



PROJETO DE MELHORIAS DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS

**PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA
LIMA DUARTE - MG**

RELATÓRIO TÉCNICO



INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS

ABRIL / 2005

ÍNDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 3 |
| 1.1 | APRESENTAÇÃO | 3 |
| 1.2 | RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELO PROJETO | 4 |
| 1.3 | FICHA TÉCNICA | 4 |
| 2 | ASPECTOS GERAIS DO PARQUE ESTADUAL DE IBITIPOCA..... | 5 |
| 2.1 | HISTÓRICO..... | 5 |
| 2.2 | LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ACESSOS..... | 6 |
| 2.3 | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS..... | 7 |
| 3 | INFRA-ESTRUTURA RECEPTIVA DO PARQUE..... | 11 |
| 3.1 | SETOR SERVIÇOS..... | 11 |
| 3.2 | SETOR DE “CAMPING” | 11 |
| 4 | SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS | 12 |
| 4.1 | DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE..... | 12 |
| 4.2 | AVALIAÇÃO DA ETE EXISTENTE..... | 13 |
| 4.3 | PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS NA ETE..... | 16 |
| 5 | ESTUDO DAS VAZÕES DE PROJETO..... | 18 |
| 5.1 | ÁREA DE PROJETO..... | 18 |
| 5.2 | ALCANCE E POPULAÇÃO DE PROJETO..... | 18 |
| 5.3 | PARÂMETROS DE PROJETO | 18 |
| 5.4 | QUANTIFICAÇÃO DOS ESGOTOS..... | 18 |
| 6 | PROJETO DE COMPLEMENTAÇÃO DA ETE | 19 |
| 6.1 | TRATAMENTO PRELIMINAR..... | 19 |
| 6.2 | LEITO DE SECAGEM..... | 24 |
| 6.3 | DISPOSIÇÃO FINAL DOS ESGOTOS TRATADOS | 26 |
| 6.4 | UNIDADE DE APOIO | 26 |
| 6.5 | QUANTIFICAÇÃO E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS..... | 27 |
| 6.6 | URBANIZAÇÃO | 27 |
| 7 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 28 |

8 ANEXOS29

- I. PLANILHA DE ORÇAMENTO*
- II. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO*
- III. COMPOSIÇÕES DE CUSTO*
- IV. DEMONSTRATIVO DO CÁLCULO DO BDI*
- V. CURVAS 'ABC' DE INSUMOS E SERVIÇOS*
- VI. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA*
- VII. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART*
- VIII. DESENHOS*

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Um Sistema de Coleta e Transporte de Esgotos Sanitários, sem que haja o devido tratamento e a correta disposição final, gera vários inconvenientes, tanto para a população e principalmente ao meio ambiente.

No Brasil, são conhecidas e aplicadas várias técnicas de tratamento de esgotos, desde sofisticados sistemas convencionais até os processos alternativos mais simples, porém eficientes. Nos últimos anos um grande número de opções tecnológicas para o tratamento de esgotos tem sido estudadas na busca de sistemas mais adequados a cada situação que se apresenta.

Com este pensamento, o Instituto Estadual de florestas, IEF/MG, contratou consultoria especializada em saneamento e meio ambiente, a fim de elaborar o presente projeto de complementação e melhorias na Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários do Parque Estadual do Ibitipoca, – (PEIB), inserido no município de Lima Duarte, Minas Gerais.

O presente trabalho foi desenvolvido orientado pelo relatório técnico de inspeção do sistema de esgotos do Parque Estadual do Ibitipoca elaborado pela COPASA e o termo de referência, preparado pelo IEF, para fins de contratação dos serviços, ora apresentados.

1.2 Responsabilidade técnica pelo Projeto

- Nome: Ottawa Engenharia Ltda.
- Endereço: Rua Nilton Baldo, 744.
Bairro Paquetá - Belo Horizonte - MG
CEP: 31.330-660
- Telefax: (31) 3498-0045
- CNPJ: 04.472.311/0001-04
- Inscrição municipal: 166.612.001-1
- Endereço eletrônico: ottawaeng@terra.com.br

1.3 Ficha Técnica

- Responsável Técnico: Carlos Mauro Novais Gonçalves
- Registro profissional: CREA/ MG: 49.318/D
- Formação: Engenheiro Civil especialista
em saneamento e meio ambiente
- Apoio Técnico: Sarah Beatriz Nogueira
Técnica em Saneamento (CEFET-MG) e
Acadêmica em Engenharia Civil / PUC - MG

Hudson Costa Rocha
Técnico em Saneamento (CEFET-MG) e
Acadêmico em Engenharia Civil / UFMG

2 ASPECTOS GERAIS DO PARQUE ESTADUAL DE IBITIPOCA

2.1 Histórico

Até meados do século XVII, a Serra do Ibitipoca (ibiti=Pedra poca=estala) era habitada por pacíficos índios da tribo Aracy (Ara=luz, cy=mãe), é quando se têm notícias de passagem das primeiras bandeiras na região.

A Localização de Ibitipoca, - divisor do Planalto de Itatiaia e Andrelândia, o que contribuiu para servir de passagem entre Minas e o Porto de Parati (Trilha do ouro) - facilitou para que chegasse em 1692 a bandeira do Vigário de Taubaté; Padre João Faria Fialho, e com ele a descoberta de ouro.

