



## II-481 - O USO DE FILTRO BIOLÓGICO AERÓBIO SUBMERSO DE LEITO FIXO COMO PÓS-TRATAMENTO DE TANQUE SÉPTICO. ESTUDO DE ADAPTAÇÃO DE UM SISTEMA CONDOMINIAL ESTRITAMENTE ANAERÓBIO

**Ítalo Lobato de Melo<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Luterano de Manaus – Ceulm/Ulbra, pós-graduando em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pela Faculdade Oswaldo Cruz de São Paulo.

**Andréia Rodrigues Gomes<sup>(2)</sup>**

Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

**Paulo Rodrigues de Souza<sup>(3)</sup>**

Professor Adjunto – Engenheiro Civil pela UFAM. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Doutorando em Recursos Hídricos pela COPPE/UFRJ.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Noel Nutles, n.º. 16A, Q.: 18, Bairro: Cidade Nova, CEP 69090-040, Manaus, AM, Fone: (0xx92) 3634-8615, Celular: (0xx92) 8155-1083, e-mail: [italodemelo@yahoo.com.br](mailto:italodemelo@yahoo.com.br).

### RESUMO

No Brasil, até recentemente os processos anaeróbios de tratamento de esgotos era restrito basicamente às lagoas anaeróbias e aos decanto-digestores. O uso de tanques sépticos e dos filtros anaeróbios como tratamento complementar aos tanques sépticos se tornou bastante popular para solução individual ou de pequenos aglomerados populacionais. As normas técnicas atuais contemplam uma série de propostas para tratamento complementar de tanques sépticos entre elas o uso de filtros biológicos anaeróbios que tem como desvantagens a produção de odores e baixa remoção de compostos nitrogênio e fósforo. Devido a maior restritabilidade da legislação ambiental local os empreendimentos residenciais na cidade de Manaus têm buscado alternativas que permitam atender as novas exigências e padrões sem a necessidade de alterações estruturais em seus sistemas de esgotamento. O uso de Filtros Biológicos Aeróbios Submersos de Leito Fixo se mostrou uma alternativa de fácil adaptação aos sistemas existentes e que produzem efluentes com qualidade ambiental satisfatória, simplicidade operacional e baixo custo de implantação.

**PALAVRAS-CHAVE:** tecnologias de baixo custo, redução de odores, nitrificação de efluentes.

### INTRODUÇÃO

Segundo Sobrinho et al (2000), no Brasil, até a década de 70, o uso de processos anaeróbios para o tratamento de esgotos era restrito basicamente às lagoas anaeróbias, aos decanto-digestores (tanques sépticos e tanques Imhoff, para a estabilização do lodo retido) e aos digestores de lodos produzidos no tratamento da fase líquida de estações de tratamento de esgotos. Quase que exclusivamente, o tratamento de esgotos era através de lagoas de estabilização, de filtros biológicos, ou de processo de lodos ativados.

O autor cita que para solução individual ou de pequenos aglomerados populacionais, o uso de tanques sépticos era normalmente associado a uma posterior infiltração no terreno, através de sumidouros ou ainda, raramente, através de valas de infiltração. O uso de filtros anaeróbios como tratamento complementar aos tanques sépticos se tornou bastante popular a partir da década de 80, com a promulgação, em 1982, da NBR 7229 - Construção e Instalação de Fossas Sépticas e Disposição dos Efluentes Finais, da ABNT. Devido ao fato desse sistema ser extremamente simples de construir de operar e também de se projetar com o uso da NBR 7229/82, que dispensava a necessidade de especialistas em tratamento de esgotos, além de ter custo aceitável de implantação, o uso intensivo desses sistemas se propagou.

Ainda hoje, no Brasil, já com a NBR-7229/1993 (Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos) e a mais recente NBR 13969/1997 (Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, Construção e Operação), os sistemas depuradores de esgotos sanitários com tanques sépticos e filtro anaeróbio continuam sendo intensivamente utilizados para novos loteamentos com populações inferiores a 1.000 habitantes.



A Cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, está localizado na Região Norte do Brasil, no centro geográfico da Amazônia. Atualmente, Manaus apresenta uma população total de 1.403.796 habitantes, com uma concentração de 99,35% na área urbana – 1.394.724 habitantes (IBGE, 2000). Apenas 3% da população do município de Manaus, tem sido beneficiada com rede coletora de esgotamento sanitário. Essa deficiência dos sistemas de esgotamento sanitário de Manaus deve-se não apenas ao processo de crescimento intenso e desordenado da cidade, como à ausência de investimentos na manutenção e expansão das redes coletoras e unidades de tratamento nas últimas décadas. Mesmo dispondo de cerca de 362km de redes coletoras de esgotos, Manaus apresenta um quadro de saneamento extremamente precário, no qual predomina o lançamento dos esgotos diretamente nos igarapés ou através de das redes de águas pluviais (BORGES, 2006).

Por outro lado, uso predominante de Estações de Tratamento de Efluentes - ETE, combinando tanques sépticos e filtros anaeróbios, foram objeto de franco desenvolvimento tecnológico em Manaus nas décadas de 80 e 90. Suas principais virtudes são: compactidade, baixo custo de implantação, baixo consumo energético, simplicidade operacional e facilidade de inserção em áreas restritas ou sensíveis a impactos em ambiente urbano.

Os grandes problemas envolvidos com o uso de tanques sépticos (TS) seguidos de pós-tratamento de filtros anaeróbios são relativos à produção de odores e baixa remoção de nitrogênio (N) e fósforo (P). Embora os processos anaeróbios de tratamento de esgotos apresentem boa remoção de matéria orgânica biodegradável a custos atraentes, os seus efluentes não atendem às exigências da Resolução 357/05 e 397/08 do CONAMA, que determina os parâmetros de controle de lançamento de efluentes no corpo receptor (SOBRINHO et al, 2000).

Vale ressaltar ainda, que uma ETE composta apenas de tanque séptico (tratamento primário) e filtro anaeróbio (tratamento secundário) não atende o disposto na Resolução Municipal nº 131/2006 do Conselho Municipal de Meio Ambiente – CONDEMA de Manaus, que estabelece a obrigatoriedade, nos empreendimentos privados ou públicos potencialmente poluidores de se instalar um sistema de tratamento de efluentes de características domésticas e sépticas, composto de pré-tratamento, tratamento primário, secundário e desinfecção. A citada Resolução estabelece ainda, para os empreendimentos já instalados, a necessidade de atender aos parâmetros de lançamento de efluentes, seja qual for o método de tratamento, a fim de obterem a renovação de sua licença ambiental.

No dia 31 de dezembro de 2007 foi aprovada a Lei Municipal Nº. 1.192, criando o Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas edificações – PRO-ÁGUAS do Município de Manaus. A referida Lei ratificou as condições da Resolução Municipal Nº. 131/06, determinando que os empreendimentos potencialmente poluidores, privados ou públicos, cujo número de usuários seja superior a 40 (quarenta) pessoas dia, na área urbana e de transição desprovida de sistema público de esgoto, a obrigatoriedade de instalação de um sistema de tratamento de esgoto de característica doméstica, composto de pré-tratamento, tratamento primário, secundário e desinfecção. A citada Lei também determina que os empreendimentos já instalados devam adequar-se implantando um sistema de tratamento de esgoto que disponha de pré-tratamento, tratamento primário, secundário e desinfecção ou outro que atenda aos parâmetros da legislação em vigor, no prazo de um ano.

Com tais exigências, surgiu a necessidade de adequação das atuais ETEs, compostas de tanque séptico (tratamento primário) seguido de filtro anaeróbio (tratamento secundário) existentes em Manaus à Resolução 131/06 e a Lei Municipal 1192/07, além do atendimento aos padrões de lançamento previstos nas Resoluções do CONAMA 357/05 e 397/08.

