



Vol. 3, No. 1, 49-61, 2010

ISSN 0718-378X

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

EFICIÊNCIA SANITÁRIA DE FILTROS ANAERÓBIOS AVALIADA EM FUNÇÃO DA REMOÇÃO DE OVOS DE VERMES E COLIFORMES FECAIS

Fernanda Lima Cavalcante ^{1*}
Cícero Onofre de Andrade Neto ¹
André Luis Calado Araújo ¹
Henio Normando de Souza Melo ¹

SANITARY EFFICIENCY OF ANAEROBIC FILTERS IN REMOVAL WORMS EGGS AND FAECAL COLIFORMS

ABSTRACT

The technology of anaerobic reactors for sanitary wastewater treatment has been extensively developed in Brazil. They present several advantages, such as low construction and operating costs, and low sludge production, the anaerobic reactors are an attractive alternative to minimize problematic lack of basic sanitation in urban areas, and also of the rural areas. The anaerobic filters have been widely used in Brazil. It produces an effluent with low concentration of organic matter and solids suspended, besides conserving the nutrients, therefore, it is good for use in irrigation, but the practice must be associated with knowledge of the pathogens presence. The main objective of this study was to evaluate the efficiency of anaerobic filters in removal faecal coliforms and helminth eggs, about to that, three different systems of sewer treatment composed by anaerobic filters were analyzed. The protocol used to enumerate helminth eggs was the modified Bailenger method, (Ayres and Mara, 1996) recommended by WHO for evaluation of raw effluent and treated effluent. The membrane filtration method was utilized to determine the concentrations of faecal coliforms. The results, in a general analysis, showed that all the researched systems reached a larger removal than 93% to helminth eggs, resulting in an effluent with smaller average than 1 egg/L. One of these systems, Sistema RN, reached a larger removal than 99%, confirming the good performance of the anaerobic filters in removal helminth eggs. Even with low concentrations of eggs in the influent, the filters were able to effectively remove this parameter, ensuring a satisfactory result because it is a cheap and simple reactor of the viewpoint operational and maintenance, and has a significant health response. About faecal coliforms, it was observed for all the researched systems an effluent with 106 CFU/100mL. Even the filters not having made a good efficiency on removal of faecal coliform, the effluent of them showed low concentrations of suspended solids which is to facilitate the processes of disinfection by chlorine or UV.

Key-Words: anaerobic filters, faecal coliforms, helminth eggs, wastewater treatment.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

* Contact Campus Universitário/LARHISA/CT, Lagoa Nova. CEP 59072-970. Natal-RN/Brasil Telefone/Fax: ddi brasil(84) 3215-3775.
e-mail: fernandacatcho@yahoo.com.br

RESUMO

A tecnologia de reatores anaeróbios para tratamento de esgoto sanitário tem sido amplamente desenvolvido no Brasil. Com diversas vantagens, tais como, baixos custos de construção e operação e a baixa produção de lodo, são uma alternativa muito atraente para mitigar os problemas de saneamento urbano. O uso de filtros anaeróbios produz um efluente com baixa concentração de matéria orgânica e sólidos suspensos além de conservar os os nutrientes, sendo por isso muito bom para irrigação com fins produtivos, desde que sejam resguardados os cuidados com a presença de organismos patogênicos. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia dos filtros anaeróbios na remoção de ovos coliformes fecais e helmintos. Para isso, foi pesquisado três diferentes sistemas de tratamento de efluentes constituído por filtros anaeróbios. Para determinação de ovos de helmintos, foi utilizada a técnica modificada Bailenger (Ayres e Mara, 1996), recomendada pela OMS para a avaliação das águas residuais. Para coliformes fecais foi utilizado o método de filtração por membranas. Uma análise geral dos resultados mostraram que todos os sistemas investigados atingiram a eficiência de mais de 93% para a remoção de ovos de helmintos, e um efluente final com menos de 1 ovo / L. Um desses sistemas, o Sistema RN, eliminou mais de 99%, confirmando o bom desempenho de filtros anaeróbios na remoção de ovos de helmintos. Mesmo com baixas concentrações de ovos no afluente, os filtros foram capazes de remover efetivamente esse parâmetro, garantindo um resultado positivo porque é um reator simples, de baixo custo em relação aos aspectos de operação e manutenção, e tem uma resposta de saúde notável. Para coliformes fecais foi observado para todos os sistemas, um efluente final de cerca de 106 UFC/100mL. Apesar de os filtros não efetivamente remoção de coliformes fecais, a baixa concentração de sólidos em suspensão facilita a desinfecção por cloro ou UV.