Em 1718, Ibitipoca atinge o seu apogeu, com a formação da freguesia (extensas áreas de terra, com aproximadamente 7000 habitantes), mas logo em seguida o mesmo Fialho dando continuidade a sua bandeira descobre pepitas de ouro em "Vila Rica". Começando o êxodo de Ibitipoca. As mulas que traziam os alimentos de Parati para Ibitipoca ficaram escassas ou não chegavam. Seguiam agora para Vila Rica. Começa o êxodo. Após a grande retirada restou a população mais pobre e a região começa a ser freqüentada por contrabandistas. Estes traziam comida e levavam o ouro contrabandeado para o Porto do Rio de Janeiro, por uma trilha recém aberta.

Em 1764, Ibitipoca recebe a visita do Governador Geral da Capitania das Minas Gerais, general Luiz Diogo Lobo da Silva, com o objetivo de proibir o desmatamento. Mas a idéia não era em prol do ambiente e sim para dificultar a abertura de novas trilhas para o contrabando.

Em 1768 fica pronta a Igreja Matriz de Conceição de Ibitipoca, mortos eram transportados de longe para serem enterrados na Igreja.

Em 1822, Ibitipoca recebe a visita do naturalista francês, Auguste de Saint Hilaire. Em seu livro ele relata as condições miseráveis em que se encontravam os moradores locais e descrevia assim a beleza da serra ao se despedir: "A vista dos belos campos que se apresentaram hoje aos meus olhares, não pude deixar de sentir verdadeiro aperto de coração pensando que logo os deixarei para sempre".

Em 1884 é instalado o município de Lima Duarte e em 1918 é reconstruída a Capela do Rosário.

Em 1932, numa tentativa de se apossar de terras consideradas até então devolutas, a igreja constrói uma capela no alto do Pico do Pião, com a imagem do Bom Senhor Jesus da Serra. Em 1933 o Estado ganha na justiça a reintegração de posse de terra e o que resta hoje da capela são as ruínas no Pico do Pião. Em 1964, o governador nomeia o 1º administrador da fazenda do Ibitipoca, Senhor Jacinto Lage, e em 04/07/1973 sai o decreto da criação do Parque Estadual do Ibitipoca.

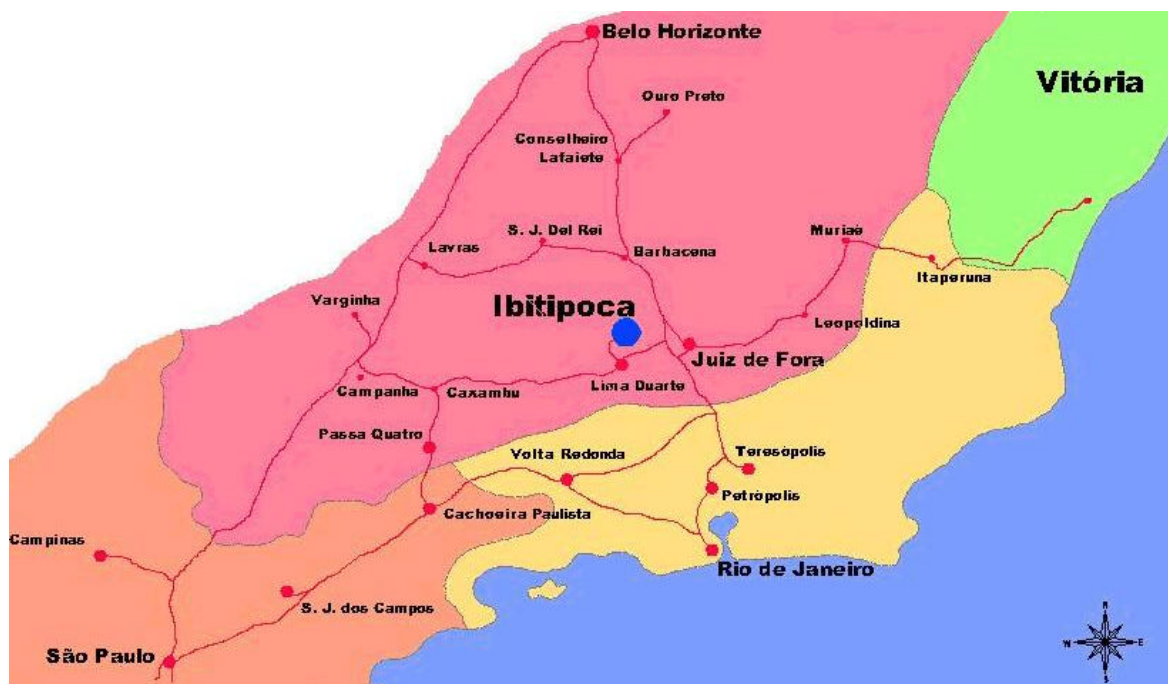
(Texto de Júnior Vasconcelos - Monitor Ambiental do PEIB)

2.2 Localização Geográfica e Acessos

O Parque Estadual de Ibitipoca encontra-se na região sudeste de Minas Gerais, num dos pontos mais altos da Serra da Mantiqueira, com uma área de 1.488 hectares. Está situado no município de Lima Duarte tendo sua portaria localizada a três quilômetros do Arraial de Conceição do Ibitipoca. Possui como principais vias de acesso a BR-040, BR-267, e BR-381.

As coordenadas geográficas do Parque são:

- Latitude21º 41' Sul
- Longitude.....43º 53' Oeste



Distâncias aproximadas aos principais centros:

- Belo Horizonte360 km
- Rio de Janeiro.....270 km
- São Paulo480 km
- Vitória.....610 km

2.3 Características Físicas

2.3.1 Clima

Em Ibitipoca, a influência do relevo sobre o clima é muito importante à altitude, e, a topografia é diferenciada e sobressaem-se localmente em relação às áreas vizinhas, originando um clima singular. A distribuição geral das temperaturas e pluviosidade são muito influenciadas pelas altitudes e formas de relevo.

Contrastam, numa área relativamente pequena, microclimas e topoclimas com variações consideráveis de umidade, calor, ventos e até mesmo chuva, influenciando na distribuição dos organismos. Os microclimas são diversificados pela grande quantidade de paredões, vales em garganta, grutas, pontes naturais, pequenos adensamentos arbustivos ao longo dos cursos d'água ou em concavidades do relevo, exposição de vertentes (portanto várias faces de exposição à luz) e de variação das declividades, bem como pela variedade de adensamentos de vegetação.

As temperaturas diminuem cerca de 0,5°C a cada 100m de altitude em direção aos altos nos períodos mais frios e secos, e cerca de 0,4°C nos períodos mais quentes e úmidos.

(Texto de Luciana Graci Rodela, Geógrafa Mestre-doutoranda em geografia física pela USP.Professora de Ecoturismo, EIA/RIMA e Geografia do Turismo na UNINOVE - Universidade Nove de Julho).

2.3.2 Hidrografia

De grande beleza hídrica, a serra tem um tom de ouro especial em seus riachos; isso se deve a decomposição da matéria orgânica vegetal humificada, chegando facilmente às águas devido à porosidade do solo, que também é responsável pela acidez dos rios, empecilho para sobrevivência de peixes.

Diversas nascentes brotam na Serra do Ibitipoca, divisora das bacias dos rios Grande e Paraíba do Sul. Em uma das encostas, nascem os ribeirões da Conceição, Bandeira e o córrego do Pilar, afluentes do Rio Doce. Em outras, vários córregos formam o Ribeirão do Salto e o Ribeirão Vermelho, o primeiro pertencente à bacia do Paraíba do Sul e o último, à do Rio Grande. As nascentes desses rios ficam próximas do ponto mais bonito (e também o mais longe) de todo o Parque. As águas do Ribeirão Vermelho deixam corredores de pedras e de vegetação exuberante em direção ao norte para atingirem a Janela do Céu, onde se chega ao topo da cachoeira de mesmo nome e tem a vista mais bonita de toda Ibitipoca.



2.3.3 Relevo e Geologia

A Serra do Ibitipoca está na interseção entre o Planalto de Itatiaia, que faz parte da Região Geomorfológica da Mantiqueira Meridional (pertencente ao Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados do Brasil), e o Planalto de Andrelândia, faz parte da Região dos Planaltos do Alto Rio Grande (pertencente ao Domínio dos Remanescentes de Cadeias Dobradas do Brasil) (RADAMBRASIL, 1983).

Geologicamente a Serra está na unidade do Planalto de Andrelândia, que é constituída pelos relevos elaborados nas rochas metassedimentares do Grupo

Andrelândia, como quartzitos e alguns trechos de rochas cristalinas do Gnaiss Piedade. Sobre estas rochas, localmente, desenvolvem-se solos tipos Cambissolos álicos, e Latossolos Vermelho-Escuro (RADAMBRASIL, 1983).

O desenvolvimento mais acentuado da erosão nos gnaisses das áreas adjacentes (compostas por morros, colinas e formas intermediárias), devido a menor resistência, e, portanto maior resposta às forças exógenas (o controle climático/ fluvial foi maior), permitiu o realce topográfico da Serra, onde predominou em relação ao intemperismo. Resultantes dos dobramentos formaram-se duas cristas anticlinais na área do Parque, sendo elas paralelas, e correspondendo às áreas mais altas da localidade. Atingem 1784m de altitude, no Morro da Lombada, e na crista paralela, 1721m no Pico do Pião.

O relevo da área do Parque, em escala local, apresenta as seguintes formas:

Topos:

- Horizontalizados e alongados (cristas anticlinais), declividade entre 3 e 7°30'
- Arredondados (ondulações nas cristas), declividades entre 3 e mais de 17°

Vertentes:

- Verticalizadas (abruptas ou retilíneas), declividades entre 25 e mais de 45°
- Em patamares estruturais¹; em talus², declividades entre 17 e mais de 25°; esfoliadas³ (esfoliação esferoidal), declividades entre 17 e mais de 25°;
- Convexizadas, declividades entre 17 e mais de 25°.

Vales:

- Quanto à origem são primitivos (desenvolvidos em sinclinais), e / ou erosivos (desenvolvidos por águas pluviais ou fluviais; desabamentos/erosão subterrânea);
- Quanto às formas são assimétricos: em garganta (vertente e paredão); simétricos em garganta (paredões ou vertentes abruptas, em "v" encaixados).

Formas Isoladas:

- Morrotes (declividades entre 3 e 25°), formados em litologia biotita-xisto;
- Pontes naturais;
- Cavernas;
- Bancos de areia; áreas alagadiças;
- Esporões.



(Texto de Luciana Graci Rodela, Geógrafa Mestre-doutoranda em geografia física pela USP. Professora de Ecoturismo, EIA/RIMA e Geografia do Turismo na UNINOVE - Universidade Nove de Julho).

2.3.4 Vegetação

O tipo de vegetação endêmica Campos Rupestres, com diferentes graus com as adjacências regionais, constitui a maior extensão de vegetação *Vanillosmopsis* do Parque. Os campos rupestres, um dos maiores centros de biodiversidade e endemismos do Brasil, são agrupamentos de vegetação que refletem condições ecológicas diferentes das de vegetação regional, onde são encontrados endemismos específicos, indicando um isolamento antigo (RADAMBRASIL, 1983).

O Parque apresenta uma sucessão fisionomias de vegetação que são controladas por diferentes fatores ambientais. Para cada tipo, um fator é mais determinante na distribuição que outro, mas no geral, o relevo e as potencialidades que suas formas oferecem para o desenvolvimento de solos e escassez hídrica, constituem-se nos fatores que mais controlam a distribuição da vegetação.

(Texto de Luciana Graci Rodela, Geógrafa Mestre-doutoranda em geografia física pela USP. Professora de Ecoturismo, EIA/RIMA e Geografia do Turismo na UNINOVE - Universidade Nove de Julho).

3 INFRA-ESTRUTURA RECEPTIVA DO PARQUE

O parque estadual conta com uma estrutura física para permanência de pessoal da administração, manutenção, policiamento, fiscalização e visitação. Esta estrutura é composta de:

3.1 Setor serviços

- Posto da Polícia Florestal;
- Alojamentos para Pesquisadores;
- Centro de Manutenção;
- Centro de Informação/Visitantes;
- Residências para Diretoria/Técnicos.

Total de Edifícios: 08 (oito)

3.2 Setor de “camping”

- Área para 15 (quinze) barracas, sendo 3 (três) pessoas/barraca = 45 pessoas;
- Lanchonete (inclusive refeições);
- Banheiros/Sanitários: 02 (dois) conjuntos;
- Lavanderia: rouparia/cozinha – 02 (dois) conjuntos;
- Anfiteatro: Público mínimo: 300 pessoas entre campistas e visitantes;
Público máximo: Período de pico: 800 pessoas entre campistas e Visitantes.

Total de Edifícios: 03 (três)

4 SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS

4.1 Descrição do sistema existente

4.1.1 Rede Coletora / Ligações Prediais

A rede coletora e os ramais prediais, construídos em tubo de PVC JE DN 100 mm, encontram-se em bom estado de conservação, inclusive em trechos aéreos, revestidos com tela argamassada (ferrocimento), compreendendo:

- 1.º Trecho: Alojamentos/casas pré-fabricadas e lavanderia \cong 55 metros.
- 2.º Trecho: Lanchonete, vestiários/banheiros, Lavanderia, Alojamento de Soldados, Centro de Manutenção, Centro de Informação \cong 522 metros.

As caixas de passagem, caixas de areia e de gordura estão em bom estado de conservação, assim como as instalações hidráulico-sanitárias dos edifícios, não comprometendo o funcionamento.

4.1.2 Estação de Tratamento de Esgotos ETE

A unidade de depuração dos esgotos implantada contou, na ocasião, com o apoio técnico da COPASA/Divisão Sudeste, tendo sido utilizado o modelo padrão do Programa de Saneamento Rural, compreendendo as unidades de Tanque Séptico e Filtro Anaeróbio para a fase líquida e Leito de Secagem para a fase sólida. O Leito de Secagem para desidratação do lodo digerido não foi construído, ficando até então incerta a forma de remoção e destinação do mesmo. Um sumidouro foi construído, destinado a receber o efluente líquido do filtro anaeróbio, promovendo a infiltração no solo natural.

Posteriormente, por ação própria dos técnicos do IEF, foram construídas pequenas valas de infiltração do efluente final, embora com o dimensionamento prejudicado pela falta de área/espço para localização de comprimentos reais das mesmas.

4.2 Avaliação da ETE existente

4.2.1 Aspectos gerais

Em seu aspecto geral, vê-se que a escolha do local de implantação da ETE, ficou restringida à proximidade dos edifícios geradores do esgoto e, sob esta condição, na única depressão topográfica disponível no terreno, confinada em um rochedo, aliás, característica comum do Parque Florestal.

Dada às boas condições da ETE, pode-se postergar a busca de outra localização, em terrenos mais a jusante, na escarpa.

O sistema de esgotamento sanitário está em boas condições de uso e de sustentabilidade embora, sem a adequada operação, e seu dimensionamento e capacidade está compatível com a demanda da população contribuinte, não havendo a necessidade de uma nova unidade de tratamento.

Para buscar entender o fato intrigante, relatado pelos técnicos do IEF e revelado por espeleólogos que informaram ter constatado um cheiro de esgoto sanitário em cavernas situadas à jusante da ETE, realizou-se uma inspeção detalhada das unidades, a seguir descritas.

4.2.2 Tanque Séptico: Aspectos Gerais e Inspeção

Aspectos Gerais

O Tanque Séptico é destinado a receber o esgoto bruto, deve ser uma unidade estanque, que realiza a separação de sólidos leves e pesados, decompondo-os em meio anaeróbio. Esta unidade não é um simples decantador e digestor, mas sim uma unidade que realiza simultaneamente várias funções:

- Decantação do esgoto e retenção dos sólidos em suspensão, por sedimentação;
- Flutuação e retenção dos materiais mais leves, graxos;
- Septização – tratamento anaeróbio da fase líquida em escoamento;
- Digestão do lodo acumulado;
- Desagregação e digestão parciais do material flutuante;
- Redução do número de bactérias, vírus, vermes e ovos helmintos presentes nas águas de esgoto;

- Não é uma unidade isolada que dispensa outras instalações: seu efluente precisa ter um polimento e destino adequado.

