



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE E PROPOSTA DE TRATAMENTO DE EFLUENTE DOMÉSTICO EM UNIVERSIDADES ATRAVÉS DE UM VERMIFILTRO COM MINHOCAS DA ESPÉCIE *EINSENIA ANDREI*

Katiúscia Rothmund – katiuscia-rothmund@hotmail.com – Universidade de Santa Cruz do Sul

Adilson Moacir Becker Junior - adilsonj@unisc.br – Universidade de Santa Cruz do Sul

Resumo: *A disposição de efluente doméstico bruto sem tratamento em cursos d'água modifica as características naturais da água a partir do ponto de lançamento afetando sua qualidade para consumo humano ou mesmo para uso em atividades agropecuárias. Neste sentido, o presente artigo apresenta uma avaliação do desempenho de um sistema de tratamento de esgoto doméstico por vermifiltração. O sistema foi operado por dois meses em fluxo intermitente com uma taxa de aplicação superficial de 500 Lm⁻².dia⁻¹, constituídos por uma estrutura cilíndrica em PVC de 200 mm de diâmetro e um leito dividido em cinco camadas. A espécie de minhoca empregada foi a Eisenia andrei em uma densidade de 700 indivíduos. A eficiência foi determinada por meio de análises de potencial hidrogeniônico (pH) turbidez (TU), condutividade elétrica (CE), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO). Foi monitorada também a concentração dos sólidos suspensos (SS) nitrogênio total (NTK), nitrogênio amoniacal e o fósforo (P).*

Palavras-chave: *efluente doméstico, tratamento, vermifiltração, Eisenia andrei*

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

EVALUATION OF THE VIABILITY AND PROPOSAL OF TREATMENT OF DOMESTIC EFFLUENT IN UNIVERSITIES THROUGH A VERMIFILTRO WITH EYES OF THE SPECIES EISENIA ANDREI

Abstract: *The disposal of domestic wastewater in watercourses modifies the natural characteristics of water affecting its quality for human consumption or even for use in agricultural activities. The present article presents an evaluation of the performance of a wastewater treatment system by vermifiltration. The system has been operated for two months in intermittent flow with a surface application rate of 500 Lm⁻².dia⁻¹, consisting of a PVC cylindrical structure of 200 mm in diameter and a bed divided into five layers. The worm species employed was the Eisenia andrei at a density of 700 individuals. The efficiency was determined by analysis of pH, turbidity (TU), electrical conductivity (EC), biochemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD). The concentration of suspended solids (SS), total nitrogen (NTK), ammoniacal nitrogen and phosphorus (P) were also evaluated.*

This document presents detailed instructions...

Keywords: *domestic effluent, vermifiltration, Eisenia Andrei*

1. INTRODUÇÃO

A disposição de efluente doméstico bruto em cursos d'água modifica as características naturais da água a partir do ponto de lançamento afetando sua qualidade para consumo humano ou mesmo para uso em atividades agropecuárias (SARTORI, 2010).

O investimento no tratamento de efluentes, pode significar um grande salto para o desenvolvimento em termos da dotação da infraestrutura requerida para proteger o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida da população.

Usualmente os tratamentos de efluentes empregados se baseiam em tratamento preliminar, primário, secundário e terciário (CHERNICHARO et al. 2006). Porém, as tecnologias convencionais de tratamento representam alto custo de implementação se aplicadas em regiões descentralizadas (SARTORI, 2010). Conforme citado por MADRID (2016), o tratamento tradicionalmente adotado no Brasil (IBGE, 2010a) e no mundo, quando não há acesso a uma rede de coleta de esgotos, é o tanque séptico, principalmente devido ao seu baixo custo de implantação e sua operação simplificada (MASSOUD et al. 2009). Porém, quando mal projetado, construído ou operado também pode oferecer elevados riscos de contaminação ao ambiente e à população (CARROLL et al., 2006).

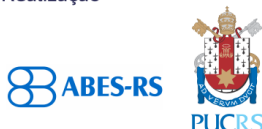
Uma opção para solucionar o problema do tratamento do esgoto doméstico em pequenas comunidades rurais é o uso dos vermifiltros (SARTORI, 2010). Essa técnica apresenta valor econômico relativamente inferior aos mecanismos convencionais de tratamento e possui eficiência semelhante senão maior. LAWS (2003) analisou a qualidade da filtração de vermifiltros e obteve remoção de 95% na demanda química de oxigênio, 80% dos sólidos suspensos totais e 70% no nitrogênio e fósforo.

Deste modo, o presente trabalho visa avaliar o desempenho de um vermifiltro no tratamento de efluente doméstico utilizando o efluente gerado na Universidade de Santa Cruz do Sul.

2. REVISÃO TEÓRICA

Segundo VON SPERLING (1996), a poluição das águas é a incorporação de substâncias ou formas de energia que, direta ou indiretamente, modificam a natureza do corpo d'água de uma

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

maneira tal que deterioram os legítimos usos que dela são feitos. A poluição hídrica de maior significância em volume e carga é de natureza orgânica, especialmente por estar ligada à composição dos esgotos domésticos (LEITE, 2004).

