewage Treatment Plant on the Keiskamma River – pH, electrical conductivity, oxygen demanding substance (COD) and nutrients. Water SA. v.27, p.475-480, 2001.
10. ODJADJARE, E.; OKOH, A. Physicochemical quality of an urban municipal wastewater effluent and its impact on the receiving environment. Environmental Monitoring and Assessment, v.170, p.383-394, 2010.
11. SILVA, E. H. B. C. Polimento de efluente de UASB com filtros intermitentes de areia. 2006. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador.
12. TONETTI et al. Remoção de matéria orgânica, coliformes totais e nitrificação no tratamento de esgotos domésticos por filtros de areia. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v.10, n.3, July/sept. 2005.
13. VAN HAANDEL, A.C.; LETTINGA, G. Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1994, 232p.
14. WHO. World Health Organization. Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report. World Health Organization and United Nations Children's Fund, 2000, 87p.