



II-017 - EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DE UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO-AC

Rosane Gomes Ferreira ⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Acre. Pós-graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Faculdade São Lucas. Engenheira Civil da Caixa Econômica Federal lotada na Gerência de Apoio ao Desenvolvimento Urbano de Porto Velho-RO responsável por análises de projetos de saneamento.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Equador, 2131, apto. 302 – Nova Porto Velho - Porto Velho - RO - CEP: 76820-154 - Brasil - Tel: (69) 3225-2533 - e-mail: rosane.ferreira@gmail.com.

RESUMO

Foi avaliada a eficácia do sistema de tratamento de esgoto adotado por um Condomínio Residencial localizado no município de Rio Branco, que possui sistema individual de tratamento de esgoto composto por tanque séptico (TS) e filtro anaeróbio (FAN). Os efluentes do sistema de tratamento de esgoto são lançados em curso de água (Igarapé Fundo).

O dimensionamento das unidades do sistema foi analisado e comparado com as orientações construtivas existentes na literatura atual e com as seguintes normas da ABNT em vigência na época de sua confecção: NBR 7229/93 e NBR13969/97. Para complementar a análise do dimensionamento e projeto foi realizada inspeção visual de toda a área abrangida pelas unidades de tratamento de esgoto.

Por fim, foram coletadas amostras do esgoto na entrada e saída do sistema de tratamento, como também, amostras do curso de água utilizado como corpo receptor, a montante e a jusante do lançamento de efluentes considerado. Procederam-se análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras. Os resultados destas foram confrontados apenas com a legislação ambiental a nível federal através da resolução n.º 357/2005 do CONAMA, uma vez que na localidade inexistia legislação ambiental estadual ou municipal sobre o tema.

Com posse dos resultados obtidos nas etapas anteriormente descritas, foi discutida e atestada a eficiência do sistema de tratamento adotado. Dos estudos realizados, concluiu-se que o sistema é insatisfatório, motivo pelo qual foram levantadas as prováveis falhas no processo e sua natureza.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Esgoto, Tanque Séptico, Filtro Anaeróbio.

INTRODUÇÃO

As atividades humanas básicas, como alimentação e higiene própria e do meio em que vivemos, requerem o consumo de água. Este consumo traz como consequência, a geração de despejos líquidos residuais, de características conhecidamente desagradáveis, surgindo então a necessidade de coleta e afastamento das águas servidas. Em áreas desprovidas de sistemas de esgotos, estes despejos acabam sendo lançados diretamente no solo ou em corpos de água natural.

Com o incremento populacional e industrial acentuado nos últimos séculos, aumentou-se o volume de despejos produzidos e os recursos naturais que anteriormente mantinham sua capacidade natural de depuração da matéria orgânica, começam a perecer, constituindo grave problema ambiental.

A grande deficiência de saneamento básico existente em nosso país, notadamente de serviços de esgotamento sanitário, impõe a muitos brasileiros elevados riscos de exposição a organismos patogênicos presentes nos esgotos e responsáveis pela disseminação de várias doenças de veiculação hídrica. Esta situação acaba por onerar os serviços de saúde pública, uma vez que as populações não atendidas requerem atendimento médico-hospitalar.

Assim, em aglomerados humanos oriundos de empreendimentos tanto privados quanto públicos, a necessidade de implementação dos equipamentos necessários a fim de proporcionar os benefícios de um sistema competente de saneamento básico é de suma importância.



Em se tratando de sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário, as soluções apresentadas nem sempre alcançam os objetivos propostos, gerando além de inconvenientes sanitários e ambientais outros relacionados ao bem estar e conforto da população como odor desagradável e desarmonia paisagística.

Em áreas desprovidas de redes de esgoto e unidades de tratamento é comum a adoção de soluções individuais simplificadas. Na região Norte, onde localiza-se o condomínio estudado, prevalecem os sistemas TS seguido de FAN em empreendimentos habitacionais. Embora esta configuração apresente boa capacidade de redução de DBO e normalmente atenda a legislação ambiental no que tange os padrões de lançamento de efluentes, há de atentar para o correto dimensionamento das unidades e sua operação.

