

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Itaitinga - CE
Sede

Obras Remanescentes do Sistema de Esgotamento
Sanitário da Sede de Itaitinga

VOLUME I
Relatório Geral

Cagece

JANEIRO/2018



EQUIPE TÉCNICA DA GPROJ – Gerência de Projetos

Produto: Obras Remanescentes do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede de Itaitinga - SES

Gerente de Projetos

Engº Raul Tigre de Arruda Leitão

Coordenação de Projetos Técnicos

Engº Celso Lira Ximenes Junior

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Engº Gerardo Frota Neto

Engenheiro Projetista

Engº. Fabiano do Nascimento Lira

Desenhos

Helder Moreira Moura Junior

Edição

Janis Joplin Saara Moura Queiroz

Sibelle Mendes Lima

Arquivo Técnico

Patrícia Santos Silva

Colaboração

Ana Beatriz Caetano de Oliveira

Gleiciane Cavalcante Gomes

I – APRESENTAÇÃO

O presente adendo trata do projeto de OBRAS REMANESCENTES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA SEDE DE ITAITINGA – SES, realizado por esta companhia, visando sua relicitação. A requisição deste adendo foi feita através do processo nº **0690.000021/2016.90**, pelo gerente da Gerência de Acompanhamento dos Programas e Empreendimentos – GEAPE/CAGECE, Antônio Ribeiro de Melo Neto, no dia 07/03/2016, recebido para análise no dia 25/04/2015.

Este documento contém:

- **Volume I: Relatório Geral:**
 - **Adendo composto por apresentação, considerações, planta de layout geral, e anexos – Projeto elaborado pela Geopac Consultoria e Engenharia Ltda. Ressaltando a alteração do escopo.**
- Volume II: Peças Gráficas:
 - Tomo I – Rede Coletora, Estação Elevatória e Linha de Recalque;
 - Tomo II – Estação de Tratamento de Esgoto.
- Volume III: Especificações Técnicas;
- Volume IV: Projeto Elétrico;
- Volume V: Projeto Estrutural:
 - Tomo I – Memorial Descritivo e de Cálculo da ETE e da EEE-4;
 - Tomo II – Peças Gráficas do Leito de Secagem, Casa de Operação, Guarita e Queima de Biogás;
 - Tomo III – Memorial Descritivo e Peças Gráficas da EEE-2, EEE-4, TAR e UASB.
- Volume VI: Projeto de Geotecnia:
 - Tomo I – Relatório de Sondagem das Estações Elevatórias de Esgoto;
 - Tomo II – Relatório de Sondagem da ETE.
- Volume VII: Orçamento.

II – SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	7
2. PLANTA DE LAYOUT GERAL	11
3. ANEXOS	14



Ficha Técnica

III – FICHA TÉCNICA – SES

Informações do Projeto:

Projeto	Projetista	
OBRAS REMANESCENTES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA SEDE DE ITAITINGA – SES	CAGECE	
Município	Localidade	Data de elaboração do Projeto
ITAITINGA	SEDE	SETEMBRO//2017

População:

Etapa	Ano	População total	População atendida	% de atendimento
Implantação	2010	19.084	10.319	54,07
Final de plano	2030	27.294	14.758	54,07

Vazões de Projeto (META I)

Ano	VAZÃO (l/s)			VAZÃO (m³/h)		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
2010	11,49	18,65	30,12	75,78	123,48	199,84
2020	12,71	21,10	34,52	83,95	139,79	229,18
2030	14,57	24,82	41,21	96,30	164,52	273,71

Unidade do projeto (META I – Bacia 04)	Características
Ligações Domiciliares	1.692 unidades
Ligações Intradomiciliares	156 unidades
Rede Coletora	9.312,64 m em PVC DN 150 mm 1.217,69 m em PVC DN 200 mm 1.244,45 m em PVC DN 250 mm 15,89 m em PVC DN 300 mm 760,96 m em PVC DN 150 mm (Rede Auxiliar)
Estações Elevatórias	EEE2: 24,35 l/s, 20,21 m, e 10 CV EEE4: 76,03 l/s, 25,95 m, e 35 CV
Linhas de Recalque	LR2: 601,46 m, 150 mm, PVC LR4: 2.461,00 m, 300 mm, PVC
Estação de Tratamento de Esgoto	UASB: 2 módulos (12,00x12,00x5,35) m, FSA: 2 módulos (6,00x12,00x4,00) m, DL: 2 módulos com 6 unidades (1,88x3,03x4,50) m, TC: 2 módulos (4,00x12,00x1,20) m, LS: 2 módulos com 8 células (4,00x8,00x0,50) m, TAR: submersível, 1+1, 5,70 l/s, 8,60 m, 2,0 CV EQB: 328,55 m³/d;
Emissário Final	36,00 m; 500mm; PVC DEF°F°



Considerações Iniciais

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Projeto de Esgotamento Sanitário da Sede de Itaitinga-CE, datado de agosto de 2010, foi inicialmente desenvolvido pela Geopac Consultoria e Engenharia Ltda., seguindo as determinações do contrato nº 08.11.02/2010 – Seinfra-PMI e Ordem de Serviço nº 002.08.11.02/2010 – Seinfra-PMI.

O sistema proposto visa o atendimento, em final de plano, de uma população de 27.294 habitantes. Para isso, o mesmo considera quatro bacias de escoamento, com a execução em uma única etapa de:

- 4.771 ligações domiciliares;
- 38.991,85 m de rede coletora de esgoto gravitária, com diâmetros de 150 mm (36.861,56 m), 200 mm (711,58 m), 250 mm (1.402,82 m) e 300 mm (15,89 m);
- Quatro estações elevatórias de esgoto, todas submersíveis com configuração 1 ativa + 1 reserva, uma para cada sub-bacia, sendo:
 - Para bacia 01, Q = 15,08 l/s, H_{man} = 23,30 m, e P = 10 CV;
 - Para bacia 02, Q = 24,35 l/s, H_{man} = 21,54 m, e P = 10 CV;
 - Para bacia 03, Q = 19,84 l/s, H_{man} = 13,17 m, e P = 10 CV; e
 - Para bacia 04, Q = 76,03 l/s, H_{man} = 25,95 m, e P = 35 CV.
- Quatro linhas de recalque, sendo três de 150 mm, com extensões de 542,60 m, 601,46 m, e 386,50 m (total: 1.530,56 m) e uma de 300 mm, de 2.461,00 m de extensão;
- Uma estação de tratamento composta por:
 - Dois reatores *Upflow Anaerobic Sludge Blankets* (UASB – 12,00x12,00x5,35) m,
 - Dois Filtros Submersos Aerados (FSA – 6,00x12,00x4,00) m,
 - Dois módulos com seis Decantadores Lamelares (DL – 1,88x3,03x4,50) m cada,
 - Dois Tanque de Contato (TC – 4,00x12,00x1,20) m,
 - Dois módulos com oito células de Leito de Secagem (LS – 4,00x8,00x0,50) m cada,
 - Um tanque de água recuperada (TAR – 5,70 l/s, 8,60 m, 2,0 CV) e
 - Uma Estação de Queima de Biogás (EQB – 328,55 m³/d);
- Um emissário final de 500 mm de diâmetro e 36,00 m de extensão.

As obras do referido projeto foram executadas pela empresa Altos Engenharia Ltda., no período de 17/03/2014 a 08/09/2015, sobre o contrato nº 142/2013 – PROJU/CAGECE.

De acordo com a última medição fornecida pela fiscalização da então Gerência de Obras – GEROB, a empresa Altos Engenharia Ltda. entregou a obra com a instalação de 891 ligações prediais e 9.806,10 m de rede coletora, correspondendo respectivamente a 18,68% e 25,16% do total projetado.

Em março de 2016, A Gerência de Acompanhamento dos Programas e Empreendimentos –

GEAPE, através do processo nº 0690.000021/2016.90, solicitou a esta Gerência de Projetos – GPROJ, a alteração do escopo do SES da Sede de Itaitinga, considerando os trabalhos executados pela *Altos Engenharia Ltda.* para a definição das obras remanescentes, visando sua relicitação com os recursos disponíveis.

Para isso, ressalta-se os seguintes pontos:

- Não foram analisados os aspectos técnicos do memorial quanto à concepção e à memória de cálculo, uma vez que este projeto já está aprovado pela própria CAGECE; conseqüentemente, mantém-se a assinatura de responsabilidade fiscal dos projetistas da *Geopac Consultoria e Engenharia Ltda.*;
- Considerando as restrições de prazo para a garantia e a manutenção dos recursos, a elaboração deste adendo se baseou em uma análise comparativa dos projetos originais elaborados pela *Geopac Consultoria e Engenharia Ltda.* e a última medição da obra fornecida pela fiscalização da Gerência de Obras – GEROB, através do processo nº 0773.000012/2016-15.

Após a análise dos documentos, considerando que:

- O limite orçamentário exposto no processo nº 0690.000021/2016.90;
- Os trabalhos executados pela *Altos Engenharia Ltda.* se deram todos na Bacia 04;

Definiu-se que, com o objetivo de atender às recomendações do referido processo, as bacias 02 e 04 seriam executadas em uma primeira etapa, denominada “Meta I”, cujas unidades de projeto a serem executadas foram descritas na FICHA TÉCNICA.

As bacias 01 e 03 seriam executadas em uma etapa posterior, sem previsão de início, denominada “Meta II”.

Após reunião ocorrida na GIGOV/FO, em 14 de dezembro de 2016, fora solicitada, entre outros pontos, a elaboração dos projetos de Terraplenagem e das Ligações Intradomiciliares, os quais foram executados pelo engenheiro, da GPROJ/CAGECE, Fabiano Lira.

O projeto de terraplenagem foi desenvolvido no software Civil3D®, considerando um levantamento topográfico executado pela GPROJ-TEC, em 21 de dezembro de 2016, e as cotas do projeto original.

Quanto às ligações intradomiciliares, a priori, estas são destinadas aos domicílios com famílias de renda de até 1 (um) salário-mínimo e que apresentarem condições de escoamento gravitatório para a rede coletora. No projeto padrão de instalação de ligações intradomiciliares, foram feitas as seguintes considerações: Instalação de um ramal de 100 mm com 18,0 m de extensão, e duas caixas de ligação (40x40) cm, o que é considerado a média das situações reais.

Eventualmente, devido ao espaço diminuto em alguns lotes, poderá ser necessária a instalação de caixas menores que as indicadas no item anterior; em orçamento, está

prevista a instalação de caixas (30x30) cm, considerando tal situação em uma de cada 10 ligações.

Também eventualmente, devido a situações como mudança de fluxo, ou interferências, poderá ser necessário refazer a ligação dos equipamentos sanitários da residência às caixas de ligação projetadas; nestes casos, está prevista em orçamento, a utilização de 1,5 m de ramal com tubo de 40 mm por ligação.

Deverá ser instalado tubo de ventilação nos casos em que o domicílio não possua um. Esta situação é prevista em orçamento para todas as ligações.

- Não está prevista em orçamento, a recomposição de pisos de qualquer tipo. Caso seja necessário, este serviço demandará outro contrato específico.

Por fim, as melhorias propostas nesse projeto estão resumidas no quadro a seguir:

Elemento	Características		Motivo da alteração
	Projeto Original (GEOPAC)	Adendo (CEGECE)	
Rede coletora	Redes com mais 4,5 m de profundidades	Adição de rede auxiliar paralela à projetada	Custo/dificuldade da instalação de ligações prediais nestes trechos
	Trechos com mais de 80 m	Adição de PV's intermediários	Dificuldade de limpeza.
EE 02	Paredes de 0,15 m	Paredes maiores que 0,18 m	Adequação às normas atuais de projeto estrutural
EE 04	Caixa de areia de 0,85 x 7,00 m	Caixa de areia de 0,65 x 4,50 m	Diminuição do fluxo considerando apenas as bacias 02 e 04.
	Paredes de 0,15 m	Paredes maiores que 0,18 m	Adequação às normas atuais de projeto estrutural
ETE	-	-	-
Emissário	-	-	-



Planta de Layout Geral

2. PLANTA DE LAYOUT GERAL

Segue a Planta de Layout Geral das OBRAS REMANESCENTES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA SEDE DE ITAITINGA.



Anexos

3. ANEXOS

Seguem os seguintes anexos:

- ART dos projetos de terraplenagem e padrão de ligação intradomiciliar.
- Projeto original da Geopac Consultoria e Engenharia Ltda., ressaltando as unidades de projeto a serem executadas na META I (Ficha Técnica).



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-CE

**ART OBRA / SERVIÇO -
REGISTRO ANTES DO
TÉRMINO DA
OBRA/SERVIÇO
Nº CE20170149162**

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

INICIAL
INDIVIDUAL

1. Responsável Técnico

FABIANO DO NASCIMENTO LIRA

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 060838611-1

2. Contratante

Contratante: CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Complemento:

Cidade: FORTALEZA

País: Brasil

Telefone: (85) 3101-1794

Contrato: Não especificado

Valor: R\$ 5.000,00

Ação Institucional: NENHUMA - NÃO OPTANTE

Bairro: AEROPORTO

UF: CE

CPF/CNPJ: 07.040.108/0001-57

Nº: 1030

CEP: 60422700

Email: fabiano.lira@cagece.com.br

Celebrado em: 18/01/2017

Tipo de contratante: PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO

3. Dados da Obra/Serviço

Proprietário: CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Complemento:

Cidade: FORTALEZA

Telefone: (85) 3101-1794

Coordenadas Geográficas: Latitude: 0 Longitude: 0

Data de Início: 18/01/2017

Finalidade: Saneamento básico

Bairro: AEROPORTO

UF: CE

CPF/CNPJ: 07.040.108/0001-57

Nº: 1030

CEP: 60422700

Email: fabiano.lira@cagece.com.br

Previsão de término: 17/02/2017

4. Atividade Técnica

A1 - ATUACAO

6 - PROJETO BÁSICO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL -> INFRA-ESTRUTURA TERRITORIAL -> MOVIMENTO DE TERRA -> #1468 - TERRAPLANAGEM

6 - PROJETO BÁSICO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL -> SANEAMENTO -> #1604 - REDE DE ESGOTO

Quantidade

Unidade

3.600,00

m2

1,00

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Projeto de Terraplanagem da ETE e Projeto padrão das Ligações Intradomiciliares, referente ao SES da Sede de Itaitinga.

6. Declarações

Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA - NÃO OPTANTE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

FORTALEZA de JANEIRO de 17

Local

data

FABIANO DO NASCIMENTO LIRA - CPF: 962.823.203-72

Eng. Raul Tigre de Arruda Leitão
Gerente de Projetos de Engenharia

CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CNPJ: 07.040.108/0001-57
GPROJ - CAGECE

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

* Somente é considerada válida a ART quando estiver cadastrada no CREA, quitada, possuir as assinaturas originais do profissional e contratante.

10. Valor

Valor da ART: R\$ 81,53

Pago em: 20/01/2017

Nosso Número: 8211747408

INTRODUÇÃO	5
RESUMO DO PROJETO	7
CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	10
Localização e Acesso	11
Economia	13
Características Urbanas	13
Condições Sanitárias	14
Clima e Pluviometria	15
Unidades Fitoecológicas	17
Solos	18
Ocupação e Uso do Solo	19
Relevo e Geologia	20
Infra-estrutura existente de esgotamento sanitário	21
CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO	22
Estudo da População	23
Definição das Bacias	26
Sub-bacia 1:	26
Sub-bacia 2:	26
Sub-bacia 3:	26
Sub-bacia 4:	26
Tratamento dos Efluentes:	27
Rede Coletora	28
Parâmetros de cálculo da rede coletora:	29
Planilha de Cálculo da Rede	31
Ligações Prediais	57
Estações Elevatórias e Emissários	57
Tratamento do Esgoto	58
DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES DE PROJETO	59
DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS	62
Caixa de areia	63
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	119
1.1 Concepção do Sistema	120
1.1.1 Estudo de Alternativas	120
1.2 Estação de Tratamento de Esgoto	124
1.2.1 Características dos Efluentes	124
1.2.2 Identificação do Sistema Adotado	125
1.2.3 Descrição das Unidades do Sistema de Tratamento	125
1.2.4 UASB	125
1.2.5 Filtro Submerso Aerado	126
1.2.6 Decantador Lamelar	127
1.2.7 Tanque de Contato	127
1.2.8 Leitões de Secagem	128
1.2.9 Emissário Final	128
1.3 Fluxograma da Estação de Tratamento de Esgoto	129
2. Memorial de Cálculo	131
2.1 Vazões	131
2.2 Características do Esgoto	132
2.3 UASB	133
2.4 FSA	141
2.5 DL	146
2.6 TC	149
2.7 LS	151
2.8 TAR	153
2.9 Eficiência do Sistema	159

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

3.	Manual de Operação da ETE	160
3.1	Introdução	160
3.2	Manutenção e Operação	161
3.2.1	Reator UASB	161
3.2.2	Filtro Submerso Aerado	162
3.2.3	Sopradores	162
3.2.4	Decantador Lamelar	163
3.2.5	Tanque de Dosagem de Solução Química	163
3.2.6	Descarte e Desidratação do Lodo	163
3.2.7	Tanque de Água Recuperada (TAR)	164
3.3	Recomendações Gerais	164
3.4	Monitoramento	165
	ANEXOS	274

EQUIPE TÉCNICA

Produto: Sistema de Esgotamento Sanitário

Empresa:

GEOPAC Engenharia e Consultoria LTDA.

Endereço:

Av. Santos Dummont, 1740, Sala 603

Engenheiro Responsável:

Leonardo Silveira Lima

Contato:

Tel.: (85) 3244-1340

Email: geopac@geopac.com.br

Apresenta-se a seguir, o Volume 1 - Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede da Cidade de Itaitinga no Estado do Ceará, desenvolvido pela empresa Geopac Consultoria e Engenharia Ltda.

Seguindo as determinações do contrato No 08.11.02/2010 – Seinfra-PMI e Ordem de serviço 002.08.11.02/2010-Seinfra-PMI, as informações que compõem o documento em pauta incluem: parâmetros utilizados para dimensionamento, inclusive estimativa populacional, e estudos de demanda; estudos ambientais e sociais; alternativas técnicas da concepção, estudos topográficos e geotécnicos e descrição do sistema proposto.

Compõe ainda os relatórios integrantes do projeto, um esclarecedor conjunto de mapas e figuras, onde pode-se verificar informações complementares julgadas de interesse para elaboração dos estudos.

O projeto foi dividido em quatro volumes, a saber:

Volume 1 - Relatório Geral, Orçamento e Especificações

Volume 2 – Tomo I – Desenhos

Volume 2 – Tomo II – Desenhos

INTRODUÇÃO

O projeto de esgotamento sanitário da cidade de Itaitinga visa dotar o referido local de condições adequadas de saneamento, de forma a atender e solucionar as deficiências existentes relacionadas com o esgotamento domiciliar, tendo impacto direto na melhoria da qualidade de vida de sua população, além da preservação do meio ambiente.

Projetou-se um sistema eficiente, utilizando-se os dispositivos mais modernos e recomendados pelas Normas Técnicas Brasileiras.

Buscou-se atender a totalidade da população da Sede do Município, porém devemos ressaltar que o referido projeto pode ser executado em várias etapas, visto que o mesmo é dividido em várias sub-bacias devido a conformação da topografia do município.

RESUMO DO PROJETO

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Informações do Projeto

Projeto:

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede de Itaitinga

Projetista:

Eng^o Leonardo Silveira Lima

Município

Itaitinga

Localidade

Sede

Data do Projeto

Ago/2010

Dados da População

Método de Estimativa Populacional	Taxa de Crescimento	Alcance do Projeto	Ano do início do Projeto	População Inicial	Ano Final de Projeto	População Final
Extrapolção Gráfica	-	20 anos	2010	19.084	2030	27.294

Vazões de Projeto

Ano	Vazão (L/s)	
	Mínima Horária	Média Anual
2010	21,05	34,30
2020	23,32	38,83
2030	26,75	45,70

Ligações Domiciliares e Intradomiciliares

Descriminação	Número de Unidades Habitacionais
Ligações Domiciliares	4.771

Rede Coletora

Sub-bacias	Extensão				Material
	Ø150	Ø200	Ø250	Ø300	
1	7.504,55	-	-	-	PVC
2	4.760,31	-	-	15,89	PVC
3	10.399,25	-	-	-	PVC
4	14.197,45	711,58	1.402,82	-	PVC
TOTAL	36.861,56	711,58	1.402,82	15,89	38.991,85

Estação Elevatória de Esgoto

Elevatória	Tipo	Quant. Bombas		Q (l/s)		Hman (m)		Potência (cv)	
		Ativas	Reserva	10 anos	20 anos	10 anos	20 anos	10 anos	20 anos
EE 1	Submersível	1	1	12,43	15,08	22,28	23,30	10	10
EE 2	Submersível	1	1	-	24,35	-	20,21	-	10
EE 3	Submersível	1	1	-	19,84	-	13,17	-	10
EE 4	Submersível	1	1	-	76,03	-	25,95	-	35

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Linha de Recalque

Elevatória	Vazão de Projeto (l/s)	Material	Diâmetro (mm)	Extensão (m)
EE 1	15,08	PVC	150	542,60
EE 2	24,35	PVC	150	601,46
EE 3	19,84	PVC	150	386,50
EE 4	76,03	PVC	300	2.409,00

Estação de Tratamento de Esgoto

Tipo	Quantidade
Reator UASB	2
FSA	2
Decantador Lamelar	2
Tanque de Contato	2
Leito de Contato	2 Módulos com 8 células
TAR	1

Emissário Final

Corpo Receptor	Material	Diâmetro	Extensão
Riacho Coaçu	PVC	500 mm	36m

CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

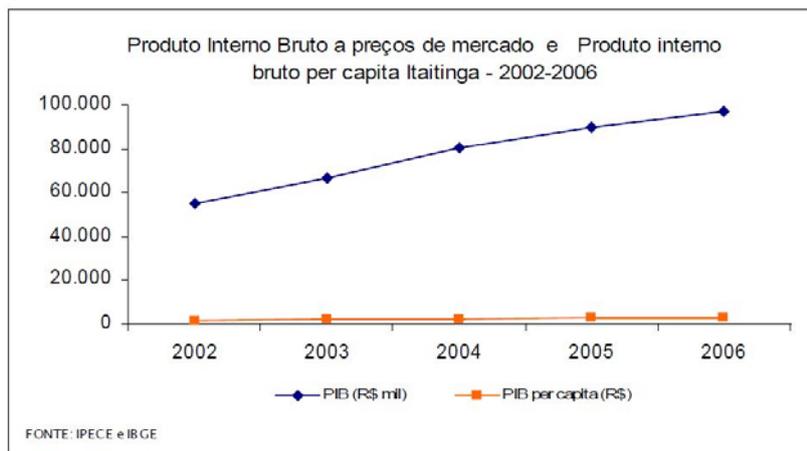
Localização e Acesso

O município de Itaitinga, criado no ano de 1992 pela Lei Estadual N° 3.338, localiza-se na Região Metropolitana de Fortaleza. Distante 27 km (sede) da Capital via rodovia BR-116. Faz limite com os municípios de Fortaleza, Eusébio e Maracanaú ao Norte, Guaiúba e Horizonte ao Sul, a Leste com Horizonte, Aquiraz e Eusébio e a Oeste com Pacatuba e Guaiúba.

A área ocupada pelo município é de 150,78 km², estando a sede municipal localizada nas coordenadas 3° 58' 10" (lat.) e 38° 31' 41" (long.), a uma altitude de 67,0m.

Economia

De acordo com dados do IPECE, a estrutura setorial do PIB do município de Itaitinga é dividida em: setor primário 3,44%, agricultura e pecuária, setor secundário que engloba atividades indústrias 21,19% e o setor terciário, comércio e demais serviços 75,38%.



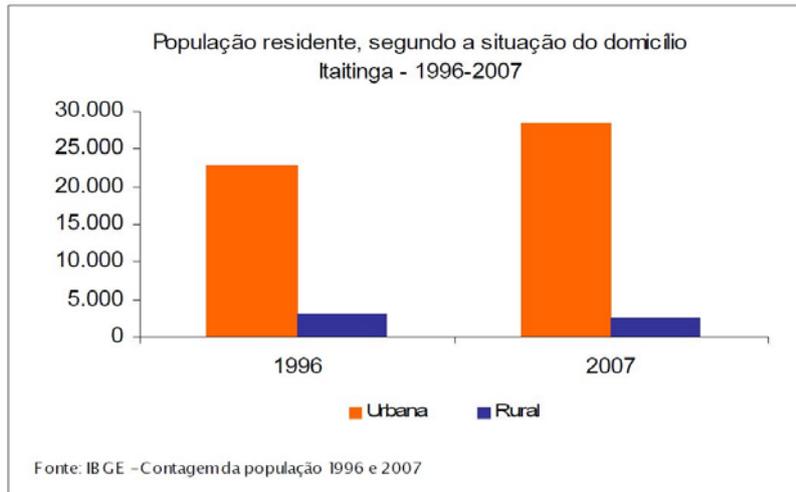
Surge como importante parâmetro para análise da qualidade de vida e o progresso das populações de acordo com o IPECE, o IDH, Índice de Desenvolvimento Humano, que leva em conta para seu cálculo, além do PIB per capita, variáveis como expectativa de vida, longevidade e nível educacional. Para Itaitinga o IDH no ano 2000 foi de 0,680 e o IDM em 2006, Índice de desenvolvimento municipal, foi de 36,46.

Características Urbanas

A taxa de urbanização do município é de 90,86%. A densidade demográfica do município é de 188,98 (hab/km²). A população de Itaitinga é composta, em sua maioria, de 58,95% de pessoas entre 15 e 64 anos, 35,99% de pessoas de 0 a 14 anos e 5,06% de habitantes de 65 anos ou mais.

O número de domicílios na zona urbana do município no ano de 2007 era de 7.266 residências, com uma média de moradores 3,89 moradores por domicílio.

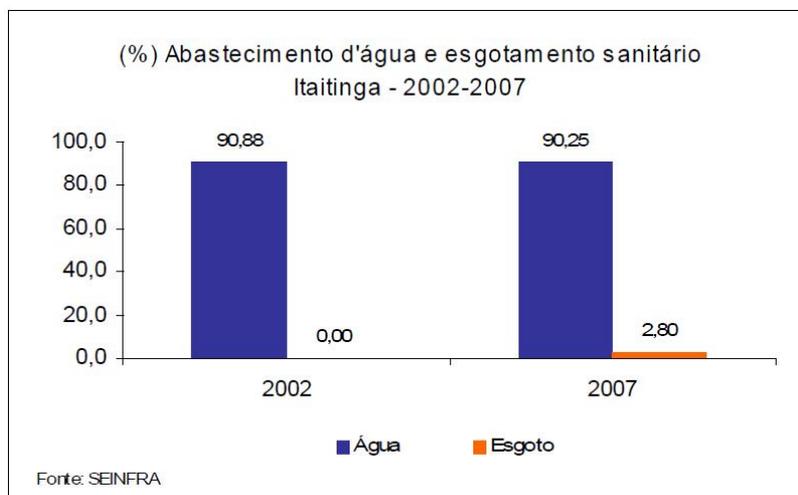
Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE



Condições Sanitárias

Em relação ao abastecimento d'água no ano de 2007, Itaitinga contava com 9.581 ligações reais e 8.771 ligações ativas e um volume produzido de 2.613.036 m³ de acordo com dados da CAGECE. A taxa de cobertura d'água urbana era de 90,25%.

Em relação a rede de esgotamento sanitário no ano de 2007, apenas 2,80% conta com esta cobertura, contando com apenas 235 ligações ativas localizadas em um único conjunto habitacional e com sérios problemas de mau cheiro e em sua estação de tratamento..



Clima e Pluviometria

A má distribuição anual e interanual da chuva no semi-árido cearense, mais de que os totais precipitados, é a característica do regime pluviométrico atuante em nossa região.

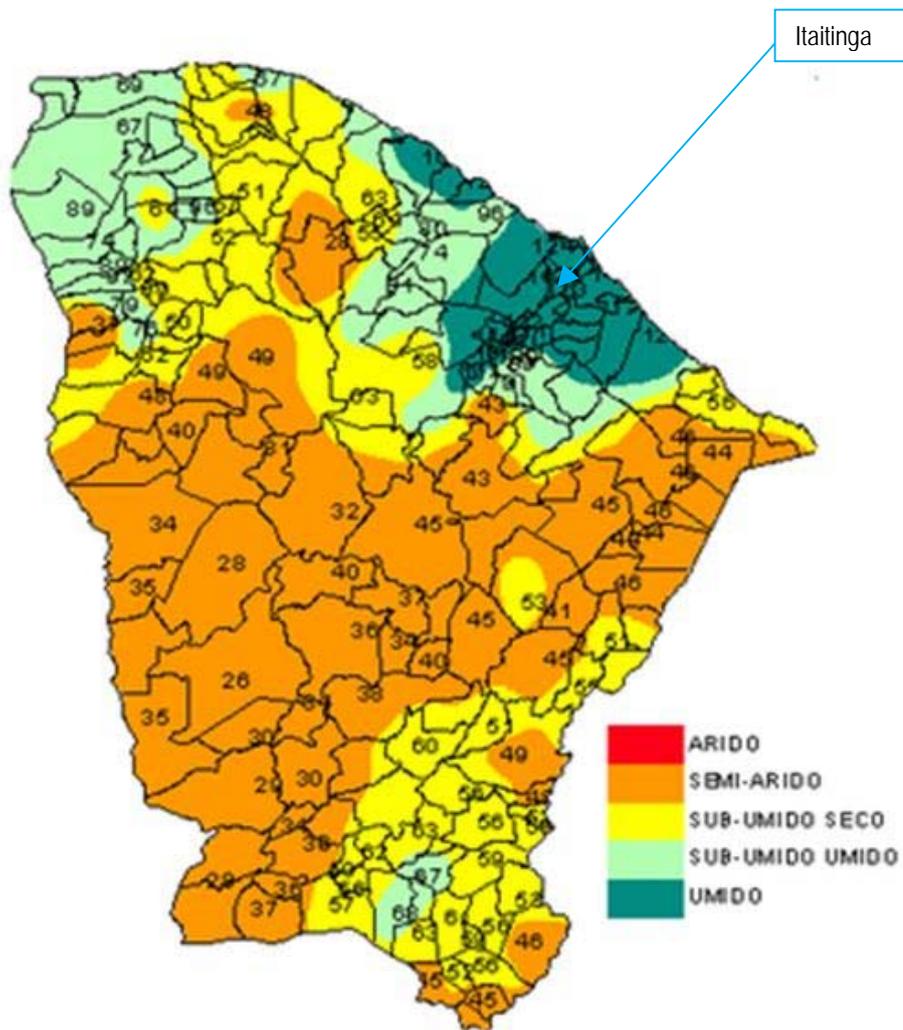
O município de Itaitinga caracteriza-se pela média de chuva da estação pluviométrica de Fortaleza.

A estação Itaitinga de medição de chuva diária, é a mais representativa do município, e apresenta os seguintes valores característicos:

- Média:.....1.416,4mm;
- Mês mais chuvoso:.....abril
- Trimestre mais chuvoso:.....janeiro/fevereiro/março/abril/maio;
- Semestre mais chuvoso:.....1º semestre;
- Temperatura média das máximas:.....28°C;
- Temperatura média das mínimas:.....26°C.

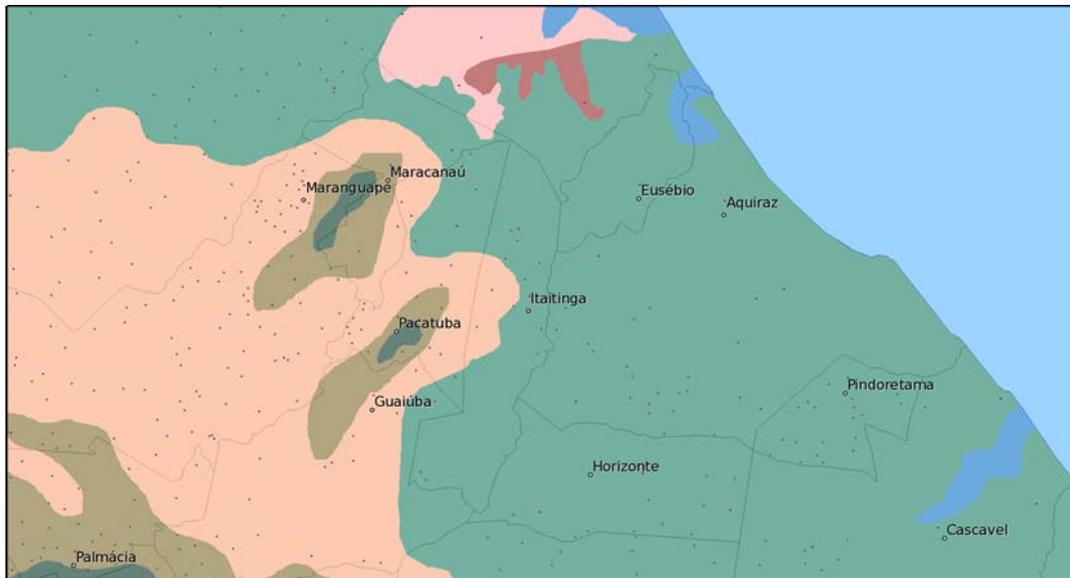
Na figura abaixo mostramos o mapa de isovalores do índice de aridez médio, calculado segundo a definição da ONU, para diversos postos pluviométricos do Estado do Ceará. Os valores médios foram calculados, com base nos anos de 1975 a 2002, para 119 estações que tem pelo menos 20 anos de dados. Os valores são mostrados agrupados pelas classes sugeridas pela ONU:

ÍNDICE DE ARIDEZ	CLASSIFICAÇÃO
< 20	ÁRIDO
20 < IA < 50	SEMI-ÁRIDO
50 < IA < 65	SUB-ÚMIDO SECO
65 < IA < 100	SUB-ÚMIDO ÚMIDO
> 100	ÚMIDO



Unidades Fitoecológicas

Um dos recursos naturais de maior importância para a região de Itaitinga está segmentado na potencialidade da sua cobertura vegetal que, segundo dados da SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará, compõem-se, basicamente, de duas unidades representativas, a saber: Complexo Vegetacional da Zona Litorânea em quase toda a sua extensão e Caatinga Arbustiva Densa numa pequena porção a Oeste (limitando com Pacatuba).