Palavras-chave: águas residuais, coliformes fecais, filtros anaeróbios e ovos de helmintos.

INTRODUÇÃO

A utilização de reatores anaeróbios para tratamento de águas residuárias vem crescendo e se consolidando no Brasil devido aos fatores sócio-econômicos e ambientais favoráveis.

O clima quente predominante no país, altamente favorável às reações de biodegradação que ocorrem no interior dos reatores, permite a degradação da matéria orgânica mais eficiente (Pimenta et al., 2005). Aliado a essas vantagens, os reatores anaeróbios ocupam pequena área,

não consomem energia e são bastante simples nos aspectos construtivos, operacionais e de manutenção.

Este trabalho deteve-se apenas aos filtros anaeróbios, reatores biológicos constituídos por um tanque contendo material de enchimento que serve de suporte para aderência e desenvolvimento de microrganismos. O filtro anaeróbio produz um efluente com baixa concentração de matéria orgânica e sólidos suspensos, além de conservar os nutrientes, sendo por isso muito bom para irrigação com fins produtivos, desde que sejam resguardados os cuidados com a presença de organismos patogênicos.

Neste sentido, o presente trabalho buscou avaliar a eficiência de filtros anaeróbios na remoção de ovos de helmintos e coliformes fecais, utilizando-se de três diferentes sistemas de tratamento de esgotos, compostos por filtros anaeróbios.

Quando se estuda o uso de efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto para a irrigação, deve-se avaliar suas características microbianas segundo as normas de saúde pública. Para isso, buscou-se também verificar se os efluentes tratados atendem às exigências para reuso em irrigação, utilizando para este fim as Recomendações da Organização Mundial de Saúde, por se tratar de uma norma utilizada mundialmente como referência à uso de efluentes ETEs para fins agrícolas.

Tal avaliação poderá assegurar aos filtros anaeróbios uma posição de destaque, não só pela remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos, fatos que já foram constatados em outros estudos, mas sim, pela remoção de patógenos, o qual significará um passo importante na busca da preservação do meio ambiente e na proteção da saúde pública.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram pesquisados três diferentes sistemas de tratamento de esgotos contendo filtros anaeróbios:

1) Sistema 1 - Decanto-digestor e filtro anaeróbio (Sistema –RN):

O sistema é constituído de um tanque séptico prismático retangular, com duas câmaras em série, com um pequeno filtro de pedras agregado ao tanque séptico, e dois filtros anaeróbios de fluxo descendente com leito afogado, ladeando o decanto-digestor (Figura 1). Cada filtro funcionou com a vazão de $7,5\text{m}^3/\text{dia}$, sendo um deles preenchido com conduíte cortado (F-10) e o outro com peças de plástico próprias para enchimento de reatores (F-15). O sistema RN foi alimentado com esgoto essencialmente domestico, retirado de um coletor do sistema de coleta

do Campus Central da UFRN, que atende às Residências Universitárias, o Restaurante e o Departamento de Educação Física.

A Figura 1 mostra, respectivamente, cortes transversais esquemáticos do tanque séptico com o pequeno filtro acoplado e dos filtros anaeróbios afogados que ladeiam o tanque séptico.

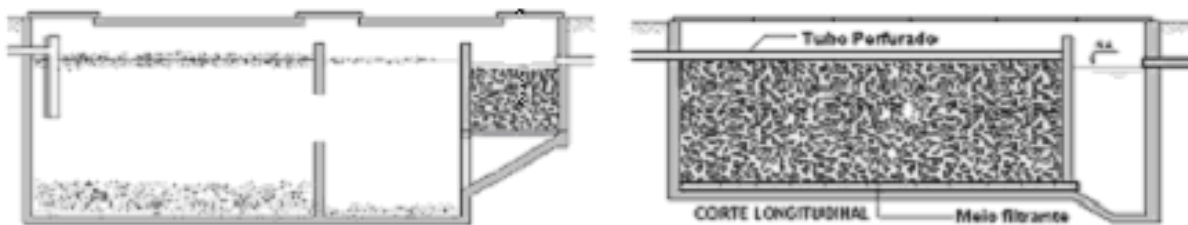


Figura 1 : Decanto digestor com o filtro acoplado e Filtro anaeróbio descendente afogado (ANDRADE NETO et al., 2000)