Ademais, o lançamento de efluentes domésticos sem tratamento nos cursos d'água também são motivadores do processo de eutrofização, sendo ele o aumento de nutrientes no meio aquático, como fósforo e nitrogênio, podendo evoluir para a degradação do ecossistema aquático (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2006). Além disso, florações de algas tóxicas, proliferação de organismos vetores e transmissores de doenças estão associadas a eutrofização (SCARIOT, 2008).

Conforme dados da FUNASA (2007), atualmente, cerca de 60% da população urbana brasileira é atendida por redes coletoras de esgotos, com posterior tratamento convencional para remoção das concentrações de poluentes através de sistemas aeróbios ou anaeróbios com etapas de tratamento preliminar, primário, secundário e pós-tratamento (VON SPERLING, 1996). Porém a carência ainda existe e está localizada, basicamente, nas periferias das cidades, na zona rural e no interior (FUNASA, 2007). Inexistência de saneamento básico é um fator alarmante por se tratar de constante lançamento de poluentes no meio ambiente (RHEINHEIMER et al., 2003 apud CASALI, 2008).

2.1 Efluentes Domésticos

Conforme a Norma Brasileira, NBR 9648/1986, o efluente doméstico é definido como despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas (ABNT, 1986). A geração de efluentes pode sofrer variações, contribuindo para modificações nas características físicas e químicas, bem como de concentração e composição (POTIER; PONS, 2006).

2.2 Efluente doméstico na universidade

Grandes são as semelhanças entre instituições de ensino superior e pequenos núcleos urbanos uma vez que disponibilizam práticas de ensino assim como serviços de preparo e vendas de refeições e centros de encontro (TAUCHEN, 2006. Apud BERTOLINO, 2007). Os mais diversos empregos dados a água resultam em efluentes com variadas características e assim como há uma particularização para efluentes domésticos, da mesma maneira as instituições de ensino terão um esgoto característico relativo a suas atividades (MENEZES, 2017).

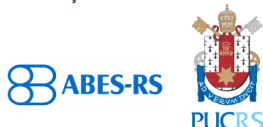
Estudo realizado por VOESE (2008), o qual caracterizou o efluente proveniente da Universidade de Santa Cruz do Sul relatou baixa concentração de DQO (inferior a 400 mg/L) e altos valores de nitrogênio amoniacal (70-500 mg/L) na universidade. BENN E AULIFFE (1981), citado por DELLAGIUSTINA (2000), explicam que maior parte do conteúdo de nitrogênio do efluente doméstico provém da urina, sob a forma de ureia. Estudos similares realizados em outras universidades do país relatam valores médios de DBO e DQO de 280 e 670 mg/L respectivamente, que são concentrações típicas de esgoto doméstico (BERTOLINO, 2007).

2.3 Tratamento de efluentes domésticos

O nível de remoção dos poluentes dos efluentes, de forma a adequá-lo ao lançamento à qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente, está associado aos conceitos de nível e eficiência no tratamento.

Essa eficiência pode ser atingida através de um tratamento biológico, que consiste na remoção de contaminantes via atividade biológica de modo a remover substâncias orgânicas biodegradáveis, coloidais ou dissolvidas do efluente (BRANCO 1986). A razão dos processos biológicos reside na capacidade dos microrganismos utilizarem compostos orgânicos biodegradáveis, transformá-los em subprodutos e posteriormente serem removidos do sistema de tratamento. (CHERNICHARO, 1997).

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

A degradação biológica pode acontecer na presença de oxigênio livre sendo o fundamento básico do processo aeróbio. Neste sistema existem uma gama de microrganismos que em conjunto atuam no processo de estabilização de matéria orgânica. De acordo com VON SPERLING (1996a), os processos de tratamento aeróbio são divididos em crescimento suspenso e crescimento aderido, que que diz respeito a maneira com a qual os microrganismos estão dispostos no reator de tratamento.

Filtro biológico percolador representa um sistema de tratamento aeróbio em forma de crescimento aderido, onde o efluente percola por um leito fixo, de forma contínua e uniforme, em que há presença de microrganismos que se desenvolvem na forma de biofilme devido a percolação do efluente, resultando em uma matriz biológica ativa responsável pela eliminação e modificação de substâncias coloidais e dissolvidas por meio de oxidação bioquímica (VIEIRA, 2013; ALMEIDA, 2007). As superfícies de contato, normalmente irregulares, porosas ou providas de interstícios do material de enchimento presente no leito, tem grande importância no funcionamento do sistema, pois agem como meios potenciais para o crescimento inicial do biofilme. O meio suporte evita que os sólidos em suspensão sejam carregados para fora do filtro, pois age como uma barreira física. Essa ação acarreta na melhora de processos como a desnitrificação associada à respiração endógena como fonte de carbono (TANDUKAR et al., 2007), citado por MARTINS, 2016.

