



PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO DO DISTRITO DE JORDÃO EM SOBRAL-CE

*Memoriais Descritivo e de Cálculo
Especificações Técnicas Desenhos
Orçamento
Sondagem*



**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO
SANITÁRIO DO DISTRITO DE JORDÃO, INCLUINDO A REDE
COLETORA, AS LIGAÇÕES PREDIAIS E DOMICILIARES,
ESTAÇÕES ELEVATÓRIA DE ESGOTO, EMISSÁRIO POR
RECALQUE E ETE- ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

***Memoriais Descritivo de Cálculo, Especificações, Orçamento e
Desenho***

Volume I

Tomo 01/01

PREFEITURA MUNICIPAL DE SOBRAL

Prefeito

Ivo Ferreira Gomes

Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente

Marília Ferreira Gouvêia Lima

Consórcio MAGNA/BECK DE SOUSA

Contrato N° 0015/2019 - SEUMA

Responsável técnico

Equipe Técnica

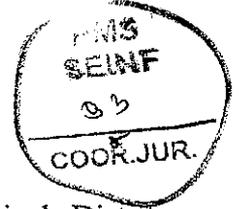


PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO DISTRITO DE JORDÃO EM SOBRAL – CE

*Memoriais Descritivo e de Cálculo
Especificações Técnicas Desenhos
Orçamento*

Nº	DATA	DESCRIÇÃO	NOME	APROV	DATA	APROV
0	13/07/2021	Entrega Inicial				
			CONSÓRCIO MAGNA/BEC K DE SOUZA			PREFEITURA DE SOBRAL
REVISÕES						

APRESENTAÇÃO



Este documento faz parte do Projeto Executivo do Sistema de Esgotamento Sanitário do Distrito de Jordão, conforme Autorização de Serviço Nº. 01/2021-UGP, referente ao contrato nº 015/2019 - SEUMA, firmado entre a Prefeitura de Sobral e o consórcio Magna Beck de Sousa, formado pelas empresas Magna Engenharia e Beck de Souza Ltda., assinado em 25/11/2019.

Para elaboração do Projeto em questão foram obedecidas as normas pertinentes do SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto, além das recomendações da ABNT.

O presente Volume constitui tomo único do projeto, contendo os seguintes elementos:

- Memorial Descritivo e de Cálculo e Caderno de Especificações;
- Orçamento e Cronograma;
- Desenhos

VOLUME	TOMO	CONTEÚDO
1	01	Memorial Descritivo e de Cálculo, Caderno de Especificações, Orçamento, Cronograma e Desenhos

A handwritten signature in black ink, located at the bottom right of the page.

SIGLAS E ABREVIATURAS



SES – Sistema de Esgotamento Sanitário
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA - Agência Nacional de Água
SAAE – Serviço Autônomo de Águas e Esgoto
CREA-CE - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Ce
DN - Diâmetro Nominal
DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura Terrestre
EEEB - Estação Elevatória de Esgoto Bruto
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
l/s;L/s - Litro por segundo
mca - Metro de coluna de água
m/s - Metro por Segundo
m³/s - Metro Cúbico por Segundo
NA - Nível de Água
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
EEE – Estação Elevatória de Esgoto
ER – Emissário por Recalque
NBR - Norma Brasileira
RN - Referência de Nível

4

SUMÁRIO



Sumário

1. Introdução	1
2. Características do Empreendimento	3
2.1 Área de Projeto	3
2.2 População de Projeto	3
3. Diagnóstico da Infraestrutura Existente.....	4
3.1 Situação Operacional.....	4
4.0 Critérios e Parâmetros do projeto.....	4
4.1 Parâmetros hidráulicos de projeto.....	4
4.2 Vazões para Áreas Especiais e Institucionais	7
5.0 Dimensionamento da Rede	7
5.1 Redes Coletoras	7
5.2 Equação de Manning – Conduto Livre	8
5.3 Velocidade Crítica.....	9
5.4 Tensão Trativa Média	9
5.5 Declividade Mínima	10
5.6 Resumo da Rede Coletora e Bacias	10
6.0 Estações Elevatórias e Linhas de Recalque.....	10
6.1 Gradeamento e Caixa de Areia	11
6.2 Poço de Sucção	11
6.3 Conjunto Moto-Bomba	13
6.4 Linhas De Recalque.....	13
6.5 Estação Elevatória De Esgoto – EEE- 01	13
6.6 Estação Elevatória 2 - EEE-02.....	14
6.7 Estação Elevatória De Esgoto 3 - EEE - 03	15
7.0 Dimensionamento Do Tratamento Preliminar Gradeamento E Caixa De Areia	15
7.1 Estação Elevatória - EEE-01.....	15
7.1.1 Gradeamento.....	15
7.1.2 Caixa De Areia (Desarenador).....	17
7.2 Estação Elevatória - EEE-03 (FINAL).....	20
7.2.1 Gradeamento.....	20
7.2.2 Caixa De Areia (Desarenador).....	22

A handwritten signature in black ink, located at the bottom right of the page.



8.0 ETE – Estação De Tratamento De Esgoto	25
8.1 Apresentação Do Tratamento	25
8.2 Aspectos Construtivos Dos Reatores	27
8.3 Descrição Do Tratamento.....	27
8.4 Dimensionamento Das Unidades Do Sistema	29
9.0 Especificações Técnicas	39
9.1 Introdução	39
9.2 Disposições Gerais	39
9.2.1 Projeto	39
9.2.2 Materiais	40
9.2.3 Condições de Segurança	41
9.2.4 Orientação Geral e Fiscalização	42
9.2.5 Placas de Identificação	43
9.3 Convenções e Siglas	43
9.4 Obrigações da Contratada.....	43
9.4.1 Conhecimento das Obras	43
9.4.2 Administração das Obras	43
9.4.3 Licenças e Franquias	44
9.4.4 Seguros e Acidentes	44
9.5 Subempreitada	45
9.6 Serviços Extra-Orçamentários	45
9.7 Serviços Não Medidos	45
9.8 Composição dos Preços dos Serviços.....	46
9.9 Rede de Coletora.....	46
9.9.1 Execução do Sistema Coletor de Esgotos	46
9.9.2 Componentes e Dispositivos do Sistema	47
9.10Atividade Preliminar e Nota de Serviço	49
9.10.1 Locação	49
9.10.2 Nivelamento	50
9.10.3 Notas de Serviço	50
9.11Obras e Serviços	51
9.11.1 Remoção e Reposição de Pisos, Revestimentos e Alvenarias	51
9.11.2 Escavação	51
9.11.3 Assentamento de Tubulação	53
9.11.4 Inspeções	54
9.11.5 Testes	57
9.12Reaterro	58
9.13Cadastro	59
9.14Assentamento da Tubulação	59
9.14.1 Manuseio Manual	59



9.14.2	Manuseio Mecânico	60
9.14.3	Exame e Limpeza da Tubulação	60
9.14.4	Alinhamento e Ajustamento da Tubulação	60
9.15	Especificações Técnicas De Equipamentos Da ETE	61
9.15.1	Reator Anaeróbio – 4 unidades (etapas 1 e 2)	61
9.16	Biofiltro Aerado Submerso (4 unidades, etapas 1 e 2)	62
9.17	Sistema De Aeração (2 sopradores para as duas etapas)	63
9.17.1	Sistema de Geração de Ar	63
9.18	Tanque De Contato.....	63
9.18.1	Tanque de Contato Fabricado em Fibra de Vidro, com Cortina Central,	63
9.19	Kit De Preparação E Dosagem De Soluções	64
9.19.1	Tanque em PRFV.....	64
9.19.2	Bomba Dosadora	64
9.19.3	Agitador	64
10.0	Orçamento	65
10.1	Critérios de Orçamento	65
10.1.1	Critérios Gerais	65
10.1.2	Critérios para escavação	65
10.1.3	Critérios para Reaterro:	65
10.2	Considerações sobre o BDI	66
11.0	Desenhos	66
BIBLIOGRAFIA		67
ANEXO 1 – Planilha de Dimensionamento		Erro! Indicador não definido.7
ANEXO 2 – Planilhas de Orçamento e Cronograma		67
ANEXO 3 – Laudos de Sondagem		67
ANEXO 4 – Desenhos		67
ANEXO 5 – Planilhas de Dimensionamento de Elevatória e E.R.		67



1. Introdução

O distrito de Jordão, localizado na região noroeste da cidade de Sobral, apresenta na sua formação o plano urbanístico típico de bairro com predominância de população de baixa e média renda, com habitações do tipo popular e algumas até bem rústicas.

O distrito está localizado na Serra do Rosário e possui uma população de aproximadamente 3000 pessoas que na sua estrutura econômica dependem predominantemente da cidade de Sobral, na sua maioria são trabalhadores que se deslocam do distrito para trabalharem nas mais diversas atividades em Sobral-Ce. Alguns são ainda aposentados que moram no distrito e desenvolvem atividades agrícolas.

O presente Documento Técnico apresenta o Projeto Executivo do Sistema de Esgotamento Sanitário da localidade, instalado em uma área de aproximadamente 26,40 hectares, a parte urbanizada este sistema é projetado para atender as unidades existentes no distrito, contemplando cerca de 3000 habitantes no local.

No presente memorial será apresentado o dimensionamento da rede do sistema de esgotamento sanitário, as estações elevatória de esgoto os respectivos emissários por recalque, e a ETE – Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário, a ser instalada na área do distrito, conforme projeto, especificações de materiais e serviços, o orçamento e desenhos.

O Projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário do Jordão, contempla as seguintes unidades:

- a) Memorial descritivo – descrição da área do empreendimento, parâmetros de projeto, materiais utilizados e resultados do dimensionamento.
- b) Memorial de cálculos - demonstrativo completo, premissas, equações dos dimensionamentos hidráulicos de todas as unidades;
- c) Desenhos – plantas e detalhes da rede coletora e da interligação final com o sistema existente;



- d) Especificações técnicas – de todos os materiais, equipamentos e serviços, inclusive com ilustrações quando se tratar de inovações.
- e) Orçamento detalhado e cronograma físico – com as composições dos preços unitários tendo a Planilha da Prefeitura como referência, conforme item anterior. Ressalta-se também a necessidade de aplicação de BDIs diferenciados nos casos de materiais/equipamentos com custos significativos.