Inspeção

- Nível d'água (NA) crítico em relação aos dispositivos de entrada e de saída, sugerindo possibilidade de vazamento;
- Os dispositivos (tês sanitários com “pernas” longas) de entrada/ saída e a tubulação para remoção/descarte do lodo digerido estavam ausentes, fato que explica o acúmulo de lodo fresco sobre o material sobrenadante, fechando um curto-circuito no fluxo do esgoto bruto que poderia estar passando, nas fases de pico, diretamente ao Filtro Anaeróbio;
- A laje de cobertura, em concreto armado requer uma investigação mais apurada em sua face inferior, além de se conhecer a real condição do cobrimento e da armadura, a partir do que se sabe sobre a agressividade de sulfetos ao concreto, neste tipo de instalação. Há que se introduzir nesta laje, uma abertura de inspeção/acesso à tubulação de remoção do lodo digerido, que deverá ser mecanizada (moto-bomba/mangote de sucção – conjunto portátil), quando da execução da unidade do Leito de Secagem.

Utilizando-se de uma vara seca, colhida no local e, enrolando-se uma tira de tecido de algodão (de cor branca) em toda a sua extensão, mergulhou-se quase que verticalmente, a mesma, no tanque séptico, sendo possível medir a altura de lodo digerido, acumulado.

Como era de se esperar, no caso de tanques sépticos de câmaras sobrepostas (tanques *Inhoff*), de melhor eficiência, aliada à influência do tempo de “residência” (tempo de detenção) dos esgotos, melhorada, levados em conta os picos e à grande variabilidade de vazão, o volume de lodo digerido é pequeno, após mais de um ano sem esgotamento da unidade.

4.2.3 Filtro Anaeróbio: inspeção

Ao se abrir a abertura do filtro anaeróbio, ficaram visíveis:

- A turbidez do meio líquido, devido à passagem de carga orgânica excessiva;
- Preocupação com a armadura da laje de cobertura da unidade.

Observamos ainda que o volume de pedras, no leito filtrante está em excesso, quase atingindo o nível da calha vertedora.

Aparentemente, a vazão de saída do efluente, no tanque é a mesma de saída no filtro anaeróbio, não denunciando possibilidade de vazamento para o solo.

4.2.4 Valas de Infiltração

Abertas as tampas das caixas de inspeção de montante e de jusante, constatamos a presença de gases, resultantes da decomposição orgânica do efluente, já que apresentava aspecto turvo.

4.2.5 Caixas de Passagem / de Areia / de Gordura

Estas estruturas estão bem construídas, carecendo apenas de trabalho periódico de limpeza e conservação.

A caixa de gordura localizada próximo à área de Lanchonete / Sanitários / Vestiário e Lavanderia, encontra-se em estado crítico de acúmulo de resíduos orgânicos.

4.2.6 Urbanização

Não há cerca de proteção ao entorno da ETE, tampouco da antiga unidade depuradora (fossa séptica) localizada próximo à Lanchonete / Área de Camping.

O risco de acidentes com visitantes e com o pessoal do Parque existe, devendo-se, como advertido por ocasião da visita, serem tomadas as providências necessárias.

Respeitados os limites de intervenção na vegetação nativa do entorno das unidades, atenção especial deve ser dada às árvores e plantas que crescem muito próximo às construções, pois suas raízes poderiam danificar as estruturas.

O sistema, principalmente a ETE, encerra um caráter didático-pedagógico importante no trabalho de educação ambiental a ser proporcionado às populações que freqüentam o Parque Florestal do Ibitipoca (do aborígine: “serra da ventania” ou “serra fundida”).

Finalmente, voltando à discussão da informação dos espeleólogos quanto ao cheiro de esgoto sanitário em cavernas, é de nosso entendimento que a não operação adequada da ETE, levou à queda da eficiência de depuração do esgoto.

4.3 Proposições de melhorias na ETE

Propõem-se a execução dos seguintes serviços e obras:

- Limpeza, através de capina da vegetação rasteira, na área interna ao fechamento estabelecido em projeto;
- Limpeza e desinfecção das unidades que atualmente compõem a ETE, tanque séptico e filtro anaeróbio, empregando-se caminhão limpa-fossas para seu esvaziamento, além dos serviços de raspagem e lavagem de suas superfícies internas, de forma a permitir a execução dos serviços de recuperação destas unidades;
- Demolição e reconstrução da laje de cobertura do tanque séptico e do filtro anaeróbio conforme detalhado em projeto;
- Reconstrução dos dispositivos hidráulicos de entrada e saída, tubulação de inspeção e remoção do lodo digerido do tanque séptico;
- Reconstrução das quatro inspeções de acesso ao fundo falso, necessárias à futura intervenção para descarte do lodo;
- Implantar um leito de secagem, segundo o projeto do Saneamento Rural da COPASA MG, adequado às condições de locação impostas pelas unidades existentes. A remoção do lodo digerido, do tanque séptico e no filtro anaeróbio se dará com o uso de conjunto moto-bomba, sendo o lodo descartado disposto no Leito de Secagem;
- Implantar unidade de tratamento preliminar, composta de gradeamento, desarenador duplo e vertedor triangular;
- Urbanização da área da ETE, através da construção de cerca de proteção, portão para pedestres e passeios no entorno das unidades;

- Recuperação de um sumidouro existente para receber o defluente das valas de infiltração, parcialmente colmatadas;
- Aquisição de conjunto moto-bomba para remoção de lodo;
- Construção de unidade de apoio.