Os pontos de coleta foram: esgoto bruto (EB), saída do filtro acoplado ao decanto-digestor (DD-Fa), e saída de cada filtro anaeróbio. As análises foram realizadas no período de abril de 2006 até setembro de 2006, com coletas semanais, totalizando 22 amostras.

2) Sistema 2 - ETE anaeróbia Compacta:

O sistema consiste de uma unidade compacta, fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV). É composta por um digestor anaeróbio, que aproveita funções dos decanto-digestores e dos reatores de manta de lodo em um mesmo reator com separador de fases, seguido por um filtro anaeróbio com enchimento de anéis de eletroduto corrugado de plástico e com fluxo ascendente (Figura 2).

O esgoto chega ao digestor anaeróbio pela parte superior, através de tubulação em PVC, e é direcionado para o fundo do mesmo através de um tê com prolongador, garantindo assim a submersão na camada de lodo ativo e forçando um fluxo ascendente. As partículas sólidas decantam, formando uma camada de lodo que é estabilizada pela ação dos organismos anaeróbios. O esgoto afluyente, ao seguir um fluxo ascendente, sofre a ação da manta de lodo, propiciando a remoção da matéria orgânica. Enquanto não há formação da manta de lodo, o reator funciona como decanto-digestor. Em seguida o esgoto é conduzido para polimento no filtro anaeróbio (Brito *et al.*, 2005a).

O sistema funcionou com a vazão de $2,5 \text{ m}^3/\text{dia}$; operando com um tempo de detenção total de 19,6 horas, sendo 13 horas no reator anaeróbio e 6,6 horas no filtro anaeróbio.

Os pontos de coleta estavam localizados na entrada da ETE compacta (esgoto bruto) e na saída da ETE compacta. O período de monitoramento estendeu-se de abril de 2006 até setembro de 2006, com frequência semanal, totalizando 23 amostras.



Figura 2: Vista da ETE anaeróbia compacta

3) Sistema 3- Filtro Anaeróbio precedido por lagoa de estabilização (Parelhas):

O sistema estudado fica localizado na cidade de Parelhas, Estado do Rio Grande do Norte. O tratamento de esgotos do município conta com uma unidade de tratamento preliminar constituída por grade de barras e caixa de areia, para remoção de sólidos grosseiros e areia. Segue para uma lagoa facultativa primária com volume de 6500 m^3 , e tempo de detenção hidráulico de aproximadamente 5 dias. Parte do efluente segue para dois filtros anaeróbios de fluxo descendente, que foram objeto deste estudo.

Os filtros apresentam dimensões de $4,10\text{m} \times 1,00\text{m} \times 1,225\text{m}$ (comprimento, largura, altura útil) perfazendo um volume útil de 10 m^3 , preenchidos com anéis de eletroduto corrugado (Brito *et al.*, 2005b). Trabalharam com a vazão de $30\text{m}^3/\text{dia}$ e operaram com tempo de detenção hidráulico da ordem de 8 horas na primeira fase de monitoramento. Já na segunda fase os filtros trabalharam com a vazão de $15 \text{ m}^3/\text{dia}$ e tempo de detenção hidráulico da ordem de 16 horas.

O sistema foi monitorado entre os meses de julho a dezembro de 2004, correspondendo a primeira fase; e entre março a setembro de 2005, correspondendo a segunda fase de

monitoramento. Os pontos de coleta estavam localizados na entrada da ETE (esgoto bruto), na saída da lagoa facultativa primária e na saída dos filtros.

Os métodos analíticos empregados na pesquisa foram: para coliformes fecais a técnica do Filtro de Membrana Millipore; e para helmintos pelo método da sedimentação espontânea (BAILENGER, 1979 modificado por AYRES & MARA, 1996).