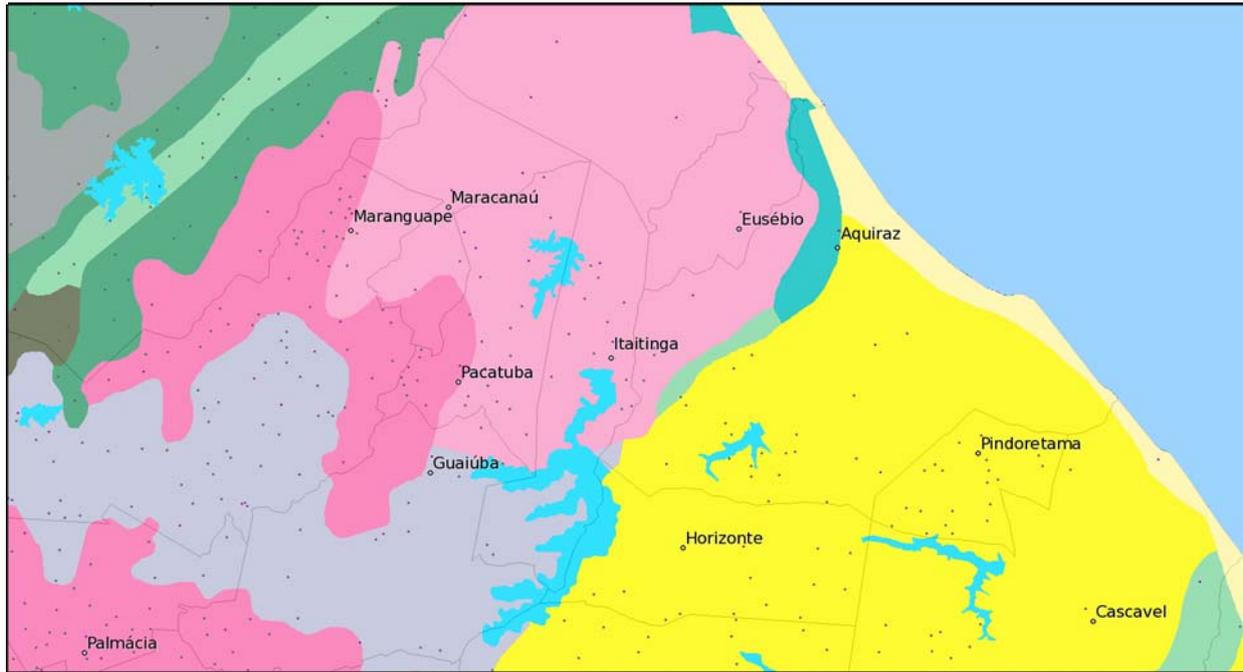
Fonte: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Legenda:

	Caatinga Arbustiva Aberta		Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca)
	Caatinga Arbustiva Densa		Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerradão)
	Carrasco		Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular (Mata Úmidas)
	Cerradão		Área Urbana de Fortaleza
	Complexo Vegetacional da Zona Litorânea		Floresta Mista Dicotilo-Palmaceae (Mata Ciliar com Carnaúba)
	Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea)		Floresta Perenifólia Paludosa Marítima

Solos

O solo do Município é predominantemente do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico acima do Açude Pacoti e do tipo Luvisolo abaixo do mesmo.



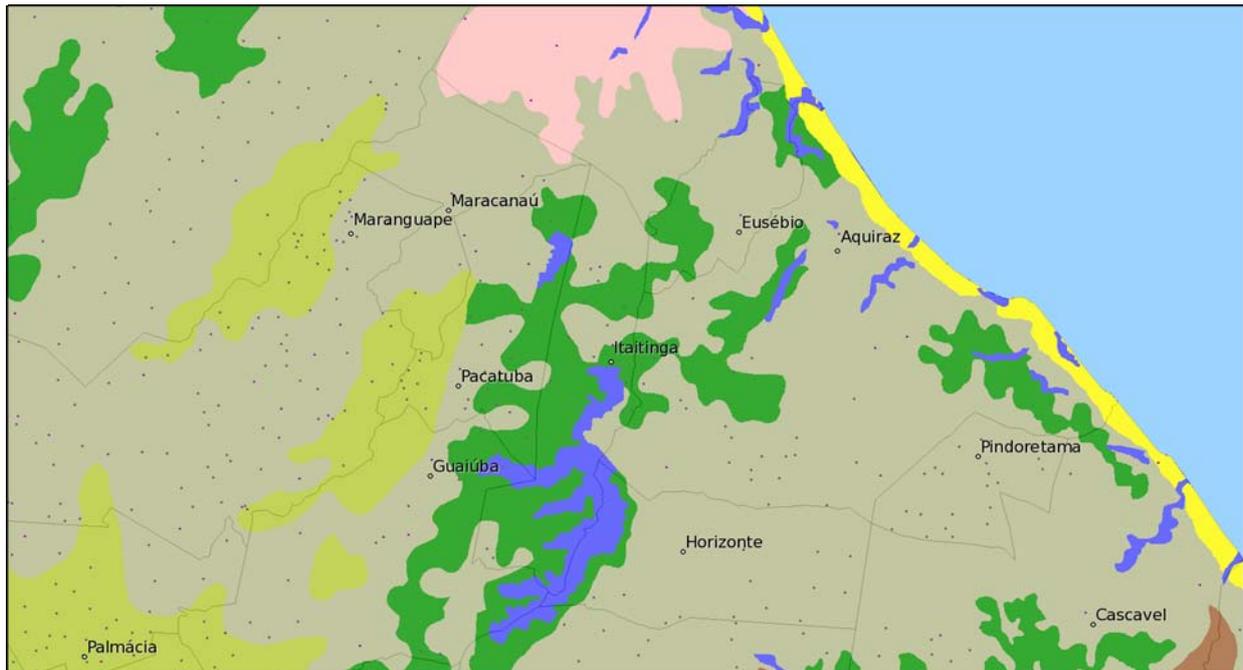
Fonte: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Legenda:

	Açude		Neossolo Litólico Distrófico
	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico		Neossolo Quartzarênico Distrófico
	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico		Neossolo Quartzarenico Marinha
	Cambissolo		Neossolo Regolítico Eutrófico
	Chernossolo		Neossolo Regolítico Distrófico
	Gleissolo (Solonchak)		Nitossolo
	Gleissolo (Solos Indiscriminados de Mangues)		Planossolo (Planossolo Solódico)
	Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico		Planossolo (Solonetz Solodizado)
	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico		Vertissolo
	Luvisolo		Neossolo Litólico Eutrófico
	Neossolo Flúvico		

Ocupação e Uso do Solo

O uso do solo no município é composto de vegetação natural, agricultura e água das barragens que abastecem a Região Metropolitana.



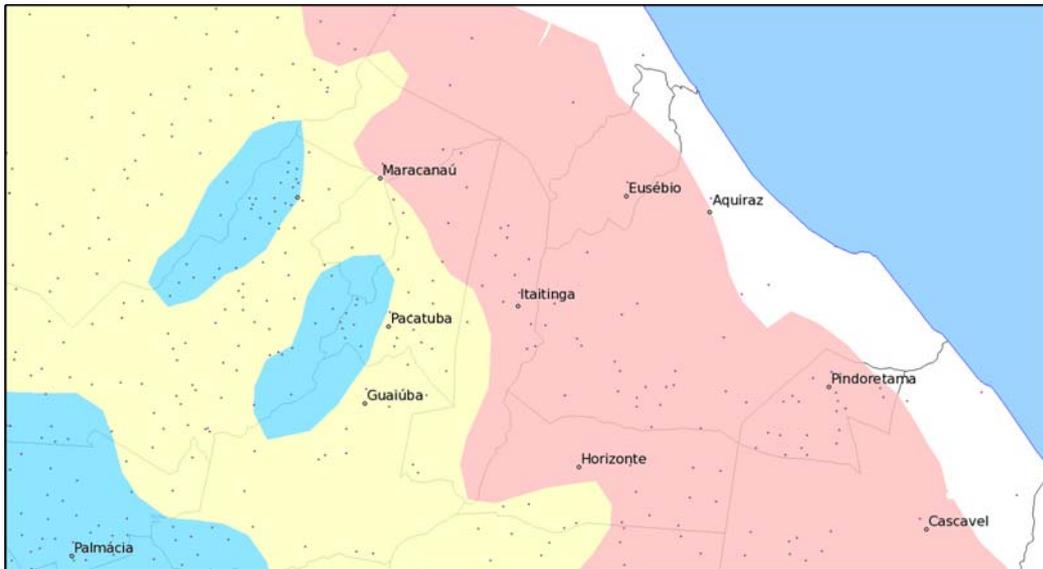
Fonte: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Legenda:

-  Área Urbana de Fortaleza
-  Água
-  Agricultura (Culturas Anuais, Temporárias e Permanentes)
-  Agricultura (Horticultura) e Remanescentes Florestais
-  Agro-Extratativismo (Culturas de Vazante e Ext. Carnaúba)
-  Cristas e Residuais Rochosos
-  Dunas
-  Pastagem Natural, Campo Antrópico, Solo e Substrato Exposto

Relevo e Geologia

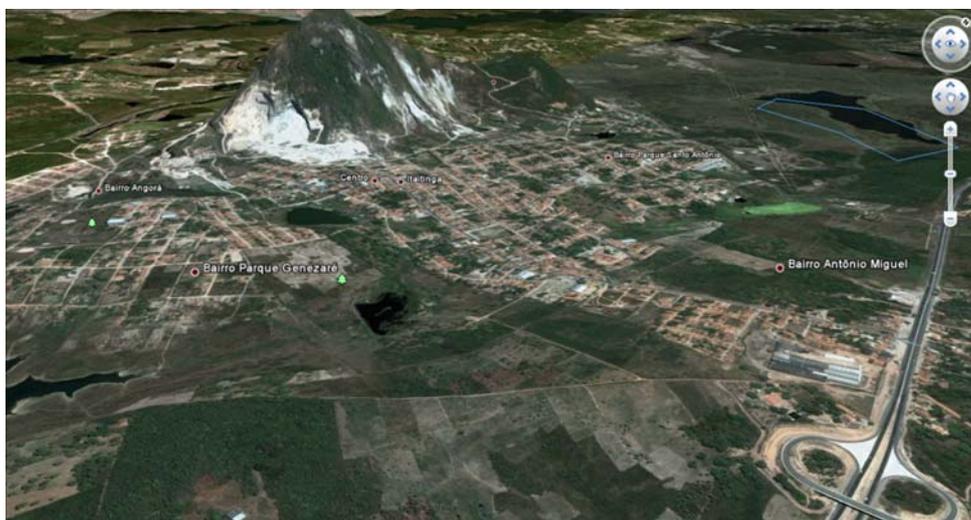
A sede do município de Itaitinga tem relevo pouco acidentado, tratando-se de zona pertencente à zona de Tabuleiro Pré-Litorâneo e Depressão Sertaneja. Caracteriza-se também pela localização de uma pequena serra rochosa onde se localiza a Área de Exploração Mineral.



Fonte: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Legenda:

- | | |
|---|---|
|  Tabuleiro Pré-Litorâneo |  Maciço Residual |
|  Áreas sub-úmidas |  Planalto Calcário |
|  Depressão Sertaneja |  Planalto Sedimentar |



Infra-estrutura existente de esgotamento sanitário

Praticamente inexistente o atendimento por rede de esgotamento sanitário no município de Itaitinga, pois dentro do universo de 9.581 ligações de água temos somente 235 ligações de esgoto no município, estando todas restritas a um pequeno bairro na periferia da cidade. Isso nos leva a crer que pelo menos 80% do volume de água consumido anualmente pelas residências na ordem de 2.613.036m³ sejam infiltrados no sub-solo ou despejados diretamente nos recursos hídricos do município em forma de esgotos domésticos, trazendo sérios riscos ao meio ambiente e aos níveis de saúde da população.

A grande maioria das residências conta com sistemas fossa-sumidouro ou fossas negras, outras edificações domiciliares que despejam águas servidas em redes de drenagens de águas pluviais, na própria rua ou diretamente nos riachos que cortam a sede municipal.

Essa situação está levando a uma grande poluição nos mananciais hídricos do município, que por sua vez desaguam no sistema Pacotí - Riachão – Gavião. Sistema este que abastece toda a Região da Grande Fortaleza e municípios circunvizinhos como a própria Itaitinga.

CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

Estudo da População

O estudo populacional da sede do município a ser considerado neste projeto, será o levantamento cadastral realizado no ano de 2007 e considerando a população das áreas atendidas pela rede.

O município apresenta uma média de ocupação por domicílio de 3,89 habitantes, sendo este valor um pouco superior à média do estado que é de 3,70 habitantes por domicílio em áreas urbanas. Por este motivo utilizaremos o valor de 4,00 habitantes por domicílio, valor este também sugerido pela prefeitura.

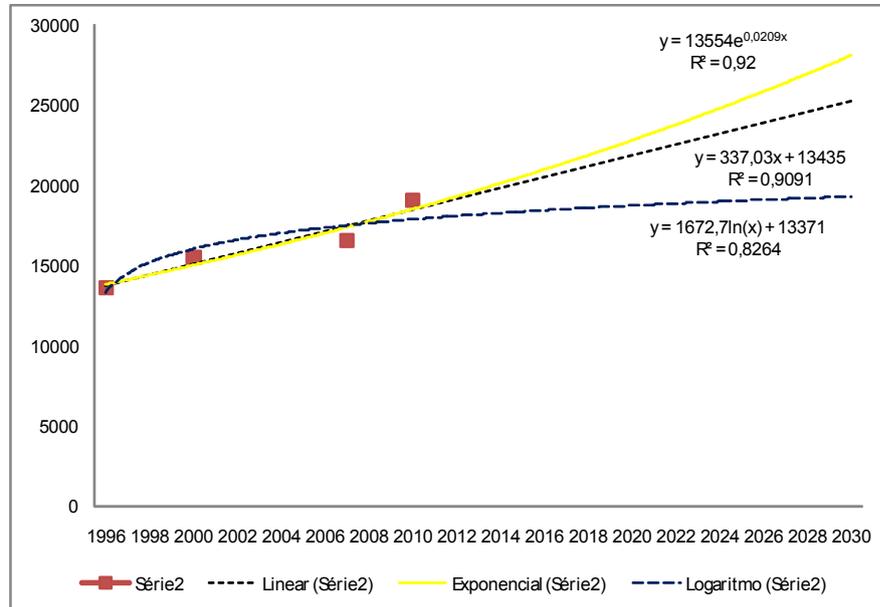
A taxa geométrica de crescimento populacional de Itaitinga tem variado bastante durante os dois últimos censos, no censo de 2000 a taxa de crescimento entre os anos de 1996 e 2000 ficou em 4,45%, e na contagem de 2007 a taxa de crescimento entre os anos de 2000 e 2007 ficou em 2,80%. Demonstrando uma diferença muito grande entre as taxas dos dois períodos. No censo de 2010 ficou demonstrado que a população da **sede do município** está na ordem de 19.084 habitantes sendo este valor a nossa população inicial. Esta população é referente sede do município e não deve ser confundida com a população urbana encontrada pelo IBGE que é da ordem de 35.565, pois essa população incluem bairros distantes como Jabutí, Barrocão, Parque Dom Pedro, Ancurí e outro pequenos que não fazem parte da sede e não tem ligação com a rede de esgoto em questão.

De acordo com as normas da CAGECE, para populações maior que 5.000 até 50.000 habitantes, sugere-se a adoção do método de extrapolação gráfica para obtenção das populações futuras. Este método requer uma escolha criteriosa dos dados a serem usados como elementos para encontrar as curvas. No caso de Itaitinga foram lançados os dados dos censos do IBGE.

Os dados do censo foram lançados em um par de eixos coordenados (ano x população) e a eles são aplicados curvas de tendência logarítmica, exponencial e linear com a obtenção das respectivas equações das curvas e dos coeficientes de determinação (R^2). Em geral e foi o presente caso, adota-se a curva que apresenta o menor coeficiente R^2 , sendo utilizado os valores da curva exponencial encontrada.

De acordo com os resultados da extrapolação gráfica usando os resultados da curva Exponencial por ser ela a que mais se aproximou dos pontos, teremos uma população de projeto de 22.347 para 10 anos e 27.294 para 20 anos.

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE
O gráfico com as curvas, equações e valores de R^2 estão demonstrados a seguir:



A população da sede compreende aos bairros Centro, Parque Santo Antonio, Angorá, Parque Genezaré, Antonio Miguel e Ponta da Serra.

A taxa de crescimento populacional apurada no período é de 1,81% ao ano.

Os resultados para os valores das curvas estão demonstrados abaixo:

ANO	CENSO	Linear	Exponencial	Logarítmica
1996	13655	13772	13828	13371
1997		14109	14107	14530
1998		14446	14392	15208
1999		14783	14683	15689
2000	15558	15120	14979	16062
2001		15457	15282	16367
2002		15794	15591	16625
2003		16131	15906	16848
2004		16468	16227	17045
2005		16805	16555	17221
2006		17142	16889	17380
2007	16565	17479	17231	17526
2008		17816	17579	17660
2009		18153	17934	17784
2010	19084	18490	18296	17899
2011		18827	18666	18007
2012		19164	19043	18108
2013		19501	19427	18204
2014		19838	19820	18294
2015		20175	20220	18380
2016		20512	20629	18461
2017		20849	21045	18539
2018		21186	21471	18614
2019		21523	21904	18685
2020		21860	22347	18753
2021		22197	22798	18819
2022		22534	23259	18882
2023		22871	23729	18942
2024		23208	24208	19001
2025		23545	24697	19058
2026		23882	25196	19113
2027		24219	25705	19166
2028		24556	26224	19217
2029		24893	26754	19267
2030		25230	27294	19316

Definição das Bacias

Para efeito de lançamento e dimensionamento das canalizações coletoras, e devido a conformação topográfica da sede do município, a área foi projetada com quatro sub-bacias, cada uma com uma elevatória, descritas a seguir:

Sub-bacia 1:

A bacia 1 é a mais distante da estação de tratamento, é caracterizada como uma zona ainda em crescimento, porém já com uma população considerável, compreende em sua maior parte ao bairro Parque Genezaré. A rede coletora transportará o esgoto dessa área até a EE-1, junto ao PV-018, sendo então lançado através do emissário 01 no PV- 347 da bacia 2.

Sub-bacia 2:

A bacia 2 é a menor bacia de toda rede. Compreende a uma parcela do Centro próxima à Lagoa, drenando o esgoto dessa área e da bacia 1 até a EE-2 no PV- 290, sendo então recalcados até a bacia 04 no PV – 266, evitando assim a passagem desse esgoto por mais uma estação elevatória na bacia 03.

Sub-bacia 3:

Essa bacia é composta pela área de maior densidade demográfica da sede do município. Compreende ao centro comercial e circunvizinhanças e recolherá somente o esgoto de sua área até a EE-3 no PV - 095. Esse efluente será recalcado até o PV – 081 da bacia 04.

Sub-bacia 4:

Essa bacia é composta pela área do Parque Santo Antonio, receberá os efluentes das outras sub-bacias encaminhando-os através de sua rede até a EE-4 no PV- 028, onde de lá será recalcado até a Estação de Tratamento de Esgotos.

Tratamento dos Efluentes:

A Estação de Tratamento de Esgoto será composta por um sistema combinado (anaeróbio + aeróbio), sendo o tratamento usual pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece, concessionária responsável pela operação do sistema em questão.

A ETE será composta por 2 módulos de UASB (*upflow anaerobic sludge blanket* – reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo,) 2 módulos de FSA (Filtro Submerso Aerado), 2 módulos de DL (decantador lamelar), 2 módulos de TC (tanque de contato), 2 módulos com 8 células cada de LS (leito de secagem), 1 TAR (tanque de água recuperada), além de conjuntos moto-bombas, sopradores e estação de queima de biogás para completar os elementos necessários ao tratamento do efluente, além de casa de operação e guarita.

Dados técnicos do projeto de Estação de Tratamento de Esgoto:

- Vazões consideradas:

- Vazão mínima 26,75 l/s
- Vazão média 45,70 l/s
- Vazão máxima..... 76,03 l/s

- Estação de Tratamento de Esgoto:

- Tipo de tratamentosistema combinado (anaeróbio + aeróbio)
- UASB..... 2 módulos (L=12,00 m x C=12,00 m x H=4,60 m)
- FSA 2 módulos (L=6,00 m x C=12,00 m x H=3,60 m)
- Decantador Lamelar2 módulos(6 sub-módulos cada) (L=1,88 m x C=3,03 m)
- TC..... 2 módulos (L=4,00 m x C=12,00 m x H=0,85 m)
- TDSQ 2 módulos (V=2.000 L)
- LS 16 células (L=4,00 m x C=8,00 m x H=0,50 m)
- TAR (L=2,00 m x C=2,00 m x H=0,60 m)

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Obs: Todos estes dados e outros mais serão discriminados no item de memorial de cálculo, detalhando todos os cálculos destes componentes.

Rede Coletora

O traçado da rede coletora de esgotos foi desenvolvido em atendimento às especificações técnicas de projeto vigentes, na NBR-9649/1996.

A partir do nivelamento geométrico do eixo das ruas, estabeleceu-se o sentido de escoamento de cada trecho e a escolha de soluções tipo da rede coletora.

Foram adotadas as seguintes características no projeto da rede:

- Material PVC rígido ocre NBR 7362
- Diâmetro mínimo 150 mm
- Recobrimento mínimo 0,90 m

Para os PV's foram adotados os seguintes parâmetros:

- Profundidade máxima de PV 4,50 m, podendo até 5% da rede ultrapassar essa profundidade afim de se evitar construção de elevatórias.
- Distância máxima entre PV's 100m
- Os poços de visita de anéis pré-fabricados de concreto devem ser usados em coletores até 400 mm de diâmetro, inclusive.
- Nos poços de visita com profundidade compreendida entre 1,00m e 1,80m devem ser construídos com anéis de concreto com diâmetro interno de 1,00m e sem chaminé.
- Os poços com profundidade superior a 1,80m deverão ter chaminé com diâmetro de 0,60m.
- Nos poços onde forem verificados degraus iguais ou superiores a 0,70m, serão utilizados tubos de queda.

Parâmetros de cálculo da rede coletora:

- **Declividade:**

A rede foi dimensionada variando a obtenção de pequenas profundidades de modo a minimizar os custos da obra. As declividades mínimas adotadas atendem as condições de auto-limpeza dos coletores para as vazões de projeto, não sendo inferior à mínima admissível, calculada de acordo com as Normas Técnicas recomendadas pela ABNT. A máxima declividade admissível é aquela a qual se tenha $V_f = 5 \text{ m/s}$.

O conceito de tensão trativa, para fins de fixação da declividade mínima, é adotado pelo sistema de cálculo. A declividade mínima a ser adotada deverá proporcionar uma tensão trativa média de $0,10 \text{ kgf/m}^2$, para um coeficiente de Manning $n=0,01$. A declividade que satisfaz essa condição é determinada pela expressão:

$$I = 0,0055 Q^{-0,47}, \text{ onde:}$$

I em m/m;

Q em l/s.

- **Vazões:**

O menor valor de vazão adotado nos cálculos hidráulicos é de $1,5 \text{ l/s}$, mesmo que a vazão total no trecho seja inferior, conforme preconiza a Norma.

- **Tensão trativa:**

A tensão trativa média mínima adotada é de $1,0 \text{ pa}$.

- **Lâminas:**

No dimensionamento hidráulico foi considerado o regime como sendo uniforme e permanente, sendo o valor da lâmina d'água máxima (Y/D) igual ou inferior a $0,75$.

- **Remanso:**

A condição de controle de remanso adotado foi aquela que estabelece cotas de lâminas d'água nos coletores, iguais ou inferior às lâminas de montante, traduzidas pelo rebaixamento físico das cotas do coletor de jusante, quando for o caso.

- **Velocidade:**

Quando a velocidade final é superior à velocidade crítica, a maior lâmina é considerada como sendo igual ou inferior a 50% do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho.

A velocidade crítica é definida pela expressão:

$$V_c = \sqrt{(\theta_c - \text{sen } \theta_c)}$$

A partir destas premissas de projeto a rede foi dimensionada em um programa específico para cálculo hidráulico de rede coletora.

- **Material**

O material das tubulações foi definido da seguinte forma:

- Conduitos por gravidade: PVC OCRE para Esgotos, rígido, junta elástica, (NBR 7362);
- Conduitos forçados: PVC De FoFo (NBR 7665) e barriletes em ferro fundido.

PLANILHA DE CÁLCULO DA REDE

(Editado para a apresentação apenas dos elementos que fazem parte da alteração de escopo para a Meta I – ver Ficha Técnica)

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE – Sub-bacia 02

coletor	pv_mont	pv_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	tratativa	lam_ini	lam_fim	obs
108-001	PV-476	PV-477	68,59	72,009	70,799	70,959	69,749	1,050	1,050	150	0,01764	-	-	0,0837	0,1338	0,81	0,81	2,30	2,64	0,16	0,16	
108-002	PV-477	PV-478	74,63	70,799	72,001	69,749	69,376	1,050	2,625	150	0,00500	-	-	0,1747	0,2794	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
108-003	PV-478	PV-448	94,37	72,001	71,545	69,376	68,904	2,625	2,641	150	0,00500	-	-	0,2898	0,4635	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
107-001	PV-473	PV-474	68,48	68,480	65,354	67,430	64,304	1,050	1,050	150	0,04565	-	-	0,0835	0,1336	1,13	1,13	2,07	5,52	0,13	0,13	
107-002	PV-474	PV-475	79,48	65,354	63,468	64,304	62,418	1,050	1,050	150	0,02373	-	-	0,1805	0,2886	0,90	0,90	2,22	3,32	0,15	0,15	
107-003	PV-475	PV-276	34,63	63,468	63,300	62,418	62,245	1,050	1,055	150	0,00500	-	-	0,2227	0,3561	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	TQ 1,521
106-001	PV-471	PV-472	50,95	66,911	66,012	65,861	64,962	1,050	1,050	150	0,01764	-	-	0,0622	0,0994	0,81	0,81	2,30	2,64	0,16	0,16	
106-002	PV-472	PV-288	78,47	66,012	65,345	64,962	64,295	1,050	1,050	150	0,00850	-	-	0,1579	0,2484	0,62	0,62	2,49	1,50	0,19	0,19	
105-001	PV-469	PV-321	46,67	70,016	69,837	68,966	68,733	1,050	1,104	150	0,00499	-	-	0,0569	0,0810	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
104-001	PV-466	PV-467	53,82	72,650	71,630	71,600	70,580	1,050	1,050	150	0,01895	-	-	0,0657	0,1130	0,83	0,83	2,28	2,79	0,16	0,16	
104-002	PV-467	PV-315	60,49	71,630	69,090	70,580	68,040	1,050	1,050	150	0,04199	-	-	0,1395	0,2230	1,09	1,09	2,09	5,18	0,13	0,13	TQ 1,914
103-001	PV-464	PV-465	55,34	69,231	69,385	68,181	67,904	1,050	1,481	150	0,00501	-	-	0,0675	0,1139	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
103-002	PV-465	PV-316	45,28	69,385	70,050	67,904	67,678	1,481	2,372	150	0,00499	-	-	0,1227	0,1832	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	TQ 2,086
102-001	PV-463	PV-313	74,95	71,618	70,496	70,568	69,446	1,050	1,050	150	0,01497	-	-	0,0914	0,1322	0,76	0,76	2,34	2,32	0,17	0,17	
101-001	PV-462	PV-316	79,23	70,000	70,050	68,900	68,740	1,100	1,310	200	0,00202	9,43	15,08	9,5281	15,2120	0,98	1,07	4,00	2,81	0,54	0,75	TQ 3,143
100-001	PV-457	PV-458	70,35	66,357	65,404	65,307	64,354	1,050	1,050	150	0,01355	-	-	0,0858	0,1372	0,73	0,73	2,37	2,15	0,17	0,17	
100-002	PV-458	PV-459	79,77	65,404	64,204	64,354	63,154	1,050	1,050	150	0,01504	-	-	0,1831	0,2338	0,76	0,76	2,34	2,33	0,17	0,17	
100-003	PV-459	PV-294	78,31	64,204	63,660	63,154	62,610	1,050	1,050	150	0,00695	-	-	0,2786	0,4155	0,58	0,58	2,55	1,28	0,20	0,20	DG 0,050
099-001	PV-453	PV-454	79,92	66,915	66,004	65,865	64,954	1,050	1,050	150	0,01140	-	-	0,0975	0,1359	0,69	0,69	2,41	1,88	0,18	0,18	
099-002	PV-454	PV-455	99,81	66,004	63,372	64,954	62,322	1,050	1,050	150	0,02637	-	-	0,2193	0,3336	0,93	0,93	2,20	3,61	0,15	0,15	
099-003	PV-455	PV-456	100,00	63,372	66,052	62,322	61,822	1,050	4,230	150	0,00500	-	-	0,3413	0,5366	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
099-004	PV-456	PV-306	90,82	66,052	65,894	61,822	61,368	4,230	4,526	150	0,00500	-	-	0,4521	0,7177	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
098-001	PV-451	PV-275	64,40	68,191	66,935	67,141	65,885	1,050	1,050	150	0,01950	-	-	0,0786	0,1136	0,84	0,84	2,27	2,85	0,16	0,16	TQ 4,852
097-001	PV-450	PV-449	75,68	71,054	70,882	70,004	69,626	1,050	1,256	150	0,00499	-	-	0,0923	0,1336	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	TQ 1,106
096-001	PV-446	PV-447	62,40	72,540	72,110	71,490	71,060	1,050	1,050	150	0,00689	-	-	0,0761	0,1137	0,58	0,58	2,55	1,27	0,20	0,20	
096-002	PV-447	PV-448	52,83	72,110	71,545	71,060	70,495	1,050	1,050	150	0,01069	-	-	0,1405	0,2237	0,68	0,68	2,43	1,79	0,18	0,18	TQ 1,591
096-003	PV-448	PV-449	76,87	71,545	70,882	68,904	68,520	2,641	2,362	150	0,00500	-	-	0,5241	0,8331	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
096-004	PV-449	PV-273	70,15	70,882	71,075	68,520	68,169	2,362	2,906	150	0,00500	-	-	0,7020	1,1125	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
060-001	PV-340	PV-341	61,00	70,000	69,834	68,950	68,645	1,050	1,189	150	0,00500	-	-	0,0744	0,1130	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
060-002	PV-341	PV-319	55,28	69,834	68,530	68,645	67,480	1,189	1,050	150	0,02107	-	-	0,1418	0,2338	0,86	0,86	2,25	3,03	0,16	0,16	TQ 2,105
057-001	PV-323	PV-324	85,36	72,000	72,130	70,950	70,523	1,050	1,607	150	0,00500	-	-	0,1041	0,1605	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
057-002	PV-324	PV-322	85,43	72,130	68,807	70,523	67,757	1,607	1,050	150	0,03238	-	-	0,2083	0,3331	1,00	1,00	2,15	4,23	0,14	0,14	
056-001	PV-320	PV-321	65,26	72,000	69,837	70,950	68,787	1,050	1,050	150	0,03314	-	-	0,0796	0,1273	1,01	1,01	2,14	4,31	0,14	0,14	DG 0,054
056-002	PV-321	PV-322	87,87	69,837	68,807	68,733	67,757	1,104	1,050	150	0,01111	-	-	0,2437	0,3897	0,69	0,69	2,42	1,84	0,18	0,18	
056-003	PV-322	PV-303	31,44	68,807	68,209	67,757	67,159	1,050	1,050	150	0,01902	-	-	0,4904	0,7841	0,83	0,83	2,28	2,80	0,16	0,16	
055-001	PV-312	PV-313	60,84	72,000	70,496	70,950	69,446	1,050	1,050	150	0,02472	-	-	0,0742	0,1187	0,91	0,91	2,21	3,43	0,15	0,15	
055-002	PV-313	PV-314	60,95	70,496	67,588	69,446	66,538	1,050	1,050	150	0,04771	-	-	0,2400	0,3838	1,14	1,14	2,06	5,72	0,13	0,13	

Obs¹:: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.

Obs²:: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE – Sub-bacia 02

coletor	pv_mont	pv_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	tratativa	lam_ini	lam_fim	obs
055-003	PV-314	PV-315	82,47	67,588	69,090	66,538	66,126	1,050	2,964	150	0,00500	-	-	0,3406	0,5447	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
055-004	PV-315	PV-316	84,50	69,090	70,050	66,126	65,642	2,964	4,408	150	0,00573	-	-	0,5832	0,9325	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	DG 0,050
055-005	PV-316	PV-317	45,22	70,050	68,600	65,592	65,504	4,458	3,096	200	0,00195	-	-	10,2892	16,4499	1,06	1,16	4,00	3,27	0,54	0,75	
055-006	PV-317	PV-318	17,43	68,600	68,010	65,504	65,375	3,096	2,635	200	0,00740	-	-	10,3105	16,4839	1,06	1,17	4,00	3,32	0,54	0,75	
055-007	PV-318	PV-319	48,78	68,010	68,530	65,375	65,375	2,635	3,155	200	0,00000	-	-	10,3700	16,5790	1,07	1,17	4,00	3,34	0,54	0,75	
055-008	PV-319	PV-298	31,65	68,530	66,910	65,375	65,280	3,155	1,630	200	0,00300	-	-	10,5504	16,8675	1,08	1,19	4,00	3,46	0,54	0,75	
054-001	PV-311	PV-304	81,670	68,049	67,837	66,999	66,591	1,050	1,246	150	0,00500	-	-	0,0996	0,1593	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
053-001	PV-309	PV-310	99,730	68,049	66,821	66,999	65,771	1,050	1,050	150	0,01231	-	-	0,1217	0,1855	0,71	0,71	2,39	2,00	0,18	0,18	
053-002	PV-310	PV-298	98,160	66,821	66,910	65,771	65,280	1,050	1,630	150	0,00500	-	-	0,2414	0,3350	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
052-001	PV-301	PV-302	80,490	69,231	69,522	68,181	67,778	1,050	1,744	150	0,00501	-	-	0,0982	0,1570	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
052-002	PV-302	PV-303	42,960	69,522	68,209	67,778	67,159	1,744	1,050	150	0,01441	-	-	0,1506	0,2408	0,75	0,75	2,35	2,26	0,17	0,17	
052-003	PV-303	PV-304	34,460	68,209	67,837	67,159	66,787	1,050	1,050	150	0,01080	-	-	0,6830	1,0211	0,68	0,68	2,43	1,80	0,18	0,18	DG 0,196
052-004	PV-304	PV-305	69,460	67,837	66,335	66,591	65,285	1,246	1,050	150	0,01880	-	-	0,8673	1,3359	0,82	0,82	2,28	2,77	0,16	0,16	
052-005	PV-305	PV-306	69,220	66,335	65,894	65,285	64,844	1,050	1,050	150	0,00637	-	-	0,9517	1,5159	0,56	0,57	2,58	1,19	0,21	0,21	TQ 3,476
052-006	PV-306	PV-307	40,230	65,894	66,153	61,368	61,167	4,526	4,986	150	0,00500	-	-	1,4529	2,3311	0,52	0,59	2,90	1,00	0,22	0,28	
052-007	PV-307	PV-275	26,770	66,153	66,935	61,167	61,033	4,986	5,902	150	0,00501	-	-	1,4856	2,3313	0,52	0,59	2,92	1,00	0,22	0,28	
051-001	PV-296	PV-297	61,78	68,307	67,745	67,257	66,695	1,050	1,050	150	0,00910	-	-	0,0754	0,1135	0,64	0,64	2,47	1,58	0,19	0,19	
051-002	PV-297	PV-298	50,76	67,745	66,910	66,695	65,860	1,050	1,050	150	0,01645	-	-	0,1373	0,2135	0,79	0,79	2,32	2,50	0,16	0,16	TQ 0,580
051-003	PV-298	PV-294	61,27	66,910	63,660	65,280	62,560	1,630	1,100	200	0,04439	-	-	11,0038	17,5225	1,71	1,93	3,67	9,23	0,39	0,51	
050-001	PV-291	PV-292	90,77	67,006	65,520	65,956	64,470	1,050	1,050	150	0,01637	-	-	0,1107	0,1720	0,79	0,79	2,32	2,49	0,17	0,17	
050-002	PV-292	PV-293	39,76	65,520	64,304	64,470	63,254	1,050	1,050	150	0,03058	-	-	0,1592	0,2355	0,98	0,98	2,16	4,05	0,14	0,14	
050-003	PV-293	PV-294	41,41	64,304	63,660	63,254	62,610	1,050	1,050	150	0,01555	-	-	0,2097	0,3333	0,77	0,77	2,33	2,39	0,17	0,17	DG 0,050
050-004	PV-294	PV-290	64,16	63,660	61,410	62,560	59,190	1,100	2,220	200	0,05252	-	-	11,5704	18,4344	1,85	2,10	3,64	10,92	0,38	0,50	DG 0,150
049-001	PV-287	PV-288	84,08	66,950	65,345	65,900	64,295	1,050	1,050	150	0,01909	-	-	0,1026	0,1570	0,83	0,83	2,28	2,81	0,16	0,16	
049-002	PV-288	PV-289	76,86	65,345	62,098	64,295	61,048	1,050	1,050	150	0,04225	-	-	0,3543	0,5233	1,10	1,10	2,08	5,20	0,13	0,13	
049-003	PV-289	PV-290	41,41	62,098	61,410	61,048	59,190	1,050	2,220	150	0,04487	-	-	0,4048	0,6111	0,79	0,79	2,31	2,52	0,16	0,16	DG 0,150
047-001	PV-270	PV-271	79,66	72,010	72,034	70,960	70,562	1,050	1,472	150	0,00500	-	-	0,0972	0,1554	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
047-002	PV-271	PV-272	97,68	72,034	70,710	70,562	69,660	1,472	1,050	150	0,00923	-	-	0,2164	0,3359	0,64	0,64	2,47	1,60	0,19	0,19	
047-003	PV-272	PV-273	43,91	70,710	71,075	69,660	69,440	1,050	1,635	150	0,00501	-	-	0,2700	0,4355	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	TQ 1,271
047-004	PV-273	PV-274	69,06	71,075	69,316	68,169	67,824	2,906	1,492	150	0,00500	-	-	1,0562	1,6377	0,52	0,54	2,71	1,00	0,22	0,23	
047-005	PV-274	PV-275	72,79	69,316	66,935	67,824	65,885	1,492	1,050	150	0,02664	-	-	1,1450	1,8377	0,93	0,99	2,30	3,62	0,15	0,16	TQ 4,852
047-006	PV-275	PV-276	84,09	66,935	63,300	61,033	60,724	5,902	2,576	150	0,00367	-	-	2,8118	4,4956	0,62	0,71	3,34	1,30	0,30	0,39	
047-007	PV-276	PV-277	78,38	63,300	63,130	60,724	60,451	2,576	2,679	150	0,00348	-	-	3,1301	5,0046	0,64	0,73	3,41	1,36	0,32	0,41	
047-008	PV-277	PV-278	58,43	63,130	62,170	60,451	60,249	2,679	1,921	150	0,00346	-	-	3,2014	5,1186	0,64	0,73	3,42	1,37	0,33	0,42	
047-009	PV-278	PV-290	50,08	62,170	61,410	60,249	59,190	1,921	2,220	150	0,02115	-	-	3,2477	5,1927	0,64	0,73	3,43	1,38	0,33	0,42	DG 0,150
047-010	PV-290	FIM	15,89	61,410	61,851	59,040	59,017	2,370	2,834	300	0,00145	-	-	15,2458	24,3749	0,96	1,07	4,55	2,51	0,50	0,68	FIM

Obs¹:: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.

Obs²:: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
 Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

coletor	p_v_mont	p_v_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs		
176-001	PV-646	PV-647																					TRECHO EXECUTADO	
176-002	PV-647	PV-614																						TRECHO EXECUTADO
175-001	PV-641	PV-642																						TRECHO EXECUTADO
175-002	PV-642	PV-643																						TRECHO EXECUTADO
175-003	PV-643	PV-644																						TRECHO EXECUTADO
175-004	PV-644	PV-645	100,04	61,539	57,224	60,489	56,174	1,050	1,050	150	0,04313	-	-	0,3662	0,5638	1,10	1,10	2,08	5,285	0,13	0,13			
175-005	PV-645	PV-111	81,72	57,224	55,992	56,174	54,942	1,050	1,050	150	0,01508	-	-	0,4659	0,7041	0,76	0,76	2,34	2,336	0,17	0,17	DG 0,027		
174-001	PV-639	PV-640	57,56	68,035	67,478	66,985	66,428	1,050	1,050	150	0,00968	-	-	0,0702	0,1198	0,65	0,65	2,46	1,654	0,19	0,19			
174-002	PV-640	PV-135	50,95	67,478	67,000	66,428	65,950	1,050	1,050	150	0,00938	-	-	0,1324	0,2076	0,65	0,65	2,47	1,615	0,19	0,19	TQ 0,919		
173-001	PV-638	PV-169																						TRECHO EXECUTADO
172-001	PV-636	PV-170																						TRECHO EXECUTADO
171-001	PV-633	PV-634																						TRECHO EXECUTADO
171-002	PV-634	PV-150																						TRECHO EXECUTADO
170-001	PV-629	PV-630																						TRECHO EXECUTADO
170-002	PV-630	PV-631																						TRECHO EXECUTADO
170-003	PV-631	PV-632																						TRECHO EXECUTADO
170-004	PV-632	PV-129																						TRECHO EXECUTADO
169-001	PV-627	PV-628																						TRECHO EXECUTADO
169-002	PV-628	PV-034	86,98	58,710	56,590	56,947	55,540	1,763	1,050	150	0,01618	-	-	0,1761	0,2239	0,78	0,78	2,32	2,467	0,17	0,17	TQ 2,786		
168-001	PV-625	PV-594																						TRECHO EXECUTADO
167-001	PV-623	PV-624																						TRECHO EXECUTADO
167-002	PV-624	PV-023																						TRECHO EXECUTADO
166-001	PV-621	PV-622																						TRECHO EXECUTADO
166-002	PV-622	PV-031																						TRECHO EXECUTADO
165-001	PV-618	PV-619	79,92	65,06	63,43	64,01	62,38	1,050	1,050	150	0,02051	-	-	0,0975	0,1525	0,85	0,85	2,26	2,967	0,16	0,16			
165-002	PV-619	PV-620	74,27	63,425	60,57	62,375	59,52	1,050	1,050	150	0,03839	-	-	0,1881	0,3019	1,06	1,06	2,11	4,828	0,13	0,13	DG 0,007		
165-003	PV-620	PV-098	79,79	60,574	59,71	59,524	58,65	1,050	1,057	150	0,01089	-	-	0,2854	0,4426	0,68	0,68	2,43	1,814	0,18	0,18	TQ 4,412		
164-001	PV-616	PV-617	57,84	61,15	61,30	60,10	59,81	1,050	1,491	150	0,00500	-	-	0,0706	0,1194	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22			
164-002	PV-617	PV-101	49,01	61,300	59,00	59,809	57,95	1,491	1,050	150	0,03793	-	-	0,1304	0,2096	1,06	1,06	2,11	4,783	0,13	0,13	TQ 4,555		
163-001	PV-612	PV-613																						TRECHO EXECUTADO
163-002	PV-613	PV-614																						TRECHO EXECUTADO
163-003	PV-614	PV-615																						TRECHO EXECUTADO
163-004	PV-615	PV-610																						TRECHO EXECUTADO
162-001	PV-608	PV-609																						TRECHO EXECUTADO
162-002	PV-609	PV-610																						TRECHO EXECUTADO
162-003	PV-610	PV-611																						TRECHO EXECUTADO

Sistema de Gerenciamento de Licitação - Versão 1.1

Obs¹.: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.
 Obs².: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
 Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

coletor	p_v_mont	p_v_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs		
162-004	PV-611	PV-604																					TRECHO EXECUTADO	
161-001	PV-606	PV-607																						TRECHO EXECUTADO
161-002	PV-607	PV-163																						TRECHO EXECUTADO
160-001	PV-602	PV-603																						TRECHO EXECUTADO
160-002	PV-603	PV-604																						TRECHO EXECUTADO
160-003	PV-604	PV-605	39,50	61,41	59,50	60,36	58,45	1,050	1,050	150	0,04825	-	-	0,9182	1,4678	1,15	1,15	2,05	5,765	0,13	0,13			
160-004	PV-605	PV-063	66,11	59,499	57,50	58,449	56,45	1,050	1,050	150	0,03024	-	-	0,9988	1,5000	0,97	0,99	2,20	4,012	0,14	0,15	DG 0,100		
159-001	PV-600	PV-601	41,87	60,94	59,96	59,89	58,91	1,050	1,050	150	0,02338	-	-	0,0511	0,0511	0,89	0,89	2,23	3,285	0,15	0,15	DG 0,010		
159-002	PV-601	PV-060	65,54	59,958	61,15	58,908	58,57	1,050	2,580	150	0,00500	-	-	0,1311	0,2000	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	DG 0,153		
158-001	PV-599	PV-061																						TRECHO EXECUTADO
157-001	PV-597	PV-598																						TRECHO EXECUTADO
157-002	PV-598	PV-063																						TRECHO EXECUTADO
156-001	PV-595	PV-596																						TRECHO EXECUTADO
156-002	PV-596	PV-122																						TRECHO EXECUTADO
155-001	PV-592	PV-593																						TRECHO EXECUTADO
155-002	PV-593	PV-594																						TRECHO EXECUTADO
155-003	PV-594	PV-035																						TRECHO EXECUTADO
154-001	PV-589	PV-590																						TRECHO EXECUTADO
154-002	PV-590	PV-131																						TRECHO EXECUTADO
153-001	PV-587	PV-588																						TRECHO EXECUTADO
153-002	PV-588	PV-052																						TRECHO EXECUTADO
152-001	PV-585	PV-586																						TRECHO EXECUTADO
152-002	PV-586	PV-558																						TRECHO EXECUTADO
151-001	PV-583	PV-584																						TRECHO EXECUTADO
151-002	PV-584	PV-254																						TRECHO EXECUTADO
150-001	PV-579	PV-580																						TRECHO EXECUTADO
150-002	PV-580	PV-581																						TRECHO EXECUTADO
150-003	PV-581	PV-049																						TRECHO EXECUTADO
149-001	PV-578	PV-266																						TRECHO EXECUTADO
148-001	PV-573	PV-574																						TRECHO EXECUTADO
148-002	PV-574	PV-575																						TRECHO EXECUTADO
148-003	PV-575	PV-576																						TRECHO EXECUTADO
148-004	PV-576	PV-577																						TRECHO EXECUTADO
148-005	PV-577	PV-571																						TRECHO EXECUTADO
147-001	PV-569	PV-570																						TRECHO EXECUTADO
147-002	PV-570	PV-571																						TRECHO EXECUTADO

Sistema de Gerenciamento de Licitação - Versão 1.0

Obs¹.: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.

Obs².: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
 Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

coletor	p_v_mont	p_v_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs
147-003	PV-571	PV-572	56,69	65,97	65,39	64,92	64,34	1,050	1,050	150	0,01018	-	-	0,4808	0,7690	0,66	0,66	2,44	1,720	0,19	0,19	
147-004	PV-572	PV-173	54,51	65,393	65,15	64,343	64,07	1,050	1,080	150	0,00500	-	-	0,5473	0,8753	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	TQ 1,481
146-001	PV-568	PV-174	45,29	65,00	64,99	63,95	63,72	1,050	1,272	150	0,00500	-	-	0,0552	0,0883	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	TQ 1,384
145-001	PV-567	PV-257																				
144-001	PV-562	PV-563																				
144-002	PV-563	PV-564																				
144-003	PV-564	PV-565																				
144-004	PV-565	PV-258																				
143-001	PV-559	PV-560	45,93	68,07	68,18	67,02	66,79	1,050	1,392	150	0,00500	-	-	0,0560	0,0883	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
143-002	PV-560	PV-145	55,89	68,183	66,93	66,791	65,88	1,392	1,050	150	0,01628	-	-	0,1242	0,1242	0,78	0,78	2,32	2,480	0,17	0,17	TQ 2,742
142-001	PV-555	PV-556																				
142-002	PV-556	PV-557																				
142-003	PV-557	PV-558																				
142-004	PV-558	PV-554																				
141-001	PV-552	PV-553																				
141-002	PV-553	PV-554																				
141-003	PV-554	PV-256																				
046-001	PV-263	PV-264	44,38	72,01	72,66	70,96	70,74	1,050	1,922	150	0,00500	-	-	0,0541	0,0883	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
046-002	PV-264	PV-265	59,21	72,660	72,43	70,738	70,44	1,922	1,988	150	0,00500	-	-	0,1263	0,2081	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	DG 0,105
046-003	PV-265	PV-266	56,28	72,430	71,31	70,442	70,06	1,988	1,254	200	0,00500	15,25	24,37	15,4408	24,6888	0,97	1,07	4,56	2,523	0,51	0,69	
046-004	PV-266	PV-267	56,60	71,310	69,10	70,056	68,00	1,254	1,100	200	0,03633	-	-	15,5791	24,9080	2,00	2,27	3,82	12,307	0,30	0,38	
046-005	PV-267	PV-268	51,52	69,100	66,47	68,000	65,37	1,100	1,100	200	0,05105	-	-	15,6420	25,0055	2,26	2,58	3,69	16,109	0,27	0,35	DG 0,069
046-006	PV-268	PV-248	57,56	66,47	67,34	65,30	65,01	1,169	2,327	200	0,00500	-	-	15,7122	25,1188	0,97	1,07	4,57	2,539	0,51	0,70	
045-001	PV-260	PV-261																				
045-002	PV-261	PV-262																				
045-003	PV-262	PV-252																				
044-001	PV-259	PV-251																				
043-001	PV-255	PV-256																				
043-002	PV-256	PV-257																				
043-003	PV-257	PV-258																				
043-004	PV-258	PV-254	86,04	66,30	67,63	63,62	63,19	2,68	4,44	150	0,00500	-	-	1,6251	2,5981	0,53	0,61	2,98	1,023	0,23	0,29	DG 0,011
042-001	PV-249	PV-250																				
042-002	PV-250	PV-251																				
042-003	PV-251	PV-252																				
042-004	PV-252	PV-253																				
042-005	PV-253	PV-254																				

Sistema de Gerenciamento de Licitação - Versão: 1

Obs¹.: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.
 Obs².: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
 Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

coletor	pv_mont	pv_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs
042-006	PV-254	PV-177	56,97	67,63	66,14	63,18	62,90	4,45	3,25	150	0,00500	-	-	2,4955	3,9900	0,60	0,68	3,26	1,232	0,29	0,37	
041-001	PV-246	PV-247										TRECHO EXECUTADO										
041-002	PV-247	PV-248										TRECHO EXECUTADO										
041-003	PV-248	PV-236	88,62	67,34	66,66	65,01	64,57	2,33	2,09	200	0,00500	-	-	15,9496	25,5003	0,97	1,08	4,58	2,553	0,52	0,71	
040-001	PV-245	PV-070										TRECHO EXECUTADO										
036-001	PV-235	PV-236										TRECHO EXECUTADO										
036-002	PV-236	PV-237	24,42	66,66	65,68	64,57	64,45	2,09	1,23	200	0,00500	-	-	16,0569	25,6709	0,97	1,08	4,58	2,559	0,52	0,71	
036-003	PV-237	PV-075	57,04	65,68	65,10	64,45	64,00	1,23	1,10	200	0,00785	-	-	16,1265	25,7109	1,16	1,29	4,44	3,696	0,46	0,61	DG 0,053
027-001	PV-176	PV-177										TRECHO EXECUTADO										
027-002	PV-177	PV-172	53,91	66,14	65,29	62,90	62,63	3,25	2,66	150	0,00500	-	-	2,6769	4,2279	0,61	0,70	3,30	1,269	0,30	0,38	
026-001	PV-171	PV-172										TRECHO EXECUTADO										
026-002	PV-172	PV-173	7,10	65,29	65,15	62,63	62,59	2,66	2,56	150	0,00500	-	-	2,7987	4,4225	0,62	0,70	3,33	1,293	0,30	0,39	DG 0,001
026-003	PV-173	PV-174	50,74	65,15	64,99	62,59	62,34	2,56	2,66	150	0,00500	-	-	3,4079	5,4438	0,65	0,74	3,47	1,405	0,34	0,43	
026-004	PV-174	PV-175	93,45	64,99	63,94	62,34	61,87	2,66	2,07	150	0,00500	-	-	3,5771	5,7721	0,66	0,75	3,50	1,434	0,34	0,45	
026-005	PV-175	PV-050	90,02	63,94	63,40	61,87	61,42	2,07	1,98	150	0,00500	-	-	3,6869	5,8250	0,67	0,76	3,52	1,452	0,35	0,45	DG 0,010
025-001	PV-165	PV-166										TRECHO EXECUTADO										
025-002	PV-166	PV-167										TRECHO EXECUTADO										
025-003	PV-167	PV-168										TRECHO EXECUTADO										
025-004	PV-168	PV-169										TRECHO EXECUTADO										
025-005	PV-169	PV-170										TRECHO EXECUTADO										
025-006	PV-170	PV-158										TRECHO EXECUTADO										
024-001	PV-161	PV-162										TRECHO EXECUTADO										
024-002	PV-162	PV-163										TRECHO EXECUTADO										
024-003	PV-163	PV-164										TRECHO EXECUTADO										
024-004	PV-164	PV-054										TRECHO EXECUTADO										
023-001	PV-157	PV-158										TRECHO EXECUTADO										
023-002	PV-158	PV-159	52,66	65,14	64,08	64,09	63,03	1,05	1,05	150	0,02005	-	-	0,8009	1,2222	0,84	0,84	2,27	2,916	0,16	0,16	
023-003	PV-159	PV-160	60,38	64,08	62,95	63,03	61,90	1,05	1,05	150	0,01876	-	-	0,8746	1,3200	0,82	0,82	2,28	2,769	0,16	0,16	
023-004	PV-160	PV-052	53,27	62,95	62,52	61,90	61,47	1,05	1,05	150	0,00800	-	-	0,9396	1,5000	0,61	0,61	2,51	1,426	0,20	0,20	DG 0,364
022-001	PV-155	PV-156										TRECHO EXECUTADO										
022-002	PV-156	PV-054										TRECHO EXECUTADO										
021-001	PV-148	PV-149										TRECHO EXECUTADO										
021-002	PV-149	PV-150										TRECHO EXECUTADO										
021-003	PV-150	PV-151										TRECHO EXECUTADO										
021-004	PV-151	PV-152										TRECHO EXECUTADO										
021-005	PV-152	PV-153	48,05	64,70	65,72	63,64	63,40	1,06	2,32	150	0,00500	-	-	0,4905	0,7840	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	

Sistema de Gerenciamento de Esgotamento - Versão 1

Obs¹.: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.
 Obs².: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
 Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

coletor	p_v_mont	p_v_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs
021-006	PV-153	PV-145	52,85	65,72	66,93	63,40	63,14	2,32	3,79	150	0,00500	-	-	0,5550	0,8871	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
020-001	PV-143	PV-144																				
020-002	PV-144	PV-145																				
020-003	PV-145	PV-146	90,12	66,93	63,74	63,14	62,69	3,79	1,05	150	0,00500	-	-	0,9498	1,5185	0,52	0,52	2,65	1,000	0,22	0,22	
020-004	PV-146	PV-147	54,95	63,74	66,11	62,69	62,41	1,05	3,70	150	0,00500	-	-	1,0168	1,6257	0,52	0,53	2,69	1,000	0,22	0,23	
020-005	PV-147	PV-141	53,60	66,11	67,03	62,41	62,15	3,70	4,89	150	0,00500	-	-	1,0822	1,7502	0,52	0,54	2,73	1,000	0,22	0,24	
019-001	PV-140	PV-141	90,00	68,04	67,03	66,99	65,98	1,05	1,05	150	0,01116	-	-	0,1098	0,1105	0,69	0,69	2,42	1,848	0,18	0,18	TQ 3,836
019-002	PV-141	PV-142	49,90	67,03	66,00	62,15	61,90	4,89	4,11	150	0,00500	-	-	1,2529	2,0000	0,52	0,56	2,81	1,000	0,22	0,26	
019-003	PV-142	PV-108	55,35	66,00	63,85	61,90	61,62	4,11	2,24	150	0,00500	-	-	1,3204	2,1100	0,52	0,57	2,85	1,000	0,22	0,26	
018-001	PV-139	PV-137	82,12	66,70	65,16	65,65	64,11	1,05	1,05	150	0,01879	-	-	0,1002	0,1102	0,82	0,82	2,28	2,772	0,16	0,16	
017-001	PV-133	PV-134																				
017-002	PV-134	PV-135	92,81	67,00	67,00	65,50	65,03	1,51	1,97	150	0,00500	-	-	0,2348	0,3000	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
017-003	PV-135	PV-136																				
017-004	PV-136	PV-137																				
017-005	PV-137	PV-138	56,85	65,16	62,48	64,11	61,43	1,05	1,05	150	0,04711	-	-	0,6734	1,0700	1,14	1,14	2,06	5,658	0,13	0,13	
017-006	PV-138	PV-066	50,00	62,48	60,23	61,43	59,18	1,05	1,05	150	0,04506	-	-	0,7344	1,1100	1,12	1,12	2,07	5,467	0,13	0,13	TQ 4,177
016-001	PV-132	PV-066																				
015-001	PV-125	PV-126																				
015-002	PV-126	PV-127																				
015-003	PV-127	PV-128																				
015-004	PV-128	PV-129																				
015-005	PV-129	PV-130																				
015-006	PV-130	PV-131																				
015-007	PV-131	PV-037																				
014-001	PV-119	PV-120																				
014-002	PV-120	PV-121																				
014-003	PV-121	PV-122																				
014-004	PV-122	PV-123																				
014-005	PV-123	PV-068																				
013-001	PV-114	PV-115																				
013-002	PV-115	PV-116																				
013-003	PV-116	PV-117																				
013-004	PV-117	PV-039																				
012-001	PV-107	PV-108																				
012-002	PV-108	PV-109	94,94	63,85	59,27	61,62	58,22	2,24	1,05	150	0,03575	-	-	1,5553	2,4866	1,04	1,20	2,38	4,643	0,14	0,17	
012-003	PV-109	PV-110	99,95	59,27	56,79	58,22	55,74	1,05	1,05	150	0,02482	-	-	1,6772	2,6815	0,94	1,08	2,52	3,617	0,16	0,20	DG 0,010

Sistema de Gerenciamento de Licitação - Sela

Obs¹.: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.
 Obs².: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

coletor	pv_mont	pv_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs
012-004	PV-110	PV-111	91,13	56,79	55,99	55,73	54,93	1,06	1,06	150	0,00879	-	-	1,7884	2,8592	0,66	0,76	2,86	1,658	0,21	0,27	DG 0,017
012-005	PV-111	PV-112	11,87	55,99	56,00	54,92	54,86	1,08	1,15	150	0,00500	-	-	2,2688	3,6274	0,58	0,67	3,19	1,182	0,27	0,35	
012-006	PV-112	PV-113	67,21	56,00	57,59	54,86	54,52	1,15	3,07	150	0,00500	-	-	2,3508	3,7585	0,59	0,67	3,22	1,201	0,28	0,35	
012-007	PV-113	PV-098	56,76	57,59	59,71	54,52	54,24	3,07	5,47	150	0,00500	-	-	2,4200	3,8692	0,59	0,68	3,23	1,216	0,28	0,36	
011-001	PV-103	PV-104	99,40	61,78	61,14	60,73	60,09	1,05	1,05	150	0,00651	-	-	0,1213	0,1939	0,57	0,57	2,57	1,214	0,21	0,21	
011-002	PV-104	PV-105	93,71	61,14	61,15	60,09	59,62	1,05	1,53	150	0,00500	-	-	0,2356	0,377	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
011-003	PV-105	PV-106	64,72	61,15	59,59	59,62	58,54	1,53	1,05	150	0,01669	-	-	0,3146	0,5054	0,79	0,79	2,31	2,528	0,16	0,16	
011-004	PV-106	PV-025	59,74	59,59	56,21	58,54	55,16	1,05	1,05	150	0,05660	-	-	0,3875	0,6224	1,21	1,21	2,02	6,524	0,12	0,12	TQ 2,126
010-001	PV-097	PV-098										TRECHO EXECUTADO										
010-002	PV-098	PV-099	55,62	59,71	58,69	54,24	53,96	5,47	4,73	150	0,00500	-	-	2,8813	4,6628	0,62	0,71	3,35	1,309	0,31	0,39	
010-003	PV-099	PV-100	52,60	58,69	56,94	53,96	53,70	4,73	3,25	150	0,00500	-	-	2,9455	4,7054	0,63	0,71	3,37	1,322	0,31	0,40	
010-004	PV-100	PV-101	60,03	56,94	59,00	53,70	53,40	3,25	5,61	150	0,00500	-	-	3,0187	4,8856	0,63	0,72	3,38	1,335	0,32	0,41	
010-005	PV-101	PV-102	70,40	59,00	58,62	53,40	53,04	5,61	5,58	150	0,00500	-	-	3,2350	5,1122	0,64	0,73	3,43	1,375	0,33	0,42	
010-006	PV-102	PV-026	62,58	58,62	56,46	53,04	52,73	5,58	3,73	150	0,00500	-	-	3,3113	5,2223	0,65	0,74	3,45	1,388	0,33	0,43	DG 0,178
008-001	PV-083	PV-049										TRECHO EXECUTADO										
007-001	PV-074	PV-075										TRECHO EXECUTADO										
007-002	PV-075	PV-076	55,18	65,10	64,71	63,95	63,56	1,15	1,15	200	0,00707	-	-	16,2936	26,0503	1,11	1,24	4,48	3,408	0,47	0,63	
007-003	PV-076	PV-077	50,32	64,71	64,07	63,56	62,97	1,15	1,10	200	0,01167	-	-	16,3550	26,1111	1,34	1,51	4,30	5,105	0,41	0,54	
007-004	PV-077	PV-078	50,08	64,07	63,45	62,97	62,35	1,10	1,10	200	0,01238	-	-	16,4161	26,2221	1,37	1,55	4,28	5,361	0,41	0,53	DG 0,039
007-005	PV-078	PV-079	53,63	63,45	63,57	62,31	62,04	1,14	1,53	200	0,00500	-	-	16,4815	26,3337	0,98	1,08	4,60	2,584	0,53	0,72	
007-006	PV-079	PV-080	58,92	63,57	63,35	62,04	61,75	1,53	1,60	200	0,00500	-	-	16,5534	26,4446	0,98	1,08	4,60	2,588	0,53	0,73	
007-007	PV-080	PV-081	51,41	63,35	62,74	61,75	61,49	1,60	1,25	200	0,00500	-	-	16,6161	26,5559	0,98	1,08	4,60	2,592	0,53	0,73	DG 0,031
007-008	PV-081	PV-082	79,99	62,74	63,03	61,46	61,06	1,28	1,97	200	0,00500	12,41	19,84	29,1248	46,5833	1,13	1,25	5,12	3,200	0,52	0,71	
007-009	PV-082	PV-058	78,38	63,03	62,87	61,06	60,67	1,97	2,20	200	0,00500	-	-	29,2204	46,7222	1,13	1,25	5,13	3,203	0,52	0,71	TQ 1,374
006-001	PV-069	PV-070										TRECHO EXECUTADO										
006-002	PV-070	PV-071										TRECHO EXECUTADO										
006-003	PV-071	PV-048										TRECHO EXECUTADO										
005-001	PV-045	PV-046										TRECHO EXECUTADO										
005-002	PV-046	PV-047										TRECHO EXECUTADO										
005-003	PV-047	PV-048										TRECHO EXECUTADO										
005-004	PV-048	PV-049										TRECHO EXECUTADO										
005-005	PV-049	PV-050										TRECHO EXECUTADO										
005-006	PV-050	PV-051	26,43	63,40	62,95	61,41	61,28	1,99	1,68	150	0,00500	-	-	4,6503	7,4353	0,71	0,80	3,68	1,597	0,40	0,52	
005-007	PV-051	PV-052	31,29	62,95	62,52	61,28	61,12	1,68	1,40	150	0,00500	-	-	4,6885	7,4963	0,71	0,81	3,69	1,603	0,40	0,52	DG 0,012
005-008	PV-052	PV-053	61,80	62,52	62,37	61,11	60,80	1,41	1,57	150	0,00500	-	-	5,8443	9,3439	0,76	0,85	3,83	1,750	0,45	0,60	
005-009	PV-053	PV-054	54,60	62,37	63,11	60,80	60,53	1,57	2,58	150	0,00500	-	-	5,9109	9,4504	0,76	0,85	3,84	1,757	0,45	0,60	DG 0,008

Obs¹.: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.

Obs².: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

Sistema de Esgotamento de Lixação Versão 1

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

coletor	pv_mont	pv_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs
005-010	PV-054	PV-055	77,97	63,11	62,00	60,52	60,13	2,59	1,88	150	0,00500	-	-	6,7071	10,7232	0,78	0,87	3,91	1,845	0,49	0,66	
005-011	PV-055	PV-056	79,76	62,00	62,37	60,13	59,73	1,88	2,64	150	0,00500	-	-	6,8044	10,8788	0,79	0,88	3,92	1,855	0,49	0,66	
005-012	PV-056	PV-057	60,14	62,37	62,79	59,73	59,43	2,64	3,36	150	0,00500	-	-	6,8778	10,9961	0,79	0,88	3,93	1,863	0,49	0,67	
005-013	PV-057	PV-058	9,50	62,79	62,87	59,43	59,38	3,36	3,49	150	0,00500	-	-	6,8894	11,0146	0,79	0,88	3,93	1,864	0,50	0,67	DG 0,087
005-014	PV-058	PV-059	61,63	62,87	61,88	59,29	58,88	3,58	3,00	250	0,00678	-	-	36,1850	57,8510	1,34	1,47	5,16	4,445	0,54	0,75	
005-015	PV-059	PV-060	54,49	61,88	61,15	58,88	58,50	3,00	2,65	250	0,00684	-	-	36,2515	57,9973	1,34	1,47	5,16	4,475	0,54	0,75	DG 0,087
005-016	PV-060	PV-061	55,57	61,15	61,45	58,42	58,03	2,73	3,42	250	0,00698	-	-	36,4504	58,2271	1,36	1,49	5,16	4,561	0,54	0,74	
005-017	PV-061	PV-062	48,67	61,45	59,18	58,03	57,69	3,42	1,49	250	0,00705	-	-	36,5870	58,4273	1,36	1,50	5,16	4,607	0,54	0,74	
005-018	PV-062	PV-063	53,88	59,18	57,50	57,69	56,35	1,49	1,15	250	0,02480	-	-	36,6527	58,5273	2,17	2,46	4,66	12,684	0,38	0,49	
005-019	PV-063	PV-064	8,24	57,50	57,20	56,35	56,05	1,15	1,15	250	0,03641	-	-	37,7886	60,4274	2,51	2,86	4,52	17,422	0,35	0,45	DG 0,076
005-020	PV-064	PV-065	57,90	57,20	58,27	55,97	55,55	1,23	2,73	250	0,00742	-	-	37,8592	60,5273	1,40	1,54	5,16	4,861	0,54	0,75	DG 0,001
005-021	PV-065	PV-066	72,11	58,27	60,23	55,54	55,00	2,73	5,23	250	0,00750	-	-	37,9472	60,6273	1,41	1,54	5,16	4,907	0,54	0,75	
005-022	PV-066	PV-067	59,91	60,23	57,97	55,00	54,53	5,23	3,44	250	0,00784	-	-	38,8516	62,1273	1,44	1,58	5,16	5,132	0,54	0,75	
005-023	PV-067	PV-068	50,58	57,97	58,17	54,53	54,13	3,44	4,04	250	0,00797	-	-	38,9133	62,2273	1,45	1,59	5,16	5,204	0,54	0,74	
005-024	PV-068	PV-033	88,91	58,17	56,33	54,13	53,41	4,04	2,93	250	0,00815	-	-	39,5554	63,2372	1,47	1,61	5,16	5,334	0,54	0,75	
004-001	PV-042	PV-043										TRECHO EXECUTADO										
004-002	PV-043	PV-044	60,40	66,67	66,78	65,48	65,18	1,19	1,60	150	0,00500	-	-	0,1959	0,3132	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
004-003	PV-044	PV-020	60,02	66,78	65,23	65,18	64,18	1,60	1,05	150	0,01666	-	-	0,2691	0,4233	0,79	0,79	2,31	2,525	0,16	0,16	DG 0,201
003-001	PV-030	PV-031										TRECHO EXECUTADO										
003-002	PV-031	PV-032										TRECHO EXECUTADO										
003-003	PV-032	PV-033										TRECHO EXECUTADO										
003-004	PV-033	PV-034	78,21	56,33	56,59	53,41	52,75	2,93	3,84	250	0,00832	-	-	40,0650	64,0273	1,48	1,63	5,16	5,452	0,54	0,75	
003-005	PV-034	PV-035	51,68	56,59	57,34	52,75	52,32	3,84	5,02	250	0,00848	-	-	40,3041	64,4374	1,50	1,64	5,16	5,549	0,54	0,75	
003-006	PV-035	PV-036	57,41	57,34	57,63	52,32	51,82	5,02	5,81	250	0,00866	-	-	40,7034	65,0273	1,51	1,66	5,16	5,663	0,54	0,74	
003-007	PV-036	PV-037	49,93	57,63	57,02	51,82	51,39	5,81	5,63	250	0,00861	-	-	40,7643	65,1732	1,51	1,66	5,16	5,638	0,54	0,75	
003-008	PV-037	PV-038	97,71	57,02	55,65	51,39	50,51	5,63	5,14	250	0,00899	-	-	41,8032	66,8332	1,54	1,69	5,16	5,898	0,54	0,75	
003-009	PV-038	PV-039	79,85	55,65	54,17	50,51	49,78	5,14	4,39	250	0,00913	-	-	41,9006	66,9273	1,55	1,70	5,16	5,979	0,54	0,75	
003-010	PV-039	PV-040	98,28	54,17	51,99	49,78	48,87	4,39	3,12	250	0,00927	-	-	42,3416	67,6270	1,57	1,72	5,16	6,077	0,54	0,75	
003-011	PV-040	PV-041	79,88	51,99	49,89	48,87	48,12	3,12	1,77	250	0,00938	-	-	42,4390	67,8273	1,57	1,73	5,16	6,140	0,54	0,75	
003-012	PV-041	PV-028	31,60	49,89	49,72	48,12	47,82	1,77	1,90	250	0,00943	-	-	42,4775	67,9274	1,58	1,73	5,16	6,168	0,54	0,74	
002-001	PV-019	PV-020										TRECHO EXECUTADO										
002-002	PV-020	PV-021	76,22	65,23	63,17	63,98	62,12	1,25	1,05	150	0,02436	-	-	0,4827	0,7719	0,90	0,90	2,22	3,392	0,15	0,15	
002-003	PV-021	PV-022	90,19	63,17	58,15	62,12	57,10	1,05	1,05	150	0,05565	-	-	0,5927	0,9478	1,21	1,21	2,02	6,439	0,12	0,12	
002-004	PV-022	PV-023	50,04	58,15	55,31	57,10	54,26	1,05	1,05	150	0,05683	-	-	0,6537	1,0454	1,22	1,22	2,02	6,545	0,12	0,12	DG 0,431
002-005	PV-023	PV-024	80,02	55,31	56,17	53,83	53,43	1,48	2,74	150	0,00500	-	-	0,9221	1,4745	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
002-006	PV-024	PV-025	77,81	56,17	56,21	53,43	53,04	2,74	3,17	150	0,00500	-	-	1,0170	1,6263	0,52	0,53	2,69	1,000	0,22	0,23	DG 0,008

Obs¹.: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.