Em seu experimento, Kamiyama (1993) apresentou o filtro aeróbio submerso como um processo compacto para o tratamento complementar dos efluentes de tanques sépticos (TS). O autor cita ainda que o desempenho do filtro para o tratamento dos esgotos foi altamente satisfatório em diversos países, removendo não somente poluentes orgânicos, mas também nutrientes inorgânicos (N e P). No Japão é onde ocorre o uso mais intenso do filtro em unidades compactadas e pré-fabricadas para o tratamento de esgotos domésticos, atendendo desde residência unifamiliar até condomínios residenciais.

Belém (1996) operou um filtro biológico piloto, com aeração e leito de brita, como pós-tratamento de efluente sanitário de um sistema anaeróbio compartimentado. As eficiências médias na remoção de DQO e DBO foram: 70% e 73% respectivamente. Para a remoção de SSV a eficiência foi entorno de 64%. O filtro apresentou razoável eficiência de 75% na conversação de nitrogênio amoniacal.



O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de adaptação de um sistema composto de tanque séptico e filtro anaeróbio, para funcionar como filtro biológico aeróbio submerso de leito fixo, e da construção de unidades de pré-tratamento e de desinfecção, como solução de adequação a legislação vigente na cidade de Manaus, além da avaliação de desempenho de uma ETE após a adoção das medidas propostas, contribuindo com a disseminação de uma tecnologia simplificada e de baixo custo no país.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa se baseou nos estudos para a adaptação do sistema de tratamento de efluentes, concebido e implantado em escala real para uma população de 200 habitantes, composto de um Tanque Séptico e de um Filtro Biológico Anaeróbio. Os trabalhos foram desenvolvidos junto a ETE em um prédio residencial localizado no bairro Ponta Negra na Zona Oeste da cidade de Manaus-AM.

Após as obras de adequação procedeu-se o monitoramento dos padrões ambientais de lançamento, realizando-se a coleta de amostras do efluente a cada 2 meses.

Na primeira coleta, no início de operação do sistema, realizou-se a caracterização do esgoto bruto e do efluente tratado. Para as demais análises realizou-se apenas a coleta do efluente tratado tendo em vista a pouca variação de qualidade para este tipo de esgoto bruto.

Nas amostras foram monitorados os parâmetros físico-químicos de DQO, DBO, pH, Fósforo, Materiais sedimentáveis, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Óleos e Graxas Minerais, OD, STD, ST, Sulfetos, Temperatura e Turbidez. Algumas análises como turbidez e oxigênio dissolvido, foram realizadas in loco, através de aparelhos portáteis. Os resultados obtidos dos ensaios foram conduzidos por um Laboratório de Análises Ambientais devidamente credenciado para tal finalidade.

## RESULTADOS OBTIDOS

Para a proposta de adequação levou-se em consideração a reduzida área existente para a realização das melhorias necessárias. A ETE existente, localizada no piso inferior (subsolo), foi implantada sob as garagens dos apartamentos, não havendo solução viável que exigisse novas construções sob a pena de perdas em garagens dos condôminos. Assim, optou-se por aproveitar inteiramente as unidades existentes e incorporar unidades de pré-tratamento e de desinfecção novas inseridas na própria linha de esgotamento da ETE existente.