No Capítulo 2 são apresentadas as características gerais do empreendimento, identificando a sua localização, população e tipo de ocupação do solo.

O Capítulo 3 relaciona a infraestrutura existente que será utilizada na coleta e condução dos esgotos gerados na área.

Os critérios e parâmetros para dimensionamento da rede são apresentados no Capítulo 4.

No Capítulo 5 estão todas as expressões utilizadas no dimensionamento das tubulações bem a memória de cálculo utilizada nos cálculos das Planilhas constantes nos Anexos 1.

As Especificações de Materiais e Serviços, seguindo as orientações do SAAE, estão no Capítulo 6.

As Planilhas Orçamentárias, bem como os critérios utilizados são mostradas no Capítulo 7 e no Anexo 2. No Anexo 3 são apresentados os Laudos de Sondagem.

No Capítulo 8 está a relação dos desenhos e detalhes da rede coletora e asinterligações , constante no Anexo 4.

O projeto da Rede Coletora de Esgoto está elaborado conforme as condições exigíveis das Normas NBR 9648, 9649, 12207, 12208, 12209, 9800 e 12266 da ABNT, bem como os procedimentos e as Normas do SAAE.

PMS
SEINF
200
COGR. JUR.

2. Características do Empreendimento

O Distrito do Jordão, localiza-se na porção noroeste da cidade de Sobral, a área de intervenção está limitada a parte urbanizada do distrito:

A implantação do SES visa suprir necessidades dotar a área de infraestrutura de saneamento básico, melhorando as condições sanitária do Distrito trazendo melhores condições sanitárias para a população local

A Figura 1 mostra a imagem aérea da região do Distrito do Jordão, com indicação da área em questão



Figura 1- Imagem aérea do Distrito do Jordão

(Fonte: Google Earth, 2021)

2.1 Área de Projeto

A área de implantação do projeto compreende **26,4 hectares** e tem suas áreas divididas entre uso residencial, comercial, misto e de uso público.

A topografia do terreno é irregular, com declividade média acima de **10%**(dez por cento) no sentido norte/sul/.

2.2 População de Projeto

A população prevista de 3.000 habitantes no início de plano e de 3.490 ao fim de plano, ficará distribuída em 600 unidades existentes destinadas a habitação coletiva. Considerando que a



área do empreendimento é igual a 26,40 ha, a densidade populacional será igual a 114 habitantes por hectare no início de plano e de 132 habitantes por hectare ao final de plano.



3. Diagnóstico da Infraestrutura Existente

O Distrito de Jordão, possui uma pequena rede coletora de esgoto sanitário, entretanto este esgoto não é tratado, jogando diretamente na barragem do açude existente na localidade.

3.1 Situação Operacional

Inexiste operação de manutenção na localidade para o esgoto coletado, são pouquíssimas ruas não passam de 2(duas) e portanto o esgoto coletado é lançado diretamente no açude existente sem nenhum tratamento. A estimativa é de que a vazão total a ser acrescentada ao sistema por conta da rede a ser implantada, é de 11,54 l/s, havendo necessidade de DE construção da ETE tipo compacta:

a) Bacia 01 – Bacia 01	0,77 l/s
b) Bacia 02 – Bacia 02.....	9,18 l/s
c) Bacia 03 – Bacia 03	1,59 l/s
Vazão Total do Sistema	11,54 l/s

4.0 Critérios e Parâmetros do projeto

4.1 Parâmetros hidráulicos de projeto

O dimensionamento hidráulico do sistema é baseado no número de habitantes atendidos para o horizonte do projeto e no consumo específico de água por habitante para a determinação, através do coeficiente de retorno, da geração de esgoto per capita.

Além disso, o esgoto coletado deverá ser transmitido para a rede de forma concentrada,

Os parâmetros adotados são discriminados a seguir:

- Consumo específico de água: 150,00 l/hab.dia
- Coeficiente de retorno: 80%
- Geração de esgoto per capita: 120,00 l/hab.dia (80% de 150,00 l/hab.xdia)

Os coeficientes de consumo, adotados segundo as normas sobre o tema são:



- Coeficiente de consumo máximo diário: $K1 = 1,20$
- Coeficiente de consumo máximo horário: $K2 = 1,50$
- Coeficiente de consumo mínimo horário: $K3 = 0,50$

As infiltrações à rede coletora são calculadas com base num parâmetro linear de:

- $q_{inf} = 0,50 \text{ L/s} \times \text{km} \text{ (} 0,0005 \text{ L/s} \times \text{m)}$

A declividade mínima admissível adotada é:

- $i = 0,0045 \text{ m/m}$

A vazão mínima considerada foi a recomendada no item 5.1.1.1 da NBR 9649/1986 da ABNT, onde em qualquer trecho da rede coletora, o menor valor da vazão a ser utilizada nos cálculos é de 1,5 L/s, correspondente ao pico instantâneo de vazão decorrente da descarga de vaso sanitário. Sempre que a vazão a jusante do trecho for inferior a 1,5 L/s, para cálculos hidráulicos deste trecho, utilizou-se o valor de 1,5 L/s. Para os demais itens foi observado o que se segue:

a) Diâmetro Mínimo e Localização dos Coletores

Para redes coletoras públicas adotou-se o diâmetro mínimo de 150 mm. A localização dos coletores será locada, preferencialmente, no terço médio da rua ou avenida, visando reduzir problemas de interferências com outras redes da infraestrutura e facilitar futuras necessidades de manutenção na rede.

b) Declividade Mínima

Os coletores foram projetados de modo a se ter sua autolimpeza, desde o início do plano. Para a autolimpeza deve-se garantir, pelo menos uma vez por dia, uma tensão trativa de 1,0 Pa.

Cada trecho foi verificado pelo critério da tensão trativa média e a declividade adotada foi a que proporcionou, para cada trecho da rede, tensão trativa média igual ou superior a 1,0 Pa, calculada para a vazão inicial, seguindo recomendação do item 5.1.4 da NBR 9649/1986.

c) Declividade Máxima

Foi verificada a velocidade máxima em cada trecho, de acordo com o item 5.1.5 da NBR 9649/1986. A máxima declividade utilizada foi aquela para a qual se obteve velocidade na tubulação inferior a 5,0 m/s, para a vazão de final de plano.

d) Lâmina d'água máxima

As redes coletoras foram projetadas para que trabalhem com lâmina igual ou inferior a 75% do diâmetro da tubulação, destinando-se a parte superior da tubulação à ventilação do sistema e às impreviões e flutuações excepcionais de nível dos esgotos.

e) Poços de Visita (PV)

2015
SENTE
103
COD. JUR.

Foram utilizados poços de visita em todos os pontos de singularidades de rede coletora, tais como, no início de coletores, nas mudanças de direção, de declividade, de diâmetro e na reunião de coletores. Foram adotados os poços de visita padrão SAAE, conforme os diâmetros de chegada e saída dos coletores, a distancia máxima entre PV's deverá ser de 80 metros, facilitando desta forma a manutenção da rede.

A profundidade mínima adotada em todos os trechos visou garantir o recobrimento mínimo de 0,70 para rede/ramais na calçada e 0,95 para redes em vias sob tráfego de veículos, procurando evitar interferências com a rede de drenagem pluvial e rede de abastecimento de água.

f) Distância entre Singularidades

A distância máxima adotada entre singularidades (PV e / ou CI) foi de 80 m, seguindo recomendação da SAAE, a fim de permitir o alcance dos equipamentos e instrumentos de limpeza e de desobstrução.

g) Degrau (DG) e Tubo de Queda (TQ)

Não foram utilizados em nenhuma das alternativas ou trechos de rede, considerando a experiência das equipes de operação e manutenção das redes coletoras, que mostra que os desgastes e serviços de recuperação não correspondem aos custos de implantação de novos PVs em substituição a essas unidades.

h) Material da Tubulação

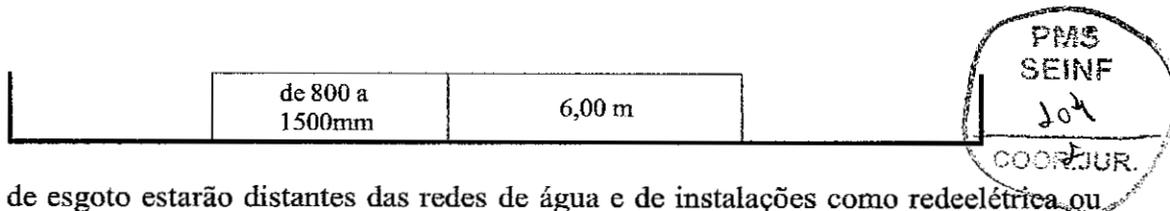
Adotou-se, para o presente projeto, tubos de poli Cloreto de Vinila (PVC) com junta elástica. Esse material está normalizado através da NBR 7362-1 de janeiro de 1999, que fixa as condições exigíveis para tubos de PVC destinados a rede coletora e ramais prediais enterrados para a condução de esgoto sanitário e despejos industriais, cuja temperatura do fluido não exceda 40°C.

i) Largura da Faixa de Servidão e Recobrimentos Mínimos para Redes de Esgoto

O Quadro 5 estabelece a faixa de servidão a ser obedecida de acordo com a profundidade e do diâmetro da rede, bem como o seu recobrimento.

Quadro 2 – Largura da Faixa de Servidão e Recobrimentos Mínimos

Profundidade	Diâmetro	Largura da Faixa de Servidão	Recobrimento
até 2,50 m no passeio e 4,5 m na rua.	100 mm	0,70 m	0,95 m para redes em vias públicas e 0,70 m para redes nos passeios
	150 mm	1,50 m	
	de 200 mm a 350 mm	2,50 m	
	de 400 mm a 600 mm	5,00 m	



As redes de esgoto estarão distantes das redes de água e de instalações como rede elétrica ou telefônicas:

- ⇒ Na horizontal: no mínimo em 1,0 m da geratriz lateral dos tubos;
- ⇒ Na vertical: a geratriz superior da rede de esgoto no mínimo 0,20 m abaixo da geratriz superior das redes de água ou de outras instalações.

j) Ligação Predial

Ligação predial é o trecho de canalização que parte do coletor e adentra os limites da propriedade beneficiada. A execução da ligação predial será feita posteriormente à execução dos coletores principais. Cada edificação terá um ponto de ligação, executada através de selim elástico partindo da rede coletora até o passeio através de CIs localizados na calçada externa da área.

4.2 Vazões para Áreas Especiais e Institucionais

Na localidade não existem grandes consumidores tais como indústrias ou hotéis ou ainda demanda para grandes vazões, portanto toda vazão decorre das residências existentes.

5.0 Dimensionamento da Rede

A elaboração do projeto está baseada nos parâmetros e faixas de recomendações para o dimensionamento de unidades componentes de um projeto para um Sistema de Esgotamento Sanitário das seguintes Normas Brasileiras editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entre outras:

- NBR 9648 – Estudo de Concepção de sistemas de Esgoto Sanitário (1986);
- NBR 9649 – Projeto de Redes Coletoras de esgoto Sanitário (1986);
- NBR 568 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário (1989);
- NBR 569 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário (1989);
- NBR 14486 – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC;
- Recomendações do SAAE.

5.1 Redes Coletoras

Previamente ao traçado da rede coletora, foram definidas as 3 (três) sub-bacias de esgotamento sanitário, integrantes da área de projeto, para as quais será encaminhado o esgoto coletado.

Para a definição das vazões de projeto, foram adotados os parâmetros apresentados em item anterior e as seguintes expressões:



$$Q_{\text{MED}} = \frac{P \times q \times C + Lc \times Ti}{86.400}$$

$$Q_{\text{MÍN}} = \frac{k_3 \times P \times q \times C + Lc \times Ti}{86.400}$$

$$Q_{\text{Máx diár}} = \frac{k_1 \times P \times q \times C + Lc \times Ti}{86.400}$$

$$Q_{\text{Máx hor.}} = \frac{k_1 \times k_2 \times P \times q \times C + Lc \times Ti}{86.400}$$

onde:

$Q_{\text{Méd}}$ = vazão média (L/s);

$Q_{\text{Mín}}$ = vazão mínima (L/s);

$Q_{\text{Máxdíaria}}$ = vazão máxima horária (L/s);

$Q_{\text{Máxhor}}$ = vazão máxima horária (L/s);

q = per capita de consumo de água (150 L/s x hab);

P = população de projeto (hab);

C = coeficiente de retorno esgoto/água (0,8);

k_1 = coeficiente do dia de maior consumo (1,2);

k_2 = coeficiente da hora de maior consumo (1,5);

Lc = extensão total das tubulações, em metros;

ti = taxa de infiltração.

No dimensionamento da rede coletora foram consideradas as recomendações e verificações da NBR-9649 da ABNT, a saber:

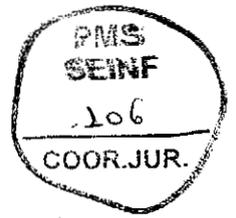
5.2 Equação de Manning – Conduto Livre

Existem várias equações que podem ser utilizadas para o cálculo das perdas de cargas em condutos livres. No presente projeto adotou-se a equação de Manning por ser a mais utilizada no dimensionamento dos coletores de esgotos.

$$Q = \frac{A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

ou

$$v = \frac{R_h^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$



Onde:

Q = vazão na seção (m^3/s)

A = área da seção (m^2)

R_h = Raio Hidráulico (m)

I = declividade (m/m)

n = coeficiente de rugosidade de Manning, adotou-se valor de 0,013

v = velocidade (m/s)

5.3 Velocidade Crítica

Seguindo recomendação do item 5.1.5.1 da NBR 9649/1986, nos trechos em que a velocidade final foi superior à velocidade crítica, a maior lâmina admissível deve ser de 50% do diâmetro do coletor, a fim de assegurar a ventilação do trecho.

A velocidade crítica é definida por:

$$v_c = 6x \sqrt{g \times R_h}$$

Onde:

v_c = velocidade crítica (m/s)

g = aceleração da gravidade (adotado o valor de $9,81 \text{ m/s}^2$)

R_H = Raio Hidráulico (m)

5.4 Tensão Trativa Média

Como as partículas sólidas são normalmente depositadas nas tubulações de esgoto nas horas de menor contribuição, utiliza-se o critério da tensão trativa crítica, que é a tensão mínima necessária para o início do movimento das partículas depositadas nas tubulações de esgoto. Seu valor é determinado por:

$$T_t = Y \times R_H \times I_0$$

Onde:

T_t = Tensão trativa média (Pa)

Y = peso específico da água (adotado o valor de 10^4 N/m^3 , de acordo com o item A-7.9 da NBR 9649/1986)

R_H = Raio Hidráulico (m)

I_0 = Declividade (m/m)

A tensão trativa mínima para autolimpeza dos coletores de esgoto é de 1,0 Pa, de acordo com o item 5.1.4 da NBR 9649/1996.

A rede foi traçada e dimensionada com o auxílio de planilha de dimensionamento de rede utilizando o Excel.



5.5 Declividade Mínima

$$I_{min} = 0,0055 \times Q_i^{-0,47}$$

Onde:

I_{min} = Declividade mínima em m/m;

Q_i = 1,5 l/s.

$$I_{min} = 0,0055 \times 1,5^{-0,47}$$

$I_{min} = 0,0045$ m/m

Seguindo o plano de escoamento do bairro, foram definidos 3 (três) bacias para a coletora e transporte de todo esgoto sanitário do Distrito do Jordão, seguindo as seguintes quantidades para cada bacia

5.6 Resumo da Rede Coletora e Bacias

BACIAS	DN- 150 (m)	TOTAL(m)
1	373,00	373,00
2	4.416,00	4.4716,00
3	804,00	804,00
TOTAIS	5.593,00	5.593,00

O Anexo 1 apresenta a planilha de dimensionamento.

6.0 Estações Elevatórias e Linhas de Recalque

Os coletores de esgoto da rede podem ter todos os trechos por gravidade ou combinar trechos por gravidade com trechos com escoamento forçado. Essa mudança no escoamento é obtida com o emprego das Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), que segundo a NBR 12.208/1992, é a instalação construída e equipada destinada ao transporte de esgoto do nível do poço de sucção das



bombas ou de chegada até o nível de descarga na saída do recalque, acompanhando aproximadamente as variações da vazão afluente (NBR 12.208/92).

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) do Distrito de Jordão – Sobral/CE apresenta 3 (tres) estações elevatórias. Estas bombeiam todo o esgoto para o tratamento preliminar da ETE, e após este seguirá para a Estação de Tratamento de Esgoto tipo Compacta a ser construída no mesmo local.

6.1 Gradeamento e Caixa de Areia

Gradeamento é o processo que retém possíveis materiais grosseiros em suspensão e corpos flutuantes. Será utilizado gradeamento equipado com grades metálicas (Inox) para a remoção manual, facilitando assim a operação significativamente.

De acordo com a NBR 12.208/92 para o dimensionamento desta unidade deverão ser observados os seguintes critérios:

- Velocidade máxima através da grade de 1,20 m/s;
- Inclinação em relação a horizontal para limpeza mecânica de 60° a 90°;
- Perda de carga mínima a ser considerada para limpeza mecânica de 0,10 mm.

Após o gradeamento, o esgoto também passará por um canal para depósito da areia, caixa de areia, esta estrutura deverá ser de concreto armado.

6.2 Poço de Sucção

O poço de sucção de uma elevatória de esgoto é uma estrutura de transição que recebe as contribuições dos esgotos afluentes e as coloca à disposição das unidades de recalque.

Visando simplificar a construção e um menor custo de operação, recomenda-se que o poço seja projetado com uma profundidade mínima necessária, embora esta esteja condicionada pelos condutos afluentes à elevatória.

Para se ter um funcionamento adequado dos conjuntos elevatórios, o volume requerido do poço de sucção dependerá fundamentalmente do número de bombas existentes, do número de partidas e da seqüência operacional dos mesmos.

Para o dimensionamento dos poços de sucção se faz necessário adotar algumas especificações da NBR 12.214 (1992) relatadas a seguir:

- A submersão mínima da secção de entrada da tubulação deve ser maior que 3,00 vezes o diâmetro e nunca inferior a 0,50 m;

PMS
SEINF
109
CONF. JUR.

- Devem ser evitadas zonas mortas do escoamento e formação de vórtice mediante configurações geométricas apropriadas do poço de sucção e, se necessário, utilizando dispositivos antivórtices;
- O escoamento na entrada do poço deve ser regular, sem deslocamento e zonas de velocidades elevadas. A velocidade de aproximação da água na secção de entrada da câmara de sucção não deve exceder 0,60 m/s;
- Deve haver ainda completa independência das tomadas de sucção sem interferência entre elas, observando sempre as recomendações estipuladas pelo fabricante das bombas.

O poço de sucção adotado utilizará bombas de rotação constante, por apresentarem custos de aquisição e operação menores do que as bombas de rotação variável. Os principais fatores considerados no seu dimensionamento estão relacionados a seguir:

- Aspectos hidráulicos relacionados à prevenção da formação de vórtice;
- Seleção, projeto e posicionamento das bombas, tubulações e válvulas;

Volume de reserva para absorver eventuais paradas de bombeamento e para absorver incrementos de vazões nas horas de pico;

- Relação entre a vazão afluyente e a capacidade das bombas, bem como o número de partidas por hora para qual o motor da bomba e o equipamento elétrico foram dimensionados;
- Menor volume possível para que o tempo de detenção do esgoto não seja excessivo, evitando-se a septicidade desse esgoto.

Segundo a NBR 12.208, o volume útil do poço de sucção é o volume compreendido entre os níveis máximo e mínimo de operação das bombas. Já o volume efetivo do poço de sucção compreende o volume entre o fundo do poço e o nível médio de operação das bombas. Sendo assim, o volume útil e volume efetivo do poço de sucção estão basicamente condicionados aos dois últimos fatores acima relacionados, onde o volume efetivo é utilizado para o cálculo do tempo de detenção de esgoto.

O volume útil é determinado em função do tempo de ciclo e da vazão de bombeamento. Segundo TSUTIYA (2000), o parâmetro tempo de ciclo é de fundamental importância, pois durante a partida do motor da bomba é gerada uma determinada quantidade de calor. Essa energia liberada

PMS
SEINF
110
R. J. S. R.

em cada partida deverá ser dissipada, sendo que um número excessivo de partidas poderá levar o motor a um superaquecimento. A dissipação dessa energia é feita através de um intervalo de tempo adequado entre partidas sucessivas do motor da bomba. Devido à importância desse parâmetro no dimensionamento do poço de sucção, serão adotados valores recomendados pelo fabricante das bombas selecionadas.

A estrutura do poço será em concreto armado e cada poço terá uma passagem para manutenção através de tampa de inspeção. O sistema para remoção dos sólidos será realizado por cestos localizado no poço de entrada do esgoto. A área do terreno da elevatória será devidamente cercada e iluminada.

6.3 Conjunto Motobomba

As exigências e o número dos conjuntos moto-bomba foram determinadas conforme a vazão máxima do final do plano. Geralmente, as estações possuem uma bomba de reserva, além do número de bombas necessário para atender a demanda. Por serem moto-bombas de rotação constante, recomenda-se que sejam iguais.

Por apresentar vazões baixas será previsto uma bomba que atenda a vazão final. Será instalada uma segunda bomba de reserva.

6.4 Linhas De Recalque

As linhas de recalque fazem parte do sistema de bombeamento de uma estação elevatória. Assim como o traçado da rede coletora, o dimensionamento das linhas de recalque depende da topografia do local, da vazão a ser transportada e do ponto a que se pretende esgotar o fluido.

A potência instalada de um conjunto motobombas está diretamente ligada à altura manométrica do sistema, incluindo o desnível geométrico e a perda de carga, sendo que, esta última, depende do diâmetro e comprimento da tubulação.

A escolha da potência realmente instalada foi determinada na memória de cálculo em anexo a partir do cálculo hidráulico das linhas de recalque.

6.5 Estação Elevatória De Esgoto – EEE- 01

A estação elevatória de esgoto EEE-01 tem como objetivo transpor os esgotos coletados na bacia 01 para a Bacia 2. A EEE-01 está localizada em um terreno com área de 450,00 m².

As principais características desta unidade são as seguintes estão apresentadas no Quadro abaixo.

Quadro 01: Características da estação elevatória de esgoto EEE-1



CONJUNTOS ELEVATÓRIOS	
Número de Conjuntos	1 + 1 reserva
Tipo	Submersível
Vazão de Recalque	0,76 l/s
Altura Manométrica	6,60 mca
Potência Nominal	0,50 Cv
Poço de Sucção	
Diâmetro	1,20 m
Altura útil	0,50 m
Volume útil	0,70 m ³
Linha de Recalque	
Diâmetro	50 mm
Extensão	264,00 m
Material	PVC PBA Classe 15

6.6 Estação Elevatória 2 - EEE-02

A estação elevatória de esgoto EEE-02 tem como objetivo transpor os esgotos coletados nas bacias 01 e 02 para a bacia 03. A EEE-02 está localizada em um terreno com área de 450 m².

As principais características desta unidade são as seguintes estão apresentadas no quadro abaixo

Quadro 2: Características da estação elevatória de esgoto EEE-2

CONJUNTOS ELEVATÓRIOS	
Número de Conjuntos	1 + 1 Reserva
Tipo	Submersível
Vazão de Recalque	9,94 l/s
Altura Manométrica	17,14 mca
Potência Nominal	5,00 Cv
Poço de Sucção	
Diâmetro	2,40 m
Altura útil	1,00 m
Volume útil	4,50 m ³



Linha de Recalque	
Diâmetro	100 mm
Extensão	165,00 m
Material	PVC DEFOFO – CLASSE 1 MPA

6.7 Estação Elevatória De Esgoto FINAL - EEE - FINAL

A estação elevatória de esgoto EEE-03 tem como objetivo transpor os esgotos coletados nas bacias 01,02 e 03 03 para a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE tipo UASB está localizada em um terreno com área de 600.

As principais características desta unidade são as seguintes estão apresentadas no quadro abaixo.