Este estudo de caso se propõe analisar o sistema TS-FAN implantado em todos os seus aspectos: dimensionamento e projeto, parâmetros de qualidade (físico-químicos e bacteriológicos) além de aspectos construtivos, operacionais e ambientais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O local selecionado para estudo de caso foi o Condomínio Residencial Bouganville, localizado no município de Rio Branco, capital do estado do Acre na região norte do país. No residencial há 149 unidades habitacionais de padrão médio de acabamento e com média de 4 habitantes por moradia. Este condomínio residencial possui sistema individual de tratamento de esgoto composto por TS e FAN. Os efluentes do sistema de tratamento de esgoto são lançados no Igarapé Fundo, que faz limite com os fundos do terreno do condomínio.

Os dados gerais a respeito do empreendimento, seus projetos de engenharia e execução foram cedidos pela empresa construtora. Serviram como fonte de dados também os moradores do condomínio, funcionários e síndico, que relataram inconvenientes do sistema de tratamento, e cederam informações quanto à operação e manutenção das unidades de tratamento.

Numa primeira etapa analisou-se o projeto e dimensionamento das unidades de tratamento de esgoto. O dimensionamento, integrante na memória de cálculo e projeto, foi analisado e comparado com as orientações construtivas existentes na literatura atual e com as seguintes normas da ABNT em vigência na época de sua confecção:

- NBR 7229/93: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos e
- NBR13969/97: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.

Como segunda etapa, seguiu-se a coleta e análise de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos tanto do esgoto afluente no sistema TS-FAN como do efluente tratado. As amostras foram estudadas nos laboratórios da UTAL (Unidade de Tecnologia de Alimentos), vinculada à UFAC (Universidade Federal do Acre). Os resultados destas foram confrontados com resolução n.º 357/2005 do CONAMA, que classifica os corpos de água e fornece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes foram feitas comparações com os limites inferiores e superiores dos parâmetros estabelecidos pela resolução federal. Em síntese foram analisados os seguintes parâmetros para o esgoto e para o curso de água receptor:

- Indicadores de matéria orgânica: DBO, DQO, OD;
- Indicadores de contaminação fecal: CF;
- Parâmetros físico-químicos: pH e temperatura.

Outros parâmetros de qualidade para esgotos domésticos e mananciais não foram analisados por sua impraticabilidade na unidade laboratorial da UTAL e/ou irrelevância para o sistema de tratamento em estudo.

Por fim, como terceira etapa, para complementar a análise do dimensionamento e projeto foi realizada uma inspeção visual de toda a área ocupada pelas unidades de tratamento de esgoto. Delineou-se então a abordagem de aspectos construtivos, operacionais e ambientais.



PRIMEIRA ETAPA: ANÁLISE DO PROJETO E DIMENSIONAMENTO

Além da apresentação da memória de cálculo do TS e FAN cedidos pela empresa construtora, seguem transcritos outros dados integrantes do projeto, de importância para a posterior discussão dos resultados desta etapa unidade.

TS

▪ Previsão da População

Considerando-se o índice de 149 unidades, sendo 04 habitantes/ unidade, temos que: $P = 149 \times 4 = 596$ habitantes (será aproximado para 600 para simplificação de cálculo)

Outros dados: Coeficiente de retorno = 0,9/ Consumo per capita de água, $q_i = 150 \text{ l/ hab x dia}$

Para o cálculo da fossa, será adotada a opção cilíndrica, por ser a mais viável economicamente.