2.4 Tratamento descentralizado de efluentes domésticos

Os sistemas centralizados são os mecanismos empregados nos núcleos urbanos para garantia de saneamento básico (SUBTIL, 2016). Trata-se de um procedimento de tratamento que integra um conjunto de instrumentos e instalações propostos a coletar, transportar, tratar e destinar de maneira apropriada grandes volumes de esgotos domésticos. Porém, esse sistema não se torna acessível a pequenas comunidades ou comunidades rurais devido aos custos de implantação, operação e manutenção (MASSOUD et al., 2009; SABRY, 2010).

Desta forma, os sistemas descentralizados são uma escolha atrativa uma vez que há redução de custos em relação ao tratamento a longo prazo e a possibilidade de contribuição a recuperação de recursos presentes no efluente (SUBTIL, 2016). Os sistemas descentralizados são sistemas que atendem ao tratamento de efluentes provenientes de residências, bairros e pequenas comunidades que não tem acesso ao tratamento centralizado (MASSOUD et al., 2009). Neste formato, não existe apenas uma estação de tratamento de águas residuais servindo uma população em uma área definida, mas certamente mais do que um e, provavelmente, com uma variedade de tratamento e tecnologias (LIBRALATO et al.2012).

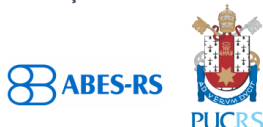
2.5 Vermifiltros: filtros percoladores com minhocas

É um modelo de gerenciamento de esgotos doméstico de forma sustentável e aplicável a zonas rurais de maneira descentralizada. (MASSOUD et al., 2009, citado por Santos, 2013).

Filtros percoladores com a presença de minhocas são conhecidos como vermifiltros, sendo filtros aeróbios que contém minhocas e microrganismos que juntos realizam a degradação da matéria orgânica (VIGUEROS et al. 2013). Os filtros são compostos de uma camada superior de substrato com material orgânico e minhocas, as quais têm papel de aeradoras, pois escavam galerias por onde o oxigênio circula, promovendo o desenvolvimento microbiano. Como consequência, há o aumento da superfície específica do meio e da capacidade de retenção de compostos orgânicos e inorgânicos (VIGUEROS et al. 2013). Além disso, apresenta uma base de filtração podendo ser de pedras, onde ocorre a formação de flora bacteriana para digestão de matéria orgânica não decomposta na camada superior (SOTO; TOHÁ, 1998).

A espécie de minhocas empregada no sistema é a epigêica detritívora (SINHA et al. 2008), devido a capacidade de degradarem materiais orgânicos que se encontram em etapas primárias ou intermediárias de decomposição (AIRA, 2008). A *Eisenia Andrei*, conforme estudado por NADOLNY,

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

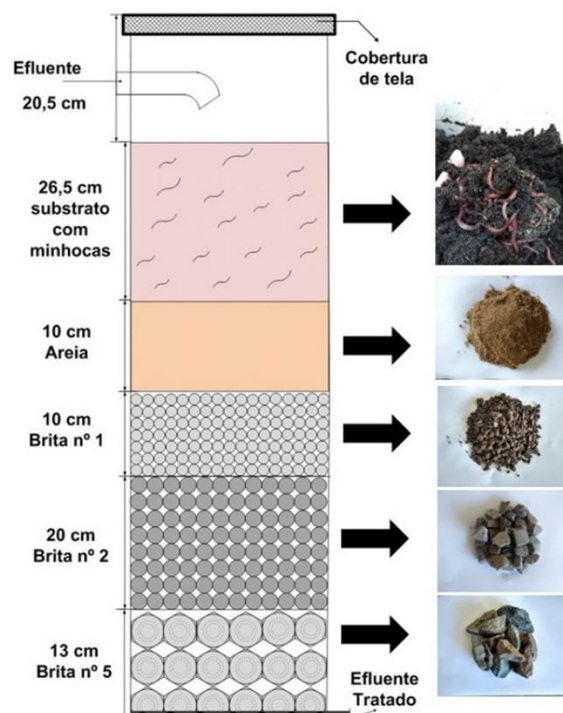
2009; DOMINGUEZ et al., 2005 e citado por MADRID, 2016; apresenta maior capacidade de aproveitamento de resíduos orgânicos e maiores taxas de crescimento e reprodução. A vermifiltração é um sistema que se adapta perfeitamente a variações bruscas de pH, temperatura e alta incidência de radiação solar, além de ser eficiente na remoção de matéria orgânica se comparando a outros de maiores custos (SOTO e TOHÁ, 1998). Outra vantagem do processo está no fato da não liberação de mal odores, devido a presença das minhocas que auxiliam aeração natural do meio inibindo a ação de microrganismos anaeróbios que liberam gases de forte odor, tais como sulfeto de hidrogênio e mercaptanos (SINHA et al. 2008).

3 METODOLOGIA

O sistema de tratamento de esgotos sanitários por vermifiltração foi instalado nas dependências do Laboratório de Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, sendo utilizado esgoto bruto proveniente da rede coletora interna do campus para alimentação do reator. O sistema foi operado com uma unidade comparativa de controle em paralelo (branco), constituído por um biofiltro semelhante ao vermifiltro, porém sem minhocas.

Os reatores de vermifiltro foram construídos em tubulação de PVC de 200 mm de diâmetro, com altura total de 1,0 m, totalizando 31,4 litros. Para o leito foram adotadas camadas com profundidades e características granulométricas baseadas em pesquisa conduzida MADRID (2016), conforme pode ser visualizado na Figura 1.

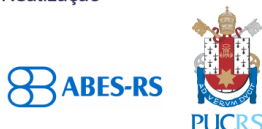
Figura 1: Protótipo de filtro percolador com minhocas



Fonte: Autor, 2018

Os reatores foram construídos com área superficial de 0,062 m² e operados com uma Taxa de Aplicação Superficial (TAS) de 500 L.m⁻².dia⁻¹, conforme estudo realizado por MADRID (2016). A alimentação seguiu um fluxo intermitente e para tal foram adotadas 10 aplicações diárias com dosagens de 50 L.m⁻² cada uma. Desse modo, cada dosagem foi de 1,57 L, resultando em uma aplicação diária de

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

15,7 L em cada biofiltro. O efluente abastecia os filtros por meio de uma bomba peristáltica a uma vazão constante e por gravidade.

A densidade populacional inicial das minhocas adotada foi a mesma utilizada por MADRID (2016), correspondendo, em média, a 700 minhocas e a espécie empregada foi a *Eisenia Andrei*, que conforme estudado por NADOLNY, 2009; DOMINGUEZ et al., 2005 e citado por MADRID, 2016; apresentaram em relação a outras espécies maior capacidade de aproveitamento de resíduos orgânicos e maiores taxas de crescimento e reprodução.

Para garantir o número de indivíduos ideal, estes foram reproduzidos em um solo formado por pó de casca de coco e esterco bovino, na proporção de 1:1. O esterco escolhido foi de origem bovina, seco ao sol para garantir a desfaunação do meio além do congelamento por torno de 48 horas. A preparação do solo exigiu controle de umidade que foi realizada de forma que ao se espremer suavemente o substrato com as mãos se formassem pequenas gotículas de água entre os dedos, sem escorrer excessivamente. Para garantir o acasalamento e reprodução entre as minhocas, foi posto na parte central da solo uma mistura de aveia fina em flocos com água e posterior recobrimento da mesma.

Já o monitoramento das características físicas e químicas do efluente dos filtros foram realizadas em conformidade com o Standard Methods (*AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA, 2012*). Para cada amostra foram feitas análises de potencial hidrogeniônico (pH) com uso de pHmetro; turbidez (TU), com turbidímetro; e condutividade elétrica (CE), utilizando condutímetro. Já a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), o método usado foi a incubação de 5 dias a 20°C; e a demanda química de oxigênio (DQO), por refluxo aberto. A concentração dos sólidos suspensos (SS) foi quantificada pelo método gravimétrico com a utilização de membranas de 24 mm de diâmetro; o nitrogênio total (NTK), pelo método Kjeldahl, o nitrogênio amoniacal através da destilação em meio básico e o fósforo (P) por espectrofotometria.

4 RESULTADOS

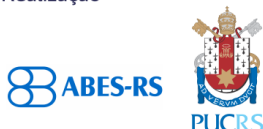
4.1 Configuração e Operação dos Vermifiltros

A construção dos filtros e os primeiros testes aconteceram em meados de fevereiro. A configuração inicial consistia em uma camada de pedras após o substrato seguido de areia. Deu-se, no mês de março do presente ano, partida na operação onde constatou-se que este apresentava arraste de areia e substrato, assim sendo, optou-se em realizar a inversão das camadas filtrantes posicionando a areia logo após a camada de minhocas. Verificou-se que envolvendo a mistura em um saco plástico seguida da diminuição da vazão do efluente os arrastes seria cessados.

4.2 Monitoramento

As análises laboratoriais foram realizadas e constatou-se que nos parâmetros de turbidez e condutividade elétrica, o filtro sem a presença de minhocas (branco) foi o que obteve melhor eficiência. O aumento na concentração da turbidez é justificado pois, conforme Sinha et al. (2008), as minhocas têm capacidade de fragmentação de argila e outros materiais. Desta forma, essa situação pode ter ocorrido com o material do leito onde se encontravam e contribuído ao arraste dessas partículas. Apesar de o vermifiltro ter apresentado menor desempenho em relação ao reator branco, com o decorrer da operação foi perceptível mudanças na aparência do efluente, como é perceptível na Figura 2.

