



CONTRATO 443/10
OS N°001

CIDADE DE DORES DO RIO PRETO

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE DORES DO RIO PRETO

VOLUME ÚNICO

MEMORIAL DESCRITIVO

B-066-000-90-0-MD-0001

Apresentação

Este relatório é parte integrante do Contrato nº 443/2010, firmado entre a BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA e a CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento, quanto à contratação de empresa para Execução dos serviços de Consultoria para estudos de concepção, projetos técnicos em sistemas de esgotamento sanitário dos municípios de: Muqui, Iúna, Ibatiba, Fundão Sede, Fundão Timbuí, Rio Novo do Sul, Apiacá, Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Piúma, Bom Jesus do Norte, Alto Rio Novo, Nova Venécia, Barra do São Francisco, Boa Esperança, Conceição da Barra, no estado do Espírito Santo

Este texto trata-se de relatório de visita de campo, análise da documentação fornecida pela CESAN e o estudo preliminar para a elaboração do Projeto Executivo do Sistema de Esgotamento Sanitário do distrito Sede do município de Dolores do Rio Preto.

Este texto trata-se memorial descritivo e de cálculo do Projeto Executivo do Sistema de Esgotamento Sanitário do distrito Sede do município de Dolores do Rio Preto.

.

ÍNDICE

1	<i>Introdução</i>	7
2	<i>Caracterização Geral da Área</i>	8
2.1	Histórico	8
2.2	Localização e Acessos	8
2.3	Aspectos Físicos	11
2.4	Aspectos de Uso e Ocupação do Solo	12
3	<i>Parâmetros de Projeto</i>	17
3.1	Normas Técnicas	17
3.2	Área de Projeto	17
3.3	Horizonte de Projeto	17
3.4	Parâmetros de Projeto para Dimensionamento do Sistema de Coleta e Transporte de Esgoto	18
3.5	Parâmetros de Projeto para Dimensionamento de Redes e Interceptores	19
3.6	Parâmetros de Projeto para Dimensionamento das Estações Elevatórias de Esgoto	20
3.7	Vazões de Projeto do Sistema de Coleta e Transporte de Esgoto	21
3.7.1	Vazão Afluente para Início de Plano	21
3.7.2	Vazão Afluente para Final de Plano	21
3.7.3	Vazão Média Afluente para Início de Plano	22
3.7.4	Taxa de Contribuição Linear	22
3.8	Parâmetros de Projeto para Dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgoto	22
3.9	Vazões de Projeto da Estação de Tratamento de Esgoto	23
3.9.1	Vazão Média Afluente	23
3.9.2	Vazão Máxima Afluente Início de Plano	23
3.9.3	Vazão Máxima Afluente Final de Plano	24
3.9.4	Vazão Mínima Afluente	24
4	<i>Estudo Populacional</i>	25
4.1	Generalidades	25
4.2	Dados de Referência	25
4.3	Método de Cálculo	25
4.4	Projeção Populacional	26

5	<i>Sistema de Saneamento Basico existente</i>	28
5.1	Abastecimento de Água	28
5.2	Esgotamento Sanitário	28
5.2.1	<i>Rede Coletora</i>	28
5.2.2	<i>Estação de Tratamento de Esgotos</i>	29
6	<i>Concepção do Sistema Proposto</i>	30
6.1	Sistema de Coleta e Transporte de Esgotos	30
6.2	Sistema de Tratamento dos Esgotos Sanitários.....	33
6.2.1	<i>Etapas de Tratamento</i>	33
7	<i>Memorial de Cálculo</i>	38
7.1	População, Vazão e Extensão de Rede	38
7.2	Rede Coletora	38
7.2.1	<i>Dimensionamento Hidráulico Bacia A</i>	39
7.2.2	<i>Dimensionamento Hidráulico Bacia B</i>	44
7.3	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto	52
7.3.1	<i>Elevatória de Esgoto Bruto A</i>	52
7.3.2	<i>Elevatória de Esgoto Bruto B</i>	55
7.4	Estação de Tratamento de Esgoto	58
7.4.1	<i>Dados Preliminares</i>	58
7.4.2	<i>Tratamento Preliminar</i>	60
7.4.3	<i>Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo</i>	64
7.4.4	<i>Filtro Biológico Aerado Submerso Nitrificante</i>	64
7.4.5	<i>Decantador Secundário</i>	65
7.4.6	<i>Subprodutos do tratamento</i>	65
7.4.7	<i>Elevatória de Esgoto Bruto ETE</i>	67
8	<i>Plano de operação, manutenção, contingência e emergência</i>	70
8.1	Estação Elevatória De Esgoto Bruto	70
8.1.1	<i>Operação e Manutenção</i>	70
8.1.2	<i>Contingência e Emergência</i>	74
8.2	Estação De Tratamento De Esgotos	75
8.2.2	<i>Contingência e Emergência</i>	95
9	<i>Referencias Bibliograficas</i>	98
	<i>SÍNTESE DO EMPREENDIMENTO</i>	99