▪ Cálculo do volume da fossa:

Temos que:

$V = 1,3 N (CT + 100Lf)$, onde,

V = Volume da fossa em litros;

N = Número de habitantes;

C = Contribuição de esgotos (litros/habitante x dia);

Lf = Contribuição de lodo fresco (litros/dia);

T = Período de detenção em dias (dia);

Dados:

N = 600 habitantes;

C = 150 litros/ habitante x dia;

Lf = 1,00 litro/ dia;

T = 0,50 dia;

$V = 1,3 \times 600 (150 \times 0,50 + 100 \times 1,00) = 136.500$ litros, portanto: $V = 136,50 \text{ m}^3$

▪ Cálculo da seção horizontal da fossa:

Para uma altura $h = 2,00 \text{ m}$, temos que:

$S = V/2,00$; portanto: $S = 136,50/ 2,00 = 68,25 \text{ m}^2$

▪ Cálculo do diâmetro total da fossa:

$R = (S/3,14)^{0,5}$

$R = (68,25/3,14)^{0,5}$

$R = 4,67 \text{ m}$.

O diâmetro total da fossa, inclui as paredes externas da mesma, portanto

$Dt = 2R + 2E$, onde:

Dt = Diâmetro total da fossa;

R = Raio da fossa;

E = Espessura da parede estrutural da fossa. Portanto;

$Dt = 2 \times 4,67 + 2 \times 0,15$ Logo: $Dt = 9,64 \text{ m}$.

Outras dimensões:

Altura útil: 2,00 m



Espessura da Laje de fundo falso: 0,10 m

Espessura da Laje de fundo: 0,10 m

Espessura da Laje de tampa: 0,10 m

Outras dimensões (vigas, apoios): 0,50 m

RESUMO: VOLUME DA FOSSA SÉPTICA = 136,50 m³ / ALTURA DA FOSSA SÉPTICA = 2,00 m / DIÂMETRO TOTAL DA FOSSA SÉPTICA = 9,64 m

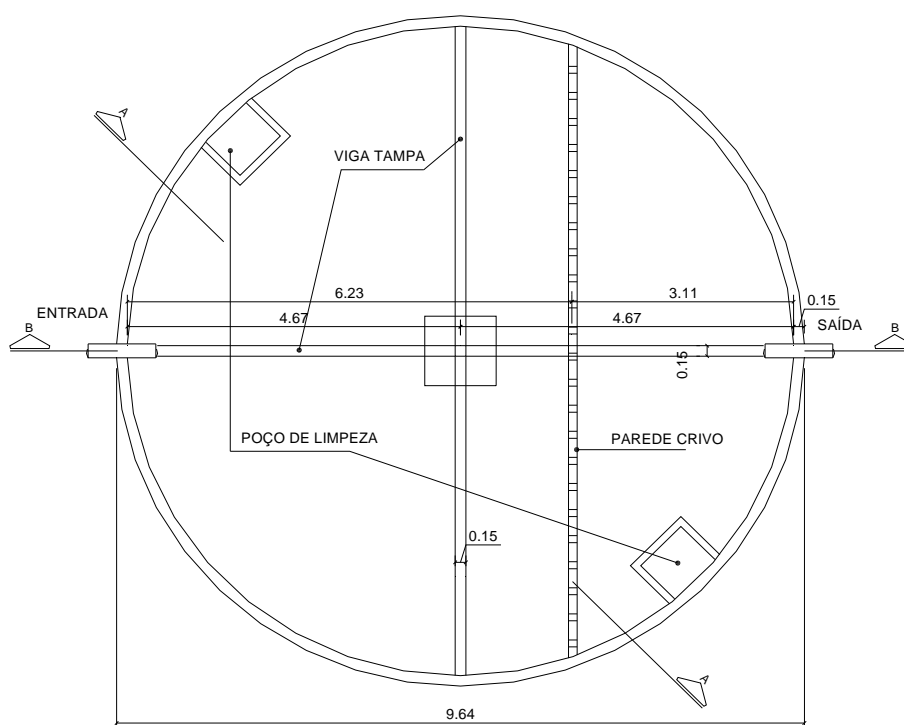


Figura 1 - Planta Baixa do TS projetado

FAN

Para o cálculo do filtro será adotada a opção cilíndrica, por ser a mais viável economicamente.

▪ Cálculo do volume do filtro

Temos que:

$V = 1,6 \text{ NCT}$, onde:

V = Volume do filtro em litros;

N = Número de habitantes;

C = Contribuição de esgotos (litros/ habitante x dia);

T = Período de retenção em dias (dia);

Dados:

$N = 600$ habitantes;

$C = 150$ litros/ habitante x dia;

$T = 0,50$ dia;

$V = 1,6 \times 600 \times 150 \times 0,50 =$



$V = 72.000$ litros, portanto: $V = 72,00 \text{ m}^3$

▪ Cálculo da seção horizontal do filtro:

Para uma altura $h = 1,80 \text{ m}$, temos que:

$S = V/h$; portanto: $S = 72,00/1,80 = 40,00 \text{ m}^2$

O diâmetro total do filtro, inclui as paredes externas do mesmo, portanto

$D_t = 2R + 2E$, onde:

D_t = Diâmetro total do filtro;

R = Raio do filtro;

E = Espessura da parede estrutural do filtro. Portanto;

$D_t = 2 \times 3,57 + 2 \times 0,15$ Logo: $D_t = 7,44 \text{ m}$.

Outras dimensões:

Altura útil: 1,80 m

Altura do fundo falso: 0,30 m

Altura da camada de brita: 1,20 m

Altura de acumulação do efluente tratado: 0,30 m

Espessura da Laje de fundo falso: 0,10 m

Espessura da Laje de fundo: 0,10 m

Espessura da Laje de tampa: 0,10 m

Outras dimensões (vigas, apoios): 0,50 m

Altura do filtro: 2,60 m

RESUMO: VOLUME DO FILTRO ANAERÓBIO = $72,00 \text{ m}^3$ / ALTURA DO FILTRO ANAERÓBIO = 2,60 m / DIÂMETRO TOTAL DO FILTRO ANAERÓBIO = 7,44 m

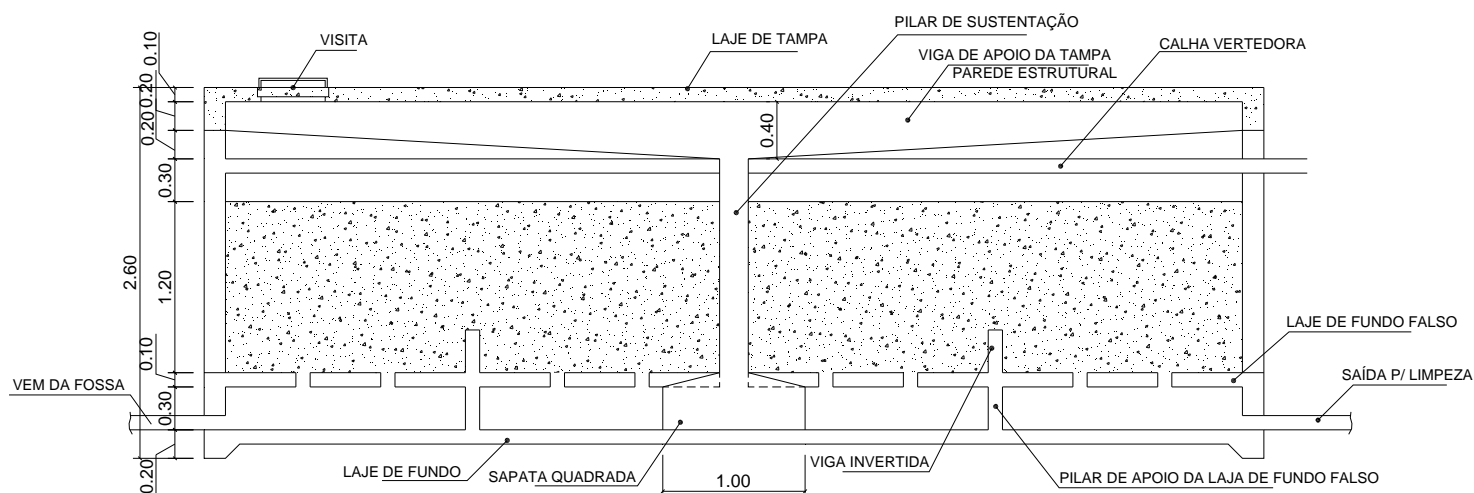


Figura 2 - Corte do FAN projetado

**RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA**

Tanto para o TS como para o FAN foram resumidas as discussões dos resultados em quadro, para melhor compilação e entendimento da situação final de atendimento dos preceitos das normas ABNT. Nestes quadros foram agrupados os itens relevantes ao dimensionamento e sua situação quanto ao atendimento pelo projeto do estudo de caso.

Quadro 1 - Resultados e Discussões: Tanque Séptico

Critério de dimensionamento	Resultados e Discussões
Contribuição de despejos (C)	Não foram considerados os ocupantes temporários. O coeficiente de retorno indicado em memória de cálculo não foi utilizado nos cálculos.
Período de detenção dos despejos (T)	O período mínimo de detenção indicada para a faixa de contribuição diária foi observado, igual a 0,5 dias.
Contribuição de lodo fresco (Lf)	A contribuição de lodo fresco estimada foi observada, igual a 1.
Taxa de acumulação total de lodo (K)	Não especificada em projeto A fórmula adotada é a da norma 7229/82 que não considera esta importante variável.
Medidas internas	A altura adotada de 2,0 m atende as medidas internas mínimas do TS. O diâmetro interno mínimo de 1,1 m foi observado.
Número de Câmaras	A norma recomenda para TSs cilíndricos três câmaras, o caso apresenta apenas duas. Não foi seguida a proporção de 2:1 entre as câmaras.
Intercomunicação entre as câmaras	Não há detalhamento das aberturas de comunicação em projeto. Nenhuma das recomendações para distâncias verticais mínimas foi observada. As aberturas foram localizadas no fundo do TS, o que é grave, pois o fundo do tanque é destinado ao acúmulo do lodo.
Dispositivos de entrada e saída	Não foi identificado em projeto o nível da água no interior do TS e consecutivamente sua profundidade útil. Não foi possível extrair tais distâncias e analisar se foram preservadas.
Aberturas de inspeção	Não foram cotadas. Há apenas duas aberturas, que é insuficiente. A locação das aberturas é equivocada e não possibilitam acesso direto pelo menos ao dispositivo de entrada do esgoto no TS.

Quadro 2 - Resultados e Discussões: Filtro Anaeróbio

Critério de dimensionamento	Resultados e Discussões
Volume	O volume do leito filtrante foi confundido com o volume total. Foi atendido o volume útil mínimo do leito filtrante, 1000 L.
Alturas	A altura do leito filtrante não foi respeitado. A altura do fundo falso foi observada, sendo esta altura 40 cm.
Perda de carga hidráulica entre o tanque séptico e o filtro anaeróbio	A perda de carga hidráulica a ser prevista entre o nível mínimo no tanque séptico e o nível máximo no filtro anaeróbio não foi passível de aferição, pois esta diferença de cota não é mostrada em projeto.
Sistema de distribuição de esgoto no filtro anaeróbio	O projeto não seguiu as opções recomendadas por norma, sendo a distribuição do esgoto feita por uma única tubulação de entrada situada em uma das extremidades do filtro, com a geratriz inferior rente ao fundo deste, o que não possibilita a divisão da vazão de esgoto no reator.
Coleta de efluentes	No projeto em análise não foi possível visualizar a quantidade de canaletas, chamadas neste de calha vertedora.
Sistema de drenagem	Não foi observada nenhuma opção para drenagem do FAN.
Furos no fundo falso	Pelo projeto, identifica-se diâmetro de 3,0 cm para as cavas, superior ao da norma (2,5 cm). Não foi possível quantificar o número destas para saber a somatória das áreas.