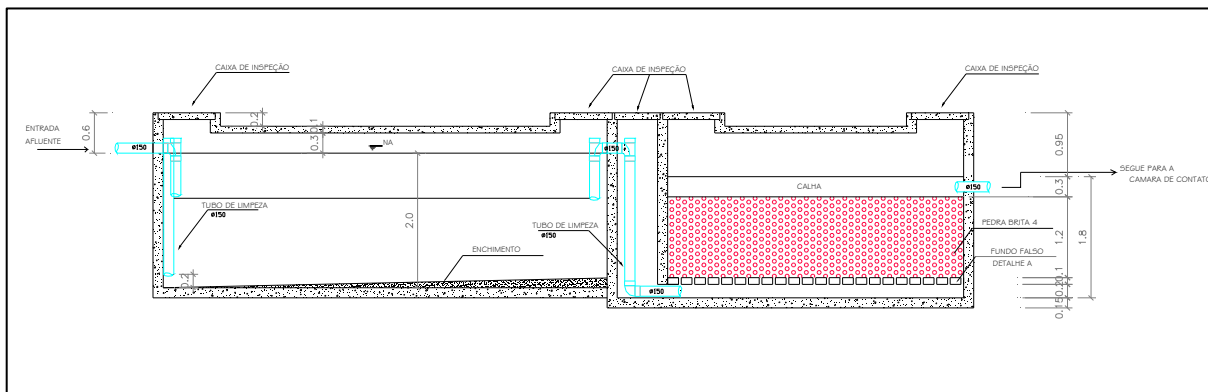
Para atendimento da legislação local instalou-se na entrada do tanque séptico um pequeno canal contendo uma grade singela de barras de ferro e uma pequena depressão no fundo para funcionar como desarenador. Adotou-se um gradeamento tipo médio de limpeza manual com 2,0 cm de espaçamento, inclinação de 45° e canal com largura de 0,30 m. Para a retenção de areias utilizou-se o trecho do canal a jusante da grade. Devido à pequena vazão e remota possibilidade de produção de areias no sistema, foi utilizada uma pequena depressão, a jusante da grade, com poço de acumulação de 0,20m, para eventual deposição de areias.

Não houve necessidade de adaptação do Tanque Séptico por este já atender as normas técnicas em relação ao seu dimensionamento. O tanque existente foi construído em alvenaria estruturada, com 3,30 m de largura, 6,60 m de comprimento e 2 m de altura útil.

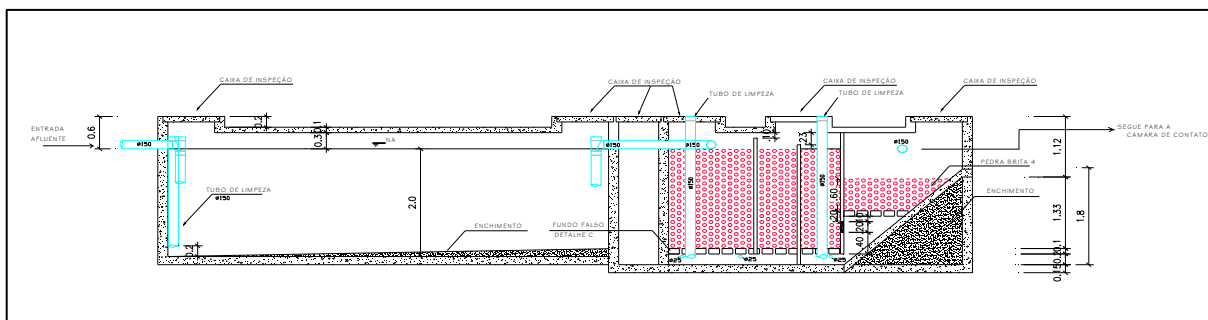
Devido à pequena área disponível e a necessidade de melhoria na qualidade do efluente final, realizou-se obras de adaptação no filtro anaeróbio para funcionar como filtro aeróbio. O filtro biológico aeróbio de leito fixo, cuja tecnologia de pós-tratamento ainda é pouco difundida no Estado do Amazonas, foi construído também em alvenaria estruturada, aproveitando-se a seção quadrada de 4,40 m e altura total de 1,80 m do filtro anterior dividido-a em 2 partes, sendo a primeira câmara utilizada para a reação e a segunda câmara para sedimentação. Na primeira câmara dividiu-se a unidade, por meio de chicanas verticais, em três partes. Na primeira parte, com aeração intensa, o efluente é lançado contracorrente do fluxo de ar. Na segunda câmara, anóxica, sem aeração, ocorre à fase endógena da reação com a auto oxidação das bactérias, reduzindo a biomassa. A terceira parte, com aeração moderada, é responsável por solubilização final do oxigênio no efluente. O leito filtrante utilizado é composto de brita nº 4 suportado por um fundo falso. O sistema de aeração é composto por um compressor de ar e por tubulações perfuradas para difusão do ar no filtro. Na segunda câmara, após a reação, o esgoto é ainda sedimentado para evitar o arraste de flocos ou escumas no efluente final.

No final do processo instalou-se um canal com chicanas para funcionar como câmara de contato. A técnica escolhida foi a da adição de Hipoclorito de Cálcio, em pastilhas, em uma câmara de contato. Essa câmara de contato consiste em um canal com chicanas horizontais, com profundidade média de 0,50m útil e volume para armazenamento para um tempo de detenção superior a 30 minutos com posterior lançamento no corpo receptor.

As Figuras 1 e 2 contém um esquema geral da ETE antes e após as obras de adaptação propostas neste estudo.



**Figura 1 – Esquema geral da ETE antes das obras de adaptação propostas.**



**Figura 2 – Esquema geral da ETE após as obras de adaptação propostas.**

Os procedimentos operacionais demandaram uma necessidade de realização de vistorias contínuas nas unidades de pré-tratamento, com necessidade de limpeza de grades a cada 3 (três) dias e do monitoramento bimestral do efluente tratado.

A Tabela 1 contém os resultados dos parâmetros de monitoramento realizado na ETE em estudo.



**Tabela 1: Resultados obtidos das análises das amostras do efluente da ETE monitorada em 2008 - Manaus/AM**

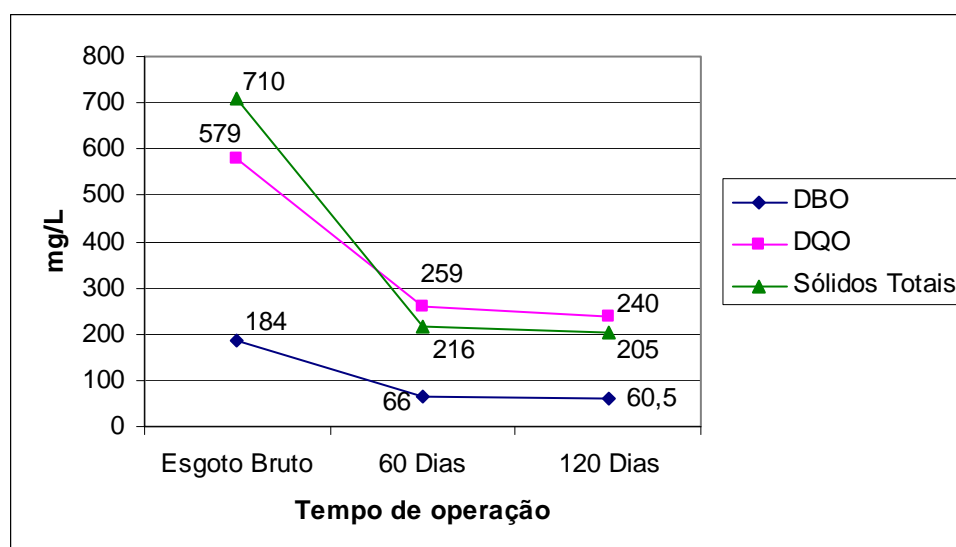
PARÂMETROS	UNIDADE	ENTRADA DA ETE	AMOSTRA 1 (60 dias)	AMOSTRA 2 (120 dias)	V.M.P.
pH	-	6,05	6,71	6,23	Entre 5 – 9
DBO	mg O <sub>2</sub> /L	184,0	66,0	60,5	**
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	579,0	259,0	240,0	**
Fosfato	mg PO <sub>4</sub> /L	25,9	12,7	11,3	**
Materiais Sedimentáveis	ml/L	20,0	<1,0		Até 1,0
Nitrato	mg N/L	4,6	1,5	1,2	**
Nitrito	mg N/L	0,04	0,01	0,01	**
Nitrogênio Amoniacal	mg N/L	40,8	17,5	16,0	Até 20,0
Óleos e Graxas	mg/L	37,0	8,0	5,0	**
Minerais					
Oxigênio Dissolvido	mg O <sub>2</sub> /L	0,96	3,20	3,20	**
Sólidos Totais	mg/L	580,0	109,0	99,0	**
Sólidos Dissolvidos					
Sólidos Totais	mg/L	710,0	216,0	205,0	**
Sulfeto	mg S/L	0,76	0,10	0,09	Até 1,0
Temperatura	°C	30,3	29,8	30,0	Inferior a 40° C
Turbidez	NTU	324,0	88,0	78,0	**

\*\* = parâmetro não citado na referida Legislação.

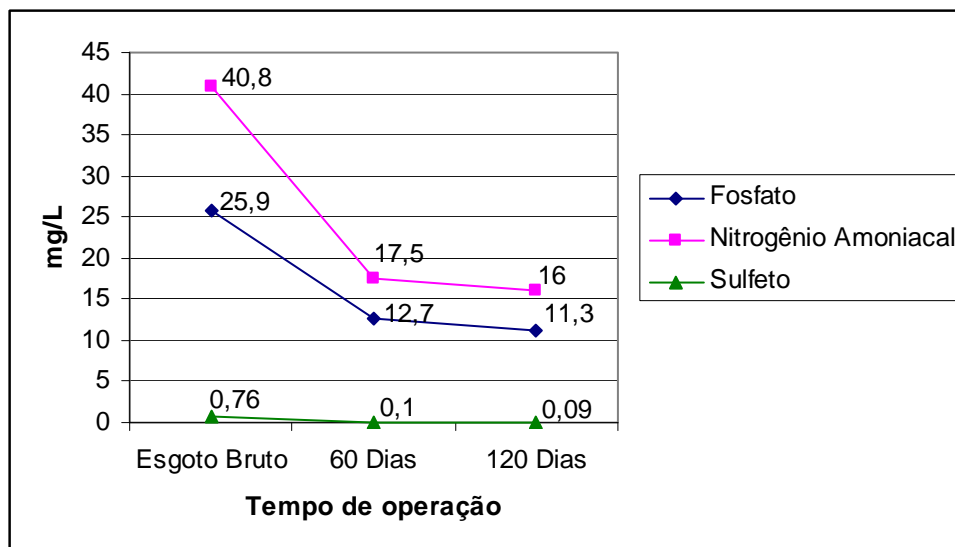
V.M.P: Valores Máximos Permitidos estabelecidos pelo Art. 34 da Resolução CONAMA 357/2005.

Relacionando os resultados obtidos nas amostras com os valores estabelecidos pelo Art. 34 da Resolução CONAMA 357, alterada pela Resolução 397 de 03.04.2008, pode-se verificar que os parâmetros pH, Materiais Sedimentáveis, Óleos e Graxas Minerais, Nitrogênio Amoniacal, Sulfetos e Temperatura avaliados satisfazem os limites permitidos.

Observa-se uma redução acentuada para os parâmetros referentes à DBO e DQO (Figuras 3), porém ainda encontram-se acima do desejável para este tipo de sistema, com valores típicos abaixo de 60mg/L e 150mg/L, respectivamente para este dois parâmetros, conforme preconiza na NBR 13969/97 da ABNT(1997).



**Figura 3 – Gráfico dos valores de DBO, DQO e Sólidos Totais do efluente do Sistema Tanque Séptico + Filtro Aeróbio.**



**Figura 4 – Gráfico dos valores de Fosfato, Nitrogênio Amoniacal e Sulfeto do efluente do Sistema Tanque Séptico + Filtro Aeróbio.**

Quanto aos demais parâmetros observa-se a bom desempenho do sistema de aeração, com OD no efluente em torno de 3,2 mg/L e da baixa produção de odores, com valores de sulfetos abaixo de 0,1mg/L no efluente (Figura 4).