Concluídas as obras de manutenção, reforma e ampliação da ETE, o sistema de esgotos do parque terá a seguinte configuração:

- Ligações Prediais;
- Rede Coletora de Esgotos;
- Tratamento Preliminar;
- Tanque Séptico de câmaras sobrepostas;
- Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente;
- Leito de Secagem;
- Unidade de Apoio; e
- Urbanização.

5 ESTUDO DAS VAZÕES DE PROJETO

5.1 Área de Projeto

A área de projeto em estudo é aquela que recebe a infra-estrutura receptiva do Parque, conforme descrita no item 3.

5.2 Alcance e população de Projeto

O projeto foi desenvolvido considerando-se uma população de 500 habitantes, que segundo informações dos técnicos do IEF, atende satisfatoriamente às necessidades de projeto.

5.3 Parâmetros de Projeto

- População de projetoP = 500 habitantes
- Consumo *per capita* de águaq = 150 L/hab/dia
- Coeficiente do dia de maior descargaK₁ = 1,2
- Coeficiente da hora de maior descargaK₂ = 1,5
- Coeficiente da hora de menor descargaK₃ = 0,5
- DBO *per capita*54 g DBO/hab/dia
- SST *per capita*60 g SST/hab/dia

5.4 Quantificação dos esgotos

5.4.1 Vazões de projeto

Vazão média (Q_M)

$$Q_M = \frac{P \times q}{86.400} = \frac{500 \times 150}{86.400} = 0,87 \text{ L/s}$$

Vazão mínima (Q_m)

$$Q_m = K_3 \times Q_M = 0,50 \times 0,87 = 0,44 \text{ L/s}$$

Vazão máxima diária (Q_{MD})

$$Q_{MD} = K_1 \times Q_M = 1,20 \times 0,87 = 1,04 \text{ L/s}$$

Vazão máxima horária (Q_{MH})

$$Q_{MH} = K_1 \times K_2 \times Q_M = 1,20 \times 1,50 \times 0,87 = 1,56 \text{ L/s}$$

6 PROJETO DE COMPLEMENTAÇÃO DA ETE

6.1 Tratamento Preliminar

6.1.1 Vertedor Triangular

A medição de vazão e controle de velocidade na unidade de tratamento preliminar será realizada utilizando-se um vertedor triangular. Os vertedores triangulares oferecem boa precisão na medida de cargas hidráulicas correspondentes às vazões reduzidas. A formulação matemática empregada na correlação entre carga hidráulica e vazão é aquela proposta por *Thomson* considerando-se como vertedor, um triângulo retângulo e isósceles.

$$Q = 1,4 H^{5/2} \text{ onde:}$$

Q = vazão em m³/s;

H = carga em metros.

a) Rebaixo (Z) a ser feito à montante do vertedor triangular

$$Z = \frac{Q_{\text{máx}} \cdot H_{\text{mín}} - Q_{\text{mín}} \cdot H_{\text{máx}}}{Q_{\text{máx}} - Q_{\text{mín}}}$$

$$Z = \frac{1,56 \times 0,010 - 0,44 \times 0,036}{1,56 - 0,44} = 0,030 \text{ m}$$

b) Altura (h) da lâmina líquida antes do rebaixo

$$h = H - Z$$

| Vazão | L/s | m³/s | Altura da Lâmina | (m) |
|------------------|------|---------|------------------|-------|
| Q _{máx} | 1,56 | 0,00156 | H _{máx} | 0,066 |
| Q _{méd} | 0,87 | 0,00087 | H _{méd} | 0,052 |
| Q _{mín} | 0,44 | 0,00044 | H _{mín} | 0,040 |

$$h_{\text{máx}} = 0,066 - 0,030 = 0,036 \text{ m}$$

$$h_{\text{méd}} = 0,052 - 0,030 = 0,022 \text{ m}$$

$$h_{\text{mín}} = 0,040 - 0,030 = 0,010 \text{ m}$$

6.1.2 Gradeamento

a) Caracterização da grade

- Seção da barra $\frac{5}{16}$ " x 1.½" (8 x 40 mm)
- Abertura (a) 15 mm
- Espessura das barras (t) 8 mm
- Inclinação (α) 60°

b) Eficiência

$$E = \frac{a}{t + a}$$

$$E = \frac{15}{8 + 15}$$

$$E = 0,65$$

c) Áreas do gradeamento (A_u) e Canal de entrada (A_t)

$$A_u = \frac{Q_{\text{máx}}}{V}$$

Admitindo $V = 0,60$ m/s como sendo a velocidade de escoamento do fluxo no gradeamento teremos:

$$A_u = \frac{0,00156}{0,60}$$

$$A_u = 0,003 \text{ m}^2$$

$$A_t = A_u / E$$

$$A_t = 0,003 / 0,65$$

$$A_t = 0,005 \text{ m}^2$$

d) Largura do Canal de entrada

$$b = \frac{A_t}{h_{\text{máx}}}$$

$$b = \frac{0,005}{0,066}$$

$$b = 0,14 \text{ m}$$

$$\text{Adotado: } b = 0,15 \text{ m}$$

e) Verificação das Velocidades no gradeamento

| Q (m³/s) | h (m) | A _t = b x h | A _u = A _t x E | V = Q/A _u |
|----------|-------|------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 0,00156 | 0,036 | 0,005 | 0,00325 | 0,48 |
| 0,00087 | 0,022 | 0,003 | 0,00195 | 0,45 |
| 0,0004 | 0,010 | 0,002 | 0,00130 | 0,34 |