Lista de Figuras

Figura 1 - Mapas do Estado do Espírito Santo indicando: (a) Município de Dorés do Rio Preto; (b) Microrregião Alegre e (c) Macrorregião Sul Espírito-Santense. ..	9
Figura 2 - Mapa do Sul do Estado do Espírito Santo.	10
Figura 3 - Mapa rodoviário das proximidades do município de Dorés do Rio Preto.	11
Figura 4 - Fossa Filtro Existente.....	29
Figura 5 - Concepção do Sistema Proposto.....	32
Figura 6 - Fluxograma de comunicação em caso de pane eletromecânica	96
Figura 7 - Fluxograma de comunicação em caso de falta de energia	97
Figura 8 - Fluxograma de comunicação em caso de acidentes ambientais	97

Lista de Tabelas

Tabela 1 - População ocupada segundo atividades.....	12
Tabela 2 - Distribuição setorial da população ocupada.....	13
Tabela 3 - População ocupada segundo faixa de rendimento de todos os trabalhadores.	13
Tabela 4 - Formas de abastecimento de água dos domicílios particulares permanentes.	14
Tabela 5 - Forma de esgotamento sanitário dos domicílios particulares permanentes urbanos.	14
Tabela 6 - Destino do lixo dos domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio.	15
Tabela 7 - Consumo de água na Sede do município de Dorés do Rio Preto.	18
Tabela 8 - Taxa de crescimento geométrico para o município de Dorés do Rio Preto.....	25
Tabela 9 - Dados censitários demográficos do município de Dorés do Rio Preto.	25
Tabela 10 - Projeção populacional para o distrito Sede de Dorés do Rio Preto Taxa de crescimento geométrico (k_g): 1.08%.....	27
Tabela 11 - Dados operacionais do sistema de Abastecimento de Água.	28
Tabela 12 - Evolução anual da vazão de contribuição.....	31
Tabela 13 - Eficiências de SS, DBO5 e DQO do UASB, BF e do DS.	37
Tabela 14 - Massa de DQO, DBO5 e SS removidas diariamente.....	37
Tabela 15 - População, Extensão de Rede e Vazões por Bacia de Esgotamento.	38
Tabela 16 - Ações de contingência nas elevatórias	74
Tabela 17 - Problemas e soluções nas unidades de preliminares	77
Tabela 18 - Principais problemas e prováveis soluções na produção de biogás .	85
Tabela 19 - Principais problemas e prováveis soluções nos reatores UASB	87
Tabela 20 - Parâmetros a serem monitorados nos UASB's	89
Tabela 21 - Principais problemas e prováveis soluções no leito de secagem.....	93
Tabela 22 - Ações de contingência e emergência do sistema de tratamento.	96

1 INTRODUÇÃO

A seguir está apresentado o Projeto Técnico para a Sede do município de Dorés do Rio Pretodesenvolvido de forma a atender as diretrizes definidas pela CESAN e obedecendo às normas vigentes da ABNT.

2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

2.1 HISTÓRICO

Ainda no início do século, mais precisamente em 1912, famílias mineiras, italianas e portuguesas construíram uma usina hidrelétrica, rede de água, estrada de ferro e a primeira capela do povoado, com a ajuda do pioneiro Firmino Dias, que passou a ser conhecido com o nome de Divisa, nome este por ser a divisa entre os estados do Espírito Santo e Minas Gerais. Distrito de Guaçuí, o povoado manteve sua economia baseada na extração da madeira para fornecimento de dormentes para a Companhia Ferroviária Leopoldina, do café e dos cereais. No período de 1920 a 1959 estes produtos chegaram a ser exportados, o povoado atraiu compradores de café e concentrou casas comerciais.

Em 30 de dezembro de 1963 o então Governador Francisco Lacerda de Aguiar assinou a Lei 1.914 de Emancipação Política, e assim no dia 07 de abril de 1964 o antigo Distrito de Divisa se desmembrava de Guaçuí, recebendo o nome de Dolores do Rio Preto em homenagem a padroeira local, Nossa Senhora das Dolores e ao Rio Preto.

2.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O município de Dolores do Rio Preto (ver Figura 1a) está localizado nas coordenadas UTM 24k 203.622 E e 7.709.682 S, utilizando DATUM SIRGAS 2000 possuindo área equivalente a 0,32% do território estadual, com 147km².

Estando localizado no sul do Espírito Santo (ver Figura 1b) e distando 243 km da capital do Estado, Vitória, o município está inserido na Macrorregião Sul Espírito-Santense (ver Figura 1c).

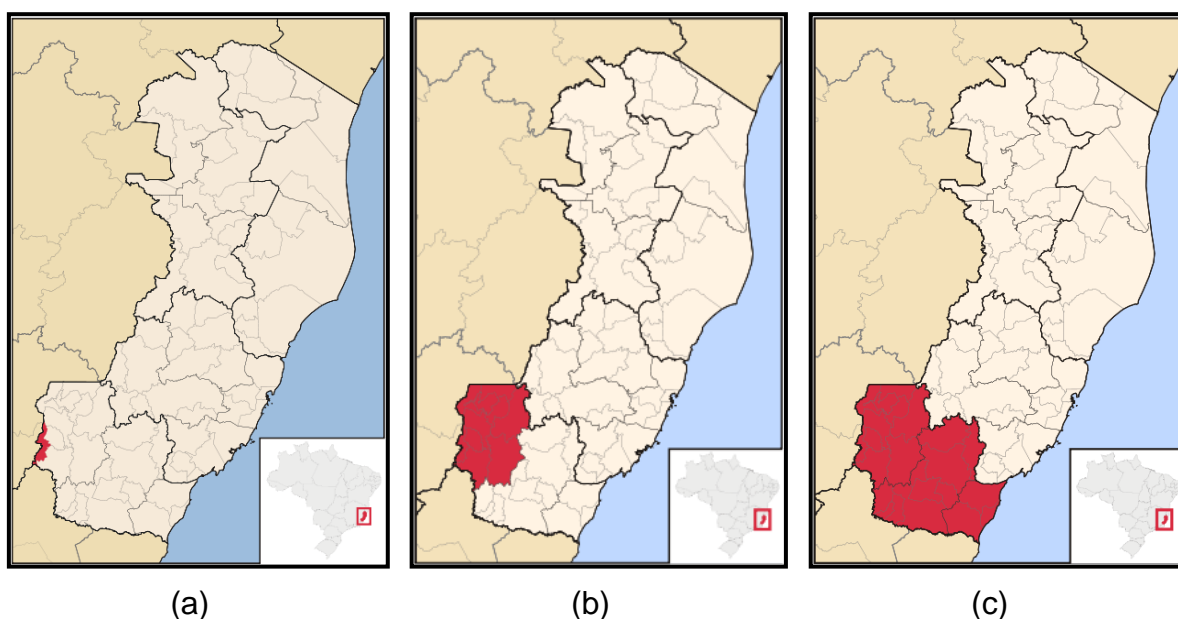


Figura 1 - Mapas do Estado do Espírito Santo indicando: (a) Município de Dorcas do Rio Preto; (b) Microrregião Alegre e (c) Macrorregião Sul Espírito-Santense.

Como pode ser observado na Figura 2, o município de Dorcas do Rio Preto faz limites com os municípios de Ibitirama, Divino de São Lourenço, Guaçuí e Estado de Minas Gerais. O município possui 11 comunidades e é dividido em 3 distritos. Além da sede, o município possui os Pedra Menina e Mundo Novo.

A Figura 3 apresenta o mapa rodoviário do município de Dorcas do Rio Preto.

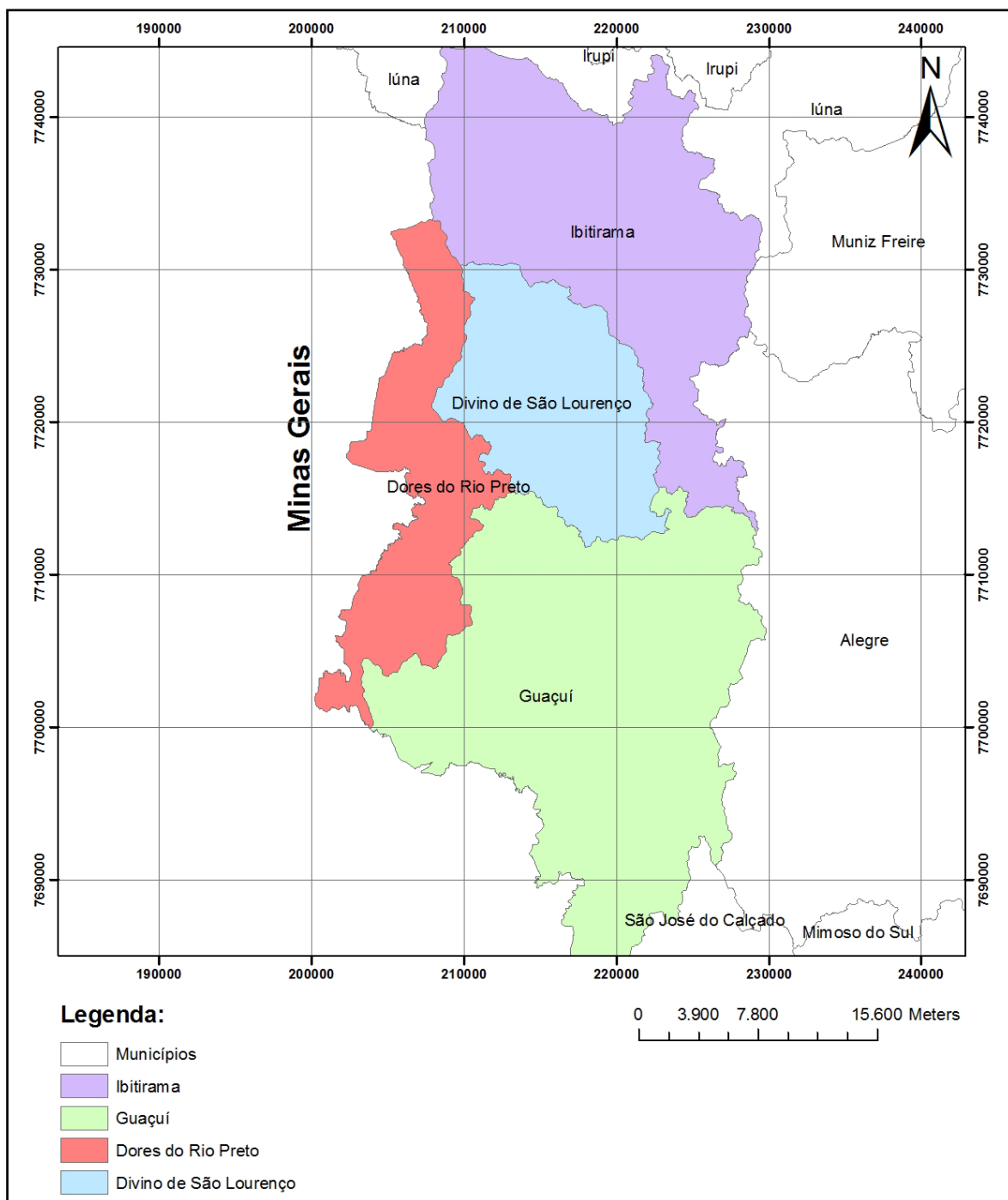


Figura 2 - Mapa do Sul do Estado do Espírito Santo.



Figura 3 - Mapa rodoviário das proximidades do município de Dorés do Rio Preto.

2.3 ASPECTOS FÍSICOS

Tropical de altitude com precipitações pluviométricas regulares, com maior ocorrência de chuvas nos meses de novembro a fevereiro. Temperatura Mínima: 9.9°, Média: 19.2° e Máxima: 28.3 °, chegando a 0° na área de Camping do PARNA.

Quanto às precipitações pluviométrica regulares, média de 2.000mm aproximadamente. A distribuição sazonal é caracterizada por grande concentração de outubro a abril, 200 a 400mm, o que corresponde a 75% aproximadamente, do total anual.

A vegetação do município é bastante diversificada. Sendo a predominante por Mata Atlântica (imbaúbas, as quaresmeiras, os jequitibás, os cedros, os ipês, as taquaras e as samambaias), além disso o município possui um grande área de pastagem.

O relevo do município varia de fortemente ondulado a montanhoso, com solos classificados como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

A bacia que compõe hidrografia do município é a do rio Itabapoana, com área aproximada de 147,0 Km². Principais rios do município: Itabapoana e Preto.

2.4 ASPECTOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Segundo informações levantadas durante o recenseamento realizado em 2000, as quais foram sintetizadas nas Tabela 11 e Tabela 2, a economia do município de Dores do Rio Preto fundamenta-se na agropecuária (66,70% da população “ocupada”) e em atividades de prestação de serviço (19% da população “ocupada”).

Tabela 1 - População ocupada segundo atividades.

Atividades	População Ocupada
Agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal.	1.921
Atividades mal especificadas	15
Indústrias extrativas	6
Indústrias de transformação	103
Produção e distribuição de eletricidade, gás e água.	11
Construção	141
Comércio; reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos.	135
Alojamento e alimentação	46
Transporte, armazenagem e comunicações.	70
Atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas.	20
Administrações públicas, defesas e seguridade social.	127
Educação	136
Saúde e serviços sociais	20
Outros serviços coletivos, sociais e pessoais.	41
Serviços domésticos	87
Total	2.879

Fonte: IBGE. Microdados do Censo de 2000.

Tabela 2 - Distribuição setorial da população ocupada.

Atividades agrupadas	%
Atividades agropecuárias	66,70
Atividades industriais	9,10
Comércio e reparação	4,70
Atividades de prestação de serviço	19,00
Atividades mal especificadas	0,50
Total	100,00

Fonte: IBGE. Microdados do Censo de 2000.

A vocação econômica do município têm na cafeicultura e na pecuária leiteira as suas principais atividades em termos de geração de renda, emprego e arrecadação tributária, predominando as pequenas propriedades. As relações de trabalho predominantes são a mão-de-obra familiar, assalariada, diaristas e o regime de parcerias nas lavouras de café.

Tabela 3 - População ocupada segundo faixa de rendimento de todos os trabalhadores.

Faixa de renda mensal familiar per capita em Salário Mínimo (SM)	Número de famílias	%
Sem Rendimentos	30	1,7
Até 1 SM	162	9
Mais de 1 a 2 SM	380	21
Mais de 2 a 3 SM	274	15,2
Mais de 3 a 5 SM	418	23,1
Mais de 5 a 10 SM	359	19,9
Mais de 10 a 15 SM	75	4,1
Mais de 15 a 20 SM	41	2,3
Mais de 20 a 30 SM	21	1,2
Mais de 30 SM	44	2,5
Total	1.810	100

Fonte: IBGE. Microdados do Censo de 2000.

Percebe-se, pelos dados apresentados na Tabela 3, que o município pode ser classificado como um município de baixa renda, pois cerca de 46,9% da população ocupada tem renda mensal inferior a três salários mínimos.

Segundo informações da Cesan, o município possui 91% de atendimento em distribuição de água tratada e 0% de rede coletora de esgotos. Como praticamente não apresenta valas negras, conclui-se que o destino final dos esgotos domésticos são os corpos d'água através da rