

MEDIDAS SANITÁRIAS PARA UMA ÁREA DO BAIRRO NOVO JOCKEY,  
CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ: DIMENSIONAMENTOS DA REDE DE  
ESGOTO SANITÁRIO, ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO E REUSO DA  
ÁGUA.

Emerson Canzian Cararo

I

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

DEZEMBRO – 2015

MEDIDAS SANITÁRIAS PARA UMA ÁREA DO BAIRRO NOVO JOCKEY,  
CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ: DIMENSIONAMENTOS DA REDE DE  
ESGOTO SANITÁRIO, ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO E REUSO DA  
ÁGUA.

Emerson Canzian Cararo

“Proposta de Projeto final em Engenharia Civil apresentado ao Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título em Engenharia Civil”

Orientador: Prof. Gustavo de Castro Xavier

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

DEZEMBRO – 2015

## **DEDICATÓRIA**

Primeiramente dedico a Deus, que foi presente em toda essa caminhada. Agradeço a ele por eu não ter desistido durante essa árdua caminhada.

Dedico aos meus pais, Maria Cristina Canzian Cararo e José Nivaldo Cararo, por ter me apoiado e incentivado na minha educação desde o primário. Dedico também a minha querida irmã, Emilly Canzian Cararo, que tem sido uma grande companheira durante todo o meu período de faculdade. Vocês foram aqueles que fizeram do meu sonho à real idade, me proporcionando forças para que eu fosse atrás do que eu buscava para a minha vida.

A toda a minha família que me ajudou em especial aos meus tios, Luciene Cararo Nogueira, Marco Antonio David Nogueira e minha Madrinha Rita Canzian, com uma palavra de incentivo, conselhos que tenham contribuído não só para minha educação na Universidade, mas também na minha formação como ser humano. Dedico também as minhas primas Livia e Sabrina, que sempre com alegria acreditaram em mim.

E por fim, dedico a todos os meus amigos e colegas que foram muito presentes em todas as fases da minha graduação e me fizeram companhia, incentivando nas horas difíceis ajudando a estudar e também se divertindo.

Emerson Canzian Cararo

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Universidade Estadual do Norte Fluminense, pela ótima formação proporcionada, a todo o corpo docente que sempre incentivou a procura do conhecimento.

Ao professor Gustavo, por ter sido um excelente orientador e sempre com paciência e sabedoria soube dar os conselhos necessários para a elaboração do projeto.

Agradecer a todos os amigos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida.

Quero agradecer a toda a minha família que fez da minha batalha, os meus sinceros agradecimentos.

A todos que fizeram parte diretamente ou indiretamente da minha formação, o meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	VI
LISTA DE EQUAÇÕES .....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
Lista de Tabelas .....	IX
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....	1
1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	1
1.2 - OBJETIVO .....	2
1.3 - JUSTIFICATIVA.....	2
1.4 - METODOLOGIA .....	3
CAPÍTULO II – OBTENÇÃO DOS DADOS .....	4
2.1 - CONSIDERAÇÕES .....	4
2.2 - OBTENÇÃO DOS DADOS .....	4
CAPÍTULO III – SISTEMA DE ESGOTO SÂNITARIO .....	13
3.1- CONCEITOS .....	13
3.1.1- Introdução .....	13
3.1.2 - Definição .....	14
3.1.6 - Sistema da Rede.....	14
3.2 - ASPECTOS BÁSICOS DE PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO ..	14
3.2.1- Dimensionamento .....	14
3.2.2- Condições Técnicas .....	15
3.2.3- Aspectos Finais .....	15
3.3 - CONDIÇÕES TÉCNICAS DE ESGOTO SANITÁRIO.....	15
3.3.1- Seção molhada dos condutos .....	16
3.3.2- Diâmetro mínimo .....	16
3.3.3 - Velocidade crítica e velocidade máxima .....	17
3.3.4 - Auto limpeza das canalizações. ....	17

3.3.5 - Tensão Trativa .....	17
3.3.6 - Traçado da Rede Coletora .....	17
3.4- Dimensionamento .....	18
3.4.1- Dados para Dimensionamento .....	18
3.4.2 - Procedimentos de Cálculo .....	20
3.5. Aspectos Finais.....	27
3.5.1- Materiais Empregados .....	27
3.6. Poço de Visita (PV) .....	27
3.6.1- Definição .....	27
3.6.2 - Profundidade .....	27
3.6.3 - Detalhamento do PV .....	28
CAPITULO IV - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) .....	30
4.1 - Conceito.....	30
4.2 - Características Gerais .....	30
4.3 - Método Construtivo.....	30
4.4 - Dimensionamento .....	31
4.4.1- Tanque de Recalque .....	31
4.4.2 - Dimensionamento do Tanque .....	31
4.4.4 - Caixa de Areia.....	35
4.4.5 - Fossa Séptica.....	37
4.4.6 - Filtro Anaeróbio (FAN) .....	40
4.4.7 - Tanque de Reúso.....	41
CAPITULO V – ORÇAMENTO .....	45
REFERÊNCIAS .....	56
APÊNDICE I .....	58
APÊNDICE II .....	59
APÊNDICE III .....	60

APÊNDICE IV ..... 61

## RESUMO

Saneamento básico é o conjunto de medidas visando preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde. O tratamento do esgoto sanitário é uma necessidade prioritária, visto que quando são remanejados de forma incorreta representam risco à saúde.

O objetivo deste trabalho é aplicar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Hidráulica e Saneamento para desenvolver um projeto de dimensionamento de Esgoto Sanitário, Estação de tratamento de Esgoto e reuso desta água tratada, de uma área selecionada de acordo com as necessidades do Local. Esta região não possui rede de esgotamento sanitário e as residências são atendidas por sumidouros que, por muitas vezes, transbordam e permanecem nas ruas produzindo mau cheiro e podendo proliferar doenças. O Orçamento deste projeto será disponibilizado de acordo com a composição de preços da planilha orçamentária (EMOP/TCPO).

A área é situada no Bairro Novo Jockey, em Campos dos Goytacazes no Estado do Rio de Janeiro. A área consiste em 18,72 Hectares, onde haverá uma previsão de crescimento demográfico para os próximos 10 anos de acordo com os dados demográficos fornecidos pelo IBGE de 7,8%.

Alguns softwares serão utilizados para a melhor execução do projeto tais como: Google Earth Pro, obtenção de imagens de satélites e dados topográficos, Global Mapper 16.1, obtenção de curvas de níveis do terreno, AutoCAD, desenhos, detalhamento do terreno e do projeto e Excel, execução de planilhas.

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 3. 1 - Crescimento Populacional.....	19
Equação 3. 2 – Densidade Populacional inicial .....	20
Equação 3. 3 - Densidade Populacional Final .....	20
Equação 3. 4 - Comprimento médio da tubulação.....	20
Equação 3. 5 -Taxa linear de esgoto sanitário inicial .....	21
Equação 3. 6 - Taxa linear de esgoto sanitário final.....	21
Equação 3. 7 - Vazão de Montante .....	22
Equação 3. 8 - Vazão de Jusante.....	22
Equação 3. 9 - Diâmetro do Coletor .....	23
Equação 3. 10 - Declividade Mínima .....	23
Equação 3. 11 – Declividade Máxima .....	23
Equação 3. 12 – Vazão .....	24
Equação 3. 13 – Velocidade.....	24
Equação 3. 14 - Tensão Trativa .....	25
Equação 3. 15 - Velocidade Crítica .....	25
Equação 4. 1 - Altura manométrica .....	31
Equação 4. 2 - Altura de Perda .....	32
Equação 4. 3 - Perda de Carga por Fair-Whipple-Hsiao .....	32
Equação 4. 4 - Altura Representativa de Velocidade .....	32
Equação 4. 5 - Altura estática.....	33
Equação 4. 6 - Potência da Bomba .....	33
Equação 4. 7 - Velocidade do efluente.....	35
Equação 4. 8 - Velocidade de sedimentação .....	35
Equação 4. 9 - Comprimento da caixa de areia.....	35
Equação 4. 10 - Vazão do esgoto .....	36
Equação 4. 11 - Volume da Fossa Séptica.....	39
Equação 4. 12 - Volume útil do leito filtrante .....	41

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 - Mapa demarcando a área a ser dimensionada. ....	2
Figura 2. 1 - Imagem do Google Earth para tutorial. ....	5
Figura 2. 2 - Imagem do Google Earth para tutorial.....	6
Figura 2. 3 - Imagem Global Mapper para tutorial. ....	6
Figura 2. 4 - Imagem Global Mapper para tutorial. ....	7
Figura 2. 5 - Imagem Global Mapper para tutorial. ....	8
Figura 2. 6 - Imagem Global Mapper para tutorial. ....	9
Figura 2. 7 - Imagem Global Mapper para tutorial. ....	9
Figura 2. 8 - Imagem Global Mapper para tutorial. ....	10
Figura 2. 9 - Imagem Global Mapper para tutorial. ....	11
Figura 2. 10 - Imagem Global Mapper para tutorial. ....	12
Figura 2. 11 - Imagem Curvas de Nível no AutoCad. ....	12
Figura 3. 1 - Detalhamento do Trecho e Extensão do Trecho .....	20
Figura 3. 2 - Perfil do PV. ....	29
Figura 3. 3 - Vista superior do PV.....	29

## **Lista de Tabelas**

Tabela 3. 1 Crescimento da População de Campos dos Goytacazes.....	19
Tabela 3. 2 Conduitos circulares parcialmente cheios. ....	26
Tabela 5. 1: Planilha Orçamentária .....	45
Tabela 5. 2 Memória de Cálculo.....	48

## **CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO**

### **1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Segundo a Organização mundial de Saúde (OMS, 2013), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social. De outra forma, pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar Salubridade Ambiental. E por definição, o saneamento básico se restringe ao:

- Abastecimento de água às populações;
- Coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura de águas residuárias;
- Acondicionamento, coleta, transporte e/ou destino final dos resíduos sólidos;
- Coleta de águas pluviais e controle de empoçamentos e inundações.

De acordo com a NBR 9648 (ABNT, 1986) o “esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”. Onde o esgoto doméstico seria aquele líquido resultante do uso da água para fins de necessidades fisiológicas humanas e higiene pessoal, esgoto industrial é o despejo líquido resultante de processos industriais, água de infiltração é toda água, proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações e contribuição parasitária, é a parcela de deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede coletora de esgoto sanitário.

Já nos tempos mais remotos, desde que o ser humano começou a se assentar em cidades, a coleta das águas servidas, que hoje se chama de esgoto sanitário, passava a ser uma preocupação daquelas civilizações. Em 3.750 a.C. eram construídas galerias de esgotos em Nipur (Índia) e na Babilônia. Em 3.100 a.C. já se tem notícia do emprego de manilhas cerâmicas para essa finalidade (Azevedo Netto, 1984). Na Roma Imperial, eram feitas ligações diretas de casas até os canais. Porém, por se tratar de uma iniciativa individual de cada morador, nem todas as casas apresentavam essas benfeitorias (METCALF e EDDY, 1977, apud NUVOLARI, 2003).

Após a coleta, manuseio e tratamento da água, um destino apropriado é de extrema necessidade. Na maioria das vezes a água tratada no final do processo de tratamento é lançada em fontes de água natural como cursos de água, lagos ou até mesmo o oceano. Um terreno devidamente preparado pode receber também essas descargas efluentes do sistema, porém, exige cuidados como impermeabilização do solo, implantação de sistemas de drenagem eficazes, entre outros, evitando uma possível contaminação da água, do solo e do ar.

## 1.2 - OBJETIVO

Este trabalho possui como objetivo a aplicação de medidas sanitárias de dimensionamento da rede de esgoto sanitário, estação de tratamento de esgoto, um projeto para devidos fins desta água após passar pela estação de tratamento e a apresentação orçamentária de todos os custos do projeto para uma área do Bairro Novo Jockey da cidade de Campos dos Goytacazes, desde que foi evidenciada a necessidade de aplicação destas medidas sanitárias na localidade.

## 1.3 - JUSTIFICATIVA

A área selecionada para a aplicação do estudo e elaboração do projeto sanitário consiste em de 18,76 hectares. Os limites desta região são a BR 356 e a Rua Manoel Cordeiro, e na outra extremidade as Ruas Manoel Viana e João Cabral de Melo Neto, no Bairro Novo Jockey. A população em início de plano é de 2.800 pessoas. Para fim de plano deste projeto, a população será de 3.018 pessoas. O cálculo populacional está no Capítulo 3 item 3.4. A Figura 1.1 mostra a imagem obtida no Google Earth Pro®, da área de projeto.



Figura 1. 1 - Mapa demarcando a área a ser dimensionada.

O bairro Novo Jockey nos últimos anos vem se expandindo desordenadamente, e existe a necessidade da implantação de infraestrutura de saneamento, pois foi detectado que não existe. Visto que em dias chuvosos há o acúmulo de águas pluviais juntamente com o esgoto sanitário provido de sumidouros mal dimensionados, isto acaba provocando um desconforto para os moradores da localidade.

#### **1.4 - METODOLOGIA**

Com o auxílio dos softwares Global Mapper 16.1 e Google Earth Pro®, foi possível obter a área com as curvas de nível a ser estudada para elaboração do projeto. Com base nos dados disponibilizados pelo IBGE dos últimos 13 anos (2001 até 2014), foi possível estimar o crescimento populacional para os próximos 10 anos, que será o período de projeto. O passo seguinte será realizado o dimensionamento da Rede de Esgoto, uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) e toda a parte Orçamentária do projeto. Os resultados obtidos serão apresentados nos capítulos seguintes do projeto.

O AutoDesk AutoCAD 2013 foi utilizado para realização de desenhos, cortes e detalhamento de toda a rede de esgoto e drenagem. Para a confecção de todas as planilhas de dimensionamento de Rede de Esgoto e Orçamentária, o Microsoft Excel foi utilizado.

## **CAPÍTULO II – OBTENÇÃO DOS DADOS**

### **2.1 - CONSIDERAÇÕES**

O levantamento planialtimétrico foi obtido através da utilização de softwares e usando como base de dados o Google Earth Pro que disponibiliza uma gama de informações de fácil acesso e de uma precisão considerável para a execução deste projeto. Neste caso específico os dados exportados do Google Earth foi à planialtimetria da região em estudo.

Após a obtenção dos dados planialtimétrico o Software Global Mapper 16 foi utilizado para o tratamento destes dados e vetorização das curvas de níveis, como diferencial, é a possibilidade de vínculo com o AutoCad. Esse produto é disponibilizado na internet através do site <http://www.blumarblegeo.com>, é possível realizar o download de uma versão para teste de 15 dias onde foi suficiente para obtenção de todas as cotas do terreno.

No tópico a seguir será mostrado um tutorial de como se obter as curvas de nível do terreno através deste software.

### **2.2 - OBTENÇÃO DOS DADOS**

O levantamento planialtimétrico foi baseado na utilização do software Google Earth para obtenção dos dados. Uma serie de passos serão mostrados abaixo para ilustrar a obtenção deste perfil e exemplificar de maneira clara e sucinta a metodologia utilizada.

No primeiro passo, com o Google Earth aberto faça a busca de sua localidade ou da área a ser estudada, utilize a ferramenta polígono (Polygon) para traçar um polígono da sua região. Esse polígono é de crucial importância, pois servirá de referencia no estudo da área. A Figura 2.1 mostra a imagem dos passos da utilização do programa.

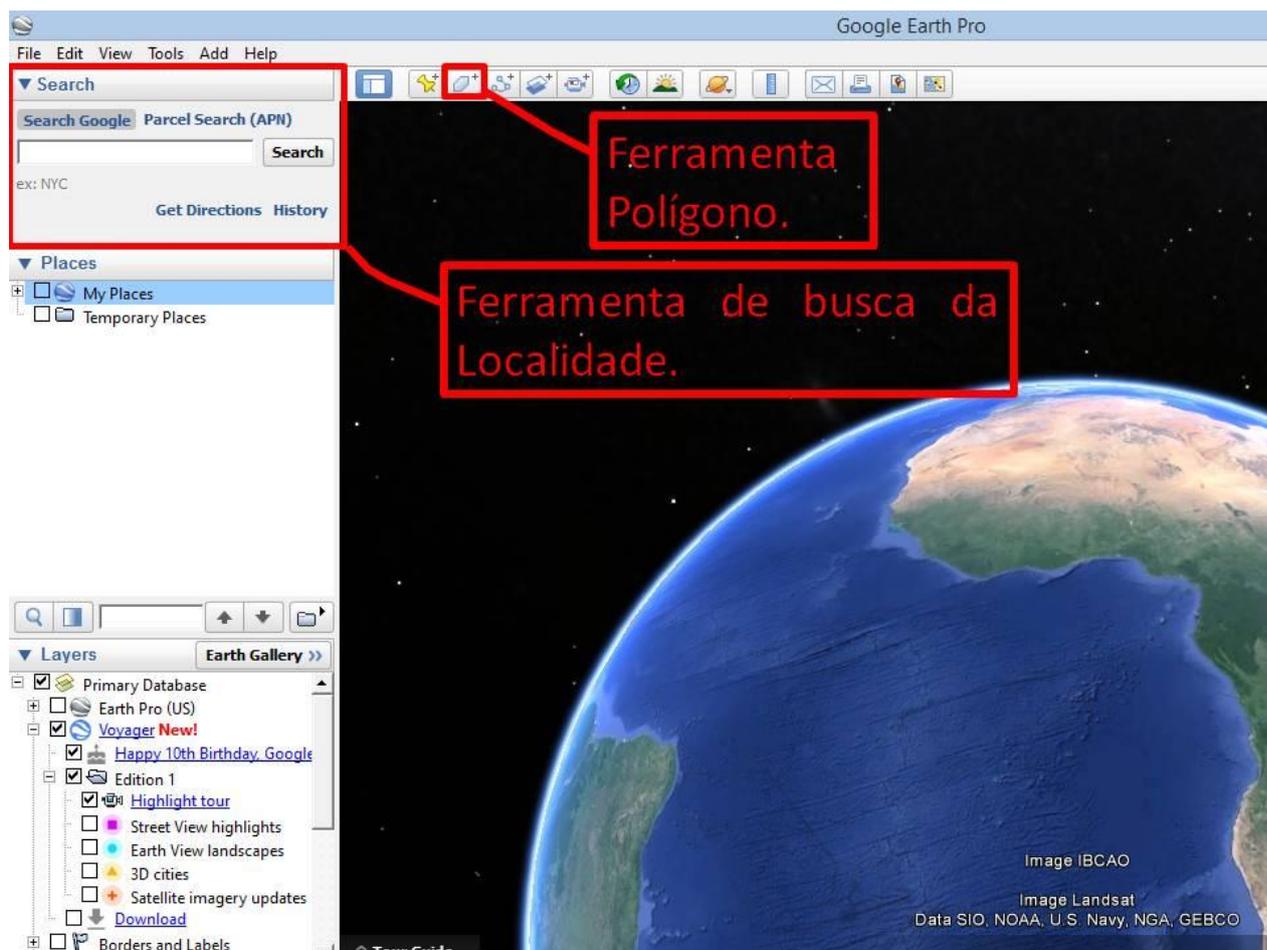


Figura 2. 1 - Imagem do Google Earth para tutorial.

Para o segundo passo, após selecionar a área, a próxima ação será a coleta dos dados do Google Earth. Para isto salve a localidade. Na barra de ferramentas, click em arquivo e posteriormente em salvar. A seguir, salvar lugar como "(File>save>saveplaceas)". Note que seu polígono já aparece e serve de referencia (Figura 2.2).

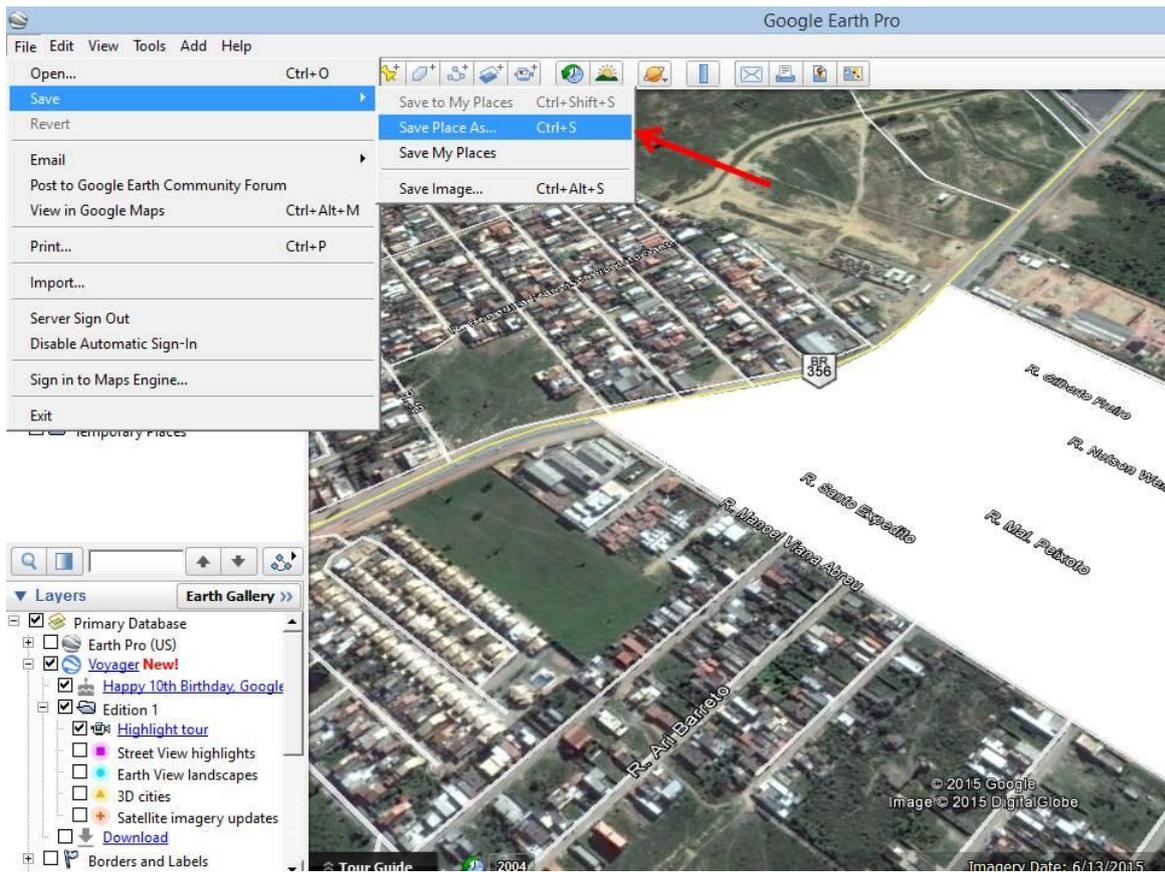


Figura 2. 2 - Imagem do Google Earth para tutorial.

O terceiro passo consiste em abrir o Global Mapper e selecionar “Open Your Own Data File”, em seguida abrir o arquivo salvo do Google Earth. A Figura 2.3 ilustra este passo.

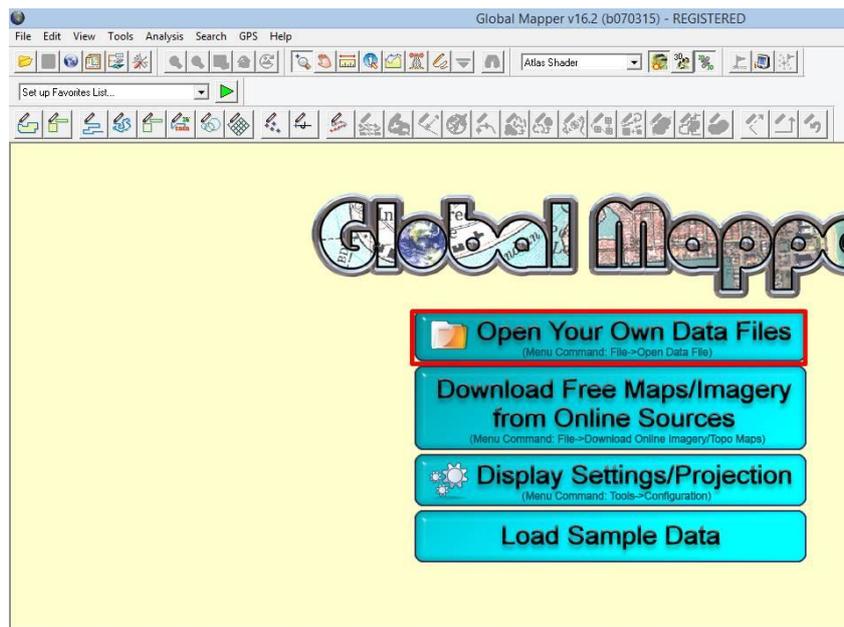


Figura 2. 3 - Imagem Global Mapper para tutorial.

Para o quarto passo, no menu File vá em “Download Online Imagery/ Topo/ Terrain Maps”. A Figura 2.4 demonstra o local para realizar o download online das características do terreno.

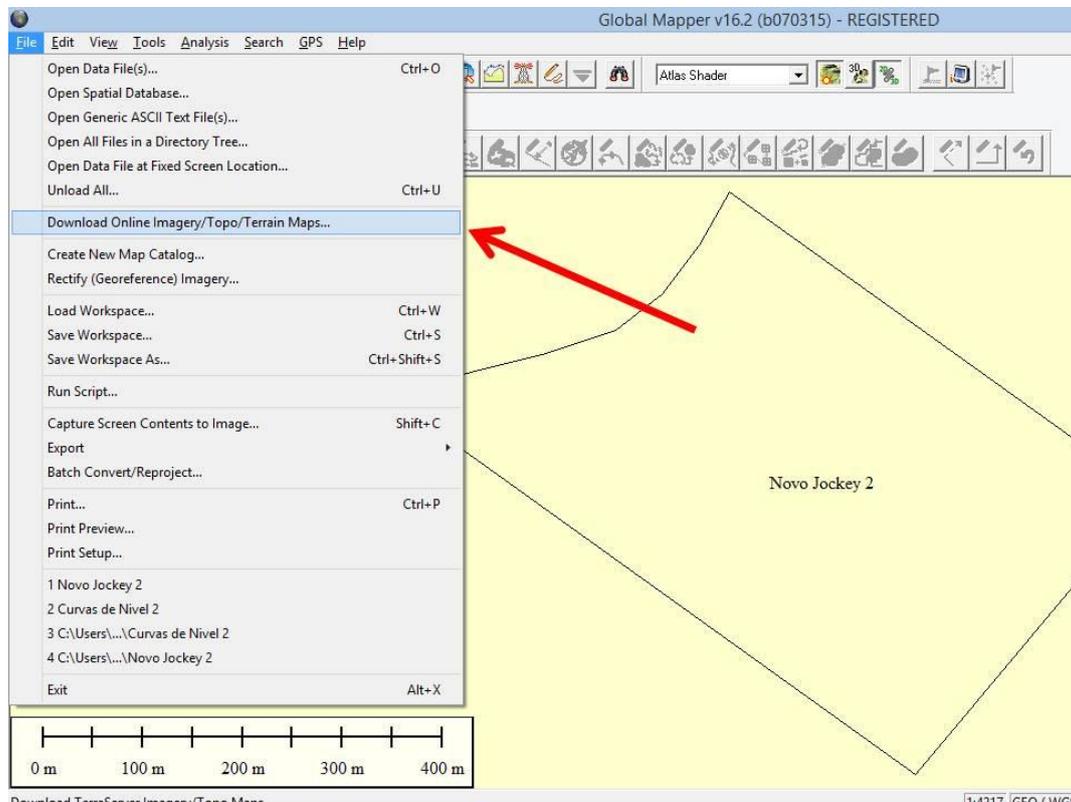


Figura 2. 4 - Imagem Global Mapper para tutorial.

Após o passo anterior uma caixa de dialogo aparecerá, selecione “ASTER GDEM V2” e posteriormente “Connect”. A Figura 2.5 representa o quinto passo para especificar os dados.

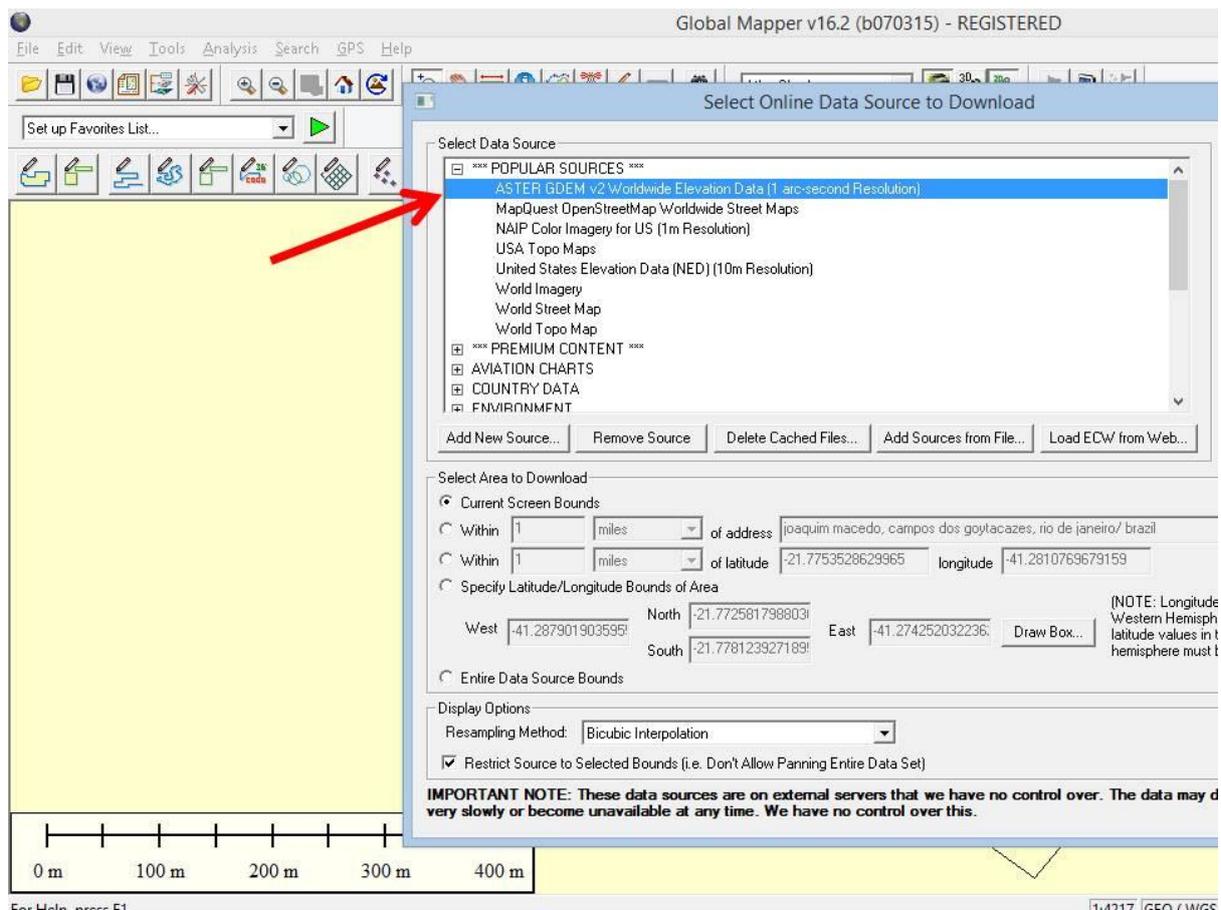


Figura 2. 5 - Imagem Global Mapper para tutorial.

Após se conectar um gradiente de cores aparecerá de acordo com a tonalidade, pode-se ter uma idéia da altitude de acordo com a legenda na parte esquerda. Para gerar as curvas de nível na sua área selecionada utilize a barra de tarefas "Analysis" e em seguida "Generate Contours (from Terrain Grid)" de acordo como mostrado na Figura 2.6.

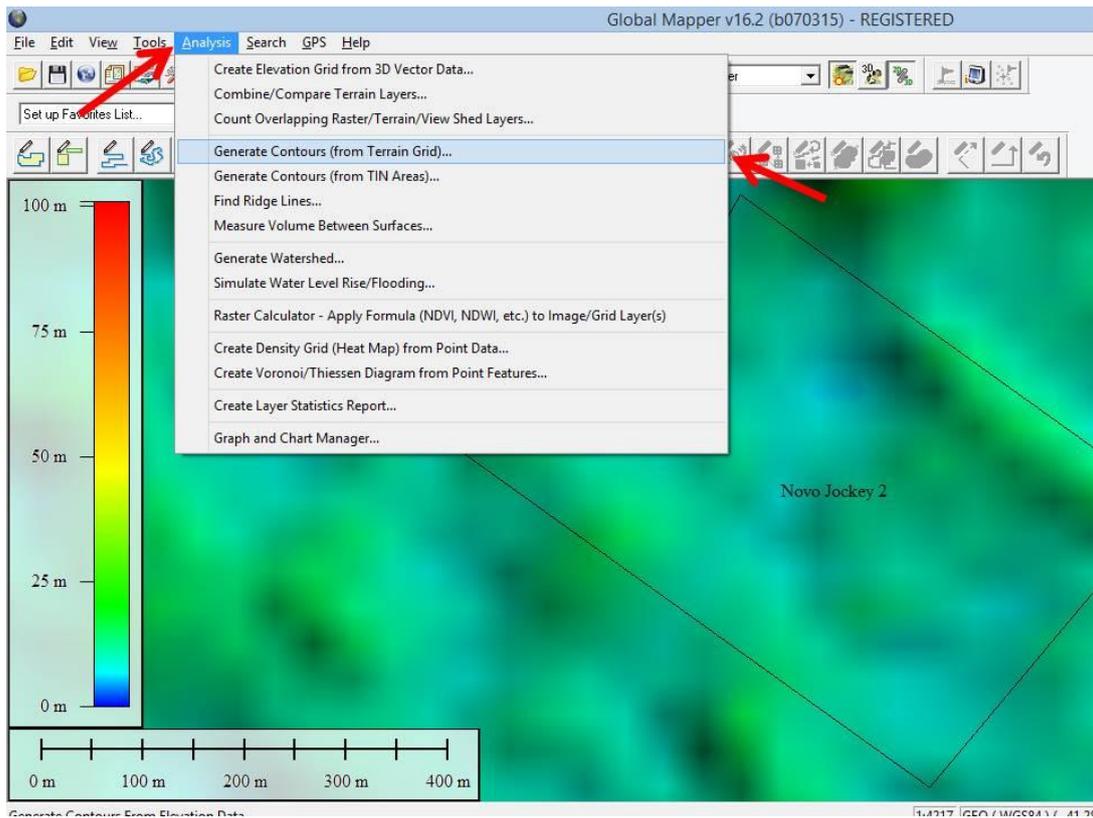


Figura 2. 6 - Imagem Global Mapper para tutorial.

A seguir uma caixa de diálogo aparecerá onde se podem configurar as curvas de nível. Após definir o intervalo das curvas em “Contour Interval”, click em OK como mostrado na Figura 2.7.

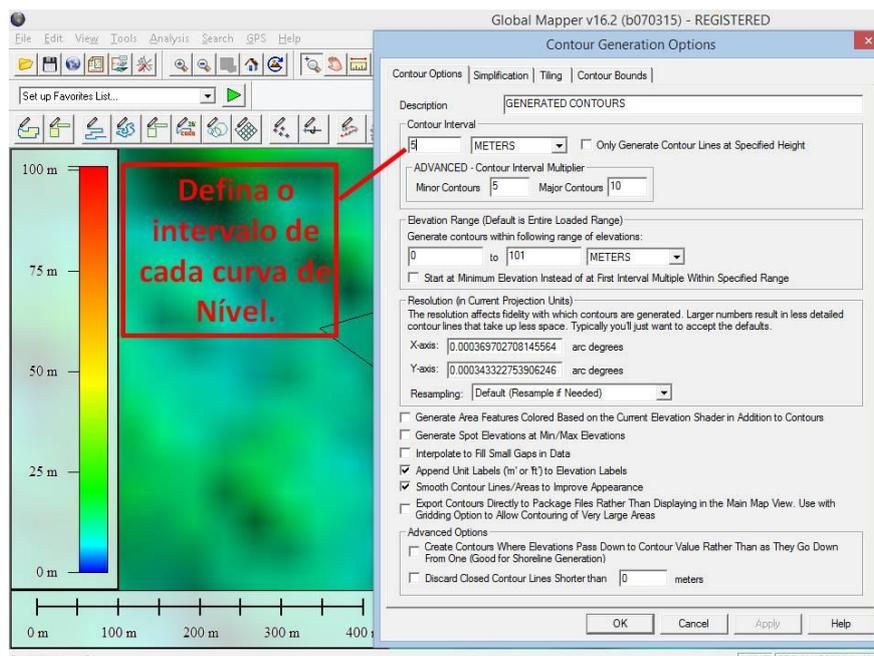


Figura 2. 7 - Imagem Global Mapper para tutorial.

Neste estágio já é possível notar as curvas de nível do terreno (Figura 2.8), agora é necessário apenas exportar o arquivo para um programa onde possa trabalhar melhor com esses dados. Neste caso escolheu-se o AutoCad 2013.

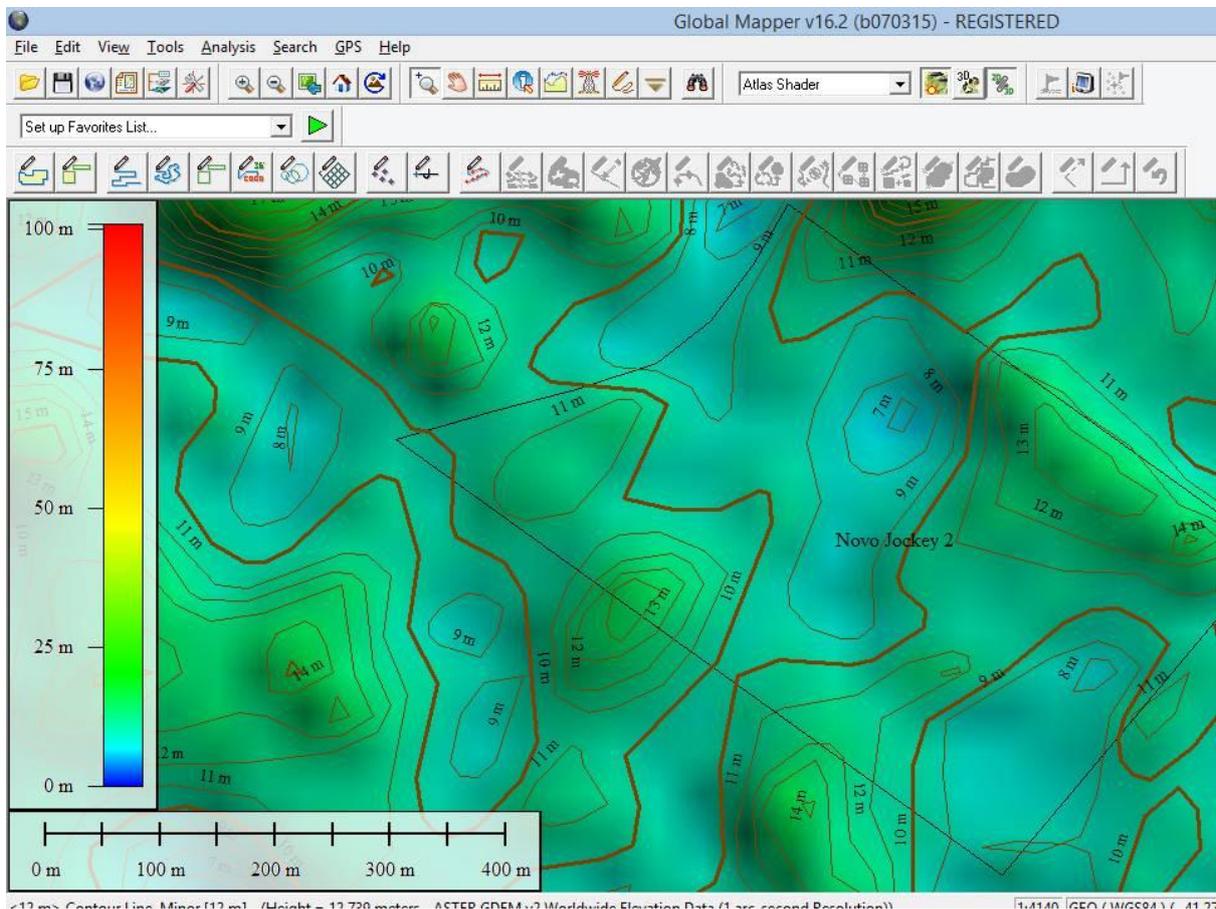


Figura 2. 8 - Imagem Global Mapper para tutorial.

O nono passo consiste em exportar o arquivo para DWG (Figura 2.9): “Files > Export > Export Vetor/ Lidar Format”. Ao exportar o arquivo, uma caixa de diálogo aparecerá para escolher os possíveis tipos de arquivo.

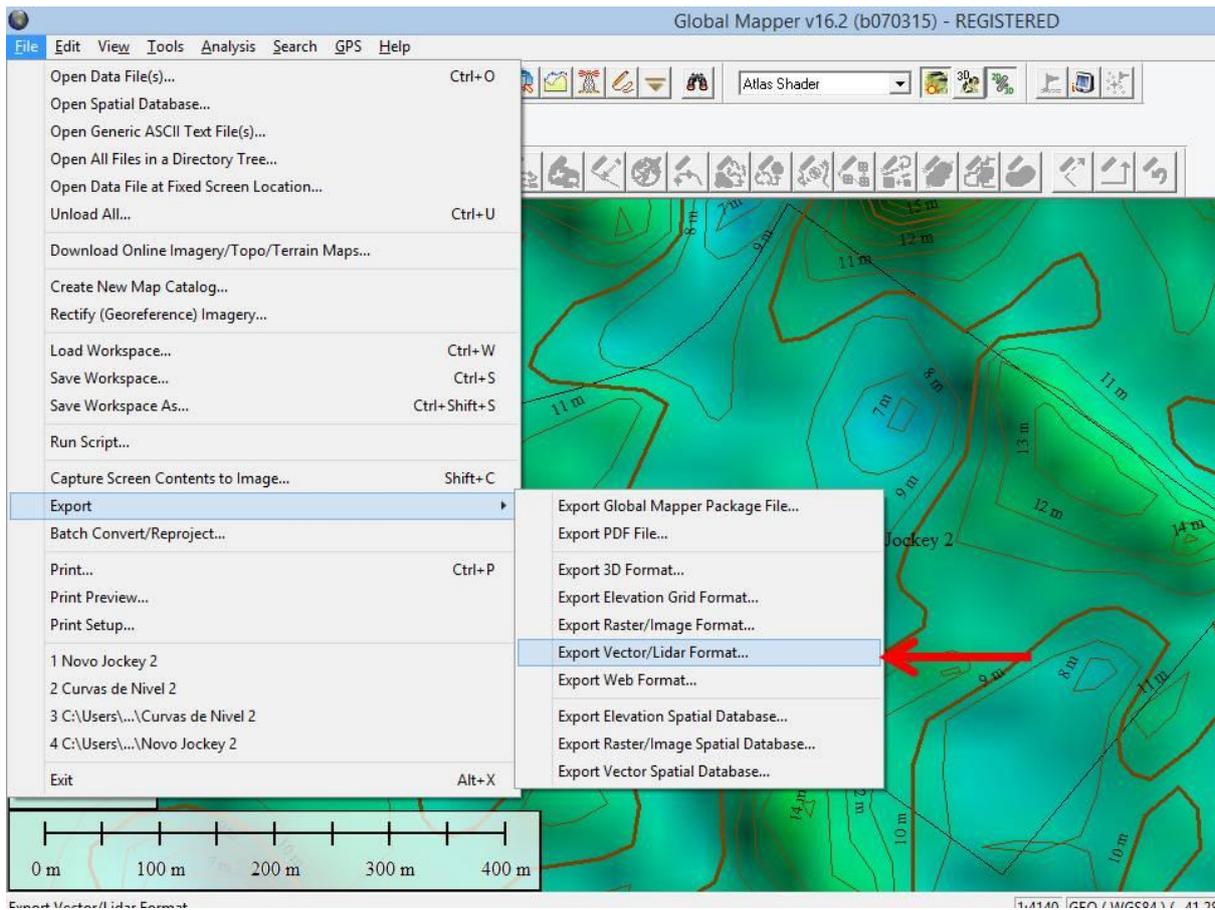


Figura 2. 9 - Imagem Global Mapper para tutorial.

Após escolher o formato, outra caixa de diálogo aparecerá e será possível escolher a versão do AutoCad disponível e também o tamanho da fonte. A fonte que melhor se enquadrou para o AutoCad 2013 foi a 4.70 como especificado na Figura 2.10.

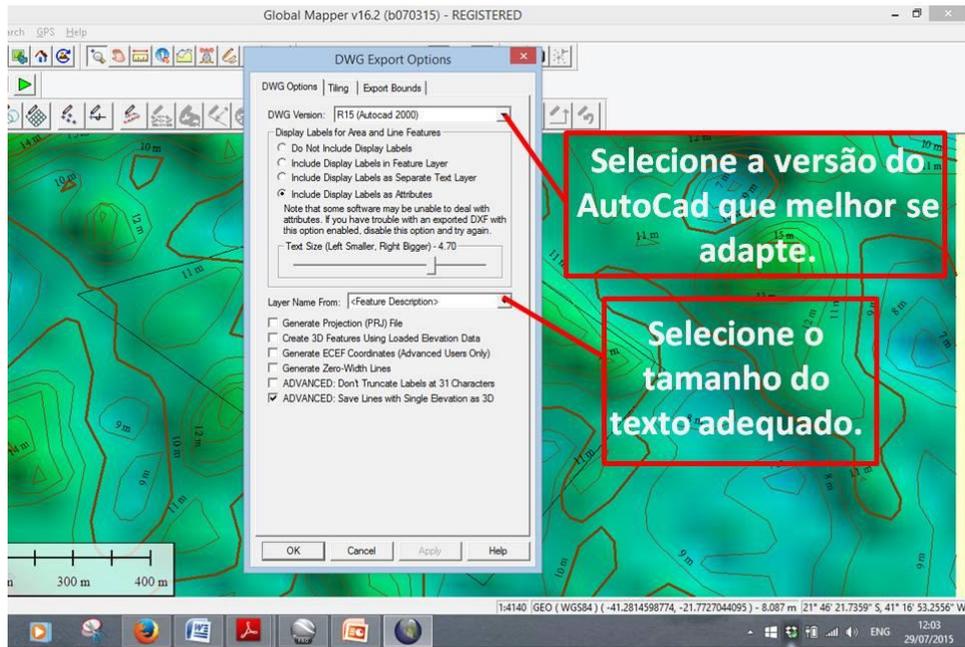


Figura 2. 10 - Imagem Global Mapper para tutorial.

O arquivo DWG está disponível e pode ser aberto no AutoCad, para se observar as curvas de nível do terreno como todas as cotas e o seu polígono pré-definido no Google Earth como mostra a Figura 2.11.

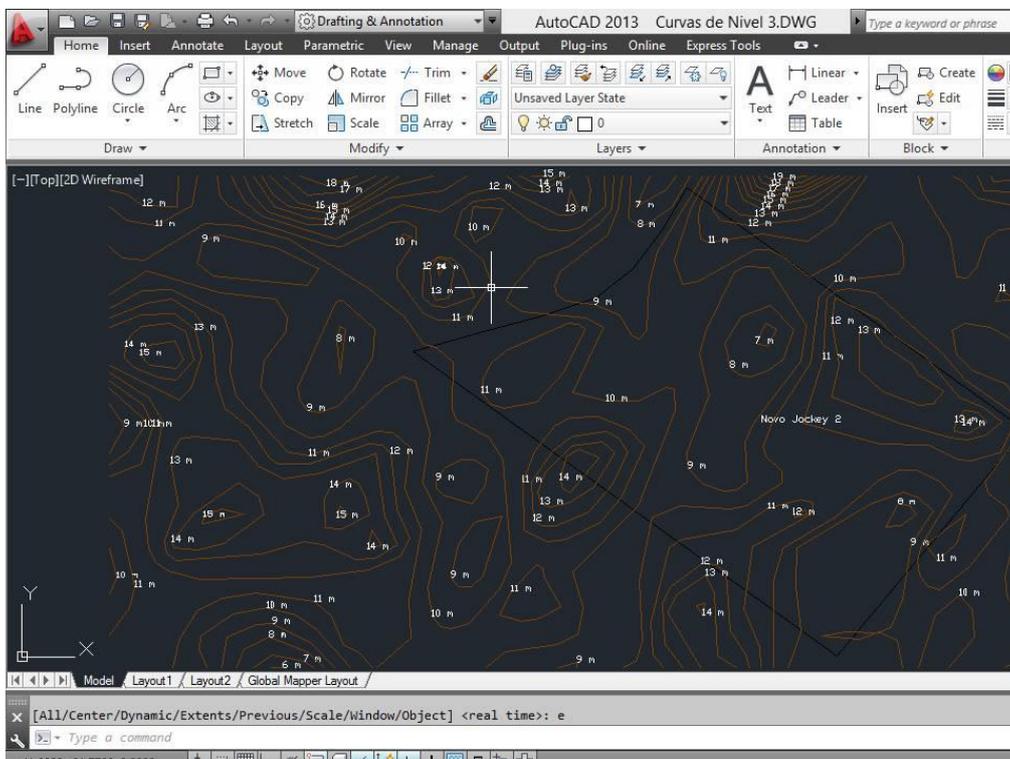


Figura 2. 11 - Imagem Curvas de Nível no AutoCad.

## CAPÍTULO III – SISTEMA DE ESGOTO SÂNITÁRIO

### 3.1- CONCEITOS

#### 3.1.1- Introdução

Com um sistema de esgoto sanitário eficaz em uma localidade, algumas importantes metas e objetivos são atingidas como:

- Melhoria das condições higiênicas locais e o conseqüente aumento da produtividade dos indivíduos;
- Conservação de recursos naturais, das águas em especial;
- Coleta e afastamento rápido e seguro do esgoto sanitário;
- Disposição sanitariamente adequada do efluente;
- Eliminação de focos de poluição e contaminação, assim como de aspectos estéticos desagradáveis (por exemplo, odores agressivos);
- Proteção de comunidades e estabelecimentos de jusante;
- Preservação de áreas para lazer e práticas esportivas.

A comunidade estudada é uma área predominantemente residencial (Figura 1.1), onde o tratamento do esgoto doméstico torna-se indispensável em virtude de problemas causados ao ser humano pela sua exposição.

Esses dejetos humanos possuem a característica de serem veículos de germes patogênicos de várias doenças, tendo como exemplo a febre tifoide e paratifoide, diarreias infecciosas, amebíase, ancilostomíase, esquistossomose, teníase, ascaridíase, etc. Por causa disto, afastar as possibilidades de contato do ser humano com esses dejetos, torna-se uma questão crucial para o bem estar e a qualidade de vida.

É possível observar em muitas regiões principalmente as mais carentes que grande parte da população tende a lançar os dejetos diretamente sobre o solo, criando, desse modo, situações favoráveis à transmissão de doenças. Isto é decorrente de falta de medidas práticas de saneamento.

A solução recomendada é a construção de privadas com veiculação hídrica, ligadas a um sistema público de esgotos, com adequado destino final. Essa solução é, contudo, impraticável no meio rural e às vezes difícil, por razões

principalmente econômicas, em muitas comunidades urbanas e suburbanas. Nesses casos são indicadas soluções individuais para cada domicílio. (FUNASA, 2004)

### 3.1.2 - Definição

A rede coletora é o conjunto de tubulações constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, coletores tronco e seus órgãos acessórios. Sua função é receber as contribuições dos domicílios, prédios, e economias, promovendo o afastamento do esgoto sanitário coletado em direção aos grandes condutos de transporte (interceptadores e emissários) para o local de tratamento e descarga final (corpo receptor). (NUVOLARI 2003)

### 3.1.6 - Sistema da Rede

No Brasil, adota-se o sistema separado absoluto, que apresenta as vantagens relacionadas a seguir (Xavier, 2008):

- As canalizações, de dimensões menores, favorecem o emprego de manilhas cerâmicas e de outros materiais (concreto, PVC, fibras de vidro), facilitando a execução e reduzindo custos e prazos de construção;
- Dentro de um planejamento integrado, é possível a execução das obras por partes, construindo-se e estendendo-se, primeiramente, a rede de maior importância para a comunidade, com um investimento inicial menor;
- O afastamento das águas pluviais é facilitado, admitindo-se lançamentos múltiplos em locais mais próximos e aproveitando o escoamento nas sarjetas;
- As condições para o tratamento do esgoto são melhoradas, evitando-se a poluição das águas receptoras por ocasião das extravasões que se verificam nos períodos de chuvas intensas.

## **3.2 - ASPECTOS BÁSICOS DE PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO**

Os aspectos básicos de projeto deverá, obrigatoriamente, apresentar os seguintes dados e cálculos como se segue:

### 3.2.1- Dimensionamento

- Cálculo do período ou alcance do projeto;
- Cálculo da população de projeto;
- Levantamento do perfil topográfico das ruas em cada trecho;

- Locação dos poços de visita;
- Levantamento do comprimento dos tubos em cada trecho;
- Determinação do tipo de material utilizado;
- Cálculo do diâmetro dos tubos;
- Determinação da profundidade dos coletores a serem assentados.

#### 3.2.2- Condições Técnicas

- Regime de escoamento livre;
- Lamina líquida máxima;
- Declividade mínima dos condutos;
- Velocidade mínima de escoamento;
- Descarga máxima no trecho.

#### 3.2.3- Aspectos Finais

- Materiais empregados;
- Poços de Visita;
- Estação elevatória e Bombas;
- Caixa de areia e gradeamento;
- Estação de tratamento de esgoto.

### **3.3 - CONDIÇÕES TÉCNICAS DE ESGOTO SANITÁRIO**

Neste projeto, foi utilizado o PVC para o dimensionamento, sendo o coeficiente de rugosidade  $c= 0,0013$  da Equação de Manning, específico para este material.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas editou em novembro de 1986 a ABNT 9648 (1986) com o objetivo de fixar as “condições exigíveis no estudo de concepção de sistema de esgoto sanitário do tipo separador, com amplitude suficiente para permitir o desenvolvimento do projeto de todas ou qualquer das partes que os constituem, observada a regulamentação especificada das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário”.

Em resumo essa norma divide o estudo em duas partes:

- Requisitos: onde são detalhados os dados acerca da comunidade a ser beneficiada e sua região, sejam dados disponíveis ou a serem obtidos por estudos ou investigações paralelas.
- Atividades: que descreve com minúcias as ações para estabelecer as opções a serem consideradas no estudo comparativo, que definirá a concepção básica, definida como a melhor opção de arranjo das partes do sistema sob os aspectos técnicos (e sanitário), econômico (benefício tangível e intangível), financeiro e social.

Em sua parte final a norma contém importante recomendação: “A delimitação da área de planejamento, bem como de suas bacias contribuintes, deve obedecer às condições naturais do terreno, desconsiderando a divisão político-administrativa”.

### 3.3.1- Seção molhada dos condutos

Os coletores, interceptores e emissários são projetados para funcionar como condutos livres. Nessas condições, sempre se conhece o caminhamento do líquido, ao contrário do que acontece com as redes de água.

Os coletores são projetados para trabalhar, no máximo, com uma lâmina de água igual a  $0,75 d_0$ , destinando-se a parte superior dos condutos à ventilação do sistema e às imprevisões e flutuações excepcionais de nível. O escoamento é considerado em regime permanente e uniforme, resultando que a declividade da linha de energia equivale à declividade do conduto e é igual à perda de carga unitária.

O diâmetro que atende à condição  $y = 0,75.d_0$  pode ser calculado pela Equação 3.6.

### 3.3.2- Diâmetro mínimo

O diâmetro mínimo dos coletores sanitários é estabelecido de acordo com as condições locais. Em São Paulo são utilizados:

- Áreas exclusivamente residenciais: 150 mm (DN 150)
- Áreas de ocupação mista e áreas industriais: 200 mm (DN 200)
- A ABNT 9649 (1986) admite o diâmetro mínimo DN 100.

### 3.3.3 - Velocidade crítica e velocidade máxima

A norma brasileira vigente citada acima estabelece que quando a velocidade final ( $v_f$ ), verificada no alcance do plano, é superior a velocidade crítica ( $v_c$ ), a lâmina de água máxima deve ser reduzida para  $0,5 \cdot d_0$ , sendo  $v_c$  determinado segundo a Equação 3.12. Isso decorre da possibilidade de emulsão de ar no líquido, aumentando a área molhada no conduto.

A norma estabelece também que a declividade máxima admissível é aquela que corresponde à velocidade final ( $v_f$ ) de 5m/s. A razão disso é evitar erosão da tubulação, que, no entanto não tem sido observada em instalações em que ocorrem velocidades bem maiores.

### 3.3.4 - Auto limpeza das canalizações.

Tradicionalmente utilizava-se a associação de uma velocidade mínima com a mínima relação de enchimento da seção do tubo ( $y/d_0$ ), para assegurar a capacidade do fluxo de transportar material sedimentável nas horas de menor contribuição, ou seja, a garantia de auto limpeza das tubulações.

Na realidade trata-se de um controle indireto, pois a grandeza física que arrasta a matéria sedimentável é a tensão trativa que atua junto à parede da tubulação na parcela correspondente ao perímetro molhado.

### 3.3.5 - Tensão Trativa

A tensão trativa, ou tensão de arraste, nada mais é do que a componente tangencial do peso de equilíbrio sobre a unidade de área de parede do coletor e que atua portanto sobre o material aí sedimentado, promovendo o seu arraste.

A disposição normativa é que cada trecho de canalização deve ser verificado, para que a tensão trativa média  $\sigma_t$  seja igual ou superior a 1 Pa, para coeficiente de Manning  $n = 0,013$ . A declividade mínima que satisfaz essa condição é calculada através da Equação 3.7.

### 3.3.6 - Traçado da Rede Coletora

A planta topográfica em escala convencional (1:1000, por exemplo) deve indicar ao menos o arruamento, as curvas de nível, as cotas de pontos característicos (cruzamento de ruas), os talwegues, a rede existente eventual, os

cursos d'água ou outros locais de descarga do esgoto coletado e as interferências ao caminhamento dos coletores, porventura existentes (adutoras, galerias, etc.).

Nessas plantas devem ser indicadas a área a ser esgotada e as áreas de expansão futura, identificando os pontos dessas futuras contribuições, bem como os pontos de contribuições singulares significativas (indústrias ou hospitais).

Seguindo o traçado das ruas e as declividades naturais do terreno, indicam-se os trechos de coletores e seu sentido de escoamento, limitando-os com os órgãos acessórios como, por exemplo, PV's adequados a cada situação, respeitando a distância máxima de 100 m entre eles.

### **3.4- Dimensionamento**

#### **3.4.1- Dados para Dimensionamento**

Os dados de entrada para o cálculo da Rede de Esgoto serão apresentados a seguir, sendo alguns equivalentes ao dimensionamento da rede distribuidora de água:

- C (coeficiente de retorno) = 0,8;
- $q_i$  (consumo efetivo inicial) = 150 l/hab;
- $q_f$  (consumo efetivo final) = 170 l/hab;
- K1 (coeficiente de máxima vazão diária) = 1,2;
- K2 (coeficiente de máxima vazão horária) = 1,5;
- $p_i$  (população inicial) = 2.800 habitantes;
- $d_i$  (densidade populacional inicial) = 149,25 hab/ha;
- $d_f$  (densidade populacional final) = 160,47 hab/ha;
- L (comprimento médio) = 203,46 m/ha (Comprimento médio da rede considerado de 3.817 m de tubulação)
- $T_i$  (taxa de infiltração inicial) = 0,001271 l/s.m

A NBR 9649 (1986) sugere a taxa de infiltração inicial de 0,001 l/s.m para rede de 160 m/ha, considerou-se então para comprimento médio de 203,46 m/ha a taxa de 0,001271 l/s.m

$T_f$  (taxa de infiltração final) = 0,001342 l/s.m

Considera-se a mesma situação inicial, ou seja a taxa de infiltração final é equivalente à inicial.

A projeção populacional final considerou o crescimento populacional da cidade de Campos dos Goytacazes nos últimos 14 anos conforme consta no IBGE (2014), conforme apresentado na Tabela 3.1.

Ano	Taxa de Crescimento (%)	População
2001	0,79	410220
2002	0,79	413445
2003	0,72	416441
2004	1,51	422731
2005	0,82	426212
2006	0,81	429667
2007	-0,82	426154
2008	1,33	431839
2009	0,5	434008
2010	6,85	463731
2011	0,94	468086
2012	0,9	47230
2013	1,03	477208
2014	0,72	480648

Tabela 3. 1 Crescimento da População de Campos dos Goytacazes

Fonte: IBGE

Com os valores do crescimento populacional obteve-se uma média para o cálculo da previsão da população pela Equação 3.1:

$$P_f = P_i \cdot (1 + t)^T \quad (3.1)$$

onde:

$P_f$  = População final;

$P_i$  = População inicial;

$t$  = Taxa de crescimento;

$T$  = Alcance do projeto em anos.

$$P_f = 2800 \cdot \left(1 + \frac{1,2}{100}\right)^{10} = 3.154 \text{ Habitantes}$$

A região escolhida do bairro do Novo Jockey apresenta uma área de 18.76 hectares e com este valor pode-se calcular a densidade populacional inicial (equação 3.2) e final (equação 3.3) do projeto, bem como o comprimento médio da

tubulação (L), que consiste na razão entre o comprimento total da tubulação (C) pela área (A) da localidade em hectare (equação 3.4).

$$D_i = \frac{P_i}{A} = \frac{2.800}{18,76} = 149,25 \text{ Habitantes/Hectares} \quad (3.2)$$

$$D_f = \frac{P_f}{A} = \frac{3.154}{18,76} = 168,12 \text{ Habitantes/Hectares} \quad (3.3)$$

$$L = \frac{C}{A} = \frac{3.817}{18,76} = 203,46 \text{ metros/Hectares} \quad (3.4)$$

### 3.4.2 - Procedimentos de Cálculo

A seguir apresenta-se a marcha de cálculo de como os valores são utilizados na Tabela para composição do sistema da Rede Coletora de Esgoto segundo a ABNT 9649(1986). O Apêndice I apresenta o caminho da Rede Coletora de Esgoto, o Apêndice II demonstra a planilha de cálculos do sistema de esgoto e o Apêndice III como se chegou às relações da equação de Manning através de interpolação.

**Coluna 1 – Trecho (nº)** – Anotam-se os números dos trechos, iniciando-se pelo coletor, intercalando-se dos demais na sequência de suas contribuições para este (figura 3.1).

**Coluna 2 – Extensão do trecho (m)** – Medida na planta (Figura 3.1).

1 Trecho	2 Extensão (m)	3 Taxa de Contr. Lin. (l/sm)	
		Inicial	Final
1-1	76.0	0.00173	0.00291

Figura 3. 1 - Detalhamento do Trecho e Extensão do Trecho

**Coluna 3 – Taxa de contribuição linear de esgoto sanitário Tx (l/s.m)** – Anotar os valores de Txi e Txf calculados através das equações 3.2 e 3.3 respectivamente:

$$T_{xi} = q_{xi} + T_i, \text{ onde } q_{xi} = \frac{C \cdot d_i \cdot q_i \cdot K_2}{l \cdot 86400} \quad (3.2)$$

$$T_{xf} = q_{xf} + T_f, \text{ onde } q_{xf} = \frac{C \cdot d_f \cdot q_f \cdot K_1 \cdot K_2}{l \cdot 86400} \quad (3.3)$$

Onde,

$T_{xi}$  e  $T_{xf}$  = Taxa linear de esgoto sanitário - inicial e final (l/s.m)

$T_i$  e  $T_f$  = Taxa de infiltração – inicial e final (l/s.m)

$q_i$  = Consumo efetivo inicial (l/hab.dia)

$q_f$  = Consumo efetivo final (l/hab.dia)

$q_{xi}$  = Vazões específicas de esgoto doméstico inicial (l/s.m)

$q_{xf}$  = Vazões específicas de esgoto doméstico final (l/s.m)

C = Coeficiente de retorno

$d_i$  e  $d_f$  = Densidade populacional - inicial e final (hab/ha)

$K_1$  = Coeficiente de máxima vazão diária

$K_2$  = Coeficiente de máxima vazão horária

l = Comprimento médio (m/ha)

Para o trecho 1-1 temos:

$$T_{xi} = \frac{0,8 \cdot 149,25 \cdot 150 \cdot 1,5}{203,46 \cdot 86400} = 0,00173$$

$$T_{xf} = \frac{0,8 \cdot 168,12 \cdot 190,42 \cdot 1,2 \cdot 1,5}{203,46 \cdot 86400} = 0,00291$$

**Coluna 4** – Contribuição do trecho  $Q_t$  (l/s) –  $T_{xi} \times l$  e  $T_{xf} \times l$  (inicial e final):

Para o trecho 1-1, temos:

$$Q_{t_i} \text{ (l/s)} = 0,00173 \cdot 76,00 = 0,13 \text{ l/s}$$

$$Q_{t_f} \text{ (l/s)} = 0,00291 \cdot 76,00 = 0,22 \text{ l/s}$$

**Coluna 5** – Vazão inicial de montante e jusante  $Q_m$  (l/s) e  $Q_j$  (l/s), respectivamente– Se for um trecho inicial do coletor,  $Q_m = 0$ ; para outro trecho qualquer, tem-se a Equação 3.7 (inicial e final):

$$Q_m = Q_c \quad (3.7)$$

Onde:

$Q_c$ = contribuições concentradas à montante do trecho (l/s), somadas quando for o caso de acúmulo de contribuições à montante:

$$Q_j = Q_t + Q_m \quad (3.8)$$

Onde:

$Q_t$  = contribuição no trecho (l/s) ;

$Q_m$ = vazão de montante (l/s);

Para o Trecho 1-1 a vazão a inicial de montante e jusante ambos são zero, pois é o trecho inicial do coletor.

**Coluna 6** – Vazão final de montante e jusante  $Q_m$  (l/s) e  $Q_j$  (l/s), respectivamente.

Segue as mesmas equações da coluna 5, porém considerando as contribuições e vazões no fim de plano.

No trecho 1 -1 a vazão a montante tanto inicial e final são zero, assim a vazão a jusante será:

$$Q_{i_i} = 0 + 0,13 = 0,13 \text{ l/s}$$

$$Q_{i_f} = 0 + 0,22 = 0,22 \text{ l/s}$$

**Coluna 7** – Diâmetro do coletor (m) – Calculado pela Equação 3.9, onde  $Q_{if}$  é a vazão final de jusante do trecho em questão, expressa em  $m^3/s$ , resultando  $d_0$  em m; adota-se o diâmetro comercial (DN) imediatamente superior, observando o limite mínimo DN 100 recomendado pela norma. Também a vazão  $Q$  da expressão é limitada em 1,5 l/s ou 0,0015  $m^3/s$  no mínimo.

$$d_0 = 0,3145 \cdot \left( \frac{Q_{jf}}{\sqrt{I_0}} \right)^{3/8} \quad (3.9)$$

Para o trecho 1-1, temos:

$$d_0 = 0,3145 \cdot \left( \frac{0,022}{\sqrt{0,0045}} \right)^{3/8} = 0,10 \text{ metros}$$

**Coluna 8** – Declividade  $I_0$  (m/m) – calcula-se a declividade mínima para autolimpeza pela Equação 3.10, onde  $Q_{ji}$  é a vazão inicial de jusante do trecho, expressa em l/s, limitada em 1,5 l/s.

Determina-se a declividade econômica para a escavação mínima, impondo-se profundidade mínima a jusante ( $I_{0econ}$  = diferença de cotas do terreno (entre PVs)/extensão do trecho). A profundidade de montante é sempre conhecida, decorrente dos trechos anteriores ou, quando trecho inicial igual à mínima (cobertura mínima +  $d_0$ ) ou, como no caso adotado, acompanha-se o perfil do terreno, obedecendo às declividades mínimas e máximas e recobrimento mínimo

Comparadas às duas declividades, adota-se a maior delas.

Em terrenos de acentuada inclinação, quando é adotada a declividade econômica, convém verificar se a declividade máxima foi ultrapassada, usando a Equação 3.7, onde  $Q_{jf}$  em l/s é a vazão final de jusante do trecho;  $I_{0máx}$  corresponde à velocidade máxima = 5 m/s.

$$I_{0min} = 0,0055 \cdot Q_{ji}^{-0,47} \quad (3.10)$$

$$I_{0máx} = 4,65 \cdot Q_{jf}^{-2/3} \quad (3.11)$$

Para o trecho 1-1 temos:

$$I_{0min} = 0,0055 \cdot 0,0013^{-0,47} = 0,0045 \quad (3.10)$$

$$I_{0máx} = 4,65 \cdot 0,022^{-2/3} = 3,5 \quad (3.11)$$

**Coluna 9** – Cota do terreno (m) – obtida da planta cadastral. Anotam-se os valores de montante e de jusante.

**Coluna 10:** Cota do coletor (m) A montante = Cota do terreno montante – Profundidade do coletor montante; A jusante = Cota do coletor montante – Extensão x  $I_0$ ;

Para o trecho 1-1, temos:

A montante =  $10,92 - 0,90 = 10,02$  m;

A jusante =  $10,02 - (76,00 - 0,0045) = 9,67$ m.

**Coluna 11:** Profundidade do coletor (m)

A montante = 0,90 m (profundidade mínima, para minimizar escavação)

A jusante = Cota do terreno jusante – Cota do coletor jusante =  $8,25 - 7,35 = 0,90$  m para o trecho 1-1.

**Coluna 12:** Profundidade do PV/PI a jusante (m) profundidade máxima dos coletores que chegam no PV/PI jusante.

Para o trecho 1-1 a profundidade do PV/PI = 0,90 m.

**Coluna 13.** Lâmina líquida ( $y/d_0$ ) – entre outras pode ser usada a Tab. 3.2, entrando-se com a relação  $Q/Q_p$ , sendo  $Q_p$  a vazão a seção plena dos diâmetros e declividades já determinadas, calculadas pela expressão 3.12, ou em tabelas das equações empíricas;  $Q$  é a vazão de jusante do trecho ou seu limite mínimo de 1,5 l/s. Anotam-se os valores inicial e final.

$$Q_p = 24 \cdot d_0^{\frac{8}{3}} \cdot I_0^{\frac{1}{2}} \quad (3.12)$$

Trecho 1-1:

$$Q_p = 24 \cdot 0,10^{\frac{8}{3}} \cdot 0,0045^{\frac{1}{2}} = 0,046 \quad (3.12)$$

**Coluna 14.** Velocidades inicial e final (m/s) – podem ser calculadas pela equação da continuidade, Equação 3.10, obtendo-se a da mesma Tab. 3.2 utilizada na coluna 13;  $Q$  é a vazão de jusante do trecho, ou seu limite mínimo de 1,5 l/s. Anotam-se os valores inicial e final.

$$V = \frac{Q}{A} \quad (3.13)$$

Para o trecho 1-1, temos:

$$V = \frac{1,5}{0,3511 \cdot (0,1^2)} \quad (3.13)$$

**Coluna 15.** Tensão trativa (Pa) – calculada pela equação 3.11:

$$\sigma_t = y \cdot R_H \cdot I_0 \quad (3.11)$$

Onde:

$$Y \text{ (peso específico)} = 10^4 \text{ N/m}^3$$

$R_H$  obtido na Tabela 3.2 para condições iniciais

$I_0$  = declividade (m/m)

Para o trecho 1-1, temos:

$$\sigma_t = 10^4 \cdot (0,2360 \cdot 0,10) \cdot 0,045 = \quad (3.11)$$

**Coluna 16.** Velocidade crítica (m/s) – calculada pela equação 3.12:

$$V_c = 6(R_H \cdot g)^{\frac{1}{2}} \quad (3.12)$$

onde:

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$R_H$  para condições finais.

Para o trecho 1-1, temos:

$$V_c = 6(0,2360 \cdot 0,0045)^{\frac{1}{2}} \quad (3.12)$$

Tabela 3. 2 Conduitos circulares parcialmente cheios. Fonte: (NETTO et al., 1998)

Conduitos circulares parcialmente cheios Relações baseadas na equação de Manning									
y/D	R/D	A/d <sup>2</sup>	v/vp	Q/Qp	y/D	R/D	A/d <sup>2</sup>	v/vp	Q/Qp
0,01	0,0066	0,0013	0,0890	0,00015	0,51	0,2531	0,4027	1,0084	0,51702
0,02	0,0132	0,0037	0,1408	0,00067	0,52	0,2562	0,4127	1,0165	0,53411
0,03	0,0197	0,0069	0,1838	0,00161	0,53	0,2592	0,4227	1,0243	0,55127
0,04	0,0262	0,0105	0,2221	0,00298	0,54	0,2621	0,4227	1,0320	0,56847
0,05	0,0326	0,0147	0,2569	0,00480	0,55	0,2649	0,4426	1,0393	0,58571
0,06	0,0389	0,0192	0,2891	0,00708	0,56	0,2676	0,4526	1,0464	0,60296
0,07	0,0451	0,0242	0,3194	0,00983	0,57	0,2703	0,4625	1,0533	0,62022
0,08	0,0513	0,0294	0,3480	0,01304	0,58	0,2728	0,4724	1,0599	0,63746
0,09	0,0575	0,0350	0,3752	0,01672	0,59	0,2753	0,4822	1,0663	0,65467
0,10	0,0635	0,0409	0,4011	0,02088	0,60	0,2776	0,4920	1,0724	0,67184
0,11	0,0695	0,0470	0,4260	0,02550	0,61	0,2799	0,5018	1,0783	0,68895
0,12	0,0755	0,0534	0,4490	0,03058	0,62	0,2821	0,5115	1,0839	0,70597
0,13	0,0813	0,0600	0,4730	0,03613	0,63	0,2842	0,5212	1,0893	0,72290
0,14	0,0871	0,0668	0,4953	0,04214	0,64	0,2862	0,5308	1,0944	0,73972
0,15	0,0929	0,0739	0,5168	0,04861	0,65	0,2881	0,5404	1,0993	0,75641
0,16	0,0986	0,0811	0,5376	0,05552	0,66	0,2900	0,5499	1,1039	0,77295
0,17	0,1042	0,0885	0,5578	0,06288	0,67	0,2917	0,5594	1,1083	0,78932
0,18	0,1097	0,0961	0,5774	0,07068	0,68	0,2933	0,5687	1,1124	0,80551
0,19	0,1152	0,0104	0,5965	0,07891	0,69	0,2948	0,5780	1,1162	0,82149
0,20	0,1206	0,1118	0,6150	0,08757	0,70	0,2962	0,5872	1,1198	0,83724
0,21	0,1259	0,1199	0,6331	0,09664	0,71	0,2975	0,5964	1,1231	0,85275
0,22	0,1312	0,1281	0,6506	0,10613	0,72	0,2987	0,6054	1,1261	0,86799
0,23	0,1364	0,1365	0,6677	0,11602	0,73	0,2998	0,6143	1,1288	0,88294
0,24	0,1416	0,1449	0,6844	0,12631	0,74	0,3008	0,6231	1,1313	0,89785
0,25	0,1466	0,1535	0,7007	0,13698	0,75	0,3017	0,6319	1,1335	0,91188
0,26	0,1516	0,1623	0,7165	0,14803	0,76	0,3024	0,6405	1,1354	0,92582
0,27	0,1566	0,1711	0,7320	0,15945	0,77	0,3031	0,6489	1,1369	0,93938
0,28	0,1614	0,1800	0,7470	0,17123	0,78	0,3036	0,6573	1,1382	0,95253
0,29	0,1662	0,1890	0,7618	0,18336	0,79	0,3039	0,6655	1,1391	0,96523
0,30	0,1709	0,1982	0,7761	0,19583	0,80	0,3042	0,6736	1,1397	0,97747
0,31	0,1756	0,2074	0,7901	0,20863	0,81	0,3043	0,6815	1,1400	0,98921
0,32	0,1802	0,2167	0,8038	0,22175	0,82	0,3043	0,6893	1,1399	1,00041
0,33	0,1847	0,2260	0,8172	0,23518	0,83	0,3041	0,6969	1,1395	1,01104
0,34	0,1891	0,2355	0,8302	0,24892	0,84	0,3038	0,7043	1,1387	1,02107
0,35	0,1935	0,2450	0,8430	0,26294	0,85	0,3033	0,7115	1,1374	1,03044
0,36	0,1978	0,2546	0,8554	0,27724	0,86	0,3026	0,7186	1,1358	1,03913
0,37	0,2020	0,2642	0,8675	0,29180	0,87	0,3018	0,7254	1,1337	1,04706
0,38	0,2062	0,2739	0,8794	0,30662	0,88	0,3007	0,7320	1,1311	1,05420
0,39	0,2102	0,2836	0,8990	0,32169	0,89	0,2995	0,7384	1,1280	1,06047
0,40	0,2142	0,2934	0,9022	0,33699	0,90	0,2980	0,7445	1,1243	1,06580
0,41	0,2182	0,3032	0,9131	0,35250	0,91	0,2963	0,7504	1,1200	1,07011
0,42	0,2220	0,3130	0,9239	0,36823	0,92	0,2944	0,7560	1,1151	1,07328
0,43	0,2258	0,3229	0,9343	0,38415	0,93	0,2921	0,7612	1,1093	1,07520
0,44	0,2295	0,3328	0,9445	0,40025	0,94	0,2895	0,7662	1,1027	1,07568
0,45	0,2331	0,3428	0,9544	0,41653	0,95	0,2865	0,7707	1,0950	1,07452
0,46	0,2366	0,3527	0,9640	0,43296	0,96	0,2829	0,7749	1,0859	1,07138
0,47	0,2401	0,3627	0,9734	0,44954	0,97	0,2787	0,7785	1,0751	1,06575
0,48	0,2435	0,3727	0,9825	0,46624	0,98	0,2735	0,7816	1,0618	1,05669
0,49	0,2468	0,3827	0,9914	0,48307	0,99	0,2666	0,7841	1,0437	1,04196
0,50	0,2500	0,3927	1,0000	0,50000	1,00	0,2500	0,7854	1,0000	1,00000

### **3.5. Aspectos Finais**

#### 3.5.1- Materiais Empregados

A seguir apresentam-se os componentes a serem utilizados na execução do projeto:

- Anéis de Concreto Armado para os poços de visita(pv<sub>s</sub>);
- Tubulação e Conexões de PVC;
- Tampão de Ferro-Fundido;

### **3.6. Poço de Visita (PV)**

#### 3.6.1- Definição

Poço de visita é uma câmara visitável através de uma abertura existente na sua parte superior, tampão de ferro fundido ao nível do terreno, destinado a permitir a reunião de dois ou mais trechos consecutivos e a execução dos trabalhos de manutenção nos trechos a ele ligados. Os locais mais indicados para sua instalação são nas cabeceiras das redes, ou ponto de início dos coletores, nas mudanças de materiais, de direção dos coletores, de declividades e em posições intermediárias de coletores de grande extensão.

#### 3.6.2 - Profundidade

A ABNT 9649 (1986) permite, para situações excepcionais, por exemplo ruas periféricas com baixo trânsito de veículos, recobrimento mínimo (em relação à geratriz superior dos tubos) de 0,90 m, para assentamento no leito de via e de 0,65 m, quando no passeio. Dispõe-se também que as redes não devem ser rebaixadas unicamente em razão de soleiras baixas.

A profundidade máxima relaciona-se com a economia do sistema, tendo-se em vista as condições de execução e manutenção da rede pública e dos coletores prediais (ligações). O valor 4,5 m pode ser tomado como uma indicação frequente, que pode ser ultrapassada em trechos relativamente curtos, com a finalidade de evitar instalações de recalque.

Convém assinalar que o custo das redes de esgoto cresce exponencialmente com a profundidade de assentamento.

### 3.6.3 - Detalhamento do PV

Considerou-se a execução dos PVs conforme detalhado por FERNANDES (2000):

A construção de um PV com anéis pré-moldados inicia-se com o nivelamento da fundação com brita compactada. A seguir é colocada uma camada de concreto simples 1:3:5, denominada de laje de fundo, com uma espessura mínima de 0,2m, sob a calha de saída do trecho de jusante, que será a base de sustentação para toda a estrutura do poço.

O fundo de PV deve ser constituído de calhas destinadas a guiar os fluxos afluentes em direção à saída. Lateralmente, as calhas devem ter altura coincidindo com a geratriz superior do tubo de saída

Neste projeto adotou-se PV's com profundidade entre 0,90 m a 4.50 m. A Figura 3.2 mostra um desenho de um corte em perfil de um PV e planta baixa na figura 3.3. Segue as quantidades de PV considerados e suas profundidades:

- 11 PV's com profundidade até 1 metro.
- 27 PV's com profundidades de 1,50 m;
- 3 PV's com profundidades entre 1,60 m e 1,61 m;
- 2 PV's com profundidades entre 1,77 m e 1,78;
- 3 PV's com profundidade entre 1,80 m e 1,93 m;
- 3 PV's com profundidade entre 2,30 m e 2,52 m;
- 2 PV's com profundidade entre 2.80 m e 2,95 m;
- 1 PV's com profundidade de 3,03 m;
- 2 PV's com profundidades de 3,48 m;
- 1 PV's com profundidades de 3,80 m;
- 2 PV's com profundidades entre 4,10 m e 4,50 m.

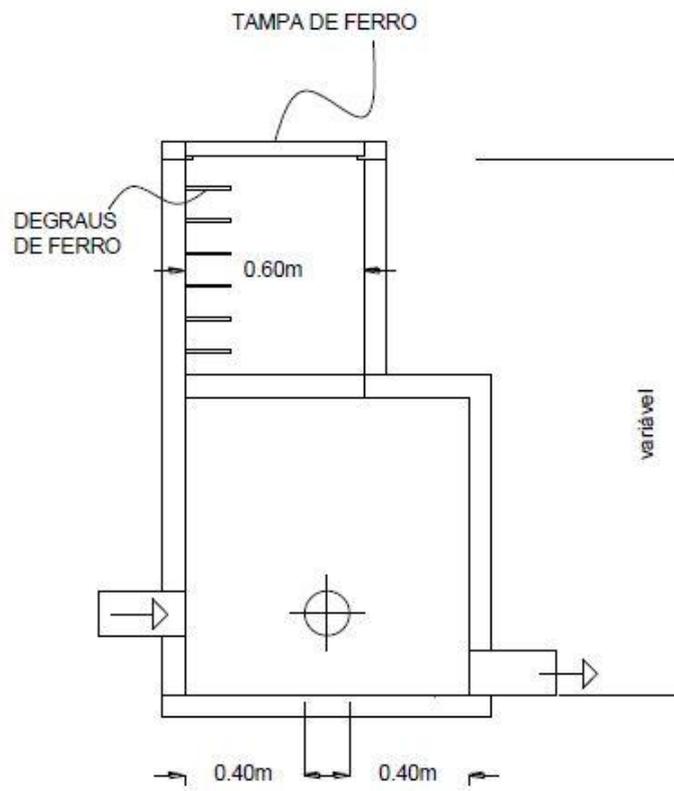


Figura 3. 2 - Perfil do PV.

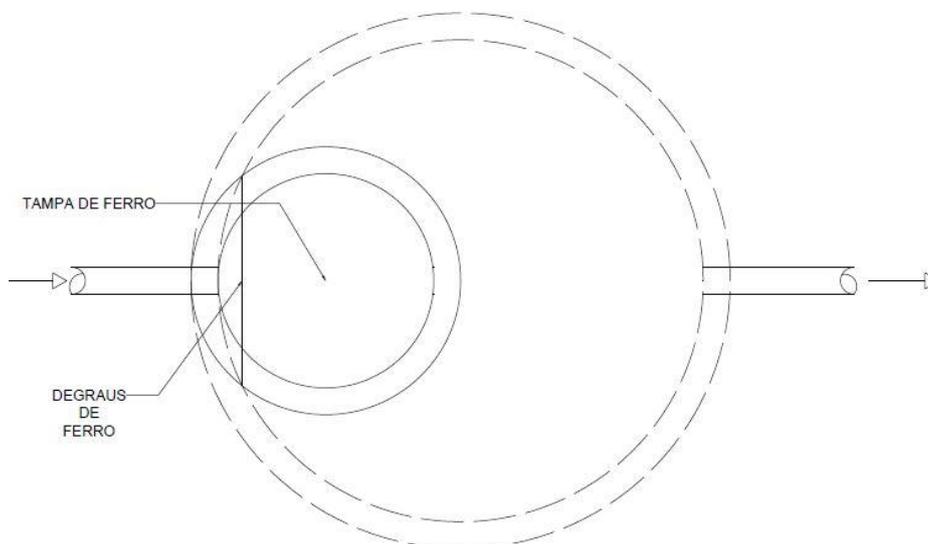


Figura 3. 3 - Vista superior do PV.

## **CAPITULO IV - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE)**

### **4.1 - Conceito**

Estação de Tratamento de Esgoto é uma infraestrutura que trata as águas residuais de origem doméstica e/ou industrial, comumente chamadas de esgotos sanitários ou despejos industriais, para depois serem escoadas para o mar ou rio com um nível de poluição aceitável através de um emissário, conforme a legislação vigente para o meio ambiente receptor.

Neste capítulo será apresentado o projeto que envolve a área de saneamento básico. Nele estarão contidos os estudos que caracterizam o dimensionamento de uma Estação de Tratamento de Esgoto. A finalidade da ETE é a de remover os poluentes dos esgotos, os quais viriam causar uma deterioração da qualidade dos cursos d'água. Um sistema de esgotamento sanitário só pode ser considerado completo se incluir a etapa de tratamento.

### **4.2 - Características Gerais**

O esgoto bruto proveniente da rede dimensionada no capítulo anterior chega a elevatória, e dela é bombeada para caixa de areia e passará pelo gradeamento, onde será feito um tratamento preliminar retendo sólidos em suspensão. Após a passagem pela caixa de areia o efluente será direcionado a Fossa Séptica onde ocorrerá a separação e a transformação físico-química da matéria sólida. Por fim o esgoto chega ao Filtro Anaeróbio onde ocorrerá o tratamento final para então, ser lançado ao seu destino final.

A limpeza da caixa de areia deverá ser feita quinzenalmente a fim de evitar a obstrução das grades por sólidos grosseiros. Ao final de cada mês deverá ser feito a descarga do lodo, este por sua vez, deverá ser retirado mecanicamente e encaminhado a um leito de secagem para possível utilização na forma de adubo.

### **4.3 - Método Construtivo**

Todos os elementos da ETE serão construídos em concreto armado com 30 MPa. A pintura da grade deverá ser feita com tinta anti-corrosiva, já as estruturas de concreto deverão ser impermeabilizadas. A tubulação da ETE será de PVC e seu diâmetro será fixado em 100 mm.

#### 4.4 - Dimensionamento

Neste tópico será apresentado o dimensionamento e a característica de cada um dos componentes da ETE: um tanque de recalque para o recebimento dos efluentes vindos da Rede de Esgoto, caixa de areia, Fossa Séptica e Filtro Anaeróbio.

##### 4.4.1- Tanque de Recalque

Consiste em um tanque que receberá os efluentes provenientes da Rede de Esgoto, cujo objetivo principal é o recalque até a caixa de areia do efluente através de uma bomba submersa.

##### 4.4.2 - Dimensionamento do Tanque

O tanque de recalque recebe efluentes a uma profundidade de 3,50 metros valor da cota do coletor que chega a ETE.

A Sabesp recomenda para o cálculo do volume do tanque de recalque, como sendo 1,5 do valor da vazão, dadas em m<sup>3</sup>/min. No entanto, por medidas de segurança, considerou-se que o tanque deverá armazenar o volume correspondente a um dia de funcionamento, o que dá o valor de 1,0884 m<sup>3</sup>/min. Com este valor chegou-se a um volume de 1567 m<sup>3</sup> diário.

As dimensões reais do tanque são de 19 metros de largura, 18,5 metros de comprimento e 4,5 metros de altura útil. Totalizando um volume útil de 1583 m<sup>3</sup>.

##### 4.4.3- Dimensionamento da bomba de recalque do Tanque

O recalque dos efluentes da Rede de Esgoto é realizado por meio de bombas de acionamento elétrico. A bomba escolhida para o projeto é submersa e capaz de funcionar sem grandes problemas mesmo quando o efluente não se apresenta em condições puras, ou seja, quando contém objetos danosos ao sistema.

Para o dimensionamento da bomba, precisa-se conhecer a altura manométrica, a vazão e o rendimento do conjunto motor-bomba. A altura manométrica é determinada pela Equação 4.1:

$$H_{manometrica} = H_{perda} + H_{velocidade} + H_{estatica} \quad (4.1)$$

Onde:

$H_{manometrica}$  – altura manométrica (m);

Hestatica – altura estática (m);

Hperda – altura equivalente a perda de carga (m);

Hvelocidade – altura representativa da velocidade (m).

Para o cálculo da altura devido às perdas (Equação 4.2), necessita-se do comprimento total da tubulação (Lt) e a declividade da linha piezométrica(J), o qual se obtém com a equação de Fair-Whipple-Hsiao (Equação 4.3):

$$H_{perda} = J \cdot Lt \quad (4.2)$$

$$Q = 55,934 \cdot J^{0,571} \cdot D^{2,714}$$

$$J = \sqrt[0,571]{\frac{Q}{55,934 \cdot D^{2,714}}} \quad (4.3)$$

$$J = \sqrt[0,571]{\frac{0,01814}{55,934 \cdot 0,1^{2,714}}} = 0,04 \text{ m/m}$$

$$H_{perda} = J \times Lt = 0,04 \times 30,07 = 1,35 \text{ m}$$

Onde:

J – Declividade da linha piezométrica (m/m);

Lt – Comprimento total equivalente da tubulação (m);

Q – Vazão de cálculo (m<sup>3</sup>/s);

D – Diâmetro da tubulação (m)

A altura representativa da velocidade é determinada através da Equação 4.4:

$$H_{velocidade} = \frac{v^2}{2g} \quad (4.4)$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,01814}{\frac{0,1^2 \times \pi}{4}} = 2,31 \text{ m/s}$$

$$H_{velocidade} = \frac{v^2}{2g} = \frac{2,31^2}{2 \cdot 9,81} = 0,27 \text{ m}$$

Onde:

v – velocidade calculada através da equação da continuidade, onde  $v = Q/A$  (m/s);

g – aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>);

Altura de estática é determinada através da Equação 4.5:

$$H_{estática} = C_{Real} = 11,30 \text{ m} \quad (4.5)$$

$$H_{manométrica} = 11,30 + 1,35 + 0,27 = 12,92 \text{ m}$$

Onde:

C<sub>real</sub> – comprimento real da tubulação(m);

Com os valores da altura manométrica, da vazão e do rendimento do conjunto motor-bomba determinados utiliza-se a Equação 4.6 para determinar a potencia necessária da bomba:

$$P = 1000 \cdot \frac{H_{manométrico} \cdot Q}{75 \cdot \eta} \quad (4.6)$$

Onde:

P – potencia (cv);

$\eta$  – rendimento do conjunto motor-bomba;

Q – 0,01814 m<sup>3</sup>/s;

Rendimento ( $\eta$ ) – 50%;

Horário Máximo de funcionamento – 6 horas / dia;

Comprimento real dos tubos – 8,00 + 3,30 + 2,00 = 13,30 m;

1 curva 90° - 1,4 m;

1 válvula de retenção – 12,5 m;

1 saída de canalização – 3,5 m;

Total – 17,4 m;

$$L_t - 17,4 + 13,30 = 30,7 \text{ m}$$

A altura de sucção é zero devido ao fato de se utilizar a ETE na maior profundidade possível, essa escolha elimina-se a altura de sucção.

Cálculo do Diâmetro:

$$D = 1,3 \cdot \sqrt{Q} \cdot \sqrt[4]{X}$$

Onde:

D – diâmetro (m)

Q – vazão (m<sup>3</sup>/s)

$$X = \frac{\text{horas de funcionamento}}{24 \text{ horas}}$$

$$D = 1,3 \cdot \sqrt{0,01814} \cdot \sqrt[4]{\frac{6}{24}} = 0,1 \text{ m}$$

Q – 0,01814 m<sup>3</sup>/s

D – 0,1 m (furo comercial acima)

Por critério de projeto adotou-se o diâmetro 100mm.

Cálculo da potência da bomba (cv):

$$P = 1000 \cdot \frac{H_{\text{manometrico}} \cdot Q}{75 \cdot \eta} = 1000 \times \frac{13,30 \times 0,01814}{75 \times 0,5} = 6,25 \text{ CV}$$

Utilizou-se para o projeto uma bomba de 7,5 cv, mais uma de reserva.

Já determinado esse volume, levou-se em consideração que a vazão de recalque da bomba de 7,5 cv para uma altura de 13 mca é de 80 m<sup>3</sup>/h, com isso tem-se ao final de funcionamento de 6 horas um volume de recalque de 480 m<sup>3</sup>. A subtração dos volumes nos dá à área útil do tanque de recalque de 1087,3 m<sup>3</sup>, porém, por questões de segurança, foi calculado o tanque de recalque que consiga armazenar a vazão máxima de esgoto diária.

#### 4.4.4 - Caixa de Areia

O Tratamento preliminar do esgoto é sujeito aos processos de separação dos sólidos mais grosseiros através do gradeamento e do desarenamento nas caixas de areia. O primeiro material é retido através de uma grade de 45°, cujo espaçamento é de 2 cm entre as barras, posicionadas transversalmente no sentido de fluxo, enquanto o material que passa pela grade, é removido pela depressão do componente. A limpeza deve ser feita periodicamente, visto que os sólidos grosseiros estarão presentes constantemente no sistema.

O dimensionamento da caixa de areia é feito através das Equações 4.7 e 4.8, as quais representam respectivamente uma partícula de areia em movimento horizontal e vertical. A partir delas, tem-se a Equação 4.9, a qual é originada quando se iguala os tempos  $t_1$  (transporte da partícula) e  $t_2$  (queda da partícula):

$$V = \frac{L}{t_1} \quad (4.7)$$

Onde:

V – velocidade do efluente na caixa (m/s);

L – comprimento da caixa de areia (m);

$t_1$  – tempo gasto para partícula para percorrer L;

$$V_s = \frac{H}{t_2} \quad (4.8)$$

Onde:

$V_s$  – velocidade de sedimentação da partícula (m/s);

H – altura do efluente na caixa (m);

$t_2$  – tempo gasto para partícula para percorrer H;

$$L = \frac{V \times H}{V_s} \quad (4.9)$$

Onde:

$V_s$  – velocidade de sedimentação da partícula (m/s);

- H – altura do efluente na caixa (m);
- v – velocidade do efluente na caixa (m/s);
- L – comprimento da caixa de areia (m);

#### 4.4.4.1 - Dimensionamento

Utiliza-se a equação da continuidade para determinar a velocidade do efluente na caixa (Equação 4.10):

$$V = \frac{Q}{A} \qquad Q = A \times V = b \times H \times V \qquad (4.10) \qquad V = \frac{Q}{b \times H}$$

onde:

- H – altura do efluente na caixa (m) – Adotada a altura do efluente de 0,2 m como especificado no projeto;
- V – velocidade do efluente na caixa (m/s);
- Q – vazão do esgoto (m<sup>3</sup>/s) – A vazão adota equivalente a Vazão da bomba de 7,5 Cv que será de 00222 m<sup>3</sup>/s;
- A – área frontal da caixa (m<sup>2</sup>);
- b – largura da caixa;

$$V = \frac{Q}{b \times H} = \frac{0,02}{0,3 \times 0,2} = 0,4 \frac{m}{s}$$

$$L = \frac{V \times H}{Vs} = \frac{0,4 \times 0,2}{0,02} = 3,70 m$$

Por medidas de segurança e para facilitar na construção adotou-se as dimensões de comprimento igual a 4 m e largura de 0,3 m, já que as partículas teriam mais caminho para sedimentar.

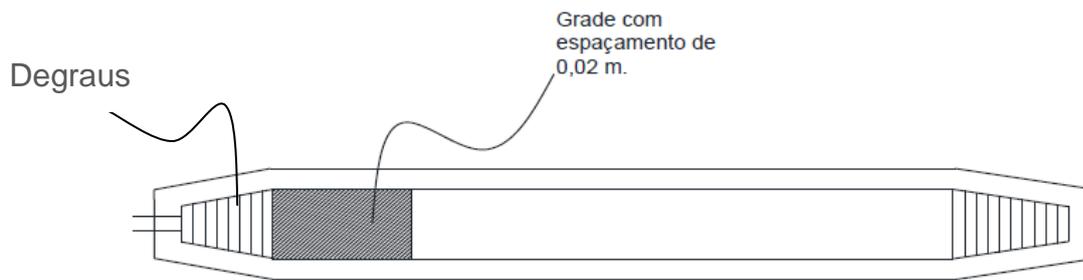


Figura 4.1 – Vista superior da caixa de areia e grade.

#### 4.4.5 - Fossa Séptica

De acordo com NETO (1997), o tanque séptico foi descoberto em 1872, na França, quando Jean Louis Mouras percebeu que o volume de sólidos acumulados durante 12 anos em um tanque de alvenaria, que ele havia idealizado e construído, para receber os esgotos da cozinha, antes de lançá-lo em um sumidouro, era muito menor do que ele imaginava.

A denominação de tanque séptico derivou da palavra em latim sepsis, que significa decomposição, putrefação, fenômeno em que intervém a atividade microbiológica. Com a colaboração de Abade Moigne, Mouras realizou uma série de experiências até 1881, quando o invento foi patenteado como "Fossa Mouras". Os estudos foram avançando e, em 1896, Donald Cameron patenteou o "Tanque Séptico", na Grã Bretanha. Em 1903, o inglês W. O. Travis concebeu o "Tanque Hidrolítico" (tanque séptico com subdivisão interna). Karl Imhoff, em 1905, idealizou o "Tanque Imhoff" (tanque séptico com câmaras sobrepostas).

No Brasil, a aplicação pioneira parece ter sido o grande tanque construído em Campinas-SP, para o tratamento de esgotos urbanos, em 1892 (NETTO, 1985). Mas somente a partir dos últimos anos da década de 1930, os tanques sépticos começaram a ser difundidos em nosso país.

É comum encontrar, também, o termo fossa séptica. De acordo com o mini dicionário SACCONI (1996), fossa significa: "poço onde se despejam águas servidas de matérias fecais" e tanque: "depósito de água e outros líquidos". Para BRANCO e HESS (1972), tanque séptico é o construído em alvenaria ou outro material, enquanto que fossa séptica é a que trata de um simples buraco ou fossa

cavada no solo. A norma brasileira ABNT 7229 (1993) utilizava fossa séptica até 1993, quando foi revista, passou a adotar tanque séptico. Neste trabalho, utilizou-se tanque séptico, que é a nomenclatura utilizada atualmente pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e define tanque séptico como "unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão".

A primeira Norma Brasileira a respeito dos tanques sépticos foi a NB 41, de 1963, que foi baseada na norma alemã DIN 4261(2002) e na norma do Estado de Nova York, dos Estados Unidos, com algumas adaptações às condições brasileiras, principalmente no que diz respeito ao baixo poder aquisitivo da população e à pequena extensão dos lotes de terreno nos bairros periféricos das cidades (BRANCO e HESS, 1972). Segundo (NETO, 1997), a NB-41 recomendava a utilização de valas de infiltração para "polimento" dos efluentes de tanques sépticos, quando necessário.

Segundo NETTO (1985), em março de 1982, foi publicada a ABNT 7229(1982), uma revisão da NB-41, que representou um grande passo, no sentido de dar alguma ordem em um mercado extremamente desorientado. A principal mudança foi a introdução da utilização de filtros biológicos anaeróbios de fluxo ascendente, com leito fixo de pedras, como solução alternativa para o tratamento complementar do efluente do TS (Tanque Séptico).

A primeira das três normas recebeu o título de "Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos" e teve, como texto base, a ABNT 7229 (1982), com as suas alterações. Assim, em setembro de 1993, foi publicada a nova ABNT 7229 (1993), que aprofundou e detalhou melhor o sistema de tanque séptico, com algumas mudanças principalmente nos cálculos e parâmetros utilizados. KAMIYAMA (1993) destacou que uma das importantes mudanças introduzidas foi a indicação, para alguns tipos de tratamentos ali propostos, concretamente e em números, os limites das capacidades para remoção de poluentes. Outro destaque foi a introdução do Filtro Aeróbio Submerso (FAES), cujas vantagens consistem na alta qualidade do seu efluente, na facilidade de manutenção, quando comparado com outros processos aeróbios de tratamento e reduzida área requerida.

A segunda norma - ABNT 13.969(1997), com o título: "Tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação".

A terceira e última norma da série está em fase de elaboração, cujo título é: "Tratamento e disposição final de sólidos do sistema de tanque séptico" e vai completar o assunto, abrangendo, dessa forma, todos os aspectos de tratamento de esgotos no sistema local.

SOBRINHO (1991) destaca que o lodo, depois de digerido, vai se acumulando no fundo do tanque séptico e, por efeito de adensamento e da redução dos sólidos voláteis na digestão, ocupa um volume correspondente à quarta parte do volume de lodo inicialmente produzido.

Como tratamento complementar do tanque séptico, há as seguintes possibilidades:

- Filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente;
- Filtro aeróbio submerso;
- Valas de infiltração e filtros de areia;
- Lodo ativado por batelada;
- Lagoa com plantas aquáticas.

Porém, o mais usual é o filtro anaeróbio - FAN. Um estudo realizado por VIEIRA e SOBRINHO (1983) para um sistema de TS de câmaras sobrepostas e um filtro anaeróbio, calculado de acordo com a ABNT 7229 (1993), para quinze pessoas, recebendo esgoto doméstico que passa, primeiramente, por uma grade fina e por uma caixa de areia, os resultados obtidos foram, em média, 85% de remoção de DBO, 79% de remoção de DQO, 86% de remoção de SS e 90% de remoção de coliformes, após 400 dias de operação.

#### 4.4.5.1. Dimensionamento Utilizando a ABNT 7229 (1993)

Para dimensionar o volume da Fossa Séptica utilizou-se a Equação 4.11 como determinado pela Norma:

$$V = 1000 + N \times (C \times t + k \times Lf) \quad (4.11)$$

Onde:

V – volume útil (l);

N – número de pessoas ou unidades de contribuição;

C – contribuição de despejos (l/ pessoa x dia);

K – taxa de acumulação de lodo digerido, tempo de acumulação de lodo fresco (dias);

Lf – contribuição de lodo fresco (l/ pessoa x dia);

$$V = 1000 + 3154 \times (150 \times 0,5 + 65 \times 1) = 393.340 \text{ l} = 411,02 \text{ m}^3$$

Foram adotadas as seguintes dimensões:

- Altura útil – 2,80 m; valor máximo permitido pela ABNT 7229 (1993)
- Altura total – 3,10 m;
- Comprimento – 18,00 m;
- Largura – 8,50 m;

Com as dimensões adotadas acima se tem um volume total de 428,4 m<sup>3</sup>. Nota-se que a altura total da fossa é maior que a altura útil, isso se deve ao fato de a ABNT 7229 (1993) determinar a que a lâmina líquida não preencha até a borda do tanque.

#### 4.4.6 - Filtro Anaeróbio (FAN)

O filtro anaeróbio é constituído por um meio suporte com microrganismos. Pode-se dizer que o filtro anaeróbio representa um sistema de tratamento secundário físico-biológico. É de grande utilidade em projetos que requerem um melhor grau de tratamento que o simples uso de tanque séptico seguido de infiltração no solo (FUNASA, 2004).

O FAN é caracterizado por um tanque preenchido por um material filtrante, geralmente pedra britada. Os micro-organismos aderidos às paredes deste material filtrante formam o biofilme que, ao receberem os despejos contendo matéria orgânica, iniciam o processo de digestão anaeróbia. Para tal, agem as bactérias anaeróbias (SILVA, 2004).

A partir da introdução do Filtro Anaeróbio, como alternativa para o tratamento complementar do tanque séptico, o sistema mais usual foi TS-FAN (Tanque Séptico – Filtro Anaeróbio).

#### 4.4.6.1- Dimensionamento (ABNT 13969, 1997)

Para dimensionar o volume do Filtro Anaeróbio utilizou-se a Equação 4.12:

$$V = 1,6 \times N \times C \times T \quad (4.12)$$

Onde:

- V – volume útil do leito filtrante (l);
- N – número de contribuintes;
- C – contribuição de despejos (l/ pessoa x dia);
- T – tempo de detenção hidráulica (dias);

$$V = 1,6 \times 3154 \times 150 \times 0,5 = 378.480 \text{ l} = 378,48 \text{ m}^3$$

Foram adotadas as seguintes dimensões:

- Altura útil = 3,00 m;
- Altura total = 3,30 m;
- Comprimento = 18,00 m;
- Largura = 7,5 m;

Com as dimensões adotadas acima se tem um volume útil do leito filtrante total de 405,0 m<sup>3</sup>.

#### 4.4.7 - Tanque de Reúso

O reúso controlado de águas reduz a necessidade de captação de águas primárias em mananciais naturais, que são assim preservados para usos mais restritivos, e, devido a menor geração de efluentes finais, evita a poluição ambiental, que é a principal causa da crescente escassez de água, pela degradação da qualidade. Com isso, o grande desafio para o este projeto é reutilizar todo este montante de água que será derivado de todo o processo de tratamento, assim, com combinações adequadas de técnicas de tratamento de esgotos, tipo de cultura, método de irrigação e cuidados ambientais, permitem a utilização de esgotos

sanitários em irrigação, com baixo risco à saúde pública, de forma econômica e tecnicamente viável.

No setor urbano, o potencial de reuso de efluentes é muito amplo e diversificado. As aplicações que demandam água com qualidade elevada, entretanto, requerem sistemas de tratamento e de controle elevados, podendo levar a custos incompatíveis com os benefícios correspondentes. De acordo com as definições adotadas, os esgotos tratados podem ser utilizados para fins potáveis e não potáveis, desde que obedeçam aos critérios básicos indicados a seguir.

#### 4.4.7.1- Usos urbanos para fins potáveis

Como destacou HESPANHOL (1999), a presença de organismos patogênicos, metais pesados e compostos orgânicos sintéticos na grande maioria dos efluentes disponíveis para reuso, principalmente naqueles oriundos de estações de tratamento de esgotos de grandes populações com polos industriais expressivos, sinaliza para o fato de que o reuso potável é uma alternativa associada a riscos muitos elevados tornando-o, praticamente, inaceitável. Além disso, os custos dos sistemas de tratamentos avançados que seriam necessários levariam, na maioria dos casos, a inviabilidade econômico-financeira do abastecimento público, não ocorrendo, ainda, ante as considerações anteriormente efetuadas, garantia de proteção adequada para a saúde dos consumidores.

Ainda de acordo com HESPANHOL (1999), a prática de reuso urbano para fins potáveis só poderá ser considerada garantindo-se a operação dos sistemas de tratamento e distribuição e de vigilância sanitária adequados e obedecendo, estritamente, aos seguintes critérios básicos:

- Empregar unicamente sistemas de reuso indireto;
- Utilizar exclusivamente esgotos domésticos;
- Adquirir aceitação pública e assumir as responsabilidades pelo empreendimento.

#### 4.4.6.2 - Usos Urbanos para fins não potáveis

Os usos urbanos não potáveis envolvem riscos menores e devem ser considerados como a primeira opção de reuso na área urbana. Entretanto, cuidados

especiais devem ser tomados quando ocorre contato direto ao público com gramados de parques, jardins, hotéis, áreas turísticas e campos de esporte.

Os problemas associados ao reúso urbano não potável são, principalmente, os custos elevados de sistemas duais de distribuição, dificuldades operacionais e riscos potenciais de ocorrência de conexões cruzadas. Os custos, entretanto, devem ser considerados em relação aos benefícios de conservar água potável e de, eventualmente, adiar ou eliminar a necessidade de captação de novos mananciais para abastecimento público.

Diversos países da Europa, assim como os países industriais da Ásia, localizados em regiões de escassez de água exercem extensivamente, a prática de reúso urbano não potável. Entre esses, Japão vem utilizando efluentes secundários para diversas finalidades.

Na cidade japonesa de Fukuoka, diversos setores operam com rede dual de distribuição de água, uma das finalidades do efluente tratado é A irrigação de árvores em áreas urbanas, proporcionando uma economia significativa dos escassos recursos hídricos localmente disponíveis.

O município de Campos dos Goytacazes vem sofrendo uma grande mudança em seu perfil urbano, e cada vez mais áreas verdes em toda extensão do município de Campos dos Goytacazes vem sendo estimuladas e construídas. O Plano Diretor de Campos dos Goytacazes facilitou o reúso de água, aprovado pela Lei nº 7.972, de 31 de março de 2008, que define algumas diretrizes sobre áreas verdes:

Art.56. Para a criação, proteção e recuperação de áreas verdes deverão ser executadas as seguintes ações e medidas de planejamento:

VI - Criar e implantar parque municipal, localizado em amplo espaço acessível por transportes públicos, com arborização e dotado de recursos e elementos ambientais;

VIII - Elaborar Plano Diretor de Arborização e de Áreas Verdes Urbanas para todo o município;

Com isto, uma boa finalidade para o efluente tratado, a exemplo de Fukuoka é utiliza-lo para irrigação de parques e áreas verdes dentro do município de Campos

dos Goytacazes, onde proporcionará uma economia dos recursos hídricos da região e viabilizará o processo de tratamento de esgotamento da região.

Ao final do processo de tratamento um tanque de reúso de 1008 m<sup>3</sup> com dimensões de 12 metros de comprimento, 12 metros de largura e 7 metros de altura que corresponde à vazão de dois dias do filtro anaeróbio foi introduzido dentro do sistema para que esse efluente possa ser coletado e armazenado onde um caminhão pipa possa coletar esse rejeito e fazer a irrigação de determinados parques e áreas verdes no município.

## CAPITULO V – ORÇAMENTO

Neste Capítulo, apresenta-se a planilha orçamentária e o memorial de cálculo referente à cada serviço realizado no projeto. A base de preço foi a Empresa de Obras Públicas – EMOP – Outubro de 2012.

A realização correta do orçamento é de extrema importância em qualquer projeto, visto que, a viabilização depende também de fatores econômicos. A Tabela 5.1 compreende o valor total da obra em função dos serviços e preços correspondentes e contém o memorial de cálculo de cada serviço. Na Tabela 5.2 representa o memorial de cálculo referente a cada um dos itens descritos na tabela 5.1.

Tabela 5. 1: Planilha Orçamentária

Item	Código EMOP	Descrição do Serviço	Unid.	Quant.	R\$ Un.	R\$ Parcial	% Valor da Obra
1.0	Locação e Instalação da Obra					58.498,88	2,756
1.1	01.005.001-0	Limpeza do Terreno	m <sup>2</sup>	240	4,92	1.180,80	0,056
1.2	02.004.005-0	Construção do Barracão	m <sup>2</sup>	80	230,51	18.440,80	0,886
1.3	02.015.0001-0	Instalações Hidrossanitárias Provisórias	un	1	1995,68	1.995,68	0,094
2.0	Rede Coletora de Esgoto					505.198,02	23,803
2.1	Serviços Preliminares					140.923,63	6,640
2.1.1	01.016.0087-0	Levantamento Topográfico	ha	18,76	3168,37	59.438,62	2,801
2.1.2	01.018.0002-0	Locação de Rede	m <sup>2</sup>	7401,00	1101	81.485,01	3,839
2.2	Movimento de Terra					222.320,05	10,475
2.2.1	03.016.0015-1	Escavação de mecânica até 1,5 m de profundidade.	m <sup>3</sup>	5576	4,81	26.820,56	1,264
2.2.2	03.016.0018-1	Escavação entre 1,5 m e 3,0 m de profundidade.	m <sup>3</sup>	3023,25	5,83	17.625,55	0,830
2.2.3	03.020.0045-1	Escavação entre 3,0 m e 4,5 m de profundidade.	m <sup>3</sup>	3,6	14,73	53,03	0,002
2.2.4	03.025.0031-0	Remoção de Material	m <sup>3</sup>	8602,85	5,21	44.820,85	2,112
2.2.5	03.014.0005-0	Reaterro	m <sup>3</sup>	8602,85	7,62	65.553,72	3,089
2.2.6	03.010.0020-0	Material para Reaterro incluindo transporte.	m <sup>3</sup>	8602,85	7,84	67.446,34	3,178
2.3	Tubos e Conexões					64.844,49	3,055

2.3.1	06.272.0002-0	Fornecimento de Tubulação de 100mm	m	3375	9,80	33.075,00	1,558	
2.3.2	06.272.0003-0	Fornecimento de Tubulação de 150mm	m	300	22,83	6.849,00	0,323	
2.3.3	06.272.0004-0	Fornecimento de Tubulação de 200mm	m	188,8	36,03	6.802,46	0,321	
2.3.4	06.001.0242-0	Assentamento de Tubulação de 100mm	m	3375	4,49	15.153,75	0,714	
2.3.5	06.001.0243-0	Assentamento de Tubulação de 150mm	m	300	6,17	1.851,00	0,087	
2.3.6	06.001.0244-0	Assentamento de Tubulação de 250mm	m	142	7,84	1.113,28	0,052	
2.4	Poço de Visita						77.109,85	3,633
2.4.1	06.016.0001-0	Tampão de Ferro Fundido	un	56	443,97	24.862,32	1,171	
2.4.2	06.001.0327-0	Assentamento de Tampão 0,6 m de diâmetro	un	56	47,62	2.666,72	0,126	
2.4.3	06.017.0003-0	PV de até 1,0 m de Profundidade	un	11	301,75	3.319,25	0,156	
2.4.6	06.017.0007-0	PV de até 1,5 m de Profundidade	un	27	873,63	23.588,01	1,111	
2.4.7	06.017.0008-0	PV de até 1,6 m de Profundidade	un	2	883,46	1.766,92	0,083	
2.4.8	06.017.0009-0	PV de até 1,7 m de Profundidade	un	1	990,01	990,01	0,047	
2.4.9	06.017.0010-0	PV de até 2,0 m de Profundidade	un	5	1063,18	5.315,90	0,250	
2.4.11	06.017.0012-0	PV de até 2,6 m de Profundidade	un	2	1211,68	2.423,36	0,114	
2.4.12	06.017.0013-0	PV de até 2,9 m de Profundidade	un	2	1340,81	2.681,62	0,126	
2.4.13	06.017.0014-0	PV de até 3,2 m de Profundidade	un	3	1472,37	4.417,11	0,208	
2.4.4	06.017.0005-0	PV de até 4,0 m de Profundidade	un	1	1612,53	1.612,53	0,076	
2.4.5	06.017.0006-0	PV de até 4,5 m de Profundidade	un	2	1733,05	3.466,10	0,163	
3.0	Ligações Domiciliares						556.335,81	26,213
3.1	03.001.0001-1	Escavação de até 1,5 m de profundidade.	m³	4300,8	4,81	20.686,85	0,975	
3.2	06.272.0002-0	Fornecimento de Tubulação de 100mm	m	3584	9,80	35.123,20	1,655	
3.3	06.001.0242-0	Assentamento de Tubulação de 100mm	m	3584	4,49	16.092,16	0,758	
3.4	06.275.0022-0	Tê de PVC	un	1120	33,20	37.184,00	1,752	
3.5	06.001.0262-0	Assentamento de Peças e Acessórios	un	1120	7,38	8.265,60	0,389	
3.6	06.014.0060-0	Caixa de Passagem	un	1120	391,95	438.984,00	20,684	
4.0	Estação de Tratamento de Esgoto						641.674,22	30,234
4.1	Serviços Preliminares						22,482.79	1,059
4.1.1	01.005.001-0	Limpeza do Terreno	m²	2880	4,92			

						14.169,60	0,668
4.1.2	02.001.0001-0	Tapume com chapa compensada de 6 mm	m <sup>2</sup>	232	29,47	6.837,04	0,322
4.1.3	01.001.0040-0	Sondagem Manual	m	15	98,41	1.476,15	0,070
4.2	Tanque de Recalque					328.012,45	15,455
4.2.1	03.020.0045-1	Escavação entre 4,5 e 6m de profundidade.	m <sup>3</sup>	2736,00	14,73	40.301,28	1,899
4.2.2	11.013.0080-0	Concreto armado 30MPa	m <sup>3</sup>	191,40	1369,2	262.064,88	12,348
4.2.3	06.272.0002-0	Fornecimento de Tubulação de 100mm	m	11,20	9,80	109,76	0,005
4.2.4	06.001.0242-0	Assentamento de Tubulação de 100mm	m	11,20	4,49	50,29	0,002
4.2.5	06.001.0262-0	Assentamento de Peças e Acessórios	un	4	7,38	29,52	0,001
4.2.6	s/n	Fornecimento do Conjunto Motor-Bomba.	un	2	3430	6.860,00	0,323
4.2.6	06.400.0001-0	Montagem do Conjunto Motor-Bomba.	un	1	186,8	186,80	0,009
4.2.7	03.014.0005-0	Reaterro	m <sup>3</sup>	2416	7,62	18.409,92	0,867
4.3	Caixa de Areia					7.162,90	0,337
4.3.1	11.013.0080-0	Concreto armado 30MPa	m <sup>3</sup>	4,55	1369,20	6.229,86	0,294
4.3.2	12.003.0115-0	Alvenaria de Tijolo Cerâmico	m <sup>2</sup>	33,11	28,18	933,04	0,044
4.4	Fossa Séptica					142.760,84	6,726
4.4.1	11.013.0080-0	Concreto armado 30MPa	m <sup>3</sup>	67,88	1369,20	92.256,70	4,347
4.4.2	06.272.0002-0	Fornecimento de Tubulação de 100mm	m	5,74	9,80	56,25	0,003
4.4.3	06.001.0242-0	Assentamento de Tubulação de 100mm	m	5,74	4,49	25,77	0,001
4.4.4	06.272.0026-0	Curva de PVC para rede de esgoto de 90°	un	4	20,55	82,20	0,004
4.4.5	06.001.0262-0	Assentamento de Peças e Acessórios	un	4	7,38	29,52	0,001
4.4.6	16.026.0002-0	Impermeabilização de Superfície de Concreto	m <sup>2</sup>	898,4	56,00	50.310,40	2,370
4.5	Filtro Anaeróbio					141.255,24	6,656
4.5.1	11.013.0080-0	Concreto armado 30MPa	m <sup>3</sup>	62,55	1369,20	85.643,46	4,035
4.5.2	06.272.0002-0	Fornecimento de Tubulação de 100mm	m	5,74	9,80	56,25	0,003
4.5.3	06.001.0242-0	Assentamento de Tubulação de 100mm	m	5,74	4,49	25,77	0,001
4.5.4	06.272.0026-0	Curva de PVC para rede de esgoto de 90°	un	3	20,55	61,65	0,003
4.5.5	06.001.0262-0	Assentamento de Peças e Acessórios	un	3	7,38	22,14	0,001

4.5.6	16.026.0002-0	Impermeabilização de superfície de Concreto	m <sup>2</sup>	417	56,00	23.352,00	1,100
4.5.7	20.097.0003-0	Fornecimento de Brita	m <sup>3</sup>	478,8	67,03	32.093,96	1,512
4.6	Tanque de Reúso					124.013,20	5,843
4.6.1	03.020.0045-1	Escavação entre 4,5 e 6,5m de profundidade.	m <sup>3</sup>	780,00	14,73	11.489,40	0,541
4.6.2	11.013.0080-0	Concreto armado 30MPa	m <sup>3</sup>	78,90	1369,2	108.029,88	5,090
4.6.3	06.272.0002-0	Fornecimento de Tubulação de 100mm	m	11,20	9,80	109,76	0,005
4.6.4	06.001.0242-0	Assentamento de Tubulação de 100mm	m	11,20	4,49	50,29	0,002
4.6.8	03.014.0005-0	Reaterro	m <sup>3</sup>	568,75	7,62	4.333,88	0,204
Total Parcial:						1.885.720,13	88,849
B.D.I.						236.657,88	11,151
<b>Total Geral:</b>					<b>R\$</b>	2.122.378,00	

Tabela 5. 2 Memória de Cálculo

Locação Instalação da Obra				
Limpeza do Terreno		Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m <sup>2</sup> )
		20,00	12,00	240,00
Construção do Barracão		Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m <sup>2</sup> )
		20,00	12,00	240,00
Instalações Hidrosanit. Provisórias				Quantidade (un)
				1,00
Rede Coletora				
Locação da Rede				
Levantamento Topográfico				Área (ha)
				18,76
Locação de Rede	Quantidade	Comp. Ligação Predial (m)	Comprimento da Rede (m)	Comprimento Total (m)
	1120	3,20	3817,00	7401,00
Movimento de Terra				
Escavação de até 1,5 m de profundidade				Volume Total(m <sup>3</sup> )
				5576,0
	Trecho	Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
	1-1	0,91	1,0	76,0
				Volume Parcial(m <sup>3</sup> )
				69,2

1-2	0,91	1,0	94,0	85,5
1-3	1,50	1,0	74,0	111,0
1-4	1,50	1,0	82,0	123,0
1-5	1,50	1,0	86,0	129,0
1-6	1,50	1,0	31,0	46,5
1-7	1,50	1,0	63,0	94,5
2-1	1,50	1,0	56,0	84,0
2-2	1,50	1,0	59,0	88,5
2-3	1,50	1,0	43,0	64,5
2-4	1,50	1,0	57,0	85,5
2-5	1,50	1,0	56,0	84,0
2-6	1,50	1,0	64,0	96,0
3-1	1,50	1,0	39,0	58,5
3-2	1,50	1,0	52,0	78,0
3-3	1,50	1,0	45,0	67,5
3-4	1,50	1,0	69,0	103,5
3-5	1,50	1,0	70,0	105,0
3-6	1,50	1,0	74,0	111,0
3-7	1,50	1,0	57,0	85,5
4-1	1,50	1,0	68,0	102,0
4-2	1,50	1,0	60,0	90,0
4-3	1,50	1,0	72,0	108,0
4-4	1,50	1,0	58,0	87,0
4-5	1,50	1,0	88,0	132,0
4-6	1,50	1,0	60,0	90,0
5-1	1,50	1,0	100,0	150,0
5-2	1,50	1,0	44,0	66,0
5-3	1,50	1,0	55,0	82,5
5-4	1,50	1,0	100,0	150,0
5-5	1,50	1,0	51,0	76,5
5-6	1,50	1,0	67,0	100,5
5-7	1,50	1,0	84,0	126,0
5-8	1,50	1,0	68,0	102,0
5-9	1,50	1,0	57,0	85,5
6-1	1,50	1,0	88,0	132,0
6-2	1,50	1,0	96,0	144,0
6-3	1,50	1,0	61,0	91,5
6-4	1,50	1,0	60,0	114,0
6-5	1,50	1,0	77,0	115,5
6-6	1,50	1,0	60,0	90,0
6-7	1,50	1,0	67,0	100,5
6-8	1,50	1,0	66,0	99,0
6-9	1,50	1,0	58,0	87,0
7-1	0,90	1,0	82,0	73,8
7-2	1,50	1,0	89,0	133,5

7-3	1,50	1,0	90,0	135,0
8-1	1,50	1,0	99,0	148,5
8-2	1,50	1,0	56,0	84,0
8-3	1,50	1,0	57,0	85,5
9-1	1,50	1,0	99,0	148,5
9-2	1,50	1,0	88,0	132,0
9-3	1,50	1,0	87,0	130,5
9-4	1,50	1,0	71,0	106,5
9-5	1,50	1,0	71,0	106,5
Escavação entre 1,5m e 3,0 m de profundidade				Volume (m³) 3.023,25
Trecho	Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)	Volume Parcial(m³)
1-3	0,43	1,0	74,0	31,6
1-4	0,43	1,0	82,0	35,0
1-5	0,36	1,0	86,0	30,8
1-6	0,36	1,0	31,0	11,1
1-7	0,06	1,0	63,0	3,7
2-2	0,27	1,0	59,0	15,8
2-3	0,27	1,0	43,0	11,5
2-4	0,11	1,0	57,0	6,4
2-5	0,11	1,0	56,0	6,3
2-6	0,10	1,0	64,0	6,6
3-7	0,04	1,0	57,0	2,0
4-1	1,02	1,0	68,0	69,6
4-2	1,53	1,0	60,0	91,6
4-3	1,53	1,0	72,0	110,0
4-4	1,23	1,0	58,0	71,2
4-5	1,45	1,0	88,0	127,6
4-6	1,15	1,0	60,0	69,0
5-6	0,28	1,0	67,0	18,9
5-7	0,28	1,0	84,0	23,7
5-8	0,28	1,0	68,0	19,2
5-9	1,22	1,0	57,0	69,3
6-1	1,28	1,0	88,0	112,8
6-2	1,28	1,0	96,0	123,0
6-3	1,34	1,0	61,0	81,9
6-4	3,00	1,0	76,0	227,7
6-6	2,60	1,0	60,0	155,7
6-7	2,60	1,0	67,0	173,9
6-8	0,00	1,0	66,0	0,0
6-9	2,30	1,0	58,0	133,1
7-2	0,00	1,0	89,0	0,0
7-3	1,24	1,0	90,0	111,8
8-1	0,35	1,0	99,0	35,1
8-2	0,35	1,0	56,0	19,9

8-3	0,05	1,0	57,0	3,1
9-1	1,32	1,0	99,0	130,5
9-2	0,86	1,0	88,0	75,3
9-3	1,83	1,0	87,0	158,8
9-4	1,98	1,0	71,0	140,6
9-5	1,98	1,0	71,0	140,6
Escavação entre 3,0 m e 4,0 m de profundidade				Volume (m³) 3,60
Trecho	Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)	Volume Parcial(m³)
4-2	0,03	1,0	60,0	1,6
4-3	0,03	1,0	72,0	2,0
6-4	1,50	1,0	76,0	113,7
6-6	1,10	1,0	60,0	65,7
6-7	1,10	1,0	67,0	73,4
6-9	0,80	1,0	58,0	46,1
9-3	0,33	1,0	87,0	28,3
9-4	0,48	1,0	71,0	34,1
9-5	0,48	1,0	71,0	34,1
Reaterro				Volume (m³) 8.602,84
<b>Tubos e Conexões</b>				
Fornecimento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 3375
Fornecimento de Tubulação de 150mm				Comprimento (m) 300
Fornecimento de Tubulação de 200mm				Comprimento (m) 142
Assentamento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 3375
Assentamento de Tubulação de 150mm				Comprimento (m) 300
Assentamento de Tubulação de 250mm				Comprimento (m) 142
<b>Poço de Visita</b>				
Tampão de Ferro Fundido				Unidade 56,00
PV de até 1,0 m de Profundidade				Unidade 11,00
PV de até 1,2 m de Profundidade				Unidade

				0,00
PV de até 1,4 m de Profundidade				Unidade 0,00
PV de até 1,5 m de Profundidade				Unidade 27,00
PV de até 1,6 m de Profundidade				Unidade 2,00
PV de até 1,7 m de Profundidade				Unidade 1,00
PV de até 2,0 m de Profundidade				Unidade 5,00
PV de até 2,3 m de Profundidade				Unidade 0,00
PV de até 2,6 m de Profundidade				Unidade 2,00
PV de até 2,9 m de Profundidade				Unidade 2,00
PV de até 3,5 m de Profundidade				Unidade 3,00
PV de até 4,0 m de Profundidade				Unidade 1,00
PV de até 4,5 m de Profundidade				Unidade 2,00
<b>Ligações Domiciliares</b>				
Escavação de até 1,5 m de profundidade	Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)	Volume 1098x(m³)
	1,50	0,80	3,20	4300,80
Fornecimento de Tubulação de 100mm		Unidade	Comprimento (m)	Comp. Total (m)
		1120,00	3,20	3584,00
Assentamento de Tubulação de 100mm				Comp. Total (m) 3584,00
Assentamento de Peças e Acessórios				Unidade 1120,00
Caixa de Passagem				Unidade 1120,00
<b>Estação de Tratamento de Esgoto</b>				
<b>Serviços Preliminares</b>				
Limpeza do Terreno		Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m²)
		80,00	36,00	2880,00
Tapume com chapa compensada de 6 mm.		Comprimento (m)	Largura (m)	Perímetro (m)

		80,00	36,00	232,00
<b>Tanque de Recalque</b>				
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume (m³)
Escavação entre 4,5m e 8m de profundidade.	8,00	18,00	19,00	2736,00
Concreto Armado 30 Mpa	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Cima 2x(m³)
	0,15	18	19	102,6
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Maior 2x(m³)
	0,15	19	8	45,6
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Menor 2x(m³)
	0,15	18	8	43,2
Fornecimento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 11,20
Assentamento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 11,20
Assentamento de Peças e Acessórios				Unidade 4,00
Fornecimento e Montagem do Conjunto Motor-Bomba.				Unidade 1,00
Reaterro				Volume (m³) 2.416,00
<b>Caixa de Areia</b>				
Concreto Armado 30 Mpa	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje (m³)
	0,15	3,70	0,50	0,56
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Pilares 4x(m³)
	1,86	0,2	0,15	0,17
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Vigas 3x(m³)
	0,30	0,5	0,15	0,07
Altura (m)	Perimetro(m)	Largura (m)	Vol. Caixa(m³)	
1,16	11,00	0,15	3,76	
Alvenaria de Tijolo Cerâmico	Altura (m)	Perimetro(m)		Área Parede(m²) 33,11
1,86	17,80			
<b>Fossa Séptica</b>				
Concreto Armado 30 Mpa	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Cima 2x(m³)
	0,15	18	8	43,2

	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Maior 2x(m <sup>3</sup> )
	0,15	18	3,1	16,74
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Menor 2x(m <sup>3</sup> )
	0,15	8	3,1	7,44
Fornecimento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 5,74
Assentamento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 5,74
Impermeabilização de Superfície de Concreto		Comprimento (m)	Largura (m)	Area Laje Cima 2x(m <sup>2</sup> )
		18	8	576
		Comprimento (m)	Largura (m)	Area Laje Maior 2x(m <sup>3</sup> )
	18	3,1	223,2	
		Comprimento (m)	Largura (m)	Area Laje Menor 2x(m <sup>3</sup> )
		8	3,1	99,2
<b>Filtro Anaeróbio</b>				
Concreto Armado 30 Mpa	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Cima 2x(m <sup>3</sup> )
	0,15	18	7	37,8
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Maior 2x(m <sup>3</sup> )
	0,15	18	3,3	17,82
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Menor 2x(m <sup>3</sup> )
	0,15	7	3,3	6,93
Fornecimento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 5,74
Assentamento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 5,74
Impermeabilização de Superfície de Concreto		Comprimento (m)	Largura (m)	Area Laje Cima 2x(m <sup>2</sup> )
		18	7	252
		Comprimento (m)	Largura (m)	Area Laje Maior 2x(m <sup>3</sup> )
	18	3,3	118,8	
		Comprimento (m)	Largura (m)	Area Laje Menor 2x(m <sup>3</sup> )
		7	3,3	46,2
Fornecimento de Brita	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume(m <sup>3</sup> )
	1,9	18	7	478,8
<b>Tanque de Reúso</b>				
Escavação entre 4,0m e 6,5m de profundidade.	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume (m <sup>3</sup> )

	6,50	12,00	10,00	780,00
Concreto Armado 30 Mpa	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Cima 2x(m <sup>3</sup> )
	0,15	12	10	36
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Maior 2x(m <sup>3</sup> )
	0,15	12	6,5	23,4
	Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Vol. Laje Menor 2x(m <sup>3</sup> )
	0,15	10	6,5	19,5
Fornecimento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 11,20
Assentamento de Tubulação de 100mm				Comprimento (m) 11,20
Reaterro				Volume (m <sup>3</sup> ) 568,75

## REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário, NBR 09648 Rio de Janeiro, 1986.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. PROJETO DE ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESTODO SANITÁRIO, NBR 12208 Rio de Janeiro, 1992.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário, NBR 09649 Rio de Janeiro, 1986.
- CREDER, HÉLIO - Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Livros Técnicos e Editora. 6a Edição. Rio de Janeiro. 2006;
- FERNANDES, Carlos. – Esgotos Sanitários, Ed Univ./UFPB. João Pessoa, 1997. Reimpressão Jan/ 2000
- FUNASA, Fundação Nacional de Saúde – Brasil. Manual de saneamento, 3 edição, 2004.
- FUNASA, Fundação Nacional de Saúde – Brasil. Manual de saneamento, 3ª edição. Ver. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2008
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PNSB – Pesquisa sobre dados crescimento populacional de Campos dos Goytacazes.
- METCALF & EDDY (2003). Wastewater engineering – treatment, disposal and reuse. 4rd edition, McGraw-Hill, Inc. New York.
- MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. "Água na indústria - Uso racional e reúso". Oficina de Textos. São Paulo, 2005. 143p.
- NETO, C. O. de A. Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira. Rio de Janeiro, 1997.
- NETO, C. O. de A. Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira. Rio de Janeiro: ABES, p. 35-74. 1997.
- NETTO, J. M. de A. Tanques sépticos: conhecimentos atuais. Revista Engenharia Sanitária. Rio de Janeiro, 1985.
- NETTO, J. M. de A. Tanques sépticos: conhecimentos atuais. Revista Engenharia Sanitária. Rio de Janeiro: ABES, v.24:2, p. 222-229. 1985.
- NETTO, José Martiniano de Azevedo, & BOTELHO, Manoel Henrique Campos Manual de Saneamento de cidades e edificações. São Paulo, 1991.
- NETTO, José Martiniano de Azevedo, FERNANDEZ, Miguel Fernandez, ARAUJO, Roberto, ITO. Manual de Hidráulica - Volumes I e II - 6 ed. São Paulo - Edgard Blucher. 1977.
- NETTO, José Martiniano de Azevedo, FERNANDEZ, Miguel, ARAUJO, Roberto, ITO. Manual de Hidráulica. Editora Edgard Blucher LTDA, São Paulo, 1998.

NUVOLARI, Ariovaldo (Coord.).Esgoto sanitário: coleta transporte tratamento e reúso agrícola. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 520p.