Os resultados das análises laboratoriais foram encaminhados ao tratamento estatístico com o auxílio do programa STATISTICA 6.0. Os dados foram submetidos à estatística descritiva para obtenção dos valores de tendência central e valores de dispersão. Para a verificação das diferenças significativas entre os dados obtidos utilizou-se a análise de variância (ANOVA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

1) Sistema 1 - Decanto-digestor e filtro anaeróbio:

Os resultados de coliformes fecais e ovos de helmintos para o Sistema-RN estão apresentados na tabela 1.

TABELA 1- Estatística descritiva para os dados de coliformes fecais e ovos de helmintos para o Sistema 1

| SISTEMA 1 : Decanto-digestor e filtro anaeróbio | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| Coliformes Fecais (UFC / 100ml) | | | | |
| | EB | DD-Fa | F10 | F15 |
| Nº de dados | 22 | 22 | 20 | 22 |
| Mínimo | 2,50E+06 | 7,00E+05 | 3,00E+05 | 2,00E+05 |
| Média Geomét. | 4,51E+07 | 5,51E+06 | 3,42E+06 | 2,86E+06 |
| Máximo | 2,48E+08 | 3,84E+07 | 1,67E+07 | 1,44E+07 |
| Ovos de Helmintos (nº de ovos/L) | | | | |
| | EB | DD-Fa | F10 | F15 |
| Nº de dados | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Mínimo | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Média Aritmét. | 12.90 | 0.65 | 0.09 | 0.06 |
| Máximo | 32 | 4 | 1 | 1 |

De acordo com a tabela 1, a média de coliformes fecais, situou-se em uma faixa que, segundo Oliveira *et al.*, (2005), é considerada típica para esgoto bruto predominantemente doméstico no Brasil, como também manteve-se na faixa reportada pela literatura que varia de $10^6 - 10^9$ UFC/100ml.

Em relação ao efluente do Sistema-RN, este, manteve-se dentro do valor situado entre 4×10^5 até 1×10^7 UFC/100ml para coliformes fecais em um sistema constituídos por fossa séptica seguido de filtro anaeróbio, e eficiência média em termos de unidade log de 0,9. Esta configuração é semelhante ao Sistema RN, que obteve um desempenho melhor quando comparado ao de Oliveira *et al.*, (2005).

Oliveira (1983), apud Andrade Neto (1997) estudou um sistema de tanque séptico com duas câmaras em série mais filtro anaeróbio ascendente, alimentado por esgoto bruto, e constatou a remoção de 85% para coliformes fecais, um valor inferior ao obtido para o Sistema RN. Para o Sistema RN foi constatada a remoção de apenas uma unidade logarítmica para coliformes fecais. A baixa eficiência já era esperada, estando de acordo com a literatura pertinente para filtros anaeróbios.

A eficiência média do sistema em termos de remoção de ovos de helmintos, foi de 99.30% para o filtro preenchido com conduíte e de 99.47% para o filtro preenchido com peças plásticas. A boa eficiência se deve, certamente aos mesmos fenômenos que removem os sólidos suspensos no filtro anaeróbio, pois a remoção de sólidos suspensos no Sistema RN foi de 82%. Para os pontos F10 e F15 e até mesmo para o DD- Fa não houveram grandes variações no número de ovos.

Oliveira (1983), estudando um sistema semelhante, composto por tanque séptico com duas câmaras mais filtro anaeróbio ascendente, constatou uma remoção de 90% para ovos de parasitas intestinais. Já o sistema RN atingiu índices de remoção próximos a 100%.

A análise da estatística descritiva demonstrou que tanto o efluente do decanto digestor como dos filtros anaeróbios (efluente final) apresentaram média menor que 1 ovo/litro. Além de que mais de 90% dos dados para o F10 e F15 apresentaram valores nulos para ovos de helmintos. Vale salientar que a baixa concentração de ovos de helmintos no efluente do decanto digestor está relacionado ao fato deste possuir um filtro agregado.

A análise de variância para ambos parâmetros pesquisados, revelou que:

Os dois materiais utilizados como enchimento dos filtros não mostraram eficiências com diferenças significativas em relação a remoção de coliformes fecais e de ovos de helmintos.

O efluente do Decanto digestor apresentou diferença considerada estatisticamente significativa quando comparada aos efluentes dos filtros (F10 e F15), provando que mesmo com baixas concentrações de ovos do DD-Fa, a remoção “complementar”, proporcionada pelos filtros, foi considerada estatisticamente significativa.

Já em relação a remoção de coliformes fecais, o efluente do DD-Fa mostrou valores que não diferem dos filtros (F10 e F15) de forma significativa. Este resultado provou que os filtros não removem eficientemente coliformes fecais. Contudo, deve-se salientar que somente devido à presença dos filtros, o efluente do DD-Fa conseguiu atingir a remoção de uma unidade log para coliformes fecais. Esse acréscimo pode ser importante nessa faixa onde a remoção de coliformes fecais vai se tornando cada vez mais difícil.

2) Sistema 2 - ETE anaeróbia Compacta:

Os dados de coliformes fecais e ovos de helmintos do afluente do sistema (esgoto bruto) e do efluente (ETEc) apresentam-se na tabela 2.

TABELA 2- Estatística descritiva para os dados de coliformes fecais e ovos de helmintos para o Sistema 2

| | Coliformes Fecais (UFC/100ml) | | Ovos de helmintos (Nº de ovos/L) | |
|-------------------------|----------------------------------|----------|--------------------------------------|------|
| | Esgoto Bruto | ETEc | Esgoto Bruto | ETEc |
| Nº de dados | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Mínimo | 2.50E+06 | 4.00E+05 | 4 | 0 |
| Máximo | 2.48E+08 | 2.92E+07 | 30 | 7 |
| Média Aritmética | 6.88E+07 | 6.82E+06 | 12.50 | 0.79 |
| Média Geométrica | 4.27E+07 | 4.11E+06 | - | - |

A ETE compacta atingiu uma remoção de apenas uma unidade logarítmica para coliformes fecais, estando de acordo com a literatura pertinente, segundo a qual reatores anaeróbios ou aeróbios compactos com TDH pequeno não removem eficientemente coliformes fecais.

O resultado verificado, de 93,64%, foi considerado uma boa eficiência da ETE compacta na remoção de ovos de helmintos. Leopoldino *et al.*, (2005) trabalhando com o mesmo reator, em um estudo preliminar de 8 amostras, observaram um efluente final com média menor que 1 ovo/L, sendo a remoção de 83,3% para ovos de helmintos. Já para coliformes fecais, o estudo de Leopoldino *et al.*, (2005), atingiu a média de $5,5 \times 10^5$ UFC/100ml, representando uma eficiência de 96,5%, o que equivale a remoção de apenas duas unidades logarítmicas.

A análise de Variância (ANOVA) revelou que; tanto para remoção de coliformes fecais quanto para a de ovos de helmintos, os resultados obtidos na ETE compacta confirmou a hipótese de que os dois efluentes, esgoto bruto e tratado, diferem de forma altamente significativa ($p < 0,001$), sugerindo que o tratamento foi efetivo para a remoção dos dois parâmetros analisados. Sendo que, a média para coliformes fecais do efluente final ainda é bastante alta, caso se pensasse em reúso para irrigação irrestrita, necessitando portanto de desinfecção.

3) Sistema 3- Filtro Anaeróbio precedido por lagoa de estabilização (Parelhas):

Os resultados da concentração de coliformes fecais e ovos de helmintos para o Sistema de Parelhas são apresentados na tabela 3.

TABELA 3- Estatística descritiva para os dados de coliformes fecais e ovos de helmintos para o Sistema 3

| SISTEMA 3 : Filtro Anaeróbio Parelhas | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Coliformes fecais (UFC/100ml) | | | | | | |
| | FASE 1 | | | FASE 2 | | |
| | EB | EL | EF | EB | EL | EF |
| N de dados | 12 | 8 | 12 | 11 | 11 | 11 |
| Mínimo | 1.00E+07 | 1.10E+07 | 1.00E+06 | 8.00E+06 | 7.00E+05 | 1.00E+06 |
| Média Geomét. | 5.47E+08 | 2.96E+07 | 4.92E+06 | 4.42E+07 | 6.89E+06 | 3.48E+06 |
| Máximo | 4.00E+09 | 1.10E+08 | 4.70E+07 | 1.40E+08 | 2.50E+07 | 9.00E+06 |
| Ovos de Helmintos(nº de ovos/L) | | | | | | |
| | FASE 1 | | | FASE 2 | | |
| | EB | EL | EF | EB | EL | EF |
| N de dados | 12 | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Mínimo | 10 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| Média Aritmét. | 15.66 | 1.12 | 0.33 | 19.08 | 0.58 | 0.25 |
| Máximo | 25 | 2 | 2 | 33 | 2 | 1 |

Através da tabela 3, percebe-se que o aumento do Tempo de Detenção Hidráulica - TDH, proporcionado na 2ª fase de monitoramento, não favoreceu o declínio de coliformes fecais; já para ovos de helmintos o aumento no TDH favoreceu o decaimento dos número de ovos, embora essa diferença não tenha sido significativa, demonstrando não haver necessidade de altos TDH quando o objetivo é a remoção de ovos neste reator.

A análise de variância para a fase 1, tanto para coliformes fecais como para ovos de helmintos, revelou que houve diferença significativa para todos os pontos monitorados.

Os filtros foram capazes de remover 83,4% de coliformes fecais de um efluente que já havia sofrido uma diminuição de 94,6% proporcionada pela lagoa facultativa. Este resultado foi considerado, segundo o teste de variância, como uma remoção significativa ($p < 0,05$).

Mesmo a lagoa precedendo os filtros e removendo boa parte dos ovos de helmintos, o “polimento” proporcionado pelo filtro, ainda assim, foi considerado estatisticamente significativo.

Na fase 2 mesmo os filtros trabalhando com um TDH maior do que na primeira fase, a remoção de coliformes fecais não foi considerada estatisticamente significativa já que o efluente da lagoa e do filtro, segundo ANOVA não diferiram entre si.

Em relação aos ovos de helmintos, na fase 2 foi obtido um efluente final com valor menor de ovos quando comparado a fase 1, no entanto o afluente do filtro na fase 2 foi quase que a metade do afluente na fase 1, e isso levou à eficiência de 78.37% na remoção de ovos de helmintos para o filtro na fase 1, versus a eficiência de 57.14% para o filtro na fase 2. Embora a eficiência na fase 2 tenha sido menor, deve-se levar em conta que atingir um efluente com 0.25ovos/l a partir de um afluente que contém 0.58 ovos/l (fase 2) é bem mais difícil do que alcançar um efluente com 0.33 ovos/l quando se tem um afluente com 1.12 ovos/l (fase 1), demonstrando assim o quão árduo é remover ovos de helmintos quando o afluente já contém baixas concentrações deste parâmetro.

Mesmo a remoção de ovos realizada pelos filtros não tenha sido estatisticamente significativa, vale salientar que o fato dos filtros ser precedido por uma lagoa facultativa, e, conseqüentemente, o efluente das lagoas apresentar baixas concentrações de ovos de helmintos, devido ao alto tempo de detenção hidráulica, o que favorece a sedimentação dos ovos, os filtros mostraram-se capazes de proporcionar um polimento importante ao efluente da lagoa, demonstrando assim sua importância, diante da dificuldade de remoção de ovos de efluentes com baixas concentrações deste parâmetro.

Os resultados apresentados para os três sistemas pesquisados, permitem constatar que a remoção dos ovos de helmintos e de coliformes fecais se dá por mecanismos diferentes. Para se analisar o desempenho de reatores na remoção de patógenos, é de fundamental importância à compreensão das características dos patógenos presentes, e como se comportam em condições ambientais diversas.

O tamanho e densidade dos ovos favorecem a remoção por processos físicos tais como, filtração e sedimentação (processos de separação sólido/líquido), fenômenos observados nos filtros anaeróbios. Enquanto que o decaimento bacteriano se deve muito mais a fatores como: temperatura, radiação solar, elevados valores de pH, altas concentrações de oxigênio dissolvido, efeito de toxinas produzidas por algas, predação, competição, inanição, escassez de nutrientes orgânicos e, sobretudo na combinação destes vários fatores. Estes fenômenos, não ocorrem em reatores anaeróbicos nas condições estudadas.