Quadro 3: Características da estação elevatória de esgoto EEE-3.

CONJUNTOS ELEVATÓRIOS	
Número de Conjuntos	1 + 1 Reserva
Tipo	Submersível
Vazão de Recalque	11,54 l/s
Altura Manométrica	8,68 m
Potência Nominal	3,0 Cv
Poço de Sucção	
Diâmetro	2,40 m
Altura útil	1,00 m
Volume útil	5,42 m ³
Linha de Recalque	
Diâmetro	150 mm
Extensão	20,00 m
Material	PVC – DEFOFO 1 MPA

Todo o dimensionamento das estações elevatórias, bem como seus respectivos emissários estão no anexo II deste volume.

7.0 Dimensionamento Do Tratamento Preliminar Gradeamento E Caixa De Areia

7.1 Estação Elevatória - EEE-01

7.1.1 Gradeamento



- $Q_{\text{Máx.}} = 10,80 \text{ m}^3/\text{h} = 0,003 \text{ m}^3/\text{s}$

Eficiência (E)

- Espessura das barras (t) = 8 mm

- Espaçamento entre as barras (a) = 20 mm

- $E = a/(a+t) = 20/(20+8) = 0,7143 / 71,43\%$

Área Útil (Au) da grade

- Velocidade adotada (V) = 0,60 m/s

- $A_u = Q_{\text{Qmáx.h}}/V = 0,003 \text{ (m}^3/\text{s)} / 0,60 \text{ (m/s)} = 0,005 \text{ m}^2$

Área Total da Grade (At)

- $A_t = A_u/E = 0,005/0,7143 = 0,007 \text{ m}^2$

Comprimento do canal

O comprimento do canal de acesso à grade (C) é dado por :

$C = (Q_{\text{máx.Hor.}} \times t) / A_t$, onde:

$Q_{\text{máx. Hor.}} = 0,003 \text{ m}^3/\text{s}$

$A_t = 0,007 \text{ m}^2$

$t = 3,0 \text{ s}$

$C = 0,003 \times 3 / 0,003$

$C = 3,00 \text{ m}$

Largura teórica do canal

A largura teórica do canal de acesso à grade (b) é dada por:

$b = A_t / H_{\text{máx.}}$, logo:

$H_{\text{máx.}} = 0,112 \text{ m}$ (75% de 150 mm)

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

$b = 0,003 / 0,112$

$b = 0,0267 \text{ m}$ adotar $b = 0,30 \text{ m}$

Número de barras da grade

$N = b / (e + a)$, onde:

$b = 300 \text{ mm}$, $e = 8 \text{ mm}$ e $a = 20 \text{ mm}$

$N = 300 / (8 + 20) = 10,71 \text{ und}$

$N = 11 \text{ barras}$



Largura real do canal (B)

A largura real do canal de acesso à grade será dada por (B):

$$B = N \times e + (N-1) \times a + a$$

Onde $N = 11$ barras, $e = 8$ mm, $a = 20$ mm

$$B = (11 \times 8 + (11 - 1) \times 20 + 20) / 1000$$

$$B = 0,308 \text{ m}$$

Velocidade através da grade

$$V = Q_{\text{máx. Hor.}} / (B \times h \times E)$$

$$V = 0,003 / (0,308 \times 0,112 \times 0,7143)$$

$$V = 0,12 \text{ m/s}$$

Velocidade na grade considerando 50% de obstrução

$$V = 2 \times 0,12 \text{ m/s}$$

$V = 0,24 \text{ m/s}$ (a velocidade referente a vazão final, com 50% de obstrução na grade, encontra-se abaixo de 1,20 m/s, atendendo, portanto, a norma NBR 12.208.

Perda de carga na grade (h_f) é dada por:

$h_f = 1,43 \times (V^2 - v^2) / 2 \times g$, onde:

$V =$ velocidade através da grade 50% obstruída = 0,24 m/s;

$v =$ velocidade a montante da grade = $V \times E = 0,17 \text{ m/s}$; (0,24 x 0,7143)

$g =$ aceleração da gravidade = 9,81 m/s².

Para a grade com 50% de obstrução temos:

$$h_f = \text{perda de carga na grade} = 0,00209 \text{ m}$$

$$h_f = \text{perda de carga adotada} = 0,050 \text{ m}$$

Comprimento da grade (X)

O comprimento será dado por:

$$X = (h_{\text{máx.}} + h_f + D + f) / \text{sen}\theta$$

Onde:

$h_{\text{máx.}} =$ altura da lâmina líquida de esgoto = 0,112 m (75% de 150 mm)

$h_f =$ perda de carga na grade = 0,050 m

$D =$ diâmetro de entrada da tubulação – 0,150 m

$f =$ folga adotada – 0,10 m

$$X = (0,112 + 0,05 + 0,15 + 0,10) / \text{sen}45^\circ$$

$$X = 0,58$$

$X = 0,60 \text{ m}$ adotar

Grade (0,30 x 0,60 x 11 barras de 8 x 20 mm)

7.1.2 Caixa De Areia (Desarenador)