Realização



Correalização

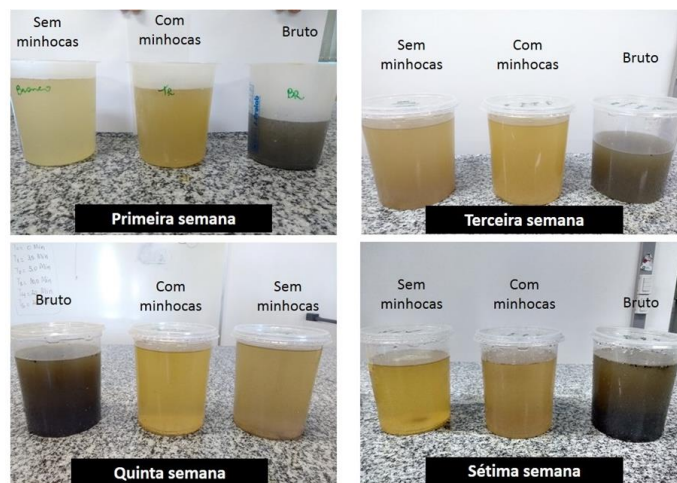


Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Figura 2: Comparação de turbidez dos efluentes tratados e bruto.

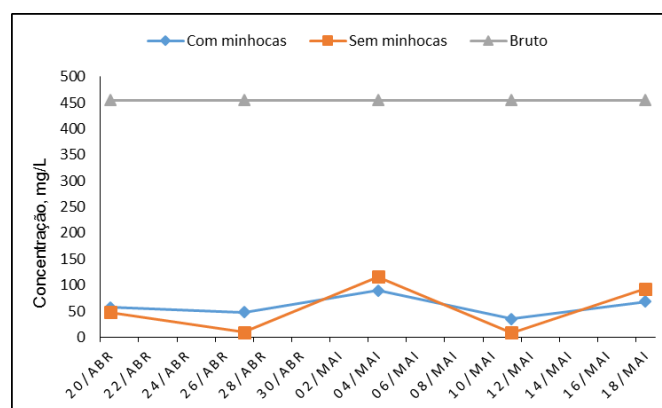


Fonte: Autor, 2018

A remoção de DBO e DQO do sistema, conforme SINHA (2008), ocorre por meio das enzimas presentes no intestino das minhocas, que degradam vários dos compostos químicos presentes, o qual não será decomposto pelos microrganismos presentes no sistema.

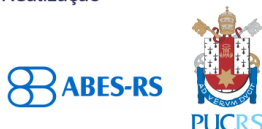
Realizando uma comparação ao efluente bruto, o filtro com a presença de minhocas, obteve uma eficiência de 87% na redução da DBO, resultando em maior percentual de remoção ao encontrado por MADRID (2016) que obteve uma remoção de 61% operando a uma mesma taxa de aplicação superficial. Em comparação à literatura, o percentual de remoção foi menor a eficiência reportada por Soto e Toha (1998), Sinha et al. (2008) e Li et al. (2009), que reportaram valores acima de 90%. Já para a DQO, o sistema obteve uma eficiência na ordem de 92% ao filtro com minhocas e de 94% ao sem minhocas, mostrando-se condizente ao encontrado por Laws (2003), o qual encontrou uma remoção de 95% no sistema de filtração. Nos Gráficos 1 e 2 é possível o acompanhamento da remoção dos parâmetros de DBO e DQO do sistema, respectivamente.

Gráfico 1: Resultado da quantificação de DBOs



Fonte: Autor, 2018

Realização



Correalização

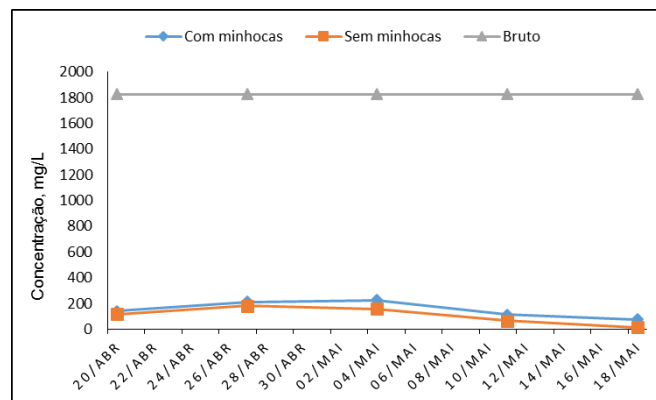


Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Gráfico 2: Resultado da quantificação de DQO