SEGUNDA ETAPA: ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE

Foram coletadas amostras do esgoto na entrada e saída do sistema de tratamento, como também, amostras do igarapé, a ser utilizado como corpo receptor, a montante e a jusante do lançamento de efluentes considerado.

Devido a dificuldades de acesso ao local do igarapé, utilizado como corpo receptor, não foram padronizadas distâncias para coleta do material, sendo a amostra n.º 3 obtida a aproximadamente 30 m antes do local de lançamento do efluente e a amostra n.º 4 obtida a aproximadamente 215 m após este mesmo local.

A partir da figura 3 fica mais bem apresentado o local de onde foi coletada cada amostra e sua identificação.

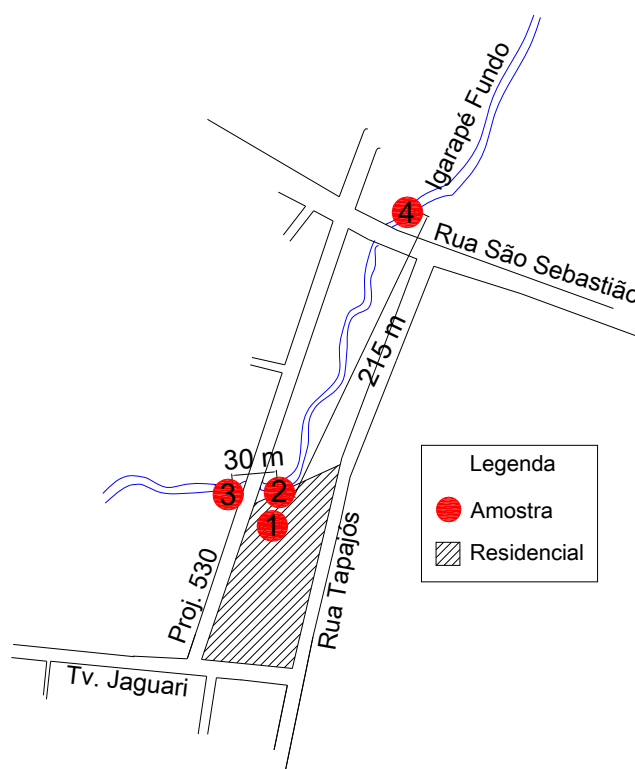


Figura 3 - Localização das amostras

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

Seguem os quadros com os resultados e discussões compilados em quadro, com as informações das análises laboratoriais das amostras.

Tabela 1 - Resultado das análises laboratoriais

Amostra (nº)	Indicadores de matéria orgânica			Indicador de contaminação fecal	Parâmetros físico- químicos	
	OD (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	CF (NMP/100ml)	pH	Temperatura (°C)
1	0	560	466	1.600.000	6,7	27,9
2	0	640	536	1.600.000	6,8	28,0
3	0	200	113	16.000	7,0	22,4
4	0	160	109	1.300	7,0	21,8

Quadro 3 - Resumo das concentrações em comparação com a resolução CONAMA n.º 357/2005 e outras recomendações

Amostra	OD	DQO	DBO	CF	pH	Temperatura
1	não permitido	elevada	elevada	elevada	permitido	permitido
2	não permitido	elevada	elevada	elevada	permitido	permitido
3	não permitido	elevada	não permitido	não permitido	permitido	permitido
4	não permitido	elevada	não permitido	permitido*	permitido	permitido

*apenas para classe 3 e 4 de utilização de águas doces

TERCEIRA ETAPA: INSPEÇÃO GERAL DO SISTEMA IMPLANTADO

Para melhor exposição dos dados levantados em campo, dividiu-se o assunto em tópicos, segundo a natureza da problemática analisada. A seguir seguem os resultados obtidos em campo respectiva discussão.