Percebeu-se a uma significativa redução na quantidade de nitrogênio amoniacal (Figura 4), porém sem resultar em conversão para nitrito ou nitrato. Houve também uma satisfatória redução na quantidade de fósforo (Figura 4) no efluente final, demonstrando, até então, conforme já descrito por Kamiyama (1993) que o sistema é bastante eficiente na remoção dos compostos inorgânicos de Nitrogênio e de Fósforo.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nos empreendimentos que possuam unidades de tratamento de esgoto compostas de Tanque Séptico e de Filtro Anaeróbio é possível realizar adaptações que promovam a transformação para um sistema composto por Tanque Séptico e Filtro Biológico Aeróbio Submerso de Leito Fixo, com significativa melhoria da qualidade do efluente tratado, constituindo-se em uma boa solução para o tratamento de esgotos em pequenos e médios empreendimentos residenciais.

O sistema final resulta em uma ETE compacta, de baixo custo de obras civis para implantação, operação e manutenção, aliado ao reduzida necessidade de mão-de-obra qualificada, com simplicidade operacional, baixo consumo energético e a necessidade de pequenas áreas para implantação.

O desempenho operacional mostrou-se satisfatório quanto à redução de carga orgânica e com excelente desempenho na remoção de compostos nitrogenados e de fósforo.

A reduzida produção de odores e a satisfatória solubilidade do oxigênio no efluente final reduzem os incômodos odores provocados pelas estações estritamente anaeróbias.

A relativa facilidade de adequação do sistema estudado indica que a tecnologia apresentada surge como uma alternativa a ser contemplada em estudos para implantação de pequenas e médias ETEs no país. As características qualitativas do efluente final obtido propiciam a aplicação do mesmo em reuso, com baixo investimento em aparatos e desinfecção, desde que se promova um polimento final do efluente tratado, tais como a implantação de um filtro de pressão após a câmara de desinfecção.

Devido às inúmeras vantagens expostas, espera-se desta forma que estudos sejam realizados visando à aplicação desta tecnologia em ETEs de larga escala.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT (1982). Construção e instalação de fossas sépticas e disposição dos efluentes finais. *NBR 7229*. ABNT. Rio de Janeiro. 15 p.
2. ABNT (1993). Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. *NBR 7229*. ABNT. Rio de Janeiro. 15 p.
3. ABNT (1997). Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. *NBR 13969*. ABNT. Rio de Janeiro. 60 p.
4. AISSE, Miguel M. SOBRINHO, Pedro A. *Avaliação do Sistema Reator UASB e Filtro Biológico Aerado Submerso par o Tratamento de Esgoto Sanitário*. PUCPR. Curitiba-PR, 2001.
5. BELEM, B. D. *Pós-Tratamento de Efluentes de Esgoto Sanitário Através de Filtro Biológico com Taxas Variáveis*. Dissertação apresentada à EESC/USP. Novembro 1996.
6. COMDEMA – Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente. Resolução nº 131 de 24 de julho de 2001.
7. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de Março de 2005.
8. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 397 de 3 de Abril de 2008.
9. KAMIYAMA, H. *Pós-Tratamento do Efluente do Tanque Séptico na Norma Brasileira – As Novas Propostas*. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Natal-RN, 1993. Anais. Rio de Janeiro, ABES. 1993. Vol 2(4):705-20.
10. MANAUS. Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas edificações – PRO-ÁGUAS. Lei Nº 1.192, de 31 de dezembro de 2007. Diário Oficial do Município de Manaus: Nº 1886, 2008.
11. SOBRINHO, Pedro A. JORDÃO, Eduardo P. *Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios – Uma Análise Crítica*. Disponível em: < <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabCarlos/Cap-9.pdf> > Acesso em: 29 ago. 2008.