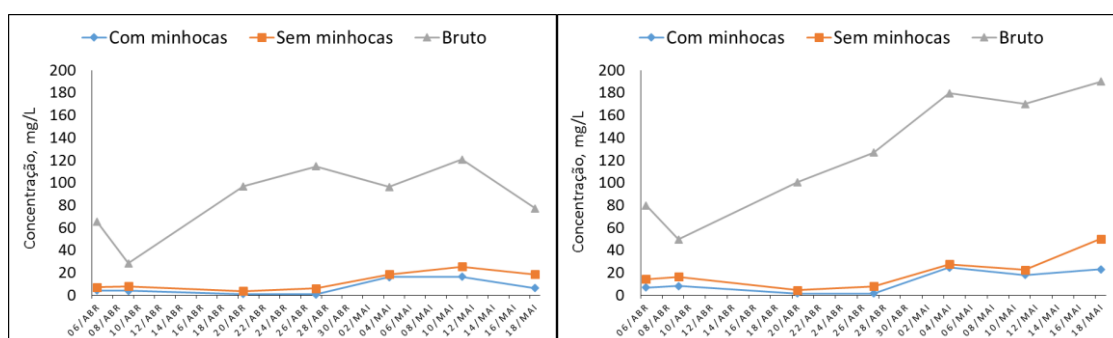


Fonte: Autor, 2018

A tecnologia de filtração se mostrou eficiente na remoção de nitrogênio para ambos os filtros, tendo obtido o filtro com minhocas uma eficiência de 92% para nitrogênio amoniacal e 91% para o nitrogênio total. No Gráfico 3 está representado a remoção de nitrogênio dos sistemas. Martins (2016) cita que um filtro com o meio suporte de brita tende a ser mais eficiente em remover as formas mais particuladas de nitrogênio total. Através disso, pode auxiliar na remoção desse parâmetro, pois ela propicia a retenção de sólidos e na composição do NTK estão presentes as formas orgânicas do nitrogênio, sendo estas mais propensas a processos físicos de remoção, como o de retenção de sólidos pelo meio suporte.

Xing et al. (2010), citado por Madrid (2016), argumentam que a taxa de redução de nitrogênio amoniacal no, vermifiltro, é inversamente proporcional à Taxa de Aplicação Superficial empregada, de modo que a diminuição do Tempo de Detenção Hidráulico (TDH) proporciona a saída do efluente antes da completa oxidação da amônia em nitrito e deste em nitrato. Como não houveram interferências no TDH dos filtros, isso pode ter contribuído à elevada eficiência do sistema na remoção de nitrogênio amoniacal. Além disso, a rugosidade das britas facilita a formação de biofilme, fator esse que também pode ter sido determinante para a eficiência verificada no filtro.

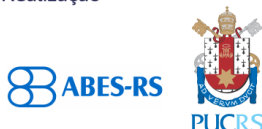
Gráfico 3: Concentração de nitrogênio amoniacal e total no efluente tratado e bruto



Fonte: Autor, 2018

No Gráfico 4 é mostrado que houve efetiva remoção de sólidos suspensos do sistema, obtendo-se uma eficiência de 99%, resultado esse semelhante ao encontrado por Soto e Tohá (1998), que obteve remoção na ordem de 96%, assim como por (Sinha et al., 2008; Li et al., 2009; Liu et al., 2013) que alcançaram pelo menos 90% de eficiência na retirada de sólidos suspensos.

Realização



Correalização

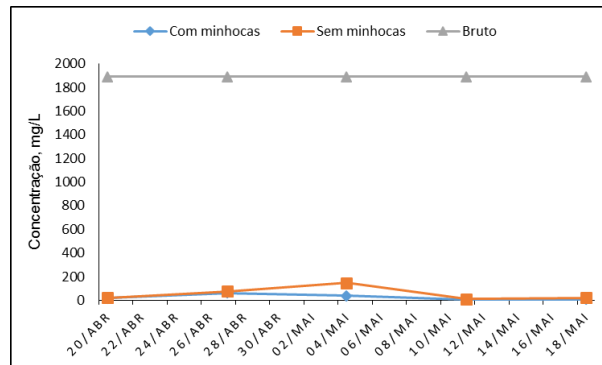


Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Gráfico 4: Resultados da determinação de sólidos suspensos

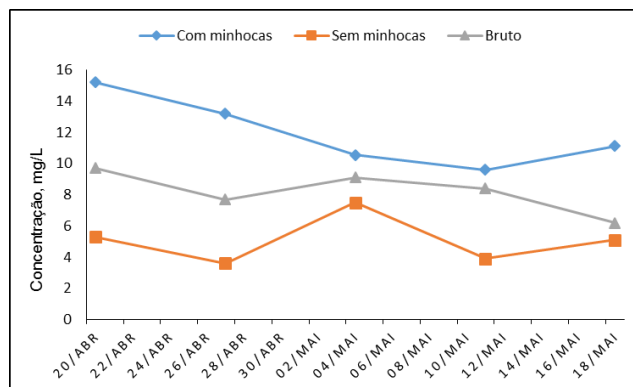


Fonte: Autor, 2018

Sinha et al., (2008), atribuíram a elevada eficiência ao fato de as minhocas granular as partículas de argila, silte e areia, aumentando desta forma a condutividade hidráulica do sistema e também a área superficial específica total do substrato, o que confere aos vermifiltros a capacidade de adsorção de partículas orgânicas e inorgânicas contidas nas águas residuárias.