Conforme apresentado no quadro acima, as velocidades no gradeamento situam-se praticamente no intervalo de 0,30 m/s a 0,75 m/s recomendado pela literatura técnica.

f) Perda de Carga (h_f) na grade

$$h_f = 1,43 \frac{V_0^2 - V^2}{2g} \quad (\text{Segundo Metcalf e Eddy})$$

Onde:

V – velocidade à montante da grade

V₀ – velocidade na grade

g – aceleração da gravidade = 9,81 m/s²

Considerando 50% de obstrução na grade, V₀ será:

$$V_0 = 2 \times 0,48 = 0,96 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{Q}{b \times h_{\text{máx}}}$$

$$V = \frac{0,00156}{0,15 \times 0,036} = 0,29 \text{ m/s}$$

$$h_f = 1,43 \times \frac{0,96^2 - 0,29^2}{2 \times 9,81}$$

$$h_f = 0,061 \text{ m}$$

g) Comprimento da grade (x)

$$x = \frac{h'}{\text{Sen } 60^\circ}$$

$$h' = h_{\text{máx}} + h_f + \text{diâmetro do tubo de entrada} + 0,100$$

$$h' = 0,036 + 0,061 + 0,100 + 0,100$$

$$h' = 0,297 \text{ m} \quad \text{Adotado } h' = 0,30 \text{ m}$$

$$x = \frac{0,30}{\text{sen } 60^\circ}$$

$$x = 0,35 \text{ m}$$

h) Quantidade de barras (n)

$$n = \frac{b}{t + a} \quad (\text{medida em milímetros})$$

$$n = \frac{150}{8 + 15}$$

$$n = 7 \text{ barras}$$

$$\text{Adotado}^*: n = 6$$

*Motivo: Valor pequeno do espaçamento entre as barras extremas e a parede do canal (item seguinte).

i) Verificação do espaçamento entre as barras extremas e a parede do canal (e)

$$e = b - [n \times t + (n - 1) a]$$

$$e = 150 - [7 \times 8 + (7 - 1) \times 15]$$

$$e = 27 \text{ mm}$$

Logo a abertura em cada extremidade será de 14 mm, < a = 15 mm.

j) Material retido no gradeamento (V_G)

$$\text{Taxa de retenção de sólidos} \dots\dots\dots 0,035 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Vazão média} \dots\dots\dots 75 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$V_G = 0,035 \times 75 \quad V_G = 2,63 \text{ L/dia}$$

6.1.3 Desarenador

a) Largura (b)

Admitiu-se um desarenador de câmaras duplas logo:

$$b = \frac{Q_{\text{máx}}}{h_{\text{máx}} \cdot V}$$

Onde “V” é a velocidade a ser mantida nos canais, da ordem de 0,30 m/s.

$$b = \frac{0,00156}{0,036 \times 0,30}$$

$$b = 0,144 \text{ m}$$

$$\text{Adotado} \quad b = 0,15 \text{ m}$$

b) Verificação das Velocidades

| Q (m³/s) | h (m) | S = h . b | V = Q/s |
|----------|-------|-----------|---------|
| 0,00156 | 0,036 | 0,0054 | 0,29 |
| 0,00087 | 0,022 | 0,0033 | 0,26 |
| 0,00044 | 0,010 | 0,0015 | 0,29 |

As velocidades no desarenador devem se situar em torno de 0,30 m/s, com variação de $\pm 20\%$ ou seja, entre 0,24 e 0,36 m/s.

c) Comprimento (L)

$$L = 22,5 \times h_{\text{máx}}$$

$$L = 22,5 \times 0,036$$

$$L = 0,81 \text{ m}$$

$$\text{Adotado} \quad L = 1,00 \text{ m}$$

d) Verificação da taxa de escoamento superficial (TAS)

$$TAS = \frac{Q(\text{m}^3/\text{dia})}{A(\text{m}^2)}$$

$$A = b \times L$$

$$A = 0,15 \times 1,00 \quad A = 0,15 \text{ m}^2$$

- Para $Q_{\text{máx}} = 135 \text{ m}^3/\text{dia}$

$$TAS = 900 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$$

- Para $Q_{\text{méd}} = 75 \text{ m}^3/\text{dia}$

$$TAS = 500 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$$

e) Material retido no desarenador (V_A)

- Taxa de retenção de sólidos 0,03 L/m³

- Vazão média afluyente 75 m³/dia

$$V_A = 0,03 \times 75, \text{ logo, } V_A = 2,25 \text{ L/dia}$$

f) Altura do depósito de areia (H_d)

- Período de limpeza 15 dias
- Taxa de acumulação 0,002 m³/dia
- Volume acumulado na quinzena 0,030 m³
- Área dos desarenadores 0,30 m²
- Altura mínima necessária 0,10 m
- Rebaixo adotado 0,20 m

6.2 Leito de Secagem

6.2.1 Estimativa da produção de lodo

A estimativa de produção de lodos provenientes do tanque séptico foi realizada empregando-se o “MÉTODO RACIONAL” conforme descrito a seguir:

- Sólidos em suspensão afluentes 0,060 kg/hab/dia
- Retenção de sólidos em suspensão 60%
- Sólidos em suspensão orgânicos 75%
- Redução dos sólidos em suspensão orgânicos 50%
- Concentração da massa de lodo retirada 4%
- Densidade da massa de lodo 1.050 kg/m³
- Número de usuários 500
- Carga de sólidos em suspensão 30,00 kg/dia
- Sólidos em suspensão retidos no tanque 18,00 kg/dia
- Sólidos em suspensão orgânicos 13,50 kg/dia
- Sólidos em suspensão fixos 4,50 kg/dia
- Sólidos em suspensão orgânicos reduzidos 6,75 kg/dia
- Sólidos em suspensão totais produzidos 11,25 kg/dia
- Volume de lodo produzido 0,27 m³/dia

6.2.2 Operação de descarga de lodo

Face às condições de implantação da ETE as descargas de lodo do Tanque Séptico e Filtro Anaeróbio serão realizadas empregando-se conjunto moto-bomba conforme especificado a seguir:

- Marca Schneider
- Modelo BCA 1. ½” Auto aspirante
- Potência do motor 2 cv
- Rotação 3.450 r.p.m.

6.2.3 Cálculo da área necessária

- Produção diária de lodo11,25 kg SST/dia
- Volume correspondente a 4% de concentração0,27 m³/dia
- Período de descarte30 dias
- Massa de lodo a ser descartada337,50 kg SST
- Taxa de aplicação de sólidos15 kg SST/m²
- Área de secagem necessária22,50 m²

6.2.4 Caracterização das células de secagem

- Número de unidades 01
- Diâmetro 5,60 m
- Altura livre 0,60 m
- Área de secagem disponível..... 24,62 m²

6.2.5 Verificação da lâmina aplicada (e)

- Volume de mensal lodo descartado 8,10 m³
- Área permanente de secagem 24,62 m²
- Lâmina aplicada 0,33 m

6.2.6 Volume teórico de Lodo Desidratado (VLD)

$$VLD = \frac{P_{\text{LODO}}}{d50\% \times C_2}$$

$$VLD = \frac{11,25}{1.050 \times 0,50}$$

$$VLD = 0,02 \text{ m}^3/\text{dia ou } 0,60 \text{ m}^3/\text{mês}$$

6.2.7 Vazão de drenados

- Vazão Lodo fresco0,27 m³/dia
- Vazão Lodo desidratado0,02 m³/dia
- Vazão de drenados0,25 m³/dia

Obs.: O líquido drenado do leito de secagem será disposto no solo juntamente com o efluente do Filtro Anaeróbio através de sumidouro.

6.3 Disposição final dos Esgotos Tratados

Os esgotos tratados na ETE serão lançados no solo em um sumidouro existente com as características descritas a seguir.

6.3.1 Dimensionamento

- Vazão dos esgotos tratados 75.000 L/dia
- Coeficiente de infiltração 3.200 L/m²/dia
- Superfície lateral 23,44 m²

6.3.2 Geometria

- Número de unidades 01
- Formato cilíndrico
- Diâmetro interno 1,50 m
- Profundidade útil 5,00 m
- Área lateral 23,55 m²

6.4 Unidade de Apoio

Será implantada uma unidade de apoio em alvenaria, composta de depósito, ferramentaria e área de tanque, conforme detalhado em projeto, de forma a conferir à Estação de Tratamento de Esgotos melhores condições operacionais.

Esta unidade de apoio é constituída por um recinto com as seguintes dimensões:

- Comprimento 3,20 m
- Largura 2,40 m
- Pé-direito 2,80 m

6.5 Quantificação e Disposição dos Resíduos Sólidos

6.5.1 Quantificação dos Resíduos

- Gradeamento 0,96 m³/ano
- Desarenador 0,82 m³/ano
- Lodo desidratado 7,20 m³/ano
- Total 8,98 m³/ano

6.5.2 Forma de Disposição Final

Para condicionar o resíduo referente a um mês de operação será necessário implantar 2,50 metros de extensão de valas de 0,50 m de largura x 1,00 m de altura de forma a se obter um escalonamento de duas camadas de resíduos de 0,30 m de espessura com duas camadas de terra de 0,20 m de espessura. Propõe-se que seja aberta uma vala, conforme anteriormente descrito, por mês. Sugere-se que uma nova vala somente seja aberta quando a anterior estiver prestes a se exaurir.

6.6 Urbanização

6.6.1 Elementos a serem implantados

Visando harmonizar a ETE com o meio na qual estará inserida, além de dotá-la de elementos que lhes forneçam condições ideais de operação, foi proposta a inclusão dos elementos de urbanização e paisagismo descritos a seguir:

- Passeio em volta das unidades;
- Cerca de arame farpado e mourões de madeira;
- Portão de pedestres.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Aspectos Gerais do PEIB.** / <http://www.ibitipoca.tur.br> acessado em 04/04/2005;
2. **Hidráulica Geral** / Paschoal Silvestre. – Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A., 1983;
3. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos** / Marcos von Sperling;
4. **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios** / C. A. L. Chernicharo (coordenador).. – Belo Horizonte, 2001;
5. **Princípios básicos do tratamento de esgotos** / Marcos von Sperling;
6. **Problemas de Mecânica dos Fluidos** / Francisco de Assis A. Bastos;
7. **Tratamento de Esgotos Domésticos** / C. A. Pessoa;
8. **Tratamento de Esgotos** / P. G. Crespo. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG;
9. **Tratamento Físico Químico de Efluentes Industriais** / Alves José Nunes.

8 ANEXOS