Em países de clima quente e com saneamento deficitário, como é o caso do Brasil, as doenças mais frequentes são causadas por vermes e protozoários, se fazendo necessário, um sistema de tratamento de esgotos que contemple filtros anaeróbios visando à remoção destes patógenos.

Os resultados obtidos nesta pesquisa, são de grande importância para a engenharia sanitária e ambiental, pois evidencia o papel dos filtros anaeróbios, como uma tecnologia capaz de propiciar impacto benéfico significativo para a saúde pública, na medida que remove ovos de vermes e certamente também ovos de protozoários, e que além disso, é uma alternativa tecnológica compacta e de baixo custo.

CONCLUSÕES

Apesar dos sistemas pesquisados não removerem significativamente coliformes fecais, o que já era esperado para esses sistemas, os resultados indicaram uma boa eficiência dos mesmos na remoção de ovos de helmintos. Isso certamente por que a remoção dos ovos de helmintos e coliformes fecais dos esgotos ocorre por mecanismos bem distintos.

Os resultados obtidos com esta pesquisa, quando comparados às normas de saúde pública da Organização Mundial de Saúde (OMS,1989), permite concluir que todos os efluente estudados apresentaram valores menores de 1 ovo/litro, atendendo às recomendações sanitárias da OMS para reuso irrestrito do efluente para irrigação. Quanto aos coliformes fecais, as altas concentrações deste parâmetro, permite a reutilização agrícola apenas para irrigação restrita, de acordo com as diretrizes da OMS.

Os resultados da pesquisa indicam que filtros anaeróbios destacam-se como alternativa tecnológica diferenciada para tratamento de esgoto sanitário, por que, além das vantagens do processo anaeróbio, os mesmos permitem satisfatória remoção de ovos de vermes, e certamente protozoários, propiciando, dessa forma, impacto benéfico significativo na proteção da saúde pública e na preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE NETO, C. O. Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários :Experiência Brasileira. Rio de Janeiro: ABES, 1997. v.01. 301p.
- ANDRADE NETO, C.O; GUIMARÃES, P; PEREIRA, M.G ; MELO, H.N.S.Decanto- digestor e filtros anaeróbios. In: CAMPOS, J.R (Org.) Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo:coletânea de trabalhos técnicos. São Carlos:ABES-PROSAB, p.162-178. 2000.
- ANDRADE NETO, C. O de. O uso do filtro anaeróbio para tratamento de esgoto sanitário.Revista Meio filtrante,Santo André, ano V, n.19, p.12-16, 2006.
- AYRES, R. & MARA, D. Analysis of wastewater for use in agriculture:a laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques. WHO, Geneva. 1996.
- BRITO, L.P ; ANDRADE NETO, C. O ; COSTA, C.G; LIMA, A.D .Avaliação da eficiência de uma ETE anaeróbia compacta na remoção de sólidos suspensos, DQO e turbidez In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23.,2005.Campo Grande. Anais....Campo Grande :ABES, 2005a.
- BRITO, L.P ; ANDRADE NETO, C. O; LUCAS FILHO, M; SILVA, D.A; LIMA, A.D.Estudo comparativo da eficiência de um Wetland e um Filtro Biológico anaeróbio na remoção de sólidos suspensos, DBO e DQO In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23.,2005.Campo Grande. Anais....Campo Grande:ABES, 2005b.
- LEOPOLDINO , J.K.M; ANDRADE NETO, C. O ; NÓBREGA, A . K.C; BRITO, L.P. Avaliação da eficiência de uma ETE anaeróbica compacta na remoção de coliformes e ovos de helmintos In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL,23.,2005.Campo Grande.Anais....Campo Grande :ABES, 2005.
- PIMENTA, M; KATO, M T; GAVAZZA, S; FLORENCIO, L. Desempenho de Reatores Piloto Tipo UASB e Híbrido para o Tratamento de Esgoto Doméstico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23.,2005.Campo Grande. Anais...Campo Grande: ABES, 2005.
- OLIVEIRA, S. M. A. C ; SPERLING, M. V. Avaliação de 166 ETEs em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 1: análise de desempenho. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental,v.10,n.4,2005.