Quanto ao fósforo total, nenhuma remoção foi obtida ao longo do período analítico para o vermifiltro ao contrário, o valor do fósforo total aumentou em todas as etapas, respectivo a um aumento médio de 45% em relação ao efluente bruto. Diferentemente do filtro branco, o qual obteve uma eficiência de 38% em relação ao bruto (Gráfico 5).

Gráfico 5: Resultados da determinação de fósforo total



Fonte: Autor, 2018

Resultados semelhantes foram encontrados por Battisti (2010) que obteve um aumento de 19% na concentração de fósforo no biofiltro com minhocas. Conforme citado por Soto e Tohá (1998), como o húmus produzido pelas minhocas é rico em fósforo, acredita-se que isso possa ter influenciado na precipitação do mesmo, assim como a possível formação de biofilme ao longo das camadas filtrantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a avaliação de um sistema de vermifiltração para o tratamento de esgoto doméstico, utilizando-se um filtro com minhocas e outro sem a presença delas como forma de comparação. Os resultados operacionais do biofiltro mostraram um bom desempenho na remoção de sólidos suspensos, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total, além de

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



DBO e DQO. A eficiência de fósforo no sistema se mostrou limitada, pois nenhuma remoção foi obtida, ao contrário, o valor do fósforo total aumentou. A capacidade das minhocas em fragmentarem materiais está atrelada ao aumento de turbidez no reator e a limitada capacidade de retenção iônica do sistema se deve a formação de húmus que se mostra rico em potássio, cálcio, magnésio.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
**meio ambiente,
política & economia**

REFERÊNCIAS

AIRA, M.; SAMPEDRO, L.; MONROY, F.; DOMINGUEZ, J. Detritivorous earthworms directly modify the structure, thus altering the functioning of a microdecomposer food web. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 40, p. 2511-2516, 2008.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9648: **Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário**, 1986, 5p

ALMEIDA, Paulo Gustavo. **Efeito de Diferentes Tipos de Meio Suporte no Desempenho de Filtros Biológicos Percoladores Aplicados ao Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Uasb, com ênfase na Nitrificação**. Tese de Mestrado. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2007.

BATTISTI, Luana Paula. **Avaliação da eficiência de biofiltro de minhoca para redução de nitrogênio, fósforo e carbono em efluente sintético**. Periódico tchê química www.periodico.tchequimica.com • vol. 6 n. 12. • issn 2179-0302 (meio eletrônico). Porto alegre, RS Brasil, 2010.

BENN, F. R. Mc AULIFFE, C.A. **Química e poluição**. Rio de Janeiro: Ed da Universidade de São Paulo, 1981, 134 p.

BERTOLINO, Sueli Moura. **Caracterização e tratabilidade dos esgotos produzidos pelo Campus da Universidade Federal de Ouro Preto – MG**, 2007.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3.ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB. 616 p., 1986

CARROLL, S. et al. **Integrated Risk Framework for Onsite Wastewater Treatment Systems**. *Environmental Management*, v. 38(2), p. 286-303. 2006.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul. Santa Maria - RS**, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2008.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 246 p., 1997.

CHERNICHARO, C.A.L.; FLORENCIO, L.; BASTOS, R.K.X.; PIVELI, R.P.; VON SPERLING, M.; MONTEGGIA, L.O. Tratamento de esgotos e produção de efluentes adequados a diversas modalidades de reuso da água. In: FLORENCIO, L.; BASTOS, R.K.X.; AISSE, M.M. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. cap. 3, p. 63-110. (Projeto PROSAB).

DELLAGIUSTINA, A. **Determinação das concentrações de nitrogênio e fósforo dissolvidos em diferentes locais do rio Itajaí-açu**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Estado de Santa Catarina – Brasil, 2000.

DOMÍNGUEZ, J. **State of the art and new perspectives on vermicomposting Research**. In: EDWARDS, C. A. *Earthworm ecology*. 2. ed. Florida: CRC Press, p. 401-424., 2005.

FUNASA. **Manual de Saneamento: orientações técnicas**. Fundação Nacional da Saúde. Brasília, DF. 2007.

Realização

 ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
**meio ambiente,
política & economia**

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 2010a.

LAWS, Jessica Eileen Arango. **Evaluación ambiental del sistema Tohá em la remoción de Salmonella en aguas servidas domésticas**. 2003. 79p. Dissertação (Mestrado em Gestão e Planejamento Ambiental). Universidade do Chile. Santiago, Chile. 2003.

LEITE, Alfredo Estevão de Barros. **Simulação do lançamento de esgotos domésticos em rios usando um modelo de qualidade d'água, SisBAHIA®**. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz. BA, 2004.

LI, Y et al. Continuous village sewage treatment by vermifiltration and activated sludge process. *Water Science & Technology*, DOI 10.2166/wst.2009.715, 2009.