Aspectos Construtivos

Com relação ao projeto e a área inspecionada, pôde-se extrair as seguintes discrepâncias:

- A localização e número de aberturas de visita estão em desacordo, o que dificultou a identificação das unidades do sistema de tratamento em campo. No projeto, há duas aberturas para o TS e uma para o FAN. No local haviam oito aberturas não identificadas;
- A conformação das unidades é retangular, o que difere do modelo adotado em projeto, que é circular;
- Não foram obedecidas pelo menos as seguintes distâncias horizontais mínimas do TS recomendadas pela NBR 7229/93: 3 m de árvores e 15 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza;
- Não localizada a calha vertedora do FAN (descrita em projeto) em nenhuma das aberturas de visita.



Figura 4 - Disposição e quantidade de aberturas de visita e proximidade com árvores e corpo de água

Aspectos Operacionais

Na primeira abertura de visita (de montante para jusante) foram encontrados vários objetos estranhos aos esgotos domésticos como garrafas e embalagens plásticas, folhagens, sementes e até preservativos. Na segunda foi confirmado transbordamento. A vazão na saída do sistema de tratamento é alta e o efluente apresentava-se turvo.



Figura 17 - Presença de objetos estranhos na primeira abertura do sistema

Aspectos Ambientais

Com relação ao entorno e condições do igarapé, percebeu-se uma situação generalizada de insalubridade, havendo além de odor acentuado, vultosa disposição de resíduos sólidos ao longo das margens e leito do igarapé. Outros agravantes como a existência de fezes de animais domésticos e privadas sem veiculação hídrica foram constatadas. As águas do igarapé encontravam-se na ocasião da coleta das amostras, bastante turvas e de coloração escura, o que evidencia poluição maciça.



Figura 20 - Local de coleta da amostra 3

CONCLUSÕES

O sistema de tratamento de esgoto sanitário do condomínio residencial estudado não apresenta eficiência na redução de DBO e coliformes fecais. O efluente “tratado” apresenta-se com maior concentração de matéria orgânica na saída do sistema do que na entrada. Segundo os padrões permitidos por legislação federal, o efluente tratado é impróprio para lançamento no corpo receptor.

Verificou-se elevada concentração de matéria orgânica e de coliformes fecais, até mesmo no efluente tratado e nas águas do corpo receptor. Este último não tem condições de receber a carga do efluente do sistema de tratamento, uma vez que já é preocupante a qualidade de suas águas mesmo a montante do lançamento do despejo do condomínio.

Com relação ao dimensionamento e projeto das unidades do sistema de tratamento adotado, resume-se que não estão aderentes às normas vigentes, possuindo diversas inconsistências.

Os sistemas TS-FAN possuem simples operação e manutenção, mas não deve ser admitida negligência destas atividades. Destarte, os problemas gerados pelo sistema de tratamento de esgoto em estudo constituem séria perturbação da qualidade de vida dos moradores do condomínio e da área adjacente.

Para um diagnóstico mais apurado e consistente há necessidade de se avaliar outros parâmetros de qualidade importantes para o esgoto, efluente tratado e corpo receptor. Outrossim, para que se alcance um padrão representativo de qualidade se faz necessário um monitoramento ao longo de um tempo maior, com frequência pré-determinada.



Por fim, há de se diagnosticar minuciosamente todos os problemas oriundos do sistema de tratamento. As razões do transbordamento do TS e a presença de objetos estranhos em uma das aberturas de visita devem ser avaliadas. Recomenda-se uma investigação técnica do encaminhamento das tubulações de esgotamento sanitário e pluvial e investigar a elevada vazão na saída do sistema. Outrossim, é pertinente realizar estudo mais amplo do corpo receptor e sua capacidade de autodepuração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993). NBR 7229 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.
2. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997). NBR 13969 – Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação.
3. BRASIL. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em 31 maio 2006.
4. VON SPERLING, M.. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª ed.. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.