Obs².: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE

Estado do Ceará
Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

coletor	pv_mont	pv_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs
002-007	PV-025	PV-026	92,24	56,21	56,46	53,03	52,57	3,18	3,89	150	0,00500	-	-	1,5170	2,4256	0,52	0,59	2,93	1,000	0,22	0,28	DG 0,017
002-008	PV-026	PV-027	99,41	56,46	52,15	52,55	51,09	3,91	1,07	150	0,01475	-	-	4,9496	7,9138	1,07	1,22	3,35	3,862	0,31	0,39	
002-009	PV-027	PV-028	98,08	52,15	49,72	51,09	48,67	1,07	1,05	150	0,02463	-	-	5,0692	8,1051	1,30	1,48	3,20	5,842	0,27	0,35	TQ 0,847
002-010	PV-028	FIM	8,01	49,72	49,92	47,82	47,72	1,90	2,20	250	0,01249	-	-	47,5565	76,0321	1,80	1,99	5,14	8,089	0,53	0,73	FIM

Sistema de Gerenciamento de Licitação - Versão: 1

Obs¹.: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.

Obs².: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

PLANILHA DE CÁLCULO DE REDE AUXILIAR

Estado do Ceará
Prefeitura Municipal de Itaitinga



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE – Sub-bacia 02

coletor	pv_mont	pv_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs
A01-001	PV-A01	PV-306	71,29	66,153	65,894	65,103	64,747	1,05	1,15	150	0,00500	-	-	0,0870	0,1390	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A02-001	PV-A02	PV-307	46,05	66,935	66,153	65,885	65,103	1,05	1,05	150	0,01698	-	-	0,0562	0,0898	0,65	0,65	3,30	1,000	0,22	0,22	
A03-001	PV-A02	interm.	77,50	66,935	65,000	65,885	63,950	1,05	1,05	150	0,02497	-	-	0,0946	0,1511	0,68	0,68	3,43	1,000	0,22	0,22	

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE – Sub-bacia 04

coletor	pv_mont	pv_jus	comp ¹	ct_mont	ct_jus	cc_mont	cc_jus	prof_mont ²	prof_jus ²	diam	decliv	q_con_ini	q_con_fim	vazao_ini	vazao_fim	vel_ini	vel_fim	vel_cri	trativa	lam_ini	lam_fim	obs
A01-001	PV-A01	PV-141	17,30	66,734	67,031	65,684	65,597	1,05	1,43	150	0,00500	-	-	0,0211	0,0311	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A02-001	PV-A02	PV-141	24,94	66,516	67,031	65,466	65,342	1,05	1,69	150	0,00500	-	-	0,0304	0,0486	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A03-001	PV-A03	PV-098	19,55	58,977	59,705	57,927	57,829	1,05	1,88	150	0,00500	-	-	0,0239	0,0339	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A04-001	PV-A04	PV-099	55,62	59,705	58,691	58,655	57,641	1,05	1,05	150	0,01823	-	-	0,0679	0,1011	0,82	0,82	2,29	2,708	0,16	0,16	
A05-001	PV-A05	PV-101	18,62	58,361	59,000	57,311	57,218	1,05	1,78	150	0,00500	-	-	0,0227	0,0327	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A06-001	PV-A06	PV-102	70,40	59,000	58,622	57,950	57,572	1,05	1,05	150	0,00537	-	-	0,0859	0,1319	0,53	0,53	2,62	1,043	0,22	0,22	
A07-001	PV-A07	PV-102	18,26	57,991	58,622	56,941	56,850	1,05	1,77	150	0,00500	-	-	0,0223	0,0323	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A08-001	PV-A08	PV-066	21,02	59,659	60,230	58,609	58,504	1,05	1,73	150	0,00500	-	-	0,0256	0,0416	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A09-001	PV-A09	PV-066	24,45	59,308	60,230	58,258	58,135	1,05	2,09	150	0,00500	-	-	0,0298	0,0458	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A10-001	PV-A10	PV-035	22,56	57,013	57,340	55,963	55,850	1,05	1,49	150	0,00500	-	-	0,0275	0,0415	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A11-001	PV-A11	PV-035	57,41	57,630	57,340	56,580	56,290	1,05	1,05	150	0,00505	-	-	0,0700	0,1110	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
A12-001	PV-A11	PV-A12	49,93	57,630	57,020	56,580	55,970	1,05	1,05	150	0,01222	-	-	0,0609	0,0919	0,71	0,71	2,39	1,988	0,18	0,18	
A12-002	PV-A12	PV-038	97,71	57,020	55,648	55,970	54,598	1,05	1,05	150	0,01404	-	-	0,1192	0,1902	0,74	0,74	2,36	2,199	0,17	0,17	
A13-001	PV-A13	PV-038	68,35	54,383	55,648	53,333	52,991	1,05	2,66	150	0,00500	-	-	0,0834	0,1334	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	

Sistema de Gerenciamento de Lixidação Versão: 1

Obs¹.: Trechos com mais de 80m de extensão devem receber poço de visita intermediário.

Obs².: Trechos com mais de 4,50m de profundidades devem receber rede auxiliar.

Ligações Prediais

A ligação predial consiste na conexão da caixa que recebe as contribuições da rede interna de cada residência à rede coletora, sendo executada com as seguintes características:

- | | |
|---|-------------------|
| • Material | PVC OCRE NBR 7362 |
| • Diâmetro | 100 mm |
| • Declividade mínima | 0,0050 m/m |
| • Recobrimento mínimo da tubulação | 0,30 m |
| • Diâmetro da caixa de inspeção em concreto | 0,60 m |

Estações Elevatórias e Emissários

As estações elevatórias que compõem o sistema de esgotamento sanitário da cidade de Itaitinga são necessárias devido à conformação topográfica do município. O cálculo da rede de coletores e interceptores, na área de projeto, definiu a posição de cada estação elevatória.

Com a finalidade de evitar a poluição e contaminação da zona urbana, projetou-se a instalação de um conjunto gerador de energia elétrica, movido a óleo diesel, para cada elevatória, que deverá acionar o conjunto eletrobomba, sempre que houver interrupção no funcionamento de energia elétrica.

A finalidade de cada estação elevatória é evitar aprofundamento da rede, dos coletores e dos interceptores, bem como permitir a concentração de todo o esgoto coletado em um único ponto, a partir do qual será possível o esgotamento por recalque até a estação de tratamento de esgotos.

Tratamento do Esgoto

- **Tratamento Preliminar nas EE's e ETE**

Consiste em sistema de gradeamento para as elevatórias projetadas. A grade, constituída de barras de ferro com espessura e espaçamento de acordo com o cálculo de cada Elevatória, tem a função de reter o material grosseiro. A caixa de areia evitará problemas de acumulação de areia junto aos pontos de entrada de efluentes nas lagoas. Após a caixa de areia será realizada a medição da vazão através de uma calha "Parshall".

Estação de Tratamento de Esgotos

A alternativa para o tratamento do esgoto será numa ETE localizada numa área bem próximo ao riacho que servirá de corpo receptor dos efluentes da ETE.

Sistema de Disposição Final do Efluente

O corpo receptor do efluente do esgoto tratado na ETE será o Riacho Coaçu que passa ao lado da ETE. O riacho possui caráter intermitente devido às características do embasamento cristalino da maior parte da sub-bacia hidrográfica, sendo que aproximadamente 6 meses do ano sua vazão pode ser considerada nula ou desprezível se comparada aos efluentes de esgoto. Durante a estação úmida ou período chuvoso sua vazão é significativa, podendo inclusive ocorrer inundações ao longo de suas margens, mas sem ultrapassar os limites de segurança da estação de tratamento.

DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES DE PROJETO

Dados e Parâmetros Básicos de Projeto Adotados

Consumo Per Capita

Para o estudo do projeto básico de esgotamento sanitário considerou-se um consumo de água per capita de 150 l/habxdia, geralmente recomendado pela CAGECE para áreas urbanas da região metropolitana de Fortaleza.

Coeficiente de Máximo Consumo Diário e de Máximo e Mínimo Consumo Horário

Foram analisados os dados disponíveis relativos à variação do consumo diário e horário, sendo que os valores ficaram muito próximos daqueles recomendados por normas e bibliografias sobre o assunto. Temos, então, os valores (adotados pela CAGECE).

- K1 = 1,2 - Coeficiente de máxima vazão diária;
- K2 = 1,5 - Coeficiente de máxima vazão horária;
- K3 = 0,5 - Coeficiente de mínima vazão horária.

Coeficiente de Retorno de Esgoto e Vazão de Infiltração

O valor adotado para o coeficiente de retorno de água fornecida será de 0,80, sendo que a vazão de infiltração será de 0,0002 L/s . m por se tratar de tubos em PVC com junta elástica.

Cálculo das Vazões de Projeto

A seguir apresentam-se as vazões média, máxima e mínima do projeto considerando-se o estudo populacional e o horizonte de 20 anos. Para o cálculo das vazões, foram adotadas as fórmulas a seguir discriminadas:

Fórmulas utilizadas:

$$Q_{med.} = \frac{P \times q \times C}{86.400} \times L$$

$$Q_{\text{máx.}} = \frac{P \times q \times K_1 \times K_2 \times C}{86.400} + I \times L$$

$$Q_{\text{min.}} = \frac{P \times q \times K_3 \times C}{86.400} + I \times L$$

Onde:

P = População atendida;

q = consumo per capita de água diário: 150 L/hab . dia

C = coeficiente de retorno da água consumida ao sistema: 0,8

I = coeficiente de infiltração: 0,2 L/s . km

L = comprimento total da rede: 38.982 m

CÁLCULO DAS VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO - ESGOTO

Sub-bacia	Número de unidades habitacionais	População (hab)	Extensão de rede (m)	Vazão de Infiltração (l/s)	Vazões totais de esgoto (l/s)			
					Mínima horária	Média anual	K2 x Média	Máxima horária
INICIO DE PLANO	4.771	19.084,00	38.982	7,80	21,05	34,30	47,55	47,71
10 ANOS	5.587	22.347,00	38.982	7,80	23,32	38,83	54,35	63,66
20 ANOS	6.824	27.294,00	38.982	7,80	26,75	45,70	64,66	76,03

Dados e Informações Básicas	
Consumo Domiciliar (CD):	150,00 l/hab x dia
Taxa de Retorno de Água (Cr)	0,80
Coeficiente de máxima vazão diári	1,20
Coeficiente de máxima vazão horé	1,50
Coeficiente de mínima vazão horá	0,50
Taxa de Ocupação (TO):	4,00 hab/resid.
Taxa de infiltração	0,20 l/s.km

Extensão da Rede Coletora

No quadro a seguir é mostrada a extensão da rede coletora por bacia:

Sub-bacia	Ø 150mm	Ø 200mm	Ø 250mm	Ø 300mm	Total (m)
1	7.504,55	-	-	-	7.504,55
2	4.760,31	-	-	15,89	4.776,20
3	10.399,25	-	-	-	10.399,25
4	14.197,45	711,58	1.402,82	-	16.311,85
Total (m)	36.861,56	711,58	1.402,82	15,89	38.991,85

DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Vazões de Dimensionamento

De acordo com o cálculo da rede coletora, a vazão máxima e mínima afluente às elevatórias no início e no fim de plano encontram-se no quadro a seguir:

Estação	Tubulação Afluente		Localização	Vazões 20 anos	
	Prof	Ø		Mínima (L/s)	Máxima (L/s)
EE-1	1,402	150	BACIA 1 – PV-018 – RUA S.D.O – Parque Genezaré	2,62	15,08
EE-2	2,830	300	BACIA 2 – PV-290 – RUA DOS LÍRIOS - Centro	4,24	24,35
EE-3	4,153	150	BACIA 3 – PV-056 – RUA PREF. ISAAC NEWTON CAMPOS	5,51	19,84
EE-4	2.198	250	BACIA 4 – PV-028 – AV. LÍDIA ALVES	21,12	76,03

Os valores constantes do quadro anterior incluem também, para a vazão máxima, a vazão de infiltração na rede considerada da ordem de 0,0002 l/s x m.

Parâmetros e fórmulas utilizadas

Caixa de areia

A caixa de areia, também denominada desarenador, tem por objetivo remover do esgoto partículas de areia com diâmetro igual ou superior a 0,2 mm e peso específico de 2,65 g/cm³. A areia deve ser removida logo no tratamento preliminar, para evitar sua deposição nas unidades subseqüentes de tratamento. Para sistemas com população inferior a 50.000 habitantes, pode empregar a caixa de areia com limpeza manual (até 250 L/s pela norma NB-570/1990).

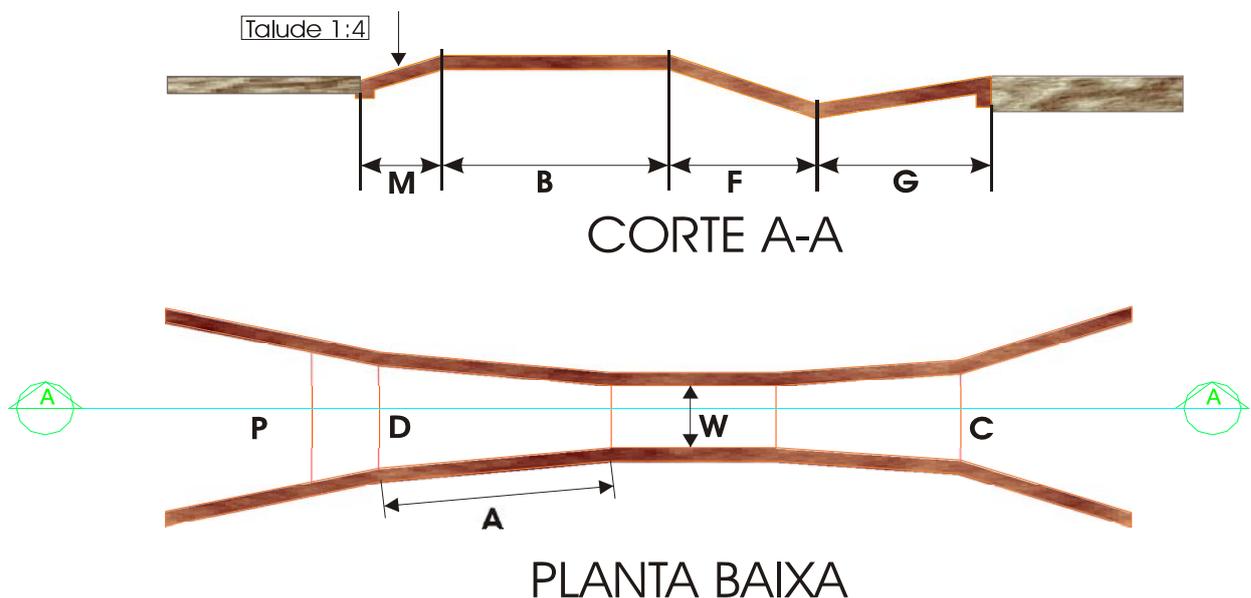
A capacidade de transporte da água é proporcional à 6a potência da velocidade, assim para garantir a deposição de partículas de tamanho igual ou superior a 0,2 mm, a velocidade no desarenador deverá ser de 0,30 m/s. Velocidades inferiores a 0,15 m/s provocam deposição excessiva de matéria orgânica, assim como velocidades superiores a 0,40 m/s permitem a saída de areia nociva aos sistemas de tratamento.

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Com a variação da vazão de esgoto a altura da lâmina no canal da caixa de areia sofre variações proporcionais, sendo assim, podemos impedir a mudança na velocidade de escoamento no canal do desarenador com o emprego de um vertedor a jusante do canal.

Adotando o sistema de caixa de areia associada a um vertedor Parshall pré-fabricado, teremos:

Primeiramente a seleção das dimensões do vertedor, conforme tabela abaixo apresentada:



L_n	W	A	B	C	D	F	G	M	P	Q_{min}	Q_{max}
3"	7,6	46,7	45,7	17,8	25,9	15,2	30,5	30,5	76,8	0,8	53,8
6"	15,2	62,1	61,0	39,4	39,7	30,5	61,0	30,5	90,2	1,4	110,4
9"	22,9	88,0	86,4	38,1	57,5	30,5	45,7	30,5	108,0	2,5	252,0
12"	30,5	137,2	134,3	61,0	84,5	61,0	91,4	38,1	149,2	3,1	455,9

Fonte: Norma CETESB E2.150

Escolhido o vertedor mais adequado, podemos obter as suas constantes, de acordo com suas dimensões:

L_n	K	n
3"	0,1765	1,547
6"	0,381	1,580
9"	0,535	1,530

Fonte: Norma CETESB E2.150

As calhas Parshall obedecem a equações do tipo “ $Q = K \cdot H^n$ ”, sendo “ Q ” a vazão em m^3/s e “ H ” a carga na seção convergente, em m. Assim, podemos determinar a carga hidráulica (altura da lâmina de água na seção convergente) para as vazões mínima e máxima, pelas equações a seguir apresentadas:

$$H_{\min} = \frac{(Q_{\min})^{1/n}}{k}$$

$$H_{\max} = \frac{(Q_{\max})^{1/n}}{k}$$

Onde:

H_{\min} = carga hidráulica para a vazão mínima, em m;

H_{\max} = carga hidráulica para a vazão máxima, em m;

Q_{\min} = Vazão mínima considerada, em m^3/s ;

Q_{\max} = Vazão máxima considerada, em m^3/s ;

K e n = coeficientes de vazão do vertedor.

Podemos então determinar o rebaixamento da garganta do Parshall em relação à soleira do canal de remoção de areia, pela seguinte igualdade:

$$\frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} = \frac{H_{\min} - Z}{H_{\max} - Z} \quad \therefore Z = \frac{Q_{\max} \times H_{\min} - Q_{\min} \times H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

Em que:

Z = rebaixamento da garganta do Parshall em relação à soleira do canal de remoção de areia, em m;

H_{\min} = carga hidráulica para a vazão mínima, em m;

H_{\max} = carga hidráulica para a vazão máxima, em m;

Q_{\min} = Vazão mínima considerada, em m^3/s ;

Q_{\max} = Vazão máxima considerada, em m^3/s ;

Então a altura da água na caixa de areia será dada pela equação:

$$H_a = H_{\max} - Z$$

Sendo:

H_a = altura da água na caixa de areia, em m;

H_{max} = carga hidráulica no vertedor para a vazão máxima, em m;

Z = rebaixamento da garganta do Parshall, em m.

Determinamos em seguida a área útil da seção transversal do canal, considerando como velocidade o valor de 0,30 m/s, conforme anteriormente explicado, logo:

$$S = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{V_{cx}}$$

Onde:

S = seção transversal do canal de remoção de areia, em m²;

Q_{max} = vazão máxima afluyente à estação, em m³/s;

V_{cx} = velocidade considerada no canal de remoção de areia, em m/s.

Tendo então a altura e a seção de escoamento, é fácil obter a largura do canal:

$$S = H_a \times b \therefore b = \frac{S}{H_a}$$

Em que:

b = largura do canal, em m;

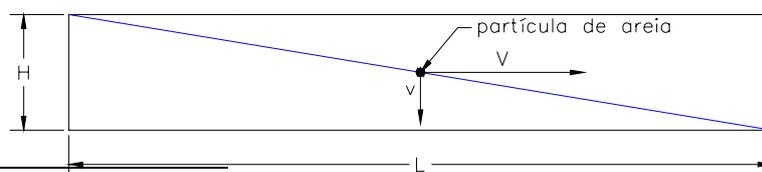
S = seção transversal do canal de remoção de areia, em m²;

H_a = altura da água na caixa de areia, em m.

O comprimento do canal deve garantir a decantação das partículas de areia.

Segundo DACACHI¹, no esgoto em repouso a 20° C as partículas de areia com 0,2 mm de tamanho decantam com a velocidade aproximada de 2,0 cm/s.

No esgoto em movimento uma partícula de areia segue uma trajetória inclinada, percorrendo uma distância vertical "H" com uma velocidade "v" e, uma distância horizontal "L" com uma velocidade "V", sendo estas distâncias percorridas no mesmo tempo total, podemos dizer que a seguinte proporção é verdadeira.



¹ Tratamento Primário de Esgoto, Nelson Gandur Dacachi - EDC, 1991, pag. 54.

$$\frac{L}{H} = \frac{V}{v} \therefore L = \frac{V}{v} \times H$$

Podemos então substituir:

$$L = \frac{0,30 \text{ m/s}}{0,20 \text{ m/s}} \times H \therefore L = 15 \times H$$

No entanto é recomendável a majoração deste valor, sobretudo pelo turbilhonamento do esgoto, em 2/3, logo:

$$L = 25 \times H$$

É importante também observar a taxa de escoamento superficial, que deve estar entre 600 e 1300 m³/m² x dia (NB-570/1990).

Para isso devemos primeiramente calcular a área superficial do canal de desarenação, assim:

$$A_s = L \times b$$

Onde:

A_s = área de escoamento superficial, em m²;

L = comprimento do canal de deposição de areia, em m;

b = largura do canal da caixa de areia, em m.

Calculamos então a taxa de escoamento superficial:

$$\frac{Q}{A} = \frac{Q_{\max} \times 86.400}{A_s}$$

Em que:

$\frac{Q}{A}$ = taxa de escoamento superficial, em m³/m² x dia;

Q_{max} = vazão máxima afluente à elevatória, em m^3/s ;

A_s = área de escoamento superficial, em m^2 .

A profundidade do depósito de areia, que para limpeza manual deve ter como dimensões mínimas: 0,20 m de largura por 0,20 m de profundidade; é calculada em função da quantidade estimada de areia presente no esgoto, chamada de taxa de

areia, para a vazão média final do sistema. Então primeiramente calculamos o volume de areia para um determinado espaço de tempo:

$$Vol = t \times Q_{med} \times 86.400 \times tx \ a$$

Sendo:

Vol = volume de areia acumulado no intervalo de limpeza, em m^3 ;

t = intervalo de limpeza do depósito, em dias;

Q_{med} = vazão média final do sistema, em m^3/s ;

$tx \ a$ = taxa de areia considerada, em m^3/m^3 .

Definido o volume de areia acumulado no período de limpeza, podemos calcular a profundidade do depósito de areia:

$$P = \frac{Vol}{A_s}$$

Em que:

P = profundidade do depósito de areia, em m;

Vol = volume de areia acumulado no intervalo de limpeza, em m^3 ;

A_s = área superficial do canal da caixa de areia, em m^2 .

Dimensionamento da linha de recalque:

O dimensionamento da linha de recalque das elevatórias será feito a partir da determinação pela fórmula de Bresse, visto que o bombeamento de esgoto bruto possui algumas peculiaridades, tais como:

- Líquido recalcado contém sólidos passíveis de sedimentação na linha de recalque;
- Presença de sólidos grosseiros que possam obstruir a passagem do rotor da bomba;
- Esgoto pode conter areia, provocando intensa abrasão no sistema.

Assim usaremos os seguintes parâmetros para fixar uma velocidade de escoamento:

TIPO	VELOCIDADE (m/s)	
	MÍNIMA	MÁXIMA
Barrilete FoFo	0,60	3,0
Recalque PVC	0,60	2,5

Para o dimensionamento da linha do barrilete, usaremos a vazão total do sistema para a bomba de pior situação.

Dimensionamento das tubulações:

$$D = K \cdot \sqrt{Q}$$

K = Coeficiente da fórmula de Bresse

Q = Vazão máxima de fim de plano, em m³/s

D = Diâmetro de recalque

D_r = Diâmetro de recalque Adotado.

D_b = Diâmetro de barrilete Adotado.

Alturas geométricas máximas e mínimas:

As alturas geométricas serão calculadas a partir dos níveis de água máximo e mínimo no poço de sucção e da cota de descarga da linha de recalque:

$$Hg \text{ máx} = (\text{cota de descarga}) - (\text{NA mínimo no poço de sucção})$$

$$Hg \text{ mín} = (\text{cota de descarga}) - (\text{NA máximo no poço de sucção})$$

Hg máx: corresponde à máxima altura geométrica que pode ser alcançada no sistema, e considerando as perdas de carga, para um coeficiente de atrito $C = 140$, determinaremos a máxima curva do sistema, que em conjunto com a curva característica da bomba, fornecerá o ponto de especificação do equipamento.

Hg mín : corresponde à altura geométrica mínima do sistema e considerando as perdas de carga, para um coeficiente de atrito $C = 140$ (tubulação nova), determinaremos a mínima curva do sistema, que em conjunto com a curva característica da bomba, mostrará a máxima capacidade da bomba.

Perdas de carga localizadas:

Na determinação das perdas de carga localizadas, usaremos a seguinte fórmula:

$$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$$

Em que:

h_f = perda de carga localizada, em m;

K_b = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete;

K_r = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque;

V_b = Velocidade do fluxo no barrilete;

V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque;

g = Aceleração da gravidade;

h_b = Perda de carga localizada no barrilete;

h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque;

h_f = Perda de carga localizada total;

Perdas de carga distribuídas:

Serão determinadas pela seguinte equação:

$$j = \frac{10,643 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

Onde:

j = Perda de carga linear

Q = Vazão no trecho

D = Diâmetro no tubo

C = Coeficiente de Hazen-Williams

j = perda de carga linear

Curva característica do sistema:

A curva do sistema, para as bombas submersas será determinada pela seguinte equação:

$$AMT = Hg + \left(\frac{h_f}{Q^2} \right) \cdot Q^2 + \left(\frac{L \cdot j}{Q^{1,85}} \right) \cdot Q^{1,85}$$

Em que:

Hg = Desnível geométrico (m)

h_f = Perda de carga localizada (m)

Q = Vazão na tubulação (m/s)

L = Comprimento da tubulação (m)

j = Perda de carga linear (m)

As perdas de carga localizadas são calculadas através da expressão:

$$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$$

Sendo:

K_b = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete

K_r = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque

V_b = Velocidade do fluxo no barrilete

V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque

g = Aceleração da gravidade

h_b = Perda de carga localizada no barrilete

h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque

h_f = Perda de carga localizada total

CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

$$H_j = L \cdot j + h_f$$

Sendo:

L = Comprimento da tubulação

j = Perda de carga linear

h_f = Perda de carga localizada

H_j = Perda de carga total na tubulação

Potência da bomba

A potência da bomba será determinada pela fórmula:

$$P = \frac{W \cdot Q_{\max} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta}$$

Onde:

P = potência da bomba, em cv;

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

Q_{\max} = vazão máxima, em L/s;

Hg^* = desnível geométrico

$A.M.T.$ = altura manométrica total, em mca;

N_b = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

h = Rendimento do conjunto motor-bomba

Tipo de bombas:

hb = Rendimento da bomba

hm = Rendimento do motor

P = Potência por conjunto motor-bomba:

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

Potência comercial total da estação elevatória:

Para a escolha dos conjuntos moto-bombas e determinação do ponto de operação, é necessária a análise das curvas do sistema elevatório e das bombas disponíveis no mercado passíveis de serem utilizadas em cada caso, bem como o tipo de operação do sistema de bombeamento e as mesmas devem permitir passagem de sólidos de no mínimo 60mm ou motor otimizado para estações de efluentes. Bombas para drenagem não devem ser utilizadas para recalque de esgoto.

Golpe de aríete

Em consequência da parada brusca do líquido em circulação, ocorre nas canalizações uma sobrepressão, denominada de golpe de aríete.

Nas estações elevatórias de esgoto esse fenômeno é provocado pelo fechamento brusco da válvula de retenção devido à parada do motor, geralmente por falta ou pane no sistema elétrico.

Será feita a verificação do golpe de aríete para todas as elevatórias.

Este fenômeno ocorre da seguinte maneira:

- A parada do motor reduz a rotação do rotor da bomba, com conseqüente diminuição da vazão;
- O decréscimo da vazão origina, ao longo da canalização, uma onda de pressão negativa, ou seja, uma pressão inferior à pressão normal de trabalho. Este fenômeno ocorre muito rapidamente, desde a estação elevatória até a descarga final da linha de recalque.
- Quando a onda de pressão negativa alcança o ponto final imediatamente tem início um fenômeno contrário, evidenciando-se uma reação em que uma onda de pressão positiva inicia-se na boca de descarga e dirige-se até a bomba, completando um ciclo.

Esse ciclo continua, sempre diminuindo de intensidade, até que toda a energia é consumida para superar o atrito com as paredes do tubo.

A celeridade (velocidade) da onda de pressão, considerando a tubulação enterrada, será calculada pela fórmula:

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + \frac{K.D}{e}}}$$

Em que:

C = celeridade da onda de pressão, em m/s;

K = constante que depende do material da tubulação;

D = diâmetro do tubo, em mm;

e = espessura do tubo, em mm.

A sobrepressão máxima será calculada pela fórmula:

$$h_a = \frac{C.V}{g}$$

Onde:

c = Celeridade

v = velocidade máxima na tubulação de recalque

g = aceleração da gravidade

h_a = Incremento de pressão devido ao golpe

A sobrepressão, ou pressão dinâmica máxima atuante na tubulação, é obtida somando à pressão estática máxima da tubulação o incremento de pressão devido ao Golpe de Ariete. Ver equação a seguir:

$$S_p = P_{em} + h_a$$

Onde:

P_{em} = Pressão estática máxima

h_a = Acréscimo de pressão devido ao golpe

Dimensionamento do poço de sucção:

No dimensionamento do poço de sucção, serão atendidas duas exigências básicas:

- Intermitência na partida das bombas;
- Tempo de detenção do esgoto.

A primeira determinará o volume mínimo do poço em função da capacidade da bomba, e a segunda o volume máximo do poço em função da vazão afluyente de esgoto.

Intermitência nas partidas das bombas:

O intervalo de duas partidas consecutivas de uma mesma bomba será denominada de intermitência das partidas, sendo o valor considerado adequado o de 10 minutos, assim como o número máximo de partidas por hora seja inferior a seis. Estes cuidados visam proteger o motor e a chave compensadora do conjunto moto-bomba, mantendo a vida útil de projeto destes equipamentos.

Assim o volume útil mínimo do poço de sucção, ou seja, o volume entre o $N_{mín}$ e o $N_{máx}$ será de:

$$V_u = 2,5 \times Q_{\max}$$

Onde:

V_u = volume útil mínimo, em m³;

Q_{\max} = Vazão máxima afluente de fim de plano, l/s

Tempo de detenção:

Este cálculo fixa o volume máximo admitido para o poço de sucção, evitando a excessiva permanência do esgoto no poço e sua conseqüente decomposição, além da possibilidade da sedimentação de sólidos.

Usaremos a seguinte equação para verificação:

$$T_d = \frac{V_{\text{int}}}{Q_{\text{MED}}}$$

T_d = tempo de detenção do esgoto no poço de sucção, em min;

Q_{med} = vazão media de esgoto afluente à elevatória, em m³/min;

V_m = volume médio do poço de sucção, considerado desde o NA médio até o fundo do poço, em m³;

O valor máximo admitido será de 30 min.

No cálculo do volume médio do poço usaremos a seguinte equação:

$$V_{\text{int}} = A.h_i$$

Em que:

V_m = Volume médio do poço de sucção, em m³;

A = área do fundo do poço, em m²;

h_i = distância vertical entre o fundo do poço e o NA médio, ou seja o nível eqüidistante do NA máx e NA mín, em m;

A vazão mínima de dimensionamento para elevatória deverá ser de 5L/s mesmo que a contribuição seja menor.

Tratamento preliminar nas estações elevatórias

Em cada elevatória foram projetadas grades de limpeza manual e semi-mecanizada (quando a vazão for superior a 20 L/s) para proteção dos equipamentos de bombeamento. Também foi prevista uma caixa de areia associada a uma calha Parshall para proteção da ETE.

Grade de limpeza manual das elevatórias 1 e 3 e semi-mecanizada das elevatórias 2 e 4.

Na determinação das dimensões da grade das elevatórias, foram empregadas as fórmulas para vertedor retangular, na seguinte seqüência:

Definição de uma velocidade desejável para a vazão máxima, e cálculo da área livre da grade, através da fórmula:

$$A_u = \frac{Q_{\max}}{v}$$

Em que:

A_u = área livre da grade, em m²;

Q_{\max} = vazão máxima afluyente à elevatória, em m³/s;

V_{gr} = velocidade no canal da grade, em m/s.

Cálculo da seção de escoamento do canal pela fórmula:

$$A_t = S = \frac{A_u}{E}$$

Onde:

A_t = Área efetiva

S = Seção de escoamento do canal

Au = área útil

E = Eficiência da grade

Verificamos então a eficiência da grade:

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

Em que:

E = eficiência da grade;

a = afastamento entre as barras, em m;

t = espessura das barras, em m.

Em seguida, escolhemos uma largura para o canal da grade, verificando a altura da lâmina, fazendo o cálculo para um vertedor retangular:

$$B_g = \frac{A_t}{H}$$

Onde:

B_g = Largura do canal;

A_t = Vazão máxima, em m³/s;

H = Altura da lâmina

O número de barras será determinado logo em seguida pela fórmula:

$$N = \frac{B_g - a}{t + a}$$

Na qual:

N = número de barras da grade;

B_g = largura do canal da grade, em m;

a = afastamento entre as barras, em m;

t = espessura das barras, em m.

Definidas as dimensões da grade, poderemos então calcular as perdas de carga, para a grade limpa e 50% obstruída, assim segundo Metcalf & Eddy²:

$$\text{Para a grade limpa: } hf = 1,43 \times \frac{Vgr^2 - (Vgr \times E)^2}{2g}$$

$$\text{Para a grade 50\% suja: } hf_{50\%} = 1,43 \times \frac{(2 \times Vgr)^2 - (Vgr \times E)^2}{2g}$$

Em que:

hf = perda de carga da grade limpa, em m;

$hf_{50\%}$ = perda de carga da grade 50% suja, em m;

Vgr = velocidade no canal da grade, em m/s;

E = eficiência da grade;

g = aceleração da gravidade, em m/s².

Poderemos então calcular a velocidade para a vazão máxima, considerando as dimensões definitivas do canal da grade, assim:

Para a vazão máxima:

$$Vgr \text{ máx} = \frac{Q_{max}}{Au}$$

Em que:

$Vgr \text{ máx}$ = velocidade na grade para a vazão máxima, em m/s;

$Q \text{ máx}$ = vazão máxima, em m³/s;

Au = área livre da grade

Para determinar o comprimento do canal da grade, estabelecemos um tempo de retenção para a velocidade máxima, logo:

² Tratamiento y depuración de las aguas residuales - Editorial labor S.A. - Barcelona 1977.

$$L_g = \frac{Q_{\max} \cdot t'}{A_t}$$

com $t' = 3s$

Sendo:

L_g = comprimento do canal da grade, em m;

Q_{\max} = Vazão máxima

A_t = Área efetiva

t = tempo de retenção no canal da grade, em segundos.

Os calculos dos Tratamentos Preliminares e elevatórias estão demonstrados a seguir:

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 1 – EE1

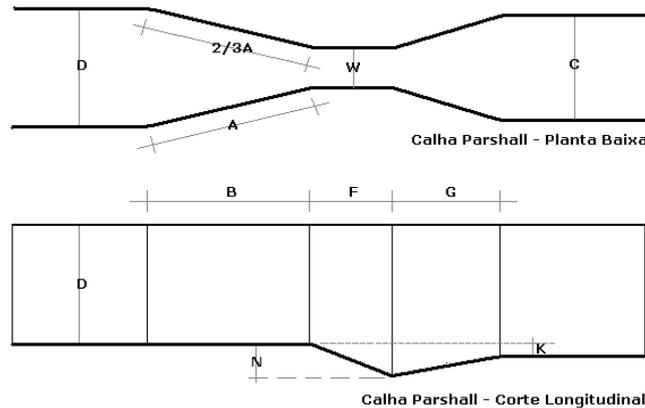
(Omitido por este elemento não fazer parte da alteração de escopo para a Meta I – ver Ficha Técnica)

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 2 – EE2

1. CALHA PARSHAL

As vazões a serem consideradas para o dimensionamento são:

Q min	6,76	L/s
Q med	13,53	L/s
Q máx	24,35	L/s



	W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
	(pol)	(cm)											
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9			
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85	53,8	
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4	
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9	
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6	
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	696,2	
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7	
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1426,3	
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5	
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80	2422,0	
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0	
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0	
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0	
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5660,0	

Será adotada a Calha Parshall com capacidade de atendimento entre a Qmin (1ª etapa) e a Qmax (2ª etapa).

Especificação: **3pol**

Para relacionar a vazão com a altura da lâmina de água, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q = K \times H^n$$

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1	30,5	1,522	0,690
1,5	45,7	1,538	1,054
2	61	1,550	1,426
3	91,5	1,566	2,182
4	122	1,578	2,935
5	152,5	1,587	3,728
6	183	1,595	4,515
7	213,5	1,601	5,306
8	244	1,606	6,101

Para W = 3pol

K	n
0,176	1,547

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

2. GRADEAMENTO

A vazão de contribuição da rede coletora superou o valor de 20l/s. Portanto, deve-se adotar um sistema com duas grades, sendo uma de espaçamento grosseiro e outra de espaçamento médio.

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

2.1 GRADEAMENTO GROSSEIRO

Gradeamento		Fórmulas:
Tipo de gradeamento	Grosseiro	$A_u = \frac{Q_{max}}{v}$ $E = \frac{a}{a + t}$ $A_t = S = \frac{A_u}{E}$ $B_g = \frac{A_t}{H}$ $L_g = \frac{Q_{max} \cdot t'}{A_t}$ com $t' = 3s$ $N = \frac{B_g \cdot a}{t + a}$
Especificação das barras:		
Largura (t)	16 mm	
Espessura (e)	48 mm	
Espaçamento (a)	50 mm	
Inclinação das barras (α):	45 °	
Velocidade entre as barras (v):	0,60 m/s	
Vazão de dimensionamento		
Qmin	6,76 L/s	
Qmed	13,53 L/s	
Qmax	24,35 L/s	
Obstrução máxima (R)	50%	
Dimensionamento		
Área útil (Au)	0,041 m ²	
Eficiência da grade (E)	75,8%	
Área efetiva (At)	0,054 m ²	
Comprimento do canal (Lg)	1,40 m	0,09
Largura do canal (Bg)	0,40 m	
Número de barras (N)	5,30 unid	
O número de barras da grade adotado	5,00 unid	

Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	At = Bg . (H-z)	Au = At . E	V
Qmin	0,0068 m ³ /s	0,122 m	0,062 m	0,0247 m ²	0,0187 m ²	0,36 m/s
Qmed	0,0135 m ³ /s	0,190 m	0,130 m	0,0522 m ²	0,0395 m ²	0,34 m/s
Qmax	0,0243 m ³ /s	0,278 m	0,218 m	0,0874 m ²	0,0662 m ²	0,37 m/s

Os valores de velocidade encontrados deveriam ser próximos a 0,60m/s (+/- 20%). Porém, as velocidades obtidas são consequência da seção do canal.

Verificação da perda de carga:

Obstrução	v	v'	hf
Grade Limpa	0,37m/s	0,28m/s	0,004 m
50%Obstruída	0,74m/s	0,28m/s	0,034 m

2.2 GRADEAMENTO MÉDIO

Gradeamento		Fórmulas:	
Tipo de gradeamento	Médio	$A_u = \frac{Q_{max}}{v}$ $E = \frac{a}{a+t}$ $A_t = S = \frac{A_u}{E}$ $B_g = \frac{A_t}{H}$ $L_g = \frac{Q_{max} \cdot t'}{At}$ com $t' = 3s$ $N = \frac{B_g \cdot a}{t+a}$	
Especificação das barras:			
Largura (t)	12 mm		
Espessura (e)	48 mm		
Espaçamento (a)	25 mm		
Inclinação das barras (α):	45 °		
Velocidade entre as barras (v):	0,60 m/s		
Vazão de dimensionamento			
Qmin	6,76 L/s		
Qmed	13,53 L/s		
Qmax	24,35 L/s		
Obstrução máxima (R)	50%		
Dimensionamento			
Área útil (Au)	0,041 m ²		
Eficiência da grade (E)	67,6%		
Área efetiva (At)	0,060 m ²		
Comprimento do canal (Lg)	1,20 m		
Largura do canal (Bg)	0,40 m	0,09	
Número de barras (N)	10,14 unid		
O número de barras da grade adotado	10,00 unid		

Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	At = Bg . (H-z)	Au = At . E	V
Qmin	0,0068 m ³ /s	0,122 m	0,062 m	0,0247 m ²	0,0187 m ²	0,36 m/s
Qmed	0,0135 m ³ /s	0,190 m	0,130 m	0,0522 m ²	0,0395 m ²	0,34 m/s
Qmax	0,0243 m ³ /s	0,278 m	0,218 m	0,0874 m ²	0,0662 m ²	0,37 m/s

Os valores de velocidade encontrados deveriam ser próximos a 0,60m/s (+/- 20%). Porém, as velocidades obtidas são consequência da seção do canal.

Verificação da perda de carga:

Obstrução	v	v'	hf
Grade Limpa	0,37m/s	0,25m/s	0,005 m
50%Obstruída	0,74m/s	0,25m/s	0,035 m

3. CAIXA DE AREIA

A caixa de areia ficará à montante da calha Parshall.

A velocidade do esgoto na caixa de areia deverá estar próxima de 0,30m/s, não devendo estar abaixo de 0,15m/s ou acima de 0,40m/s para evitar sedimentação de material orgânico (problemas com decomposição e geração de odor) ou arraste de partículas arenosa.

Velocidade do esgoto: 0,30 m/s

3,8

As vazões de dimensionamento da caixa de areia:

Vazões	2ª Etapa	
Q min	6,76	L/s
Q med	13,53	L/s
Q máx	24,35	L/s

A determinação da lâmina de esgoto é dada pela equação da calha Parshall:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

Vazão	L/s	m³/s	H
Q min	6,76	0,00676	0,122 m
Q max	24,35	0,02435	0,278 m
Q méd	13,53	0,01353	0,190 m

Dimensões da Caixa de Areia:

O dimensionamento consistirá em definir a sua seção transversal, seu comprimento, rebaixo para a calha Parshall e o depósito de areia.

Caixa de Areia com câmeras operando alternadamente		Fórmulas e Observações:
Tipo de Secção	Retangular	$z = \frac{Q_{max} \cdot H_{min} - Q_{min} \cdot H_{max}}{Q_{max} - Q_{min}}$ $H = H_{max} - z \quad L = 25 \cdot H$ $b = \frac{Q_{max}}{H \cdot V} \quad T = \frac{Q_{med}}{A}$
Rebaixo da calha Parshall (z)	0,06 m	
Altura máxima da lâmina d'água (H)	0,22 m	
Largura do canal calculado (bcc)	0,37 m	
Largura do canal adotado (bc)	0,40 m	
Largura total (b)	1,00 m	
Comprimento do canal (L)	5,46 m	
Comprimento do canal adotado (L)	3,00 m	
Taxa de escoamento superficial (T)*	973,80 m³/m².d	

(*) Varia entre 700 e 1600 m³/m²/d (Fonte: Tratamento de Águas Residuárias, J.M. Azevedo Neto) ou entre 600 e 1200 m³/m²/d (Fonte:

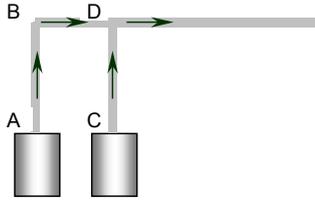
Depósito de areia		Fórmulas e Observações:
Taxa produção de material retido (Tp)	0,00004 m³/m³	$V_{MD} = T_p \cdot Q_{med}$ $V_T = t \cdot V_{MD}$
Período de limpeza (t)	15 dias	
Volume diário de material retido (V _{MD})	0,047 m³	
Capacidade do depósito (V _T)	0,701 m³	
Largura do depósito de areia (B _{DA})	0,40 m	
Comprimento do depósito (L _{DA})	3,00 m	
Profundidade do depósito de areia (p _{DA})	0,58 m	
Prof. do depósito de areia adotada (p _{DA})	0,40 m	

Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	S=Lx(H-z)	V
Qmin	0,0068 m³/s	0,122 m	0,062 m	0,0247 m²	0,27m/s
Qmed	0,0135 m³/s	0,190 m	0,130 m	0,0522 m²	0,26m/s
Qmax	0,0243 m³/s	0,278 m	0,218 m	0,0874 m²	0,28m/s

Considerando que a velocidade ficou em torno de 0,30m/s com variação menor que 20%, o dimensionamento da caixa de areia está adequado.

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Implantação	
Etapa Única	
2031	
<p>1. CARACTERÍSTICAS GERAIS O projeto foi concebido para a 2ª etapa, com funcionamento de uma bomba ativa e uma reserva.</p> <p>1.1 - LINHA DE RECALQUE Tipo de material da tubulação $Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento L = Comprimento da tubulação</p> <p>1.2 - ESTAÇÃO ELEVATORIA N_b = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas) N_{br} = Número de bombas reservas Tipo de bombas:</p> <p>2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES</p> <p>O cálculo do diâmetro econômico é obtido pela fórmula de Bresse (Equação 01): Onde: D = Diâmetro econômico K = Coeficiente da fórmula de Bresse Q = Vazão máxima de fim de plano, em m³/s</p> <p>Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a Equação 02: Onde: Q = Vazão na tubulação, em m³/s D = Diâmetro de recalque, em m</p> <p>2.1 - RECALQUE</p> <p>A partir da equação do diâmetro econômico, a tubulação de recalque (D_R) seria de: Deverá ser adotado diâmetro comercial próximo ao calculado, podendo ser inferior ou não, desde que seja verificada a velocidade desenvolvida no trecho (entre 0,6 e 3,0m/s). D_r = Diâmetro de recalque, em mm V = Velocidade do fluxo na tubulação, em m/s</p> <p>2.2 - BARRILETE</p> <p>O diâmetro do barrilete varia em função da vazão prevista para cada trecho, considerando o arranjo das bombas. Neste sentido, as vazões e os diâmetros previstos para cada trechos do barrilete são:</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Diâmetros calculados: $Q_{ad} = Q_{cd} =$ Diâmetros adotados: Velocidade no trecho, em</p> </div> </div> <p style="margin-left: 200px;"> $Q_{ad} = Q_{cd} =$ $\phi_{ad} = \phi_{cd} =$ $\phi_{ad} = \phi_{cd} =$ $v =$ </p> <p>2.3 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR</p> <p>Pela fórmula de HAZEN-WILLIAMS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação de recalque, conforme equação a seguir:</p> <p>Onde: j = Perda de carga linear Q = Vazão no trecho D = Diâmetro no tubo C = Coeficiente de Hazen-Williams</p> <p>Por esta equação, a perda de carga linear na tubulação é igual à: $j =$ perda de carga linear</p>	<p>Equação 01: $D = K \cdot \sqrt{Q}$</p> <p>1,20 0,0244 m³/s</p> <p>Equação 02: $V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$</p> <p>187 mm 150 mm 1,38 m/s</p> <p>Equação 03: $j = \frac{10,643 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$</p> <p>0,0244 m³/s 0,150 m 130</p> <p>0,01392m/m</p>

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações. Ver a Equação 04:

Onde:

- K_b = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete
- K_r = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque
- V_b = Velocidade do fluxo no barrilete
- V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- g = Aceleração da gravidade
- h_b = Perda de carga localizada no barrilete
- h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque
- h_f = Perda de carga localizada total

OBS: K foi obtido através do somatório de todos os K(s) relativos à todas as singularidades na linha de recalque e sucção. Ver tabela a seguir:

BARRILETE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	0,00	
Ampliação	0,19	0,00	
Redução	0,33	0,00	
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90	1,00	0,90
Tê (saída lateral)	2,00	0,00	
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Outros	1,00	0,00	

RECALQUE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação	0,19		
Redução	0,33		
Curva 90°	0,40	4,00	1,60
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20		
Válvula de retenção	3,00		
Outros	1,00	1,00	1,00

Equação 04:	
$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$	
	4,50
	2,60
	1,38 m/s
	1,38 m/s
	9,81 m/s ²
	0,44 m
	0,25 m
	0,69 m
K_b	4,50
K_r	2,60
K_{Total}	7,10

A perda de carga localizada será (h_f): **0,69 m**

2.5 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

Onde:

- L = Comprimento da tubulação
- j = Perda de carga linear
- h_f = Perda de carga localizada
- h_j = Perda de carga distribuída
- H_t = Perda de carga total na tubulação

Equação 05:	
$H_t = L \cdot j + h_f$	
	601,46 m
	0,01392m/m
	0,69 m
	8,37 m
	9,06 m

3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATORIA

3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Ver a Equação 06:

Onde:

- $C_{m\acute{a}x,rec}$ = Cota do ponto mais alto da linha de recalque
- $C_{m\acute{i}n,suc}$ = Cota do nível mínimo do poço de sucção

Desta forma obtém-se o seguinte desnível geométrico

- H_g = Desnível Geométrico
- h' = Acréscimo de desnível como coeficiente de segurança

Adotaremos um valor de 0 m como coeficiente de segurança a ser acrescentado no desnível geométrico a fim de garantir um bom funcionamento da linha de recalque, ficando o desnível geométrico igual a 12,48 m.

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

Onde:

- H_g^* = Desnível Geométrico
- H_j = Perda de carga total
- AMT = Altura Manométrica Total

3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

Onde:

- P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória
- W = Peso específico do líquido a ser recalcado
- $Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão de bombeamento para fim de plano
- $Q_{m\acute{a}x'}$ = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba
- H_g^* = desnível geométrico
- AMT = Altura Manométrica Total
- N_b = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo
- h = Rendimento do conjunto motor-bomba
- F_s = Fator de segurança

Para o cálculo, adotou-se as bombas com as seguintes características

- Tipo de bombas:
- Modelo avaliado:
- h_b = Rendimento da bomba
- h_m = Rendimento do motor

Aplicando a Equação 09, a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

P = Potência instalada por conjunto motor-bomba:

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

Potência comercial total da estação elevatória:

OBS: Uma bomba com capacidade de 10% de fator de serviço, atende até uma potência de 22CV

3.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Na Figura a seguir, estão apresentadas as curvas características da bomba e do sistema. A curva do sistema foi caracterizada em função da vazão, conforme equação abaixo:

Equação 10:

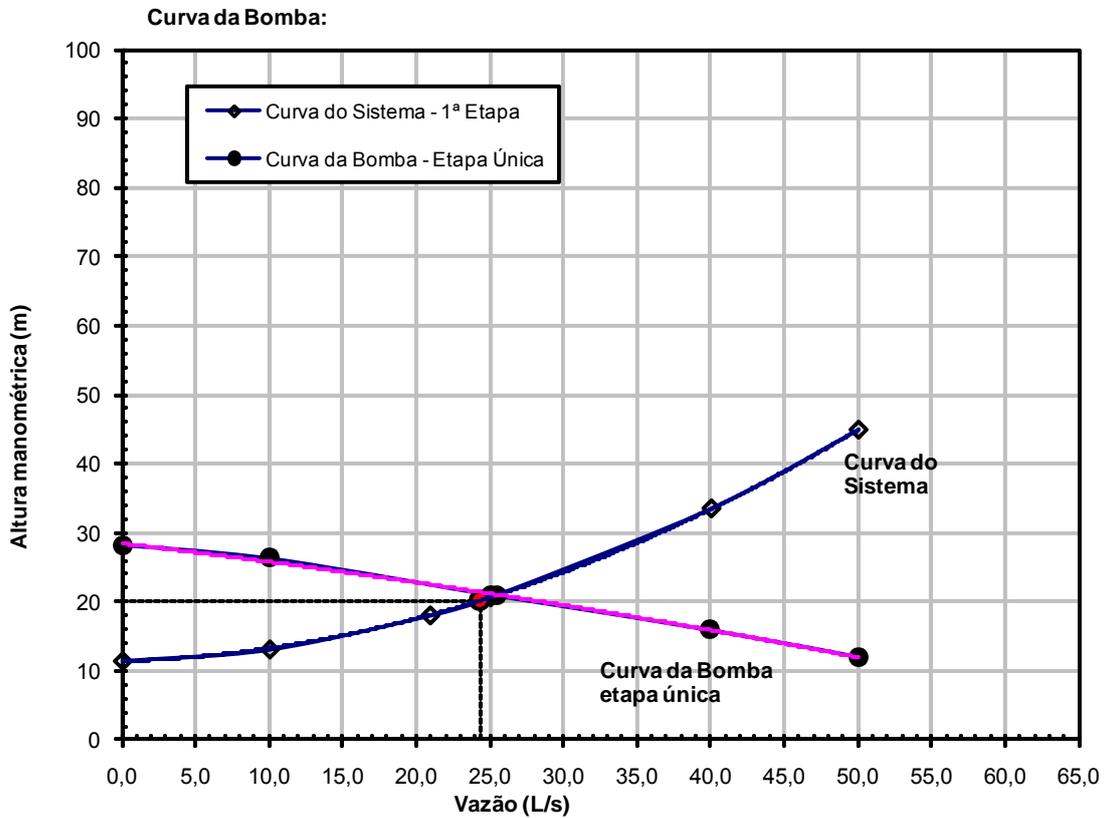
$$AMT = H_g + \left(\frac{h_f}{Q^2}\right) \cdot Q^2 + \left(\frac{L \cdot j}{Q^{1,85}}\right) \cdot Q^{1,85}$$

Aplicando os valores obtidos ao longo do dimensionamento, chega-se à seguinte curva do sistema:

$$AMT = 12,48 + 0,001159 \cdot Q^2 + 0,022799 \cdot Q^{1,85}$$

Equação 06:	
$H_g = C_{MAX,rec} - C_{MIN,suc}$	
	70,210
	57,732
	12,48 m
	0,00 m
$H_g^* =$	12,48 m
Equação 07:	
$AMT = H_g^* + H_j$	
	12,48 m
	9,06 m
	21,54 m
Equação 09:	
$P = \frac{W \cdot Q_{max} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \cdot F_s$	
	1000 Kg/m ³
	0,0244 m ³ /s
	0,0244 m ³ /s
	12,48 m
	21,54 m
	1 bomba(s)
	64,1%
	1,00
	Submersíveis
	79,6%
	80,5%
	10,9 CV
	10,8 HP
	8,02 kW
	10,0 CV
	10,0 CV

CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA E DO SISTEMA
EQUAÇÃO DO SISTEMA: Hmt (m) x Q (l/s)
AMT = 12,48 + 0,001094 . Q² + 0,022799 . Q^(1,85)



Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO	MÁXIMA AFLUENTE DE FIM DE PLANO - Q_{max} (L/s)	19,84
	MÉDIA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - Q_{med} (L/s)	6,90
	MÍNIMA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - Q_{min} (L/s)	3,45
BOMBAS	Nº DE BOMBAS ATIVA(S)	01
	Nº DE BOMBAS RESERVA(S)	01
	TIPO DE BOMBA	Submersíveis
	VAZÃO DE BOMBEAMENTO - Q_{bom} (L/s)	19,840
POÇO DE SUÇÃO	COTA DO TERRENO NATURAL - CT (m)	61,85
	COTA DO TUBO DE CHEGADA - CCJ (m)	58,78
	FOLGA ENTRE O NA.max E A SOLEIRA DO TUBO - F (m)	0,20
	SUBMERGÊNCIA MÍNIMA - S_{bm} (m)	0,50
	SECÇÃO TRANSVERSAL DO POÇO DE SUÇÃO - S (m ²)	QUADRADO
	COMPRIMENTO INTERNO DO LADO DO POÇO (m)	2,50
	VOLUME ÚTIL CALCULADO V_{Ucalc} (m ³)	2,98
	ALTURA ÚTIL CALCULADA - h_{Ucalc} (m)	0,48
	ALTURA ÚTIL ADOTADA - h_{Uadot} (m)	0,60
	VOLUME ÚTIL ADOTADO V_{Uadot} (m ³)	3,75
	PROFUNDIDADE DO POÇO EM RELAÇÃO AO TERRENO - P (m)	5,94
	COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO - NA_{max} (m)	58,332
COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMO - NA_{min} (m)	57,732	
COTA DO FUNDO DO POÇO - CF_p (m)	57,232	
TEMPO DE DETENÇÃO	ÁREA INTERNA DO POÇO - A (m ²)	6,25
	ALTURA MÉDIA DO NA - h_{med} (m)	0,80
	VOLUME MÉDIO DO POÇO - V_{med} (m ³)	5,00
	DESCONTO DO CHANFRO + BOMBAS - V_c (m ³)	0,75
	TEMPO DE DETENÇÃO MÉDIA - T_d (minutos)	10,27
TEMPO DE CICLO MÍNIMO (min) - T_c		21,94
NÚMERO MÁXIMO DE PARTIDAS POR HORA - N_{par}		2,73

EQUAÇÕES UTILIZADAS NO CÁLCULO

$$V_u = 2,5 \times Q_{max}$$

$$h_u = \frac{V_u}{A}$$

$$V_{Uadot} = A \cdot h_{Uadot}$$

$$h_i = \frac{h_{Uadot}}{2} + (C_{NA_{min}} - C_{fundo})$$

$$C_{NA_{min}} = C_{NA_{max}} - h_{Uadot}$$

$$C_{fundo} = C_{NA_{min}} - h_{RB}$$

$$V_{int} = A \cdot h_i$$

$$T_d = \frac{V_{int}}{Q_{MED}}$$

$$T_{cmin} = \frac{V_{Uadot}}{Q_{min}} + \frac{V_{Uadot}}{Q_{bom} - Q_{min}}$$

$$N_{par} = \frac{60 \text{ (min/ hor)}}{T_{cmin}}$$

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 3 – EE3

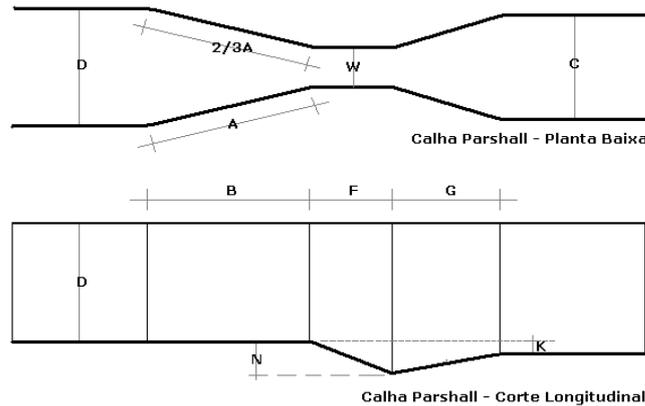
(Omitido por este elemento não fazer parte da alteração de escopo para a Meta I – ver Ficha Técnica)

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 4 – EE4

1. CALHA PARSHALL

As vazões a serem consideradas para o dimensionamento são:

Q min	21,12	L/s
Q med	42,24	L/s
Q máx	76,03	L/s



	W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (l/s)	Q max (l/s)
	(pol)	(cm)											
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9			
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85	53,8	
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4	
9pol	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9	
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6	
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	696,2	
2	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7	
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1426,3	
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5	
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,80	2422,0	
6	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0	
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0	
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0	
10	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5660,0	

Será adotada a Calha Parshall com capacidade de atendimento entre a Qmin (1ª etapa) e a Qmax (2ª etapa).

Especificação: **6pol**

Para relacionar a vazão com a altura da lâmina de água, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q = K \times H^n$$

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1	30,5	1,522	0,690
1,5	45,7	1,538	1,054
2	61	1,550	1,426
3	91,5	1,566	2,182
4	122	1,578	2,935
5	152,5	1,587	3,728
6	183	1,595	4,515
7	213,5	1,601	5,306
8	244	1,606	6,101

Para W = 6pol

K	n
0,381	1,580

$$Q = 0,381 H^{1,580}$$

2. GRADEAMENTO

A vazão de contribuição da rede coletora superou o valor de 20l/s. Portanto, dever-se-á adotar um sistema com duas grades, sendo uma de espaçamento grosseiro e outra de espaçamento médio.

- a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
- b) Grades médias: 2 a 4 cm
- c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tipo Grade	Seção da Barra
Grosseira	3/8 X 2
	3/8 X 2 1/2
	1/2 X 1 1/2
	1/2 X 2
Média	5/16 X 2
	3/8 X 1 1/2
	3/8 X 2
Fina	1/4 X 1 1/2
	5/16 X 1 1/2
	3/8 X 1 1/2

2.1 GRADEAMENTO GROSSEIRO

Gradeamento		Fórmulas:
Tipo de gradeamento	Grosseiro	$A_u = \frac{Q_{max}}{v}$ $E = \frac{a}{a + t}$ $A_t = S = \frac{A_u}{E}$ $B_g = \frac{A_t}{H}$ $L_g = \frac{Q_{max} \cdot t'}{A_t}$ com $t' = 3s$ $N = \frac{B_g \cdot a}{t + a}$
Especificação das barras:		
Largura (t)	16 mm	
Espessura (e)	48 mm	
Espaçamento (a)	50 mm	
Inclinação das barras (α):	45 °	
Velocidade entre as barras (v):	0,60 m/s	
Vazão de dimensionamento		
Qmin	21,12 L/s	
Qmed	42,24 L/s	
Qmax	76,03 L/s	
Obstrução máxima (R)	50%	
Dimensionamento		
Área útil (Au)	0,127 m ²	
Eficiência da grade (E)	75,8%	
Área efetiva (At)	0,167 m ²	
Comprimento do canal (Lg)	1,40 m	
Largura do canal (Bg)	0,40 m	0,09
Número de barras (N)	5,30 unid	
O número de barras da grade adotado	5,00 unid	

Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	At = Bg . (H-z)	Au = At . E	v
Qmin	0,0211 m ³ /s	0,160 m	0,080 m	0,0321 m ²	0,0243 m ²	0,87 m/s
Qmed	0,0422 m ³ /s	0,249 m	0,169 m	0,0674 m ²	0,0511 m ²	0,83 m/s
Qmax	0,0760 m ³ /s	0,361 m	0,281 m	0,1122 m ²	0,0850 m ²	0,89 m/s

Os valores de velocidade encontrados deveriam ser próximos a 0,60m/s (+/- 20%). Porém, as velocidades obtidas são consequência da seção do canal.

Verificação da perda de carga:

Obstrução	v	v'	hf
Grade Limpa	0,89m/s	0,68m/s	0,025 m
50%Obstruída	1,79m/s	0,68m/s	0,200 m

2.2 GRADEAMENTO MÉDIO

Gradeamento		Fórmulas:	
Tipo de gradeamento	Médio	$A_u = \frac{Q_{max}}{v}$	$E = \frac{a}{a+t}$
Especificação das barras:			
Largura (t)	12 mm		
Espessura (e)	48 mm	$A_t = S = \frac{A_u}{E}$	$B_g = \frac{A_t}{H}$
Espaçamento (a)	25 mm		
Inclinação das barras (α):	45 °		
Velocidade entre as barras (v):	0,60 m/s	$L_g = \frac{Q_{max} \cdot t'}{A_t}$ com $t' = 3s$	$N = \frac{B_g \cdot a}{t+a}$
Vazão de dimensionamento			
Qmin	21,12 L/s		
Qmed	42,24 L/s		
Qmax	76,03 L/s		
Obstrução máxima (R)	50%		
Dimensionamento			
Área útil (Au)	0,127 m ²		
Eficiência da grade (E)	67,6%		
Área efetiva (At)	0,188 m ²		
Comprimento do canal (Lg)	1,20 m		
Largura do canal (Bg)	0,40 m	0,09	
Número de barras (N)	10,14 unid		
O número de barras da grade adotado	10,00 unid		

Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	At = Bg . (H-z)	Au = At . E	V
Qmin	0,0211 m ³ /s	0,160 m	0,080 m	0,0321 m ²	0,0243 m ²	0,87 m/s
Qmed	0,0422 m ³ /s	0,249 m	0,169 m	0,0674 m ²	0,0511 m ²	0,83 m/s
Qmax	0,0760 m ³ /s	0,361 m	0,281 m	0,1122 m ²	0,0850 m ²	0,89 m/s

Os valores de velocidade encontrados deveriam ser próximos a 0,60m/s (+/- 20%). Porém, as velocidades obtidas são consequência da seção do canal.

Verificação da perda de carga:

Obstrução	v	v'	hf
Grade Limpa	0,89m/s	0,60m/s	0,032 m
50%Obstruída	1,79m/s	0,60m/s	0,207 m

3. CAIXA DE AREIA

A caixa de areia ficará à montante da calha Parshall.

A velocidade do esgoto na caixa de areia deverá estar próxima de 0,30m/s, não devendo estar abaixo de 0,15m/s ou acima de 0,40m/s para evitar sedimentação de material orgânico (problemas com decomposição e geração de odor) ou arraste de partículas arenosa.

Velocidade do esgoto: 0,30 m/s

3,8

As vazões de dimensionamento da caixa de areia:

Vazões	2ª Etapa	
Q min	21,12	L/s
Q med	42,24	L/s
Q máx	76,03	L/s

A determinação da lâmina de esgoto é dada pela equação da calha Parshall:

$$Q = 0,176 H^{1,547}$$

Vazão	L/s	m³/s	H
Q min	21,12	0,02112	0,160 m
Q max	76,03	0,07603	0,361 m
Q méd	42,24	0,04224	0,249 m

Dimensões da Caixa de Areia:

O dimensionamento consistirá em definir a sua seção transversal, seu comprimento, rebaixo para a calha Parshall e o depósito de areia.

Caixa de Areia com câmeras operando alternadamente		Fórmulas e Observações:
Tipo de Secção	Retangular	$z = \frac{Q_{max} \cdot H_{min} - Q_{min} \cdot H_{max}}{Q_{max} - Q_{min}}$ $H = H_{max} - z \quad L = 25 \cdot H$ $b = \frac{Q_{max}}{H \cdot V} \quad T = \frac{Q_{med}}{A}$
Rebaixo da calha Parshall (z)	0,08 m	
Altura máxima da lâmina d'água (H)	0,28 m	
Largura do canal calculado (bcc)	0,90 m	
Largura do canal adotado (bc)	0,85 m	
Largura total (b)	1,90 m	
Comprimento do canal (L)	7,02 m	
Comprimento do canal adotado (L)	7,00 m	
Taxa de escoamento superficial (T)*	613,37 m³/m².d	

(*) Varia entre 700 e 1600 m³/m²/d (Fonte: Tratamento de Águas Residuárias, J.M. Azevedo Neto) ou entre 600 e 1200 m³/m²/d (Fonte:

Depósito de areia		Fórmulas e Observações:
Taxa produção de material retido (Tp)	0,00004 m³/m³	$V_{MD} = T_p \cdot Q_{med}$ $V_T = t \cdot V_{MD}$
Período de limpeza (t)	15 dias	
Volume diário de material retido (V _{MD})	0,146 m³	
Capacidade do depósito (V _T)	2,190 m³	
Largura do depósito de areia (B _{DA})	0,85 m	
Comprimento do depósito (L _{DA})	7,00 m	
Profundidade do depósito de areia (p _{DA})	0,37 m	
Prof. do depósito de areia adotada (p _{DA})	0,40 m	

Verificação das velocidades

	Vazão (Q)	H	H - z	S=Lx(H-z)	V
Qmin	0,0211 m³/s	0,160 m	0,080 m	0,0682 m²	0,31m/s
Qmed	0,0422 m³/s	0,249 m	0,169 m	0,1433 m²	0,29m/s
Qmax	0,0760 m³/s	0,361 m	0,281 m	0,2385 m²	0,32m/s

Considerando que a velocidade ficou em torno de 0,30m/s com variação menor que 20%, o dimensionamento da caixa de areia está adequado.

Cálculo da Linha de Recalque e Conjunto Motor-Bomba

Como a diferença das vazões é menor que 20%, adotou-se uma etapa única

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

1.1 - LINHA DE RECALQUE

Tipo de material da tubulação

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de bombeamento

L = Comprimento da tubulação

1.2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

N_b = Número de bombas em funcionamento simultâneo (ativas)

N_{br} = Número de bombas reservas

Tipo de bombas:

2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

2.1 - CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÔMICO

$$D = K \cdot \sqrt{Q}$$

K = Coeficiente da fórmula de Bresse

Q = Vazão máxima de fim de plano, em m³/s

D = Diâmetro de recalque

D_r = Diâmetro de recalque Adotado.

D_b = Diâmetro de barrilete Adotado.

2.2 - CÁLCULO DA VELOCIDADE NO TRECHO

$$V = \frac{4 \cdot Q^2}{\pi \cdot D^2}$$

Q = Vazão na tubulação, em m³/s

D = Diâmetro de recalque, em m

V = Velocidade do fluxo na tubulação de recalque, em m/s

V = Velocidade do fluxo na tubulação do barrilete, em m/s

2.3 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

$$j = \frac{10,643 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

j = Perda de carga linear

Q = Vazão no trecho

D = Diâmetro no tubo

C = Coeficiente de Hazen-Williams

j = perda de carga linear

Implantação	
Etapa Única	
2031	
DEFoFo	
76,03 L/s	
2.461,00 m	
1 bomba	
1 bomba	
Submersíveis	
1,20	
0,076 m ³ /s	
331 mm	
300 mm	
300 mm	
0,0760 m ³ /s	
300 mm	
1,08 m/s	
1,08 m/s	
0,0760 m ³ /s	
0,300 m	
130	
0,00391m/m	

2.4 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

$$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$$

Onde:

- K_b = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete
- K_r = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque
- V_b = Velocidade do fluxo no barrilete
- V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque
- g = Aceleração da gravidade
- h_b = Perda de carga localizada no barrilete
- h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque
- h_f = Perda de carga localizada total

5,50
3,00
1,08 m/s
1,08 m/s
9,81 m/s ²
0,32 m
0,18 m
0,50 m

* K foi obtido através do somatório de todos os $K(s)$ relativos à todas as singularidades na linha de recalque e sucção.

Barrilete			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	0,00	
Ampliação $d/D=3/4$	0,19	0,00	
Redução $d/D=1/2$	0,33	0,00	
Curva 90°	0,40	1,00	0,40
Tê (passagem direta)	0,90	1,00	0,90
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00	1,00	3,00
Outros	1,00	1,00	1,00

Recalque			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20		
Ampliação $d/D=3/4$	0,19		
Redução $d/D=1/2$	0,33		
Curva 90°	0,40	5,00	2,00
Tê (passagem direta)	0,90		
Tê (saída lateral)	2,00		
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20	0,00	
Válvula de retenção	3,00	0,00	
Outros	1,00	1,00	1,00

K_b	5,50
K_r	3,00
K_{Total}	8,50

A perda de carga localizada será (h_f) : 0,50 m

2.5 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

$$H_j = L \cdot j + h_f$$

- L = Comprimento da tubulação
- j = Perda de carga linear
- h_f = Perda de carga localizada
- H_j = Perda de carga total na tubulação

2.461,00 m
0,00391m/m
0,50 m
10,13 m 15

3. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

3.1 - CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA

$$H_g = C_{MAX,rec} - C_{MIN,suc}$$

$C_{máx,rec}$ = Cota do ponto mais alto da linha de recalque

$C_{mín,suc}$ = Cota do nível mínimo do poço de sucção

H_g = Desnível Geométrico

A altura manométrica total (AMT) será dada pela equação a seguir:

$$AMT = H_g^* + H_j$$

Onde:

H_g^* = Desnível Geométrico

H_j = Perda de carga total

AMT = Altura Manométrica Total

3.2 - CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

$$P = \frac{W \cdot Q_{max} \cdot AMT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta}$$

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

$Q_{máx}$ = Vazão de bombeamento para fim de plano para cada bomba

H_g^* = desnível geométrico

AMT = Altura Manométrica Total

N_b = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

η = Rendimento do conjunto motor-bomba

Tipo de bombas:

η_b = Rendimento da bomba

η_m = Rendimento do motor

P = Potência por conjunto motor-bomba:

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

Potência comercial total da estação elevatória:

3.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

$$AMT = H_g + \left(\frac{h_f}{Q^2} \right) \cdot Q^2 + \left(\frac{L \cdot j}{Q^{1,85}} \right) \cdot Q^{1,85}$$

Aplicando os valores obtidos ao longo do dimensionamento, chega-se à seguinte curva do sistema:

$$AMT = 21,93 + 0,001387 \cdot Q^2 + 0,022042 \cdot Q^{1,85}$$

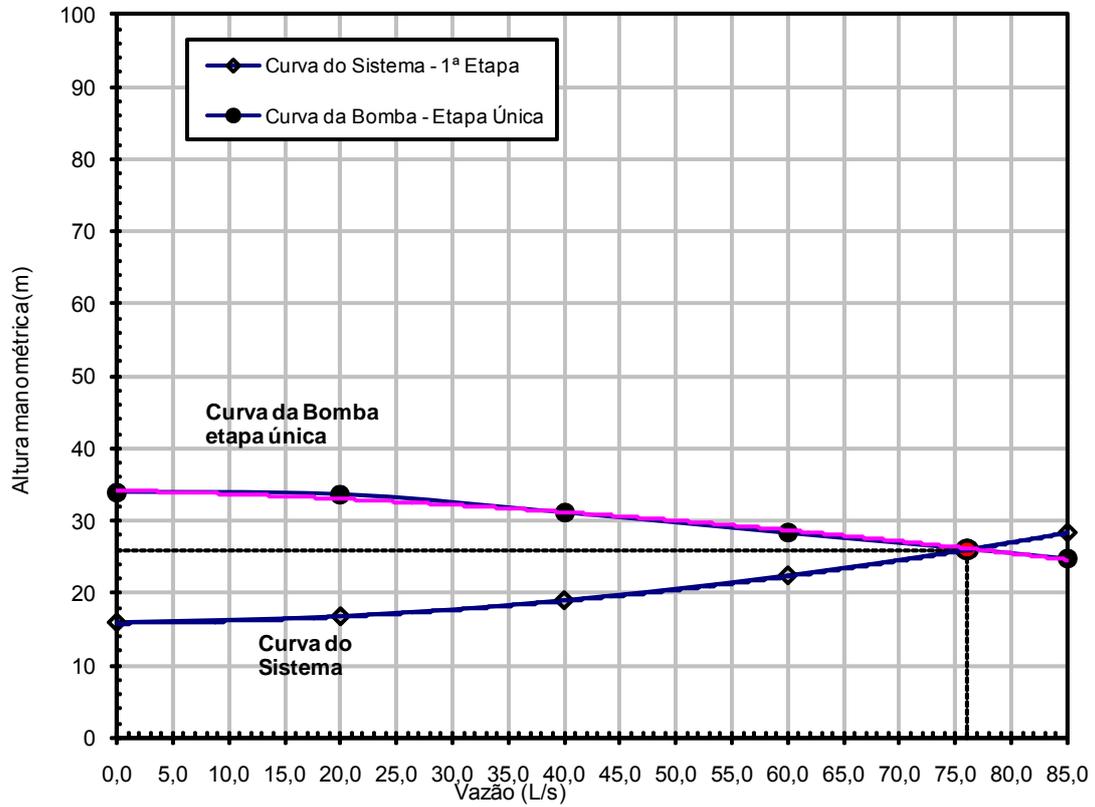
	64,100
	48,285
	15,815
	15,82 m
	10,13 m
	25,95 m
	1000 Kg/m ³
	0,0760 m ³ /s
	15,82 m
	25,95 m
	1 bomba(s)
	87,0%
	Submersíveis
	87,0%
	88,0%
	30,2 CV
	29,8 HP
	22,22 kW
	35,00 CV
	35,00 CV

CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA E DO SISTEMA

EQUAÇÃO DO SISTEMA
 AMT (m) x Q (l/s)

$$AMT = 21,93 + 0,001387 \cdot Q^2 + 0,022042 \cdot Q^{(1,85)}$$

Curva da Bomba:



Cálculo do Poço de sucção		
VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO	MÁXIMA AFLUENTE DE FIM DE PLANO - Q_{max} (L/s)	76,03
	MÉDIA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - Q_{med} (L/s)	42,24
	MÍNIMA AFLUENTE DE INÍCIO DE PLANO - Q_{min} (L/s)	21,12
BOMBAS	Nº DE BOMBAS ATIVA(S)	01
	Nº DE BOMBAS RESERVA(S)	01
	TIPO DE BOMBA	Submersíveis
	VAZÃO DE BOMBEAMENTO - Q_{bom} (L/s)	76,03
POÇO DE SUCÇÃO	COTA DO TERRENO NATURAL - CT (m)	49,920
	COTA DE CHEGADA NO POÇO	49,435
	FOLGA ENTRE O NA.max E A SOLEIRA DO TUBO - F (m)	0,20
	SUBMERGÊNCIA MÍNIMA - S_{bm} (m)	0,95
	SECÇÃO TRANSVERSAL DO POÇO DE SUCÇÃO - S (m ²)	QUADRADO
	COMPRIMENTO INTERNO DO LADO DO POÇO (m)	3,50
	VOLUME ÚTIL CALCULADO V_{Ucalc} (m ³)	11,40
	ALTURA ÚTIL CALCULADA - h_{Ucalc} (m)	0,93
	ALTURA ÚTIL ADOTADA - h_{Uadot} (m)	0,95
	VOLUME ÚTIL ADOTADO V_{Uadot} (m ³)	11,64
	PROFUNDIDADE DO POÇO EM RELAÇÃO AO TERRENO - P (m)	2,59
	COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO - NA_{max} (m)	49,235
	COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMO - NA_{min} (m)	48,285
COTA DO FUNDO DO POÇO - CFp (m)	47,335	
TEMPO DE DETENÇÃO	ÁREA INTERNA DO POÇO - A (m ²)	12,25
	ALTURA MÉDIA DO NA - h_{med} (m)	1,43
	VOLUME MÉDIO DO POÇO - V_{med} (m ³)	17,46
	DESCONTO DO CHANFRO + BOMBAS - V_c (m ³)	1,37
	TEMPO DE DETENÇÃO MÉDIA - T_d (minutos)	6,35
TEMPO DE CICLO MÍNIMO (min) - T_c		12,72
NÚMERO MÁXIMO DE PARTIDAS POR HORA - N_{par}		4,72
EQUAÇÕES UTILIZADAS NO CÁLCULO		
$V_u = 2,5 \times Q_{max}$		
$h_u = \frac{V_u}{A}$		
$V_{Uadot} = A \cdot h_{Uadot}$		
$h_i = \frac{h_{Uadot}}{2} + (C_{NAmin} - C_{fundo})$		
$C_{NAmin} = C_{NAmax} - h_{Uadot}$		
$C_{fundo} = C_{NAmin} - h_{RB}$		
$V_{int} = A \cdot h_i$		
$T_d = \frac{V_{int}}{Q_{MED}}$		
$T_{Cmin} = \frac{V_{Uadot}}{Q_{min}} + \frac{V_{Uadot}}{Q_{bom} - Q_{min}}$		
$N_{par} = \frac{60(\text{min/ hor})}{T_{Cmin}}$		

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

1.1 Concepção do Sistema

O projeto do sistema de tratamento de esgoto ora apresentado será destinado para atender a população de final de plano, já que a diferença de vazão entre 10 e 20 anos é pequena para se considerar divisão de módulos, com isso foi escolhido o menor número de módulos possível para se viabilizar a operação, sendo considerado 2 (dois) módulos de cada elemento da ETE, sendo este o número de módulo mínimo para se ter um bom funcionamento da estação. A área destinada à implantação da ETE possui área suficiente para a implantação da ETE.

A Estação de Tratamento de Esgoto será composta por 2 módulos de: Reatores UASB, Filtro Submerso Aerado (FSA), Decantadores Lamelares, Tanques de Contato, Leito de secagem e 1 módulo de Tanque de águas Recuperadas, Estação de Queima de Biogás, casa de operação e guarita.

A concepção do sistema teve como preocupação os seguintes aspectos:

- Tecnologia eficaz em nível de projeto, implantação, operação e manutenção do sistema;
- Implantação de um sistema de tratamento de acordo com a densidade demográfica;
- Solução mais viável do ponto de visto de custo x benefício;
- Sistema usual pela concessionária.

1.1.1 Estudo de Alternativas

O estudo de alternativas teve o objetivo de avaliar as opções possíveis para a configuração do sistema de tratamento da sede de Itaitinga, considerando-se os aspectos tecnológicos, ambientais e financeiros.

Foi descartado o emprego de soluções individuais para tratamento de esgoto com uso de fossa e sumidouro, que não é recomendável para considerável densidade demográfica.

O estudo resumiu-se à avaliação das opções possíveis para o tratamento dos esgotos. Foram estudadas três alternativas.

a) Alternativa 1

Contempla o tratamento com uso de um sistema de lagoas de estabilização. O conjunto seria composto por uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação, em série.

O sistema de lagoa facultativa proporciona uma redução da matéria orgânica através de ações de bactérias aeróbia no período diurno e anaeróbio no decorrer da noite. Após um período de detenção de no mínimo 15 dias o efluente direcionado para a primeira e posteriormente para segunda lagoa de maturação recebe por incidência de raios solares o tratamento predominante na desisfecção.

Vantagens:

- A construção e a operação desse sistema são consideradas relativamente simples;
- Eficiência no tratamento, remoção de matéria orgânica e organismos patogênicos;
- Há uma reduzida produção de lodo.
- Não há necessidade do uso de produto químico.

Desvantagens:

- Elevados requisitos de área para implantação do sistema;

- Elevados custos de implantação dependendo da topografia da área;
- Possibilidade do descaso na manutenção devido à aparente simplicidade operacional;
- Possibilidade da proliferação de insetos;

b) Alternativa 2

Consiste na implantação de uma ETE com tratamento biológico, através de reatores UASB (*upflow anaerobic sludge blanket*), filtros submersos aerados (FSA) e decantadores lamelares de alta taxa, com posterior desinfecção do efluente em tanque de contato.

No reator UASB, é realizado o tratamento por processo anaeróbio, conseguindo-se uma redução de grande parte da matéria orgânica biodegradável. O pós-tratamento do efluente do reator UASB é feito no FSA por processo aeróbio, obtendo-se uma qualidade em nível secundário. O efluente do FSA passa por um decantador lamelar de alta taxa para a remoção de sólidos. Antes de ser encaminhado ao emissário final, o efluente é ainda desinfectado no tanque de contato, com a aplicação de cloro.

Vantagens:

- Requisitos de área bastante inferiores em comparação aos das lagoas de estabilização;
- Maior praticidade de modulação, simplificando o planejamento e possibilitando a implantação por etapas;
- Instalação compacta da ETE;
- Eficiência na remoção de DBO e DQO;
- Os reatores UASB têm tolerância a elevadas cargas orgânicas.

Desvantagens:

- Necessidade de processamento do lodo descartado com mais frequência;
- Necessidade de maior controle na operação que o sistema de lagoas de estabilização;
- Possibilidade de geração de maus odores no reator UASB (porém controláveis).

c) Alternativa 03

Consiste na implantação de uma ETE de lodos ativados, tanque de aeração e decantador secundário, com posterior desinfecção do efluente em tanque de contato.

O tratamento é feito no tanque de aeração e no decantador secundário, que constituem o sistema de lodos ativados, obtendo-se uma qualidade de efluente excelente, além de evitar mau odores na área de tratamento. Antes de ser encaminhado ao emissário final, o efluente é ainda desinfectado no tanque de contato, com a aplicação de cloro.

Vantagens:

- Requisitos de área bastante inferiores em comparação aos das lagoas de estabilização;
- Elevada eficiência na remoção de matéria orgânica (DBO e DQO);
- Melhor controle operacional;
- Elevada resistência à variação de carga orgânica;
- Baixa demanda de área (média = 0,10 m² por habitante);
- Instalação compacta;
- Satisfatória independência das condições atmosféricas; e,

- Reduzidas possibilidades de maus odores, insetos e vermes.

Desvantagens:

- Elevado índice de mecanização;
- Elevado consumo de energia elétrica (7 kwh/habitante.ano);
- Baixa eficiência na remoção de patogênicos (90%), por isso da necessidade de desinfecção.

Quanto à Alternativa 1, apresentou como principal obstáculo à aquisição de terreno amplo em local adequado, distante dos imóveis.

A Alternativa 3 foi descartada tendo em vista a complexidade operacional e o alto consumo de energia, já que o efluente final não terá necessidade de enquadramento em classe 1.

Assim, baseando-se no critério técnico-operacional e ambiental, considerando a eficiência na remoção de DBO e DQO, a possibilidade de uma instalação compacta e modulada, foi escolhida a alternativa 2 para o sistema projetado.

1.2 Estação de Tratamento de Esgoto

1.2.1 Características dos Efluentes

O conhecimento das características das águas residuárias constitui um dos primeiros passos para o estudo preliminar de projetos, em que os possíveis tipos de tratamentos só podem ser selecionados a partir do levantamento destas características. Da mesma forma, é conhecido também o potencial poluidor, quando estes efluentes são lançados no corpo receptor sem tratamento adequado.

Os esgotos da sede de Itaitinga apresentam características típicas de efluentes sanitários domésticos.

1.2.2 Identificação do Sistema Adotado

Tendo em vista as características dos efluentes, optou-se por adotar um tratamento biológico dos despejos. Assim, o tratamento será feito através de um sistema combinado constituído de:

- Reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB's);
- Filtros Submersos Aerado (FSA's)
- Decantador Lamelar (DL's);
- Tanque de contat (TC's);
- Leito de secagem (LS's);
- Tanque de água recuperada (TAR);
- Queimador de gás;
- Casa de Operação (CO);
- Guarita.

A fim de facilitar a implantação da ETE, dividiu-se a estação de tratamento de esgoto em 2 (dois) módulos.

1.2.3 Descrição das Unidades do Sistema de Tratamento

1.2.4 UASB

No reator tipo UASB (*upflow anaerobic sludge blanket* – reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo), a depuração decorre de um intenso contato entre o esgoto e um manto de lodo suspenso, previamente maturado no interior do reator, rico em microrganismos anaeróbios. No reator UASB ocorre à remoção de grande parte da carga orgânica biodegradável do esgoto, através de processo anaeróbio,

cujos parâmetros operacionais e ambientais são bastante favorecidos pelas características climáticas da região cearense.

Deverá ser implantado 2 (dois) reatores UASB, com as seguintes características:

- Largura..... 12,00 m
- Comprimento..... 12,00 m
- Altura útil 4,60 m

O lodo do reator será encaminhado para o leito de secagem. O desague das tubulações dos coletores de amostra será encaminhado para o tanque de água recuperada.

1.2.5 Filtro Submerso Aerado

O filtro submerso aerado (FSA) é composto de um tanque preenchido com material suporte, através do qual o esgoto e ar fluem permanentemente. O meio suporte é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico.

A ETE contará com 2 (dois) FSA atendendo às seguintes características:

- Largura..... 6,00 m
- Comprimento..... 12,00 m
- Altura útil 3,60 m
- Área específica do meio suporte..... 265 m³/m²

A aeração deverá ser feita por conjunto soprador 1 ativo + 1 reserva com potência de 70,0 CV e sobrepressão de 600 mbar cada.

1.2.6 Decantador Lamelar

A finalidade do decantador é remover sólidos sedimentáveis, de forma a permitir que o efluente esteja em condições de ser lançado no corpo receptor ou de ser submetido a tratamento terciário.

O decantador lamelar terá as características a seguir:

- Velocidade de sedimentação 1,25 cm/min
- Largura da placa 1,88 m
- Comprimento da placa 2,00 m
- Comprimento total do decantador 3,03 m
- Quantidade de placas por decantador 19 un

O lodo proveniente do decantador será encaminhado ao leito de secagem ou será encaminhado ao tanque de águas recuperadas para posterior recirculação ao reator UASB.

1.2.7 Tanque de Contato

No tanque de contato, é feita a cloração do efluente, com a finalidade de desinfecção. A dosagem da solução de hipoclorito de sódio será feita através de bomba dosadora, a partir de dois tanque de dosagem de 2000 L, localizado na casa de química.

Características do tanque de contato:

- Largura..... 4,00 m
- Comprimento..... 12,00 m
- Profundidade útil 0,85 m
- Espaçamento entre chicanas 1,00 m

1.2.8 Leitões de Secagem

No leito de secagem ocorre a desidratação do lodo. O líquido percolado dos leitões é colhido em um sistema de drenagem, retornando ao tanque de águas recuperadas para posterior recirculação ao reator UASB. O lodo desidratado deverá ser encaminhado ao aterro sanitário, onde será feita sua disposição final ou ainda poderá ser utilizado como adubo após análise do estado sanitário do mesmo.

O leito de secagem será constituído de 6 células. A soleira drenante será composta por areia e pedregulho. A camada suporte será feita de placas de concreto, assentadas com areia grossa com juntas de 2 cm. O sistema de drenagem será constituído de tubos perfurados, colocados no fundo do leito. O fundo do leito deverá ter inclinação de 2% no sentido do coletor de escoamento do líquido filtrado.

- Quantidade de células de módulos 2 un
- Quantidade de células de secagem 8 un
- Largura da célula 4,00 m
- Comprimento da célula 8,00 m
- Altura da lâmina de lodo 0,50 m

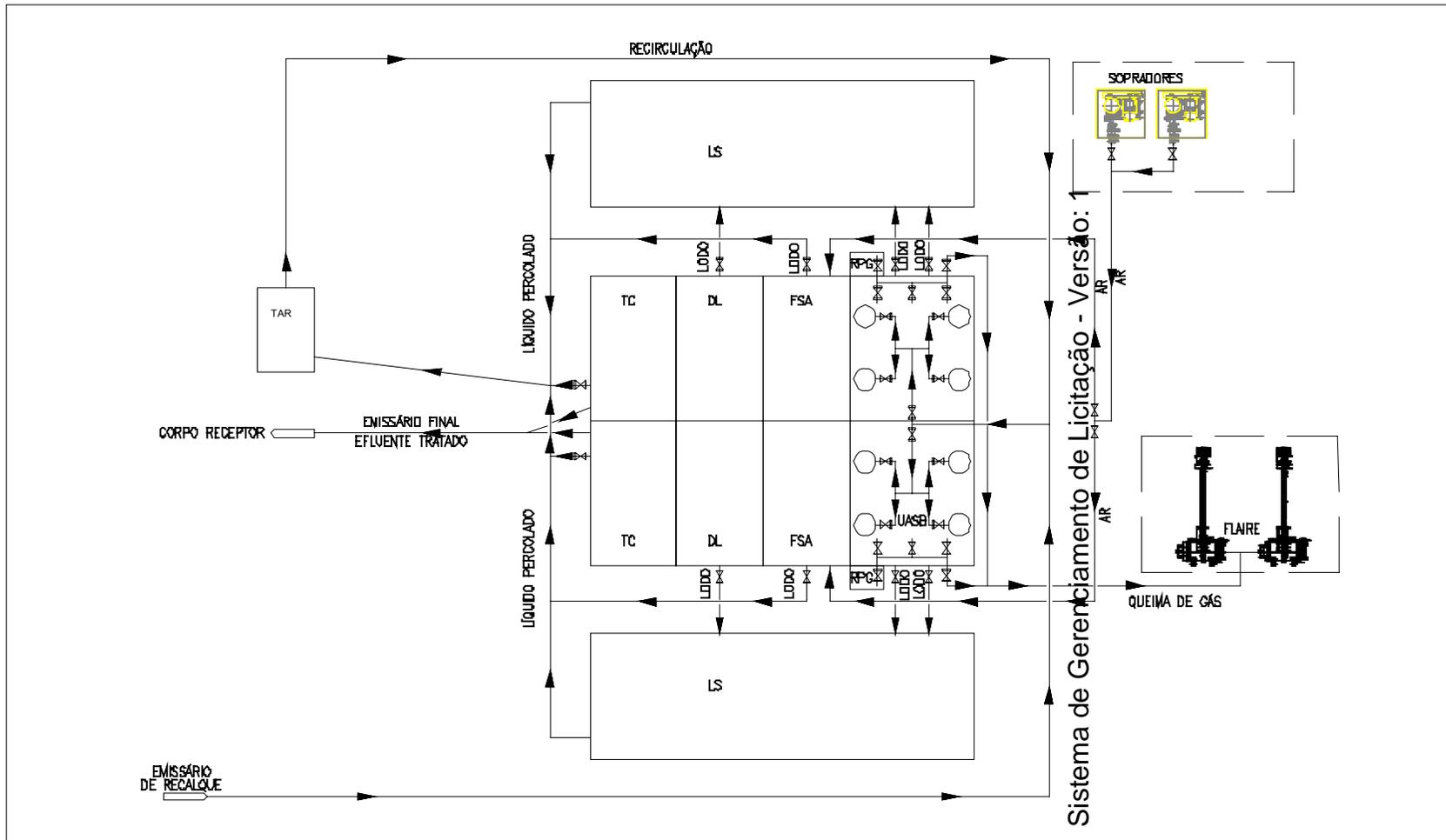
1.2.9 Emissário Final

O efluente tratado será lançado no Riacho Coaçu.

- Diâmetro 500 mm
- Extensão 36,00 m
- Material PVC DEF°F°

1.3 Fluxograma da Estação de Tratamento de Esgoto

Será apresentado abaixo o fluxograma, referente à estação de tratamento de esgoto projetada. O fluxograma detalhará o fluxo do esgoto e resíduos gerados na estação proposta.



2. Memorial de Cálculo

2.1 Vazões

Vazão Média

A vazão média ($Q_{méd}$), em L/s, é obtida pela seguinte equação:

$$Q_{méd} = P \times q \times C / 86.400 + L \times T_i$$

$$Q_{méd} = \text{vazão média} \quad 45,70 \text{ L/s}$$

$$Q_{méd} = \text{vazão média} \quad 3.948,48 \text{ m}^3/\text{d}$$

Vazão Mínima

A vazão mínima ($Q_{mín}$), em L/s, é dada por:

$$Q_{méd} = K_3 \times P \times q \times C / 86.400 + L \times T_i$$

$$Q_{mín} = \text{vazão mínima} \quad 26,75 \text{ L/s}$$

$$Q_{mín} = \text{vazão mínima} \quad 2.311,20 \text{ m}^3/\text{d}$$

Vazão Máxima

A vazão máxima ($Q_{máx}$), em L/s, é assim obtida:

$$Q_{máx} = K_1 \times K_2 \times P \times q \times C / 86.400 + L \times T_i$$

$$Q_{máx} = \text{vazão máxima} \quad 76,03 \text{ L/s}$$

$$Q_{máx} = \text{vazão máxima} \quad 6.568,99 \text{ m}^3/\text{d}$$

2.2 Características do Esgoto

Cargas Orgânicas

As cargas orgânicas do esgoto afluente (L_0), em kg/d, são assim calculadas:

$$L_0 = P \times c / 1.000$$

onde:

P = população 27.294 hab

c = contribuição *per capita* de DBO ou DQO, admitindo-se os seguintes valores:

c_{DBO} = contribuição *per capita* de DBO (adotada) 54 g/hab.d

c_{DQO} = contribuição *per capita* de DQO (adotada) 100 g/hab.d

Logo, as cargas orgânicas são:

L_{DBO} = carga afluente de DBO 1.473,88 kg/d

L_{DQO} = carga afluente de DQO 2.729,40 kg/d

Concentrações

As concentrações do esgoto afluente (S_0), em mg/L, são dadas por:

$$S_0 = L_0 / Q_{\text{méd}} \times 1.000$$

Portanto, as concentrações calculadas são:

$S_{0,\text{DBO}}$ = concentração afluente de DBO 373,28 mg/L

$S_{0,\text{DQO}}$ = concentração afluente de DQO 691,25 mg/L

Adotaram-se as seguintes concentrações:

$S_{0,\text{DBO}}$ = concentração afluente de DBO 375 mg/L

$S_{0,\text{DQO}}$ = concentração afluente de DQO 700 mg/L

N_0 = concentração afluente de coliformes 5,0E+07 NMP/100 mL

2.3 UASB

Volume do Reator

O volume total do reator (V), em m³, é dado por:

$$V = Q_{\text{méd}} \times \text{TDH}$$

onde:

$$Q_{\text{méd}} = \text{vazão média (final de plano)} \quad 164,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{TDH} = \text{tempo de detenção hidráulica (adotado)} \quad 8,0 \text{ h}$$

Sendo assim, tem-se:

$$V = \text{volume total} \quad 1.316,16 \text{ m}^3$$

O volume unitário (V_u), correspondente a cada módulo, é assim calculado:

$$V_u = V / N$$

onde:

$$N = \text{número de módulos (adotado)} \quad 2$$

Logo:

$$V_u = \text{volume unitário} \quad 658,08 \text{ m}^3$$

Com isso, as vazões unitárias, referentes a um módulo, valem:

$$Q_{\text{méd}} = \text{vazão média unitária} \quad 82,26 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{máx}} = \text{vazão máxima unitária} \quad 136,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

Os cálculos apresentados a seguir correspondem às vazões unitárias.

Dimensões do Reator

A área do reator (A), em m², é dada por:

$$A = V_u / H$$

onde:

$$H = \text{altura útil (adotada)} \quad 4,60 \text{ m}$$

Assim, tem-se:

$$A = \text{área do reator} \quad 143,06 \text{ m}^2$$

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Serão adotados reatores retangulares com as seguintes dimensões:

L = largura	12,00 m
C = comprimento	12,00 m
A = área corrigida	144,00 m ²

Tempo de Detenção Corrigido

Considerando as dimensões adotadas, o volume unitário corrigido (V_u) é, então:

$$V_u = A \times H$$

$$V_u = \text{volume unitário corrigido} \quad 662,40 \text{ m}^3$$

Logo, o tempo de detenção hidráulica corrigido passa a ser:

$$TDH = V_u / Q$$

$$TDH_{\text{méd}} = \text{tempo de detenção hidráulica para } Q_{\text{méd}} \quad 8,05 \text{ h}$$

$$TDH_{\text{mín}} = \text{tempo de detenção hidráulica para } Q_{\text{máx}} \quad 4,84 \text{ h}$$

Cargas Aplicadas

A carga hidráulica volumétrica (CHV), em m³/m³.d, é dada por:

$$CHV = Q / V$$

Portanto, os valores obtidos para a vazão média e para a vazão máxima são:

$$CHV_{\text{méd}} = \text{carga hidráulica volumétrica para } Q_{\text{méd}} \quad 2,98 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d}$$

$$CHV_{\text{máx}} = \text{carga hidráulica volumétrica para } Q_{\text{máx}} \quad 4,96 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d}$$

Estes valores encontram-se abaixo de 4,00 m³/m³.d para a vazão média, e abaixo de 6,0 m³/m³.d para a vazão máxima, atendendo aos critérios recomendados.

Velocidades Superficiais

A velocidade superficial de fluxo (v), em m/h, é assim calculada:

$$v = Q / A$$

Logo, as velocidades obtidas para a vazão média e para vazão máxima são:

$$v_{\text{méd}} = \text{velocidade superficial para } Q_{\text{méd}} \quad 0,57 \text{ m/h}$$

$$v_{\text{máx}} = \text{velocidade superficial para } Q_{\text{máx}} \quad 0,95 \text{ m/h}$$

Estes valores encontram-se entre 0,5 e 0,7 m/h para a vazão média, e entre 0,9 e 1,1 m/h para a vazão máxima, estando dentro da faixa recomendada.

Tubos de Distribuição

A área de influência dos tubos de distribuição do esgoto afluente (A_i) é dada por:

$$A_i = A / N_d$$

onde:

N_d = número de distribuidores (adotado) 48

Com isso, tem-se:

A_i = área de influência do distribuidor 3,00 m²

A área de influência dos tubos de distribuição encontra-se em torno de 2,0 e 3,0 m², atendendo aos critérios recomendados.

A velocidade descendente nos tubos de distribuição (v_{td}) é assim calculada:

$$v_{td} = (Q_{m\acute{a}x} / N / N_d) / (\pi \times D_d^2 / 4)$$

onde:

D_{td} = diâmetro do tubo de distribuição (adotado) 100 mm

Logo:

v_{td} = velocidade descendente 0,10 m/s

A velocidade descendente nos tubos de distribuição encontra-se abaixo de 0,20 m/s, atendendo aos critérios recomendados.

Estimativas das Eficiências e Concentrações do Efluente

A eficiência de remoção de DBO (E_{DBO}) é calculada pela seguinte equação:

$$E_{DBO} = 100 \times (1 - 0,70 \times TDH^{-0,50})$$

$$E_{DBO} = \text{eficiência de remoção de DBO} \quad 75,3 \%$$

Para a eficiência de remoção de DQO (E_{DQO}), tem-se:

$$E_{DQO} = 100 \times (1 - 0,68 \times TDH^{-0,50})$$

$$E_{DQO} = \text{eficiência de remoção de DQO} \quad 67,2 \%$$

Para a eficiência de remoção de coliformes (E_{CF}), adotou-se:

$$E_{CF} = \text{eficiência de remoção de coliformes} \quad 90,0 \%$$

As concentrações efluentes são dadas por:

$$S = S_0 - (E \times S_0)/100 \quad N = N_0 - (E \times N_0)/100$$

onde:

S_0 e N_0 = concentrações do esgoto afluente (item 2.2)

Aplicando-se os valores na equação, as concentrações obtidas são as seguintes:

$$S_{DBO} = \text{concentração efluente de DBO} \quad 92,6 \text{ mg/L}$$

$$S_{DQO} = \text{concentração efluente de DQO} \quad 229,6 \text{ mg/L}$$

$$N = \text{concentração efluente de coliformes} \quad 5,0E+06 \text{ NMP/100 mL}$$

Produção de Metano e de Biogás

A parcela de DQO convertida em metano (DQO_{CH_4}), em kgDQO/d, é calculada pela seguinte equação:

$$DQO_{CH_4} = Q_{\text{méd}} \times (S_0 - S_{DQO}) - Y_{\text{obs}} \times Q_{\text{méd}} \times S_0$$

onde:

Y_{obs} = coeficiente de produção de sólidos (adotado) 0,21 kgDQO_{lodo}/kgDQO_{ap}

Tem-se, portanto:

DQO_{CH4} = parcela de DQO convertida em metano 638,47 kgDQO/d

O fator de correção para a temperatura operacional do reator, K (t), em kgDQO/m³, é dado por:

$$K(t) = (P \times K) / [R \times (273 + t)]$$

onde:

t = temperatura operacional do reator 28 °C

P = pressão atmosférica 1 atm

K = DQO correspondente a um mol de CH₄ 64 gDQO/mol

R = constante universal dos gases 0,08206 atm.L/mol.°K

Logo:

K (t) = fator de correção para a temperatura 2,59 kgDQO/m³

A produção volumétrica de metano (Q_{CH4}), em m³/d, é, então, calculada pela seguinte relação:

$$Q_{CH4} = DQO_{CH4} / K(t)$$

Aplicando os valores obtidos, tem-se:

Q_{CH4} = vazão de metano 246,41 m³/d

Para a determinação da produção total de biogás (Q_g), deve ser considerado o teor de metano no biogás:

$$Q_g = Q_{CH4} / p_{CH4}$$

onde:

p_{CH4} = percentual de metano no biogás (adotado) 75 %

Portanto:

$$Q_g = \text{vazão de biogás} \quad 328,55 \text{ m}^3/\text{d}$$

Coletor de Gás

A área dos coletores de gás (A_g), em m^2 , é dada por:

$$A_g = N_g \times C_g \times L_g$$

onde:

N_g = número de coletores por reator (adotado)	3
C_g = comprimento do coletor (adotado)	12,00 m
L_g = largura do coletor (adotada)	0,25 m

Sendo assim:

$$A_g = \text{área total dos coletores de gás} \quad 9,00 \text{ m}^2$$

A taxa de liberação de biogás nos coletores (v_g), em $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$, vale, então:

$$v_g = Q_g / A_g$$

$$v_g = \text{taxa de liberação de biogás} \quad 1,52 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

A taxa encontra-se acima de $1,0 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ e abaixo de $5,0 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$, atendendo aos limites recomendados.

Abertura para o Decantador

As velocidades através das aberturas (v_a), em m/h , são dadas por:

$$v_a = Q / A_a$$

onde:

N_a = Número de Aberturas dos decantadores	6 unid
L_a = Largura das Aberturas dos decantadores	0,67 m
A_a = área das aberturas para os decantadores	48,24 m^2

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Logo, as velocidades obtidas para a vazão média e para a vazão máxima são:

$$V_{a,méd} = \text{velocidade nas aberturas para } Q_{méd} \quad 1,71 \text{ m/h}$$
$$V_{a,máx} = \text{velocidade nas aberturas para } Q_{máx} \quad 2,84 \text{ m/h}$$

As velocidades encontram-se abaixo de 2,3 m/h para a vazão média, e abaixo de 4,2 m/h para a vazão máxima, atendendo aos limites recomendados.

Decantador

As taxas de aplicação superficial (v_d), em m/h, são dadas por:

$$v_d = Q / A_d$$

onde:

Nd = Número de decantadores	6 unid
Ld = Largura dos decantadores	1,78 m
A _d = área dos decantadores	128,16 m ²

Com isso, as taxas obtidas para a vazão média e para a vazão máxima são:

$$v_{d,méd} = \text{taxa de aplicação superficial para } Q_{méd} \quad 0,64 \text{ m/h}$$
$$v_{d,máx} = \text{taxa de aplicação superficial para } Q_{máx} \quad 1,07 \text{ m/h}$$

As taxas encontram-se entre de 0,6 e 0,8 m/h para a vazão média, e abaixo de 1,2 m/h para a vazão máxima, atendendo aos limites recomendados.

O tempo de detenção hidráulica nos decantadores (TDH_d) é assim calculado:

$$TDH_d = N_d \times V_d / Q$$

onde:

V _d = volume do decantador	317,84 m ³
---------------------------------------	-----------------------

Os tempos de detenção obtidos para a vazão média e para a vazão máxima são:

$$TDH_{d,méd} = \text{tempo de detenção para } Q_{méd} \quad 3,86 \text{ h}$$
$$TDH_{d,máx} = \text{tempo de detenção para } Q_{máx} \quad 2,32 \text{ h}$$

Os valores encontram-se acima de 1,5 h para a vazão média, e acima de 1,0 h para a vazão máxima, atendendo aos limites mínimos recomendados.

Produção de Lodo

A produção mássica de lodo no UASB (Plodo), em kgSS/d, é dada por:

$$P_{\text{lodo}} = Y \times \text{DQO}_{\text{apl}}$$

onde:

Y = coeficiente de produção de sólidos (adotado) 0,15 kgSS/kgDQO_{apl}

DQO_{apl} = carga de DQO aplicada 2.729,40 kgDQO/d

Com isso:

P_{lodo} = produção de lodo 409,41 kgSS/d

A vazão de lodo (Q_{lodo}), em m³/d, é dada por:

$$Q_{\text{lodo}} = P_{\text{lodo}} / (\gamma \times C_{\text{lodo}})$$

onde:

γ = densidade do lodo (adotada) 1.020 kgSS/m³

C_{lodo} = concentração de sólidos no lodo (adotada) 5,0 %

Tem-se, então:

Q_{lodo} = vazão de lodo 8,03 m³/d

2.4 FSA

Cargas Orgânicas Afluentes

As cargas orgânicas afluentes ao FSA (L), em kg/d, são dadas por:

$$L_{\text{DBO}} = S_{\text{DBO}} \times Q_{\text{méd}} / 1.000 \qquad L_{\text{DQO}} = S_{\text{DQO}} \times Q_{\text{méd}} / 1.000$$

onde:

$$S_{\text{DBO}} = \text{concentração efluente de DBO no UASB} \qquad 92,6 \text{ mg/L}$$

$$S_{\text{DQO}} = \text{concentração efluente de DQO no UASB} \qquad 229,6 \text{ mg/L}$$

Logo:

$$L_{\text{DBO}} = \text{carga afluente de DBO} \qquad 365,73 \text{ kgDBO/d}$$

$$L_{\text{DQO}} = \text{carga afluente de DQO} \qquad 906,57 \text{ kgDQO/d}$$

Volume do Meio Suporte

A área do meio suporte (A_{ms}) é assim calculada:

$$A_{\text{ms}} = L_{\text{DQO}} / TA_{\text{ms}}$$

onde:

$$TA_{\text{ms}} = \text{taxa de aplicação do meio suporte (adotada)} \qquad 7,0 \text{ gDQO/m}^2.\text{d}$$

Assim, tem-se:

$$A_{\text{ms}} = \text{área do meio suporte} \qquad 129.510,14 \text{ m}^2$$

O volume do meio suporte (V_{ms}) é dado por:

$$V_{\text{ms}} = A_{\text{ms}} / AE_{\text{ms}}$$

onde:

$$AE_{\text{ms}} = \text{área específica do meio suporte (adotado)} \qquad 265 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

Logo:

$$V_{\text{ms}} = \text{volume do meio suporte} \qquad 488,72 \text{ m}^3$$

Volume Requerido

O volume total necessário para o FSA (V) é dado por:

$$V = V_{ms} / FE$$

onde:

FE = fator de empacotamento (adotado) 0,9

Com isso, obtém-se:

V = volume requerido 543,02 m³

O volume unitário (V_u), correspondente a cada módulo, é assim calculado:

$$V_u = V / N$$

onde:

N = número de módulos (adotado) 2

Logo:

V_u = volume unitário 271,51 m³

Dimensões

As dimensões adotadas para os filtros são as seguintes:

H = altura útil 3,60 m

L = largura 6,00 m

C = comprimento 12,00 m

V_u = volume unitário resultante = H × L × C 259,20 m³

Demanda de Oxigênio

A demanda de oxigênio (DO₂) é dada por:

$$DO_2 = T_{ar} \times L_{DBO}$$

onde:

T_{ar} = taxa de aeração (adotada) 3,3 kgO₂/kgDBO

Logo:

DO₂ = demanda de oxigênio 1.206,90 kg/d

DO₂ = demanda de oxigênio 50,29 kg/h

Sopradores

A vazão de ar necessária ao sistema (Q_{ar}) é calculada pela seguinte equação:

$$Q_{ar} = DO_2 / (FT \times J \times T \times E)$$

onde:

n = número de sopradores operando (adotado) 1

FT = fator de trabalho (adotado) 0,50

J = densidade do ar 1,2 kg/m³

T = percentual de oxigênio no ar (adotado) 21 %

E = eficiência do sistema de aeração (adotada) 20 %

Assim, tem-se:

Q_{ar} = vazão de ar 1.995,63 m³/h

Q_{ar} = vazão de ar 33,26 m³/min

Q_{ar} = vazão de ar 0,554 m³/s

A pressão de trabalho (p_t) é dada por:

$$p_t = H + \Delta h$$

onde:

H = coluna d'água (adotada) 5,00 m

Δh = perda de carga na tubulação de ar 1,00 m

Logo:

p_t = pressão de trabalho 6,00 m

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

A potência do soprador é assim calculada:

$$P = Q_{ar} \times \rho \times g \times p_t / (\eta \times 1.000)$$

onde:

ρ = densidade do líquido	1.000 kg/m ³
g = aceleração da gravidade	9,81 m/s ²
η = rendimento do conjunto soprador (adotado)	75 %

Logo:

P = potência do conjunto soprador	43,50 kW
P = potência do conjunto soprador	59,11 CV
f = folga (adotada)	10 %
P = potência corrigida = $P \times (1 + f)$	65,02 CV

Será adotado conjunto soprador com as seguintes características:

Número de sopradores	1 + 1 reserva
Potência nominal	70,0 CV
Vazão	34,8 m ³ /min
Sobrepessão	600 mbar
Rotação	2.500 rpm

Difusores de Ar

As características dos difusores de ar são as seguintes:

N_d = número de difusores por módulo (adotado)	120
n = quantidade de difusores por área	1,7 un/m ²
Q_d = vazão de ar por difusor = $Q_{ar} / (N \times N_d)$	8,32 m ³ /h

Produção de Lodo

A produção mássica de lodo no FSA (P_{lodo}), em kgSS/d, é dada por:

$$P_{lodo} = Y \times L_{DBO}$$

onde:

Y = coeficiente de produção de sólidos (adotado)	0,75 kgSS/kgDBO _{apl}
--	--------------------------------

Logo:

P_{lodo} = produção de lodo 274,30 kgSS/d

A produção de lodo volátil (P_{SSV}), em kgSS/d, é obtida pela seguinte equação:

$$P_{\text{SSV}} = \text{SSV/SS} \times P_{\text{lodo}}$$

onde:

SSV/SS = teor de sólidos voláteis (adotado) 75 %

Com isso, obtém-se:

P_{SSV} = produção de sólidos voláteis 205,72 kgSSV/d

A quantidade de lodo aeróbio recirculado e removido do UASB ($P_{\text{lodo,rem}}$) é dada por:

$$P_{\text{lodo,rem}} = P_{\text{lodo}} - P_{\text{SSV}} \times E_{\text{SSV}}$$

onde:

ESSV = remoção de SSV no UASB (adotado) 30 %

Logo:

$P_{\text{lodo,rem}}$ = carga de lodo aeróbio removida do UASB 212,58 kgSS/d

Concentrações Efluentes

As concentrações efluentes de DBO e de DQO são dadas por:

$$S_{\text{DBO}} = S_{0,\text{DBO}} - (E_{\text{DBO}} \times S_{0,\text{DBO}})/100 \quad S_{\text{DQO}} = S_{0,\text{DQO}} - (E_{\text{DQO}} \times S_{0,\text{DQO}})/100$$

onde:

$S_{0,\text{DBO}}$ = concentração afluente de DBO 92,6 mg/L

$S_{0,\text{DQO}}$ = concentração afluente de DQO 229,6 mg/L

E_{DBO} = eficiência de remoção de DBO (adotada) 79 %

E_{DQO} = eficiência de remoção de DQO (adotada) 74 %

Logo:

S_{DBO} = concentração efluente de DBO 19,5 mg/L

S_{DQO} = concentração efluente de DQO 59,7 mg/L

2.5 DL

Comprimento Relativo

A distância entre as placas normal ao fluxo (d) é dada por:

$$d = e \times \text{sen}\theta$$

onde:

e = espaçamento entre as placas (adotado) 10,0 cm

θ = inclinação das placas (adotada) 60 °

Sendo assim, tem-se:

d = distância entre as placas normal ao fluxo 8,7 cm

O comprimento útil do elemento tubular (ℓ_u) é calculado pela seguinte equação:

$$\ell_u = 0,9 \times (\ell - e \cos\theta)$$

onde:

ℓ = comprimento da placa (adotado) 2,00 m

Logo:

ℓ_u = comprimento útil do elemento tubular 175,5 cm

O comprimento relativo é, então, dado por:

$$L = \ell_u / d$$

L = comprimento relativo 20,2

Área Superficial Útil

A área superficial útil (A) é assim calculada:

$$A = Q_{\text{máx}} / (F \times V_s)$$

onde:

$Q_{m\acute{a}x}$ = vazão média afluente	0,07603 m ³ /s
F = fator de forma = $\text{sen}^2(\text{sen} \theta + L \times \text{cos} \theta)$	9,50
V_s = velocidade de sedimentação (adotada)	1,20 cm/min
V_s = velocidade de sedimentação	2,00E-04 m/s

Com isso, tem-se:

A = área superficial útil	40,02 m ²
---------------------------	----------------------

A área superficial útil unitária (A_u), correspondente a cada módulo, é dada por:

$$A_u = A / N$$

onde:

N = número de módulos (adotado)	12
---------------------------------	----

Obs: Serão considerados para efeito de cálculo 12 módulos, mas deve-se considerar 2 módulos, cada um com 6 sub-módulos.

Logo:

A_u = área superficial útil unitária	3,33 m ²
--	---------------------

Número de Placas

O número de canais entre as placas do decantador (n) é dado por:

$$n = A_u \times \text{sen} \theta \quad (a \times d)$$

onde:

a = largura da placa (adotada)	1,88 m
--------------------------------	--------

Logo:

n = número de canais entre as placas	18
--------------------------------------	----

O número de placas (n_p) é, então, dado por:

n_p = número de placas = $n + 1$	19
------------------------------------	----

Comprimento

O comprimento do decantador é obtido através da seguinte equação:

$$C = \ell \times \cos\theta + [n \times d + (n + 1) \times b] / \text{sen}\theta$$

onde:

b = espessura da placa (adotada)

1,0 cm

Logo:

C = comprimento do decantador

3,03 m

2.6 TC

Volume do Tanque

O volume unitário dos tanques de contato (V), em m³, é dado por:

$$V = Q_{\text{méd}} \times t / N$$

onde:

$Q_{\text{méd}}$ = vazão média afluente

2,74 m³/min

t = tempo de contato (adotado)

30 min

N = número de módulos (adotado)

2

Sendo assim, tem-se:

V = volume unitário

41,10 m³

O tempo de contato referente à vazão máxima ($t_{\text{mín}}$) fica sendo:

$$t_{\text{mín}} = V / (Q_{\text{máx}} \times N)$$

$t_{\text{mín}}$ = tempo de contato para $Q_{\text{máx}}$

18,0 min

Este valor encontra-se acima de 15 min, atendendo aos critérios recomendados.

Dimensões do Tanque

Serão adotados tanques retangulares com as seguintes dimensões:

L = largura

4,00 m

C = comprimento

12,00 m

H = altura útil

0,86 m

H = altura útil adotada

0,85 m

Concentração de Cloro

A concentração de cloro a ser aplicada (C), em mg/L, é dada por:

$$C = [(N_0 / N)^{1/3} - 1] / (0,23 \times t)$$

onde:

N_0 = concentração afluyente de coliformes	5.000.000 NMP/100mL
N = concentração efluente de coliformes (adotada)	1.000 NMP/100mL

Logo, os valores obtidos para a vazão média e para a vazão máxima são:

$C_{méd}$ = concentração de cloro para $Q_{méd}$	5,2 mg/L
$C_{máx}$ = concentração de cloro para $Q_{máx}$	8,6 mg/L

Consumo de Cloro e Vazão de Dosagem

A vazão de dosagem da solução de hipoclorito de cálcio (D) é calculada pela seguinte equação:

$$D = Q_{méd} \times C / T$$

onde:

$Q_{méd}$ = vazão média de esgoto	3.948,48 m ³ /d
C = concentração de cloro aplicada (adotada)	5,0 mg/L
T = teor de cloro ativo na solução (adotado)	10 %

Com isso, obtém-se:

D = vazão de dosagem da solução de hipoclorito de sódio	197,42 L/d
---	------------

Volume do Tanque de Dosagem

O volume útil do tanque de dosagem da solução de hipoclorito (V_{td}) é dado por:

$$V_{td} = D \times t_a / N_{td}$$

onde:

t_a = tempo de armazenamento (adotado)	15 d
N_{td} = número de tanques (adotado)	2

Portanto:

V_{td} = volume útil do tanque de dosagem	1.480,68 L
V_{td} = volume do tanque de dosagem (adotado)	2.000 L

2.7 LS

Produção de Lodo

O lodo descartado nos leitos de secagem refere-se ao lodo produzido no UASB mais o lodo originalmente aeróbio retornado ao UASB:

$$P_{\text{lodo}} = P_{\text{lodo,UASB}} + P_{\text{lodo,rem}}$$

onde:

$$P_{\text{lodo,UASB}} = \text{produção de lodo no UASB} \quad 409,41 \text{ kgSS/d}$$

$$P_{\text{lodo,rem}} = \text{produção de lodo aeróbio removido do FSA} \quad 212,58 \text{ kgSS/d}$$

Logo:

$$P_{\text{lodo}} = \text{produção total de lodo descartado} \quad 621,99 \text{ kgSS/d}$$

A vazão total de lodo descartado (Q_{lodo}) é dada por:

$$Q_{\text{lodo}} = P_{\text{lodo}} / (\gamma \times C_{\text{lodo}})$$

onde:

$$\gamma = \text{densidade do lodo (adotada)} \quad 1,030 \text{ kgSS/m}^3$$

$$C_{\text{lodo}} = \text{concentração de sólidos no lodo (adotada)} \quad 4,0 \%$$

Assim, tem-se:

$$Q_{\text{lodo}} = \text{vazão total de lodo descartado} \quad 15,10 \text{ m}^3/\text{d}$$

Área Requerida

A área requerida para os leitos de secagem (A) é função da carga de sólidos em suspensão aplicada, definida na NBR 12209:

$$A = P_{\text{lodo}} \times t / C_s$$

onde:

$$t = \text{ciclo de operação (adotado)} \quad 15 \text{ d}$$

$$C_s = \text{carga de sólidos aplicada (adotada)} \quad 15 \text{ kgSS/m}^2$$

Logo:

A = área requerida 621,99 m²

Dimensões

Serão adotadas as seguintes dimensões:

N = número de células de leitos de secagem	16
L = largura	4,00 m
C = comprimento	8,00 m
A = área total resultante = N × L × C	512,00 m ²

Altura da Lâmina de Lodo

A altura da lâmina de lodo nos leitos de secagem (h_{lodo}) é dada por:

$$h_{\text{lodo}} = Q_{\text{lodo}} \times t / A$$

Logo:

h_{lodo} = altura da lâmina de lodo 0,44 m

h_{lodo} = altura da lâmina de lodo adotada 0,50 m

2.8 TAR

No TAR será acoplado um conjunto de bombas submersíveis para recalcar o líquido percolado dos leitos de secagem, o efluente das caixas de drenagem e a descarga de fundo do TC. Esta elevatória encaminhará estes líquidos ao início do processo de tratamento.

A vazão considerada para esta elevatória, representará 5% da vazão total do sistema, sendo esta a percentagem média de rejeitos gerado na ETE.

A bomba considerada, deverá contemplar o sistema de agitação do líquido acoplado ao conjunto motor-bomba, evitando a decantação de lodo.

Vazões de Projeto

As vazões de projeto afluentes à estação elevatória são apresentadas no quadro a seguir:

Etapa	Ano	Vazão (L/s)		
		Mínima	Média	Máxima
ÚNICA	Final de Plano	1,34	2,29	3,80

Tubulação de Recalque

O diâmetro da tubulação de recalque (D) foi selecionado através da fórmula de Bresse:

$$D = K \times \sqrt[3]{Q}$$

onde:

K = coeficiente (adotado)

1,2

Q = vazão máxima afluente (m³/s)

A velocidade na tubulação (v) é assim calculada:

$$v = Q / (\pi \times D^2 / 4)$$

Os diâmetros e as velocidades resultantes são indicados no quadro abaixo:

Trecho	D (mm)		v (m/s)
	Calculado	Adotado	
Subida	74	100	0,48
Barrilete	74	100	0,48
Linha de adução	74	100	0,48

A(s) velocidade(s) obtida(s) encontra(m)-se fora do intervalo de 0,60 a 2,50 m/s recomendado.

Obs: Como se trata de águas residuárias, aconselha-se utilizar diâmetro mínimo de 100 mm, visando evitar entupimento na tubulação. Será considerada uma bomba com vazão mínima de 4,8 l/s, vazão mínima necessária para manter a velocidade mínima recomendada.

Perdas de Carga

a) Perda de Carga Contínua

A perda de carga contínua (h_{fc}) é dada pela fórmula de Hazen-Williams:

$$h_{fc} = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

onde:

Q = vazão de bombeamento (m³/s)

C = coeficiente de rugosidade

D = diâmetro da tubulação (m)

L = extensão da tubulação (m)

As perdas de carga contínuas, para tubulação nova e para tubulação velha, são obtidas conforme o quadro a seguir:

Trecho	D (mm)	L (m)	C		h _{fc} (Q ^{1,85})	
			Tubo novo	Tubo velho	Tubo novo	Tubo velho
Subida	100	3,00	120	100	337,05	472,26
Barrilete	100	2,00	120	100	224,70	314,84
Linha de recalque	100	62,50	120	100	7.021,97	9.838,84
Total					7.583,72	10.625,95

b) Perda de Carga Localizada

A perda de carga localizada (h_{fl}) é calculada pela seguinte fórmula:

$$h_{fl} = \sum k \times v^2 / 2g$$

onde:

k = coeficiente relativo às perdas de carga nas singularidades

v = velocidade na tubulação (m/s)

g = aceleração da gravidade (m/s²)

Os valores dos somatórios do coeficiente k foram obtidos conforme o quadro a seguir:

Tipo de singularidade	Subida		Barrilete		Linha de recalque	
	Quant.	k	Quant.	k	Quant.	k
Ampliação gradual	1	0,30		0,00		0,00
Curva de 90°	2	0,80	1	0,40	7	2,80
Curva de 45°		0,00		0,00	2	0,40
Curva de 22°30'		0,00		0,00		0,00
Curva de 11°15'		0,00		0,00		0,00
Entrada de Borda		0,00		0,00		0,00
Entrada normal		0,00		0,00		0,00
Junção de 45°		0,00		0,00		0,00
Redução gradual		0,00		0,00		0,00
Registro de gaveta		0,00	1	0,20	2	0,40
Saída de canalização		0,00		0,00	1	1,00
Tê de passagem direta		0,00	1	0,60	3	1,80
Tê de saída lateral		0,00		0,00		0,00
Válvula de retenção		0,00	1	2,50		0,00
Σk		1,10		3,70		6,40

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

As perdas de carga localizadas são determinadas no quadro a seguir:

Trecho	Σk	D (mm)	v (Q m/s)	h_{fi} (Q ²)
Subida	1,10	100	127,39	909,82
Barrilete	3,70	100	127,39	3.060,30
Linha de recalque	6,40	100	127,39	5.293,48
Total				9.263,60

Altura Geométrica

As alturas geométricas (H_g) mínima e máxima são dadas, respectivamente, por:

$$H_{g,\min} = C_{\text{lanç}} - NA_{\text{máx}} \quad \text{e} \quad H_{g,\text{máx}} = C_{\text{lanç}} - NA_{\text{mín}}$$

onde:

$$C_{\text{lanç}} = \text{cota de lançamento do esgoto} \quad 50,600 \text{ m}$$

$$NA_{\text{máx}} = \text{cota do nível máximo no poço de sucção} \quad 43,600 \text{ m}$$

$$NA_{\text{mín}} = \text{cota do nível mínimo no poço de sucção} \quad 43,000 \text{ m}$$

Sendo assim, tem-se:

$$H_{g,\min} = \text{altura geométrica mínima} \quad 7,00 \text{ m}$$

$$H_{g,\text{máx}} = \text{altura geométrica máxima} \quad 7,60 \text{ m}$$

Altura Manométrica

A altura manométrica (H_m) é dada por:

$$H_m = H_g + h_{fc} + h_{fi}$$

Logo, as expressões representativas da altura manométrica são as seguintes:

$$H_{m,\min} = 7,00 + 7.583,72 Q^{1,85} + 9.263,60 Q^2$$

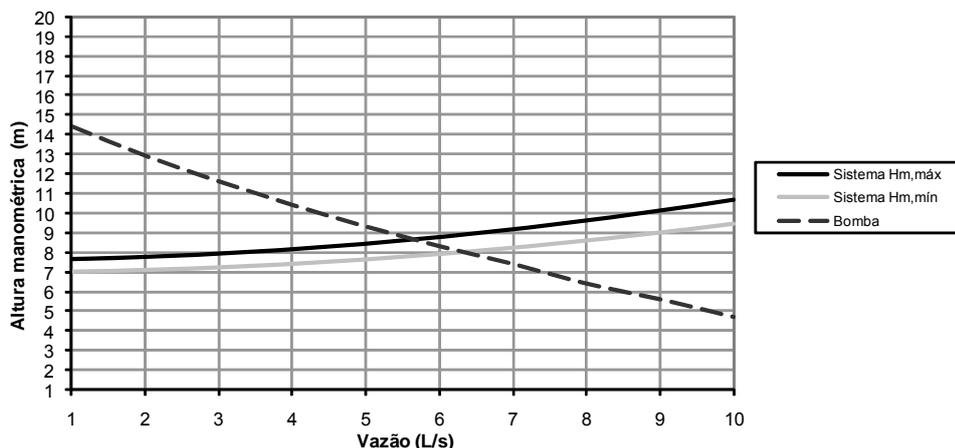
$$H_{m,\text{máx}} = 7,60 + 10.625,95 Q^{1,85} + 9.263,60 Q^2$$

Curvas do Sistema e Pontos de Operação

Os pontos das curvas características do sistema são determinados no quadro a seguir:

Q (L/s)	H _{m,min} (m)	H _{m,máx} (m)
1,00	7,03	7,64
2,00	7,11	7,75
3,00	7,25	7,91
4,00	7,43	8,14
4,80	7,60	8,36
5,00	7,65	8,42
6,00	7,92	8,76
7,00	8,24	9,15
8,00	8,59	9,60
9,00	9,00	10,10
10,00	9,44	10,65

As curvas do sistema e da bomba são ilustradas no gráfico a seguir:



Os pontos de operação, obtidos pelas interseções das curvas, são os seguintes:

Parâmetro	H _{m,min}	H _{m,máx}
Q = vazão (L/s)	6,20	5,70
H _m = altura manométrica (m)	8,00	8,60

Conjunto Motor-Bomba

Será adotado conjunto motor-bomba com as seguintes características:

Tipo	Submersível
Número de bombas	1 + 1 reserva/rodízio
Potência nominal	2,0 CV
Vazão	5,70 L/s
Altura manométrica	8,60 m
Rotação	3.310 rpm
Rendimento	30 %

Poço de Sucção

a) Volume Útil

O volume útil do poço de sucção (V_u) é estimado pela seguinte expressão:

$$V_u = 2,5 \times Q_b$$

onde:

$$Q_b = \text{vazão da bomba} \quad 0,342 \text{ m}^3/\text{min}$$

Logo:

$$V_u = \text{volume útil do poço de sucção} \quad 0,86 \text{ m}^3$$

Serão adotadas as seguintes dimensões para o poço de sucção:

$$L = \text{largura} \quad 2,00 \text{ m}$$

$$C = \text{comprimento} \quad 2,00 \text{ m}$$

$$H_u = \text{altura útil} \quad 0,60 \text{ m}$$

O volume útil corrigido vale, então:

$$V_u = \text{volume útil corrigido} \quad 2,40 \text{ m}^3$$

b) Volume Morto

O volume morto (V_m) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível mínimo

$$V_m = A_b \times H_{\min}$$

onde:

$$A_b = \text{área da base do poço de sucção} \quad 4,00 \text{ m}^2$$

$$H_{\min} = \text{altura mínima} \quad 0,50 \text{ m}$$

Com isso, obtém-se:

$$V_m = \text{volume morto do poço de sucção} \quad 2,00 \text{ m}^3$$

c) Volume Efetivo

O volume efetivo (V_e) é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível médio

$$V_e = V_m + V_u / 2$$

$$V_e = \text{volume efetivo do poço de sucção} \quad 3,20 \text{ m}^3$$

d) Tempo de Detenção

O tempo de detenção média no poço de sucção (T_d) é dado por:

$$T_d = V_e / Q_{\text{méd}}$$

onde:

$$V_e = \text{volume efetivo do poço de sucção} \quad 3,20 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{méd}} = \text{vazão média de início de plano} \quad 0,137 \text{ m}^3/\text{min}$$

Logo:

T_d = tempo de detenção no poço de sucção 23,4 min

Este valor atende ao tempo máximo de 30 min recomendado pela NBR 12208.

Ciclo de Funcionamento

O ciclo de funcionamento da bomba (T_C) é dado por:

$$T_C = T_S + T_D$$

onde:

$$T_S = \text{tempo de subida (min)} = V_u / Q_a$$

$$T_D = \text{tempo de descida (min)} = V_u / (Q_b - Q_a)$$

V_u = volume útil do poço de sucção (m^3)

Q_a = vazão afluyente (m^3/min)

Q_b = vazão de bombeamento (m^3/min)

Os tempos obtidos, para as vazões afluentes de início e final de plano, são apresentados no

Etapa	Vazão (m^3/min)		T_S (min)	T_D (min)	T_C (min)
Início de plano	$Q_{\text{mín}}$	0,080	10,7	3,3	13,9
	$Q_{\text{méd}}$	0,137	6,2	4,2	10,4
	$Q_{\text{máx}}$	0,228	3,7	7,5	11,3

Os ciclos de funcionamento são superiores à 10 min, atendendo à recomendação de que o conjunto motor-bomba não execute mais de 6 paradas por hora.

2.9 Eficiência do Sistema

EFICIÊNCIAS DO SISTEMA

DBO

A eficiência global de remoção de DBO é calculada através das seguinte equação:

$$E_{\text{DBO}} = 100 \times (S_0 - S) / S_0$$

onde:

S_0 = concentração afluente de DBO	375,0 mg/L
S = concentração efluente final de DBO	19,5 mg/L

Logo:

$$E_{\text{DBO}} = \text{eficiência global de remoção de DBO} \quad 94,81 \%$$

DQO

A eficiência global de remoção de DQO é calculada através das seguinte equação:

$$E_{\text{DQO}} = 100 \times (S_0 - S) / S_0$$

onde:

S_0 = concentração afluente de DQO	700,0 mg/L
S = concentração efluente final de DQO	59,7 mg/L

Logo:

$$E_{\text{DQO}} = \text{eficiência global de remoção de DQO} \quad 91,47 \%$$

Coliformes

A eficiência global da ETE em termos de remoção de coliformes é dada por:

$$E_{\text{CF}} = 100 \times (N_0 - N) / N_0$$

onde:

N_0 = concentração afluente de coliformes (item 2.2)	5E+07 NMP/100 mL
N = concentração efluente final de coliformes (item 6.3)	1.000 NMP/100mL

Logo:

$$E_{\text{CF}} = \text{eficiência de remoção de coliformes} \quad 99,998 \%$$

A concentração obtida no efluente final atende ao limite máximo de 1.000 NMP/100 mL estabelecido pela Organização Mundial de Saúde para irrigação irrestrita.

3. Manual de Operação da ETE

3.1 Introdução

Para o adequado funcionamento do sistema de tratamento, é fundamental que a ETE seja devidamente operada por pessoal qualificado, seguindo as instruções aqui apresentadas.

O objetivo das presentes instruções é funcionar como um manual de operação e manutenção da ETE, de modo que as instalações atendam aos serviços previstos, sem oferecer riscos ao operador e ao meio ambiente.

Unidades componentes da ETE:

- Reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB);
- Filtro submerso aerado (FSA);
- Decantador lamelar (DL);
- Tanque de contato (TC);
- Leito de secagem (LS);
- Tanque de água recuperada (TAR);
- Casa dos sopradores e do gerador;
- Casa de operação e de química;
- Queimador de gases;
- Guarita.

3.2 Manutenção e Operação

3.2.1 Reator UASB

Semanalmente ou sempre que necessário, deverá ser feita a descarga de lodo do reator, através da válvula destinada para tal, localizada na caixa de manobra.

Recomenda-se a verificação diária da presença de material flutuante acumulado na parte superior do reator. A passagem de alguns materiais flutuantes para a zona de sedimentação é inevitável e o excesso destes poderá entupir as aberturas da calha coletora, comprometendo a homogeneidade da coleta.

Pelo menos duas vezes por semana, deverá ser feita descarga de espuma acumulada no topo do reator, utilizando-se válvula própria. A camada de espuma forma-se naturalmente no processo, podendo dificultar a oclusão das bolhas, caso acumule-se em quantidade excessiva ou ocorra o seu ressecamento.

Recomenda-se a permanente verificação das condições de passagem das tubulações condutoras de biogás, que deverão permanecer sempre desobstruídas. Deve-se ter cuidado ao operar o reator UASB, evitando-se o uso de cigarro ou de chamas e a ocorrência de faíscas, pois o biogás gerado contém metano, que é um gás combustível.

A fim de prevenir a liberação de maus odores, é necessário que o reator UASB mantenha-se sempre tampado.

3.2.1.1 Partida do Sistema

Dadas as características dos esgotos sanitários a serem tratadas, as partidas da ETE, no que se refere ao reator UASB, poderá ser realizada sem que haja necessidade de inoculação. No entanto, poderá levar mais de 3 meses para que o sistema de tratamento torne-se estável e atinja as condições desejadas.

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Com isso, poderá haver vantagens em se usar um inoculo (lodo digerido de boa qualidade) no início da operação de outro reator anaeróbio (UASB), para se reduzir ao máximo o seu período de maturação. Porém, se o inoculo não estiver disponível, é perfeitamente possível se iniciar a operação sem lodo no reator.

3.2.2 Filtro Submerso Aerado

As principais perturbações na operação do FSA estão relacionadas a uma formação atípica da espuma no tanque e a uma flutuação do lodo no decantador, perdendo-se com o efluente final.

Caso se verifique uma cor escura, quase negra, na espuma do FSA (causada por condições anaeróbias, por quantidade de ar insuficiente ou pela presença de despejos tóxicos), deverá ser providenciado o aumento na vazão de ar dos sopradores e/ou a identificação dos despejos responsáveis pela toxicidade do esgoto.

Se for observada uma espuma marrom escura, grossa e oleosa (provocada por lodo super-oxidado ou elevada idade do lodo), deve-se aumentar a descarga do lodo de excesso do FSA/decantador.

Ocorrendo a formação de uma espuma branca intensa e agrupada, pode-se aumentar a idade do lodo pela redução do descarte do mesmo, borrifar água sobre a espuma, ou identificar e desviar a fonte de despejo não-biodegradável possivelmente responsável pelo problema.

3.2.3 Sopradores

Havendo necessidade de manutenção ou reparo no conjunto soprador, o soprador reserva será utilizado. O soprador só deverá ser acionado se sua respectiva válvula de saída de ar estiver aberta.

O nível de óleo no conjunto soprador deverá ser verificado semanalmente, adicionando-se a quantidade adequada de óleo caso seja necessário, seguindo a recomendação do fabricante.

Obs: O soprador deverá conter inversor de frequência no projeto elétrico, devido a necessidade de ajuste de vazão de ar, de acordo com a vazão e matéria orgânica afluyente.

3.2.4 Decantador Lamelar

O decantador deverá ser constantemente vistoriado pelo operador, verificando se a sedimentação está ocorrendo normalmente e se o líquido sobrenadante sai com perfeita clarificação, sem arraste de lodo.

Periodicamente, deverá ser realizada limpeza das paredes, das calhas e das placas do decantador com esguichamento de água, visando remover incrustações.

3.2.5 Tanque de Dosagem de Solução Química

O tanque de dosagem de solução química refere-se ao tanque que comporta a solução de hipoclorito de sódio a 10% a ser dosada no tanque de contato.

O carregamento do tanque de dosagem deverá seguir os seguintes passos:

- Encher com água o tanque;
- Colocar no tanque, a medida de hipoclorito calculada (ou outra concentração, conforme a demanda de cloro residual).
- Ajustar a abertura do registro, de modo que o residual de produto químico na saída do tanque corresponda à análise.
- Diariamente, deverá ser verificado o volume da solução de hipoclorito de cálcio no tanque de dosagem.

3.2.6 Descarte e Desidratação do Lodo

O lodo do reator UASB e do FSA/decantador lamelar deverá ser descartado de acordo com os parâmetros estabelecidos no projeto.

No reator UASB, será considerada uma idade de lodo de 30 dias. Assim, a frequência de descarte adotada será feita de acordo com esta idade de lodo. A descarga poderá também ser feita semanalmente, desde que se despejem apenas volumes proporcionais ao volume total de 30 dias. O descarte é feito através dos registros existentes no lado externo do reator. Nos primeiros meses de operação, não será necessário o descarte do lodo excedente.

Para o lodo proveniente do decantador lamelar, poderá ser adotada uma idade de lodo de 10 dias. Este poderá ser descartado diretamente no leito de secagem ou ser encaminhado para o tanque de água recuperada para posterior recirculação ao reator UASB. A recirculação tem por objetivo completar a estabilização do material biodegradável restante no lodo e ajudar no desempenho da digestão anaeróbia no reator UASB.

A retirada do lodo desidratado no leito de secagem será feita tão logo à desidratação permita. Para retirada dos resíduos serão utilizadas pás. O material deverá ser encaminhado ao aterro sanitário do município.

3.2.7 Tanque de Água Recuperada (TAR)

O tanque de água recuperada deverá ser usado para coletar e encaminhar o esgoto provindo do leito de secagem (líquido percolado), caixas de drenagem e lodo do DL para recirculação ao UASB. Este esgoto coletado pelo TAR será encaminhado ao início do processo, ou seja, ao UASB através de um conjunto de bombas submersíveis.

3.3 Recomendações Gerais

- O operador da ETE deverá utilizar equipamentos de proteção individual, tais como: luvas, botas, máscara e bata.
- Devem ser seguidas todas as orientações dos fabricantes referentes à manutenção e à operação de equipamentos como: lubrificação, limpeza, conservação, ajustes e recomendações de uso.

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

- O operador deverá adotar hábitos de higienização adequados e suas mãos devem ser lavadas e desinfetadas sempre após o trabalho na ETE.
- Não será permitido o acesso de pessoas estranhas e de animais a ETE.
- Deve-se evitar o máximo possível, o contato direto com os esgotos. Caso haja contato, deve-se lavar e desinfetar as partes do corpo atingidas com uma solução de hipoclorito, álcool ou outro produto equivalente.
- Todas as unidades da ETE deverão ser mantidas fechadas, salvo quando submetidas à manutenção ou inspeção.

3.4 Monitoramento

A título de sugestão, para acompanhar o funcionamento da ETE, recomenda-se que sejam realizadas análises no afluente, no efluente e nos reatores. As frequências recomendadas de determinação dos parâmetros a serem analisados são apresentadas no Quadro 3.1. As características do efluente final da estação deverão obedecer aos padrões de emissão especificados pela SEMACE.

Quadro 3.1 – Frequência de monitoramento dos parâmetros físico-químicos da ETE

Parâmetro	Afluente	Reator UASB	FSA	Efluente
pH	Diária	Diária	-	Diária
Temperatura (°C)	Diária	Diária	-	Diária
Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L)	Semanal	Semanal	-	Semanal
Ácidos graxos voláteis (mg HAc/L)	Semanal	Semanal	-	Semanal
Sólidos totais (mg/L)	-	Mensal	Mensal	-
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	Semanal	-	Semanal	Semanal
Produção de biogás (m ³ /d)	-	Diária	-	-
OD (mg/L)	-	-	Semanal	-
DQO (mg/L)	Semanal	-	-	Semanal
DBO (mg/L)	Quinzenal	-	-	Quinzenal
Nitrato (mg/L)	Mensal	-	-	Mensal
Nitrito (mg/L)	Mensal	-	-	Mensal
Amônia (mg/L)	Mensal	-	-	Mensal
Fósforo total (mg/L)	Mensal	-	-	Mensal
Cloro residual (mg/L)	-	-	-	Semanal
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	Mensal	-	-	Mensal

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 1 – EE1 (CÁLCULO DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS)

(Omitido por este elemento não fazer parte da alteração de escopo para a Meta I – ver Ficha Técnica)

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 2 – CÁLCULO DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS

Vazão (Final de Plano) – 24,35 l/s

Extensão de recalque – 581,46 m

Tubulação – DN 150mm PVC DEFoFo

Após a realização dos cálculos com o software DYAGATS, podemos concluir o seguinte:

Há necessidade de instalação de dispositivos de proteção nesta linha de recalque, uma vez que pode haver quebra da coluna líquida, ou seja, aparecimento de subpressões maiores de -4 mca (subpressão máxima permitida para o material em questão), conforme se pode observar no gráfico das envoltórias apresentado a seguir. Os resultados dos cálculos estão apresentados nas planilhas seguintes.

Figura 01 – Dimensionamento sem dispositivo de proteção (pressões máximas e mínimas)



Figura 02 – Resultados sem dispositivo de proteção

REGIMEN PERMANENTE

Caudal Régimen (m ³ /seg)	0,0243
Altura que da la Bomba (m)	19,57
Rendimiento Bomba (%)	80

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Altura inicial (m)	78,311	73,774	73,163
Altura final (m)	73,774	73,163	71,26

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	9	16	23
Presión Máxima (mca)	48,246	47,276	42,285	40,251	27,612
Instante (s)	15,253	15,219	14,979	14,739	15,939
	-	-			
Presión Mínima (mca)	15,006	14,565	-7,107	-8,421	-11,47
Instante (s)	27,275	27,241	26,967	18,099	28,029
NODOS TRAMO 2	1	2	3	4	5
Presión Máxima (mca)	25,902	24,877	24,353	25,025	25,672
Instante (s)	33,986	34,02	15,665	15,631	15,596
Presión Mínima (mca)	-1,546	-8,517	-8,461	-8,083	-7,344
Instante (s)	28,268	27,446	27,481	27,515	27,549
NODOS TRAMO 3	1	2	5	8	11
Presión Máxima (mca)	25,672	24,978	23,228	20,289	18,348
Instante (s)	15,596	15,562	15,459	24,776	24,81
			-	-	-
Presión Mínima (mca)	-7,344	-7,737	10,321	13,953	15,292
Instante (s)	27,549	27,583	47,407	27,789	27,857

Como proteção, está prevista a instalação de um tanque hidropneumático, junto à elevatória, do tipo Hydroball, apresentando as seguintes características:

Volume – 500 litros

Material – Aço com revestimento para esgoto

Dispensando o compressor, pois está dotado de balões de poliuretano em número e volume adequado à altura manométrica de funcionamento.

Saída – DN 50 mm flangeada.

A seguir apresentamos o gráfico, juntamente com os cálculos dos transientes com a proteção.

Figura 03 – Regime Transitório com proteção (pressões máximas e mínimas)

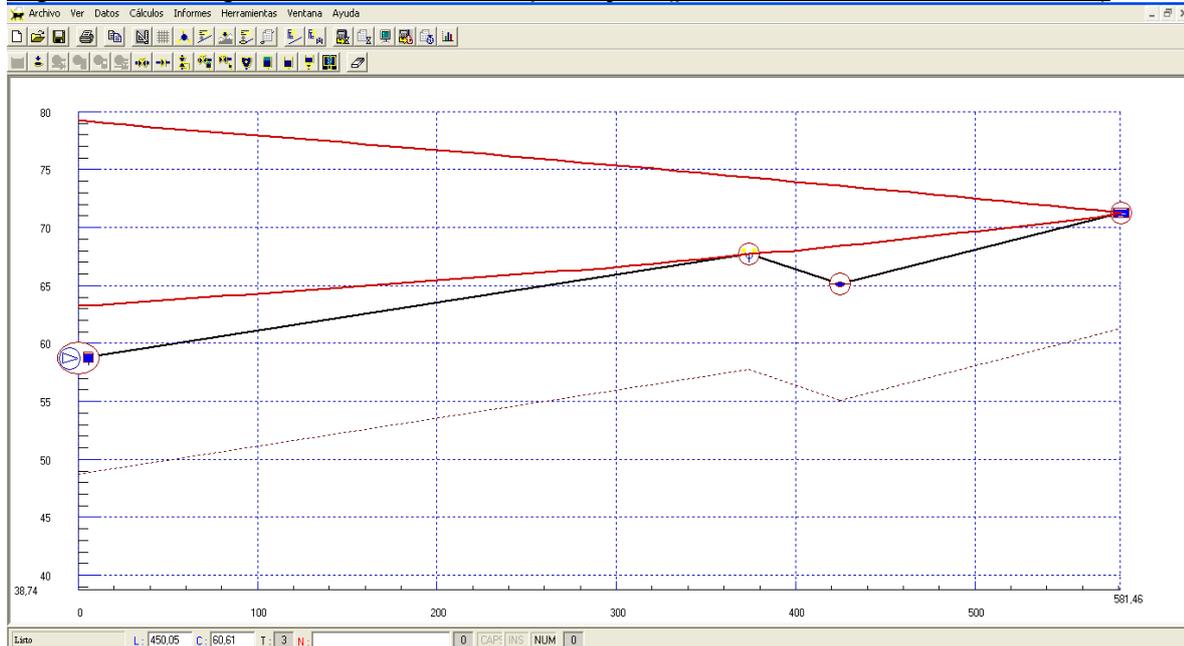


Figura 04 – Resultados considerando-se a utilização do tanque hidropneumático.

REGIMEN PERMANENTE

Caudal Régimen (m ³ /seg)	0,0243
Altura que da la Bomba (m)	19,57
Rendimiento Bomba (%)	80

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Altura inicial (m)	78,311	73,774	73,163
Altura final (m)	73,774	73,163	71,26

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	9	16	23
Presión Máxima (mca)	20,505	19,996	16,531	13,121	9,618
Instante (s)	32,719	32,548	33,678	33,849	34,054
Presión Mínima (mca)	4,548	4,28	3,052	1,893	0,672
Instante (s)	12,643	13,64	11,748	11,542	14,361
NODOS TRAMO 2	1	2	3	4	5
Presión Máxima (mca)	6,563	7,039	7,514	7,989	8,467
Instante (s)	33,883	33,849	33,849	33,78	33,746
Presión Mínima (mca)	0	0,765	1,565	2,432	3,303
Instante (s)	11,197	11,163	11,128	11,094	11,06
NODOS TRAMO 3	1	2	5	8	11

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Presión Máxima (mca)	8,467	7,774	5,694	3,58	1,446
Instante (s)	33,746	33,678	33,609	33,541	33,472
Presión Mínima (mca)	3,303	3,004	2,12	1,227	0,366
Instante (s)	11,06	11,025	14,292	14,189	14,086

Figura 05 – Dados considerando-se a utilização do tanque hidropneumático.

Elemento	Nudo 1
Caudal de régimen(m ³ /seg)	0,0244
Diferencia descarga-aspiración(m)	12,523
Altura de aspiración(m)	0
Curva de Altura - Caudal	
Coeficiente A	24,467
Coeficiente B	0
Coeficiente C	8253,1
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coeficiente D	65,708
Coeficiente E	-1349,2
Velocidad de giro(rpm)	2900
Inercia(Kg·m ²)	0,0217
Tiempo de desconexión(seg)	0
Tiempo de arranque(seg)	0
Número de bombas	1
Calderín	
Altura(m)	0,8
Sección(m ²)	1,04
Profundidad(mca)	0,6
Altura de la base(m)	0,2
Pérdidas en la entrada(m/(m ³ /seg) ²)	2000
Pérdidas en la salida(m/(m ³ /seg) ²)	0

Ventosa	Nudo 2
Coeficiente de admisión(m ³ /(min*bar))	2
Coeficiente de expulsión(m ³ /(min*bar))	3
Válvula de Alivio	
Presion de tarado (mca)	80
Coeficiente de pérdidas (m/(m ³ /seg) ²)	347

Depósito	Nudo 4
Nivel(m)	0

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 3 – EE3 (CÁLCULO DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS)

(Omitido por este elemento não fazer parte da alteração de escopo para a Meta I – ver Ficha Técnica)

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 4 – CÁLCULO DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS

Vazão (Final de Plano) – 76,03 l/s

Extensão de recalque – 1.434,5 m

Tubulação – DN 300mm PVC DEFoFo

Após a realização dos cálculos com o software DYAGATS, podemos concluir o seguinte:

Há necessidade de instalação de dispositivos de proteção nesta linha de recalque, uma vez que pode haver quebra da coluna líquida, ou seja, aparecimento de subpressões maiores de -4 mca (subpressão máxima permitida para o material em questão), conforme se pode observar no gráfico das envoltórias apresentado a seguir. Os resultados dos cálculos estão apresentados nas planilhas seguintes.

Figura 01 – Dimensionamento sem dispositivo de proteção (pressões máximas e mínimas)



Figura 02 – Resultados sem dispositivo de proteção

REGIMEN PERMANENTE

Caudal Régimen (m ³ /seg)	0,0787
Altura que da la Bomba (m)	21,36
Rendimiento Bomba (%)	79,9

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Altura inicial (m)	69,642	68,528	67,684
Altura final (m)	68,528	67,684	64,1

**PRESIONES MÁXIMAS Y
 MÍNIMAS**

NODOS TRAMO 1	1	2	4	6		
Presión Máxima (mca)	50,986	48,578	44,32	40,119		
Instante (s)	44,43	44,574	44,861	45,149		
Presión Mínima (mca)	-4,414	-4,435	-5,463	-0,536		
Instante (s)	6,533	6,387	1,161	4,355		
NODOS TRAMO 2	1	2	3	4	5	
Presión Máxima (mca)	40,119	41,393	42,641	43,89	45,131	
Instante (s)	45,149	45,293	45,437	45,58	45,724	
Presión Mínima (mca)	-0,536	-0,664	-0,779	-0,352	-0,407	
Instante (s)	4,355	50,9	50,756	50,756	50,612	
NODOS TRAMO 3	1	2	6	10	14	18
Presión Máxima (mca)	45,131	44,428	41,585	35,668	21,134	0
Instante (s)	45,724	45,868	46,443	46,443	45,868	0,145
Presión Mínima (mca)	-0,407	-0,939	-3,221	-5,63	-7,472	0
Instante (s)	50,612	50,756	51,331	51,906	52,481	0

Como proteção, está prevista a instalação de um tanque hidropneumático, junto à elevatória, do tipo Hydroball, apresentando as seguintes características:

Volume – 5.500 litros

Material – Aço com revestimento para esgoto

Dispensando o compressor, pois está dotado de balões de poliuretano em número e volume adequado à altura manométrica de funcionamento.

Saída – DN 150 mm flangeada.

A seguir apresentamos o gráfico, juntamente com os cálculos dos transientes com a proteção.

Figura 03 – Regime Transitório com proteção (pressões máximas e mínimas)

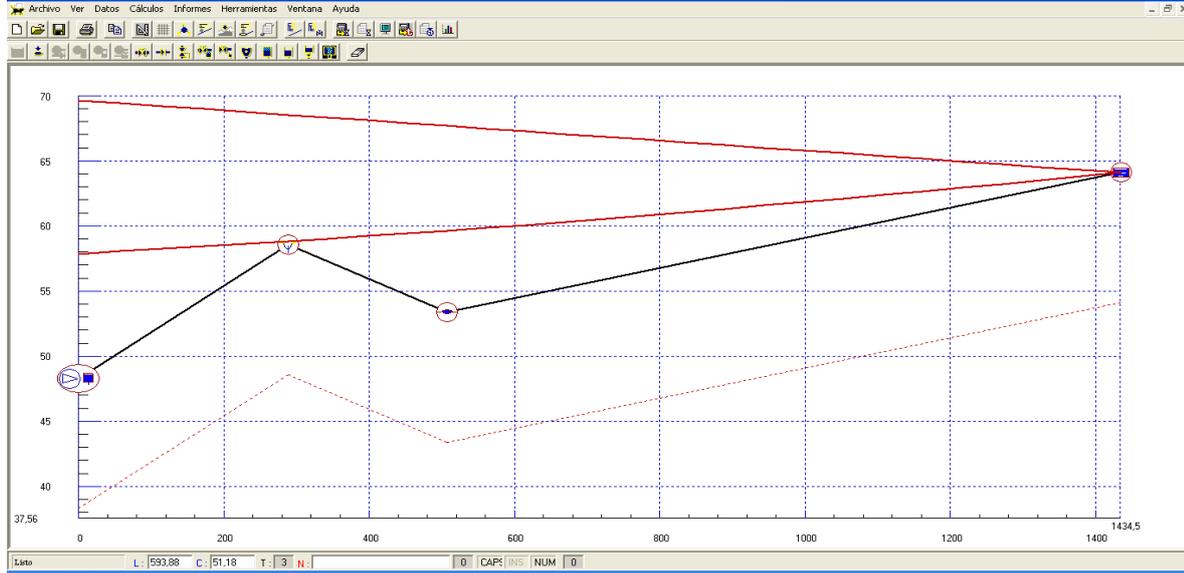


Figura 04 – Resultados considerando-se a utilização do tanque hidropneumático.

REGIMEN PERMANENTE

Caudal Régimen (m ³ /seg)	0,0787
Altura que da la Bomba (m)	21,36
Rendimiento Bomba (%)	79,9

PRESIONES POR TRAMO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Altura inicial (m)	69,642	68,528	67,684
Altura final (m)	68,528	67,684	64,1

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS

NODOS TRAMO 1	1	2	4	6	
Presión Máxima (mca)	21,357	19,081	14,53	9,978	
Instante (s)	0	0	0	0	
Presión Mínima (mca)	9,532	7,718	4,018	0,279	
Instante (s)	34,352	34,928	36,658	36,946	
NODOS TRAMO 2	1	2	3	4	5
Presión Máxima (mca)	9,978	11,055	12,131	13,207	14,284
Instante (s)	0	0	0	0,436	0,29
Presión Mínima (mca)	0,279	1,757	3,242	4,733	6,232

Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Itaitinga/CE

Instante (s)	36,946	36,802	36,658	36,514	36,37	
NODOS TRAMO 3	1	2	6	10	14	18
Presión Máxima (mca)	14,284	13,444	10,083	6,722	3,361	0
Instante (s)	0,29	0	1,016	1,307	2,178	0,145
Presión Mínima (mca)	6,232	5,821	4,244	2,76	1,359	0
Instante (s)	36,37	36,226	35,649	35,217	34,64	0

Figura 05 – Dados considerando-se a utilização do tanque hidropneumático.

Elemento	Nudo 1
Caudal de régimen(m ³ /seg)	0,076
Diferencia descarga-aspiración(m)	16,54
Altura de aspiración(m)	0
Curva de Altura - Caudal	
Coeficiente A	27,181
Coeficiente B	0
Coeficiente C	941,18
Curva de Rendimiento - Caudal	
Coeficiente D	21,053
Coeficiente E	-138,5
Velocidad de giro(rpm)	2900
Inercia(Kg·m ²)	0,1078
Tiempo de desconexión(seg)	0
Tiempo de arranque(seg)	0
Número de bombas	1
Calderín	
Altura(m)	1,5
Sección(m ²)	5,13
Profundidad(mca)	0,88
Altura de la base(m)	0,2
Pérdidas en la entrada(m/(m ³ /seg) ²)	2000
Pérdidas en la salida(m/(m ³ /seg) ²)	0

Ventosa	Nudo 2
Coeficiente de admisión(m ³ /(min*bar))	20
Coeficiente de expulsión(m ³ /(min*bar))	30
Válvula de Alivio	
Presion de tarado (mca)	80
Coeficiente de pérdidas (m/(m ³ /seg) ²)	347

Depósito	Nudo 4
Nivel(m)	0



Memorial de Desapropriação



DEN - DIRETORIA DE ENGENHARIA
GPROJ - GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
ÁREA A DESAPROPRIAR PARA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 4
ITAITINGA

DEZ/2015

PROPRIETÁRIO. ***Desconhecido***

N.º DESCRITIVO: **61/2015**

MEMORIAL DESCRITIVO N.º 61/2015

TERRENO DESTINADO Á ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 4 ITAITINGA

Proprietário: Desconhecido.

Um terreno de formato regular com finalidade à Construção da Estação Elevatória 4 para atender à Implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Itaitinga, situado à Avenida Lídia Alves Cavalcante, lado par, distando 115,46m para esquina mais próxima para a Rua Carmo João Assunção Cavalcante, perfazendo uma área total de 1.225,00m², com suas medidas e confrontações a seguir:

Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice P1, de coordenadas N 9.561.982,47m. e E 553.104,49m., situado no limite com Terreno, pertencente ao Proprietário Empresa Nova Empreendimento Imobiliário Ltda, deste, segue com azimute de 130°24'10" e distância de 35,00m., confrontando neste trecho com Terreno, pertencente ao Proprietário Empresa Nova Empreendimento Imobiliário Ltda, até o vértice P2, de coordenadas N 9.561.959,79m. e E 553.131,14m.; deste, segue com azimute de 220°24'10" e distância de 35,00m., confrontando neste trecho com Terreno, pertencente ao Proprietário Empresa Nova Empreendimento Imobiliário Ltda, até o vértice P3, de coordenadas N 9.561.933,13m. e E 553.108,45m.; deste, segue com azimute de 310°24'10" e distância de 35,00m., confrontando neste trecho com Avenida Lídia Alves Cavalcante, até o vértice P4, de coordenadas N 9.561.955,82 m. e E 553.081,80 m.; deste, segue com azimute de 40°24'10" e distância de 35,00m., confrontando neste trecho com Terreno, pertencente ao Proprietário Empresa Nova Empreendimento Imobiliário Ltda, até o vértice P1, de coordenadas N 9.561.982,47m. e E 553.104,49m.; ponto inicial da descrição deste perímetro. Todos os azimutes e distâncias, áreas e perímetros foram calculados no plano de projeção UTM, tendo como o Datum SIRGAS2000.

Ao Norte (fundos) – Com Terreno, pertencente ao Proprietário Empresa Nova Empreendimento Imobiliário Ltda, medindo 35,00m.

Ao Sul (frente) – Com a Avenida Lídia Alves Cavalcante, medindo 35,00m.

Ao Leste (lado esquerdo) – Com Terreno, pertencente ao Proprietário Empresa Nova Empreendimento Imobiliário Ltda, medindo 35,00m.

Ao Oeste (lado direito) – Com Terreno, pertencente ao Proprietário Empresa Nova Empreendimento Imobiliário Ltda, medindo 35,00m.

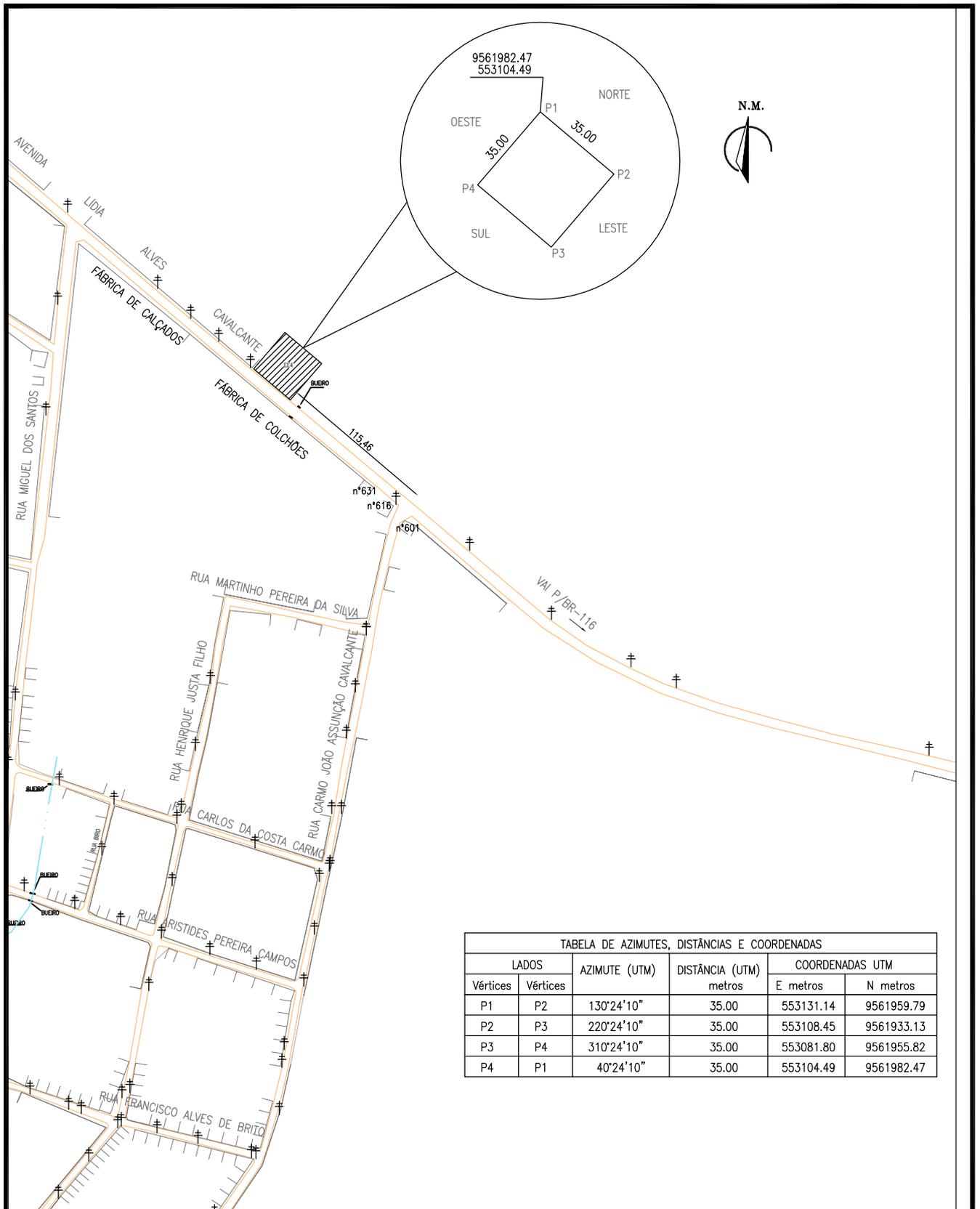


TABELA DE AZIMUTES, DISTÂNCIAS E COORDENADAS

LADOS		AZIMUTE (UTM)	DISTÂNCIA (UTM) metros	COORDENADAS UTM	
Vértices	Vértices			E metros	N metros
P1	P2	130°24'10"	35.00	553131.14	9561959.79
P2	P3	220°24'10"	35.00	553108.45	9561933.13
P3	P4	310°24'10"	35.00	553081.80	9561955.82
P4	P1	40°24'10"	35.00	553104.49	9561982.47



COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

Arquivo
MD 61-2015 EE4-GEOPAC

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE ITAITINGA

ÁREA A DESAPROPRIAR PARA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 4

PLANTA DE SITUAÇÃO

Proprietário:
DESCONHECIDO

Área:
1.225,00m²

Desenho:
REGINA

Memorial:
61/2015

Data
DEZ/2015



DEN - DIRETORIA DE ENGENHARIA
GPROJ - GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

ÁREA A DESAPROPRIAR PARA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ESGOTO
ITAITINGA

DEZ/2015

PROPRIETÁRIO. ***Desconhecido***

N.º DESCRITIVO: **62/2015**

MEMORIAL DESCRITIVO N.º 62/2015

TERRENO DESTINADO À ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO ITAITINGA

Proprietário: Desconhecido.

Um terreno de formato regular com finalidade à Construção da Estação de Tratamento de Esgoto para atender à Implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Itaitinga, situado na Rua SDO, distando 1158,00m para esquina mais próxima para a Rua SDO, perfazendo uma área total de 6.000,00m², com suas medidas e confrontações a seguir:

Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice P1, de coordenadas N 9.563.596,23m. e E 551.394,81m., situado no limite com Terreno de Propriedade de Nova Empreendimento Ltda, deste, segue com azimute de 131°11'36" e distância de 100,00 m., confrontando neste trecho com Terreno de Propriedade de Nova Empreendimento Ltda, até o vértice P2, de coordenadas N 9.563.530,37m. e E 551.470,06m.; deste, segue com azimute de 221°11'36" e distância de 60,00m., confrontando neste trecho com Terreno de Propriedade de Nova Empreendimento Ltda, até o vértice P3, de coordenadas N 9.563.485,22m. e E 551.430,54m.; deste, segue com azimute de 311°11'36" e distância de 100,00m., confrontando neste trecho com Rua SDO, até o vértice P4, de coordenadas N 9.563.551,08m. e E 551.355,30m.; deste, segue com azimute de 41°11'36" e distância de 60,00m., confrontando neste trecho com Terreno, de Propriedade de Desconhecido, até o vértice P1, de coordenadas N 9.563.596,23m. e E 551.394,81m.; ponto inicial da descrição deste perímetro. Todos os azimutes e distâncias, áreas e perímetros foram calculados no plano de projeção UTM, tendo como o Datum SIRGAS2000.

Ao Norte (fundos) – Com Terreno, pertencente ao Proprietário Nova Empreendimento Ltda, medindo 100,00m.

Ao Sul (frente) – Com Rua SDO, medindo 100,00m.

Ao Leste (lado esquerdo) – Com Terreno, pertencente ao Proprietário Nova Empreendimento Ltda, medindo 60,00m.

Ao Oeste (lado direito) – Com Terreno, pertencente ao Proprietário Desconhecido, medindo 60,00m.

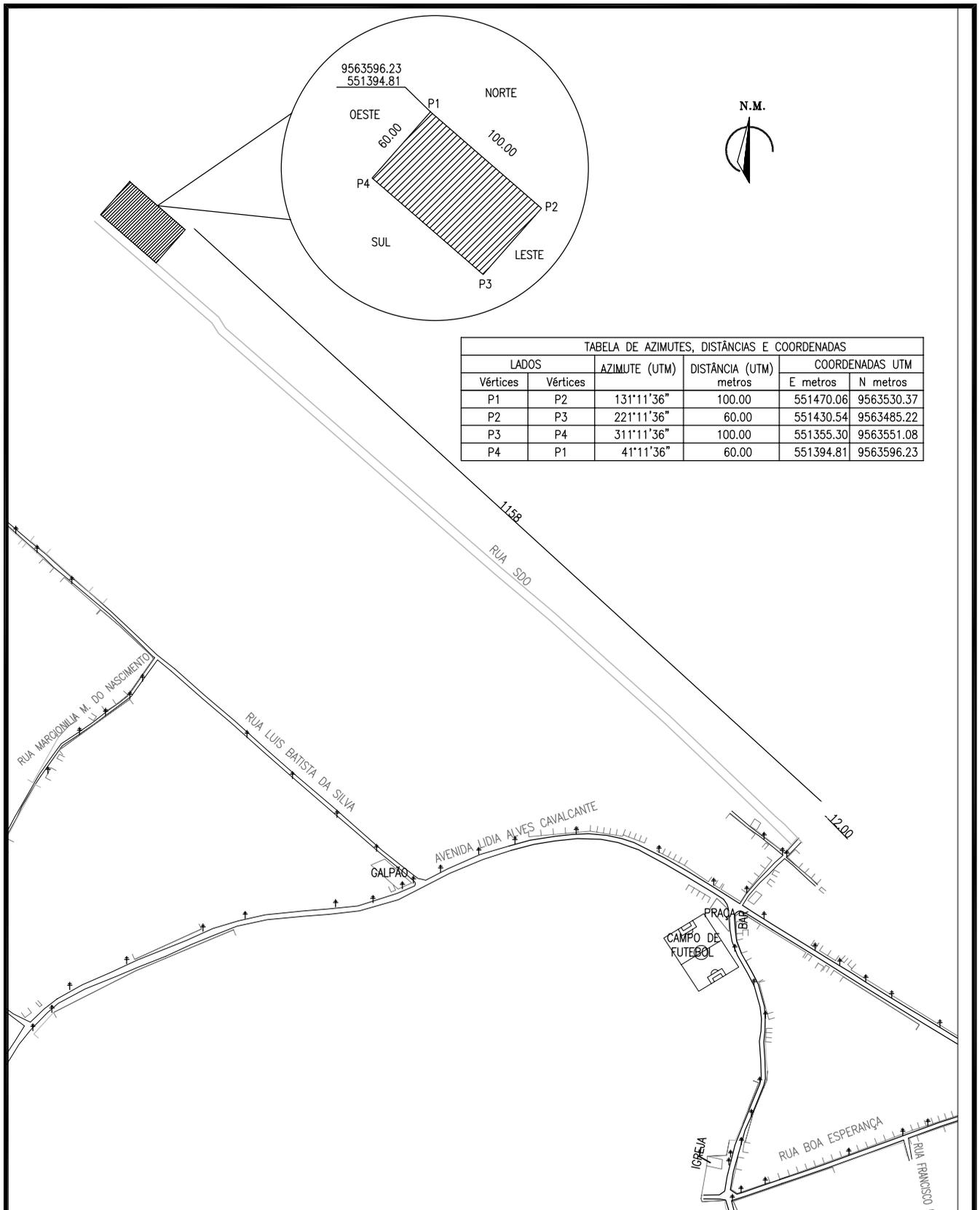


TABELA DE AZIMUTES, DISTÂNCIAS E COORDENADAS

LADOS		AZIMUTE (UTM)	DISTÂNCIA (UTM) metros	COORDENADAS UTM	
Vértices	Vértices			E metros	N metros
P1	P2	131°11'36"	100.00	551470.06	9563530.37
P2	P3	221°11'36"	60.00	551430.54	9563485.22
P3	P4	311°11'36"	100.00	551355.30	9563551.08
P4	P1	41°11'36"	60.00	551394.81	9563596.23



COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

Arquivo
MD 62-2015 ETE-GEOPAC

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE ITAITINGA
ÁREA A DESAPROPRIAR PARA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
PLANTA DE SITUAÇÃO

Proprietário:
DESCONHECIDO

Área:
6.000,00m²

Desenho:
REGINA

Memorial:
62/2015

Data
DEZ/2015