LIU, J. et al. **Phylogenetic characterization of microbial communities in a full-scale vermifilter treating rural domestic sewage**. *Ecological Engineering*, n. 61, p. 100109, 2013.

LIBRALATO, Giovanni, GHIRARDINI, Annamaria Volpi, AVEZZÙ, Francesco. **To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management**. *Journal of Environmental Management* 94, 61-68, 2012.

MADRID, FRANCISCO JOSÉ PEÑA Y LILLO, 1984- M267a Mad. **Aplicação da vermifiltração no tratamento de esgoto sanitário** / Francisco José Peña y Lillo Madrid. – Campinas, SP: [s.n.], 2016.

MARTINS, Vinicius Ferreira. **Influência do meio suporte e da presença de vegetação no desempenho de filtros biológicos percoladores**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Magister Scientiae. Viçosa – MG, 2016.

MASSOUD, May A, Akram Tarhini, Joumana A. Nasr. **Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries**. *Journal of Environmental Management* 90, 652–659, 2009.

MENEZES, Leda Carolina Carvalho. **Caracterização do efluente gerado no campus Poços Caldas da Universidade Federal de Alfenas**. Poços de Caldas, 2017.

NADOLNY, Herlon Sérgio. **Reprodução e desenvolvimento das minhocas (*Eisenia andrei* Bouché 1972 e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867)) em resíduo orgânico doméstico**. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Paraná, 2009.

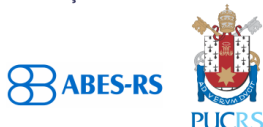
POTIER, O; PONS, M. N. **Elements of modelling and control of urban wastewater treatment systems**. In.: QUEVAUVILLER, P; THOMAS, O; BEKEN, A. V. D. *Wastewater Quality Monitoring and Treatment*. Ed. John Wiley & Sons, Ltd, England, 2006.

SABRY, T. **Evaluation of decentralized treatment of sewage employing Upflow Septic Tank/Baffled Reactor (USBR) in developing countries**. *Journal of Hazardous Materials* 174, 500–505, 2010.

SCARIOT, Marlei Roling. **Modelagem e Simulação Sistêmica de Rios: Avaliação dos Impactos Ambientais no Rio Mogi-Guaçu/SP**. Tese de Doutorado. Campinas, 2008.

SANTOS, Andressa Muniz. **Tratamento descentralizado de esgotos domésticos em sistemas anaeróbios com posterior disposição do efluente no solo**. [manuscrito] / Andressa Muniz Santos, 2013.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

SARTORI, Marcia Aparecida. **Desempenho de vermifiltros no tratamento de esgoto doméstico em pequenas comunidades.** 75p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 2010.

SINHA, R.K.; BHARAMBE G.; CHAUDHARI, U. **Sewage treatment by vermifiltration with synchronous treatment of sludge by earthworms: a low-cost sustainable technology over conventional systems with potential for decentralization.** *Environmentalist*, n. 28, p. 409-420, 2008.

SOTO, M.A.; TOHÁ, J. **Ecological Wastewater Treatment.: Advanced Wastewater Treatment. Recycling and Reuse.** AWT 98, Milano, Italia 14:16, p. 1091-1094, September, 1998.

SUBTIL, Eduardo & Alvez Sanchez, Aline & Cavalhero, Amanda. **Sistemas descentralizados de tratamento de esgoto e reúso de água.** 201 – 220, 2016.

TANDUKAR, M; Ohashi, A; Harada, H. **Performance comparison of a pilot scale UASB and DHS system and activated sludge process for the treatment of municipal wastewater.** *Water Research*, 41. p.2697–2705, 2007.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI. **Eutrofização na América do Sul: causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle.** IIE, IIEGA, ABC, IAP, Ianas, 2006. p.161-82.

VIEIRA, Paulo de Castro. **Estudo do comportamento de um filtro biológico percolador com laterais abertas aplicado ao póstratamento de efluente de reator uasb.** Tese de Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2013.

VIGUEROS, Lina Cardoso; Esperanza Ramírez-Camperos; Marco Garzón-Zúñiga. **Evaluación de un vermifiltro piloto para el tratamiento de aguas residuales.** Evaluation of a pilot vermifilter for the treatment of wastewater. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnahuac Número 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos, MÉXICO. C. P. 62550, 2013.

VOESE, Adalberto luis. **Tratamento de esgoto de campus universitário através de unidade integrada UASB + wetlands alternados.** Dissertação de Mestrado. Santa Cruz do Sul – UNISC, 2008.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2 ed. v. 1, Belo Horizonte: SEGRAC. 1996a, 243 p.

XING, M.; LI, X.; YANG, J. **Treatment performance of small-scale vermifilter for domestic wastewater and its relationship to earthworm growth, reproduction and enzymatic activity.** *African Journal of Biotechnology*. DOI 10.5897/AJB10.811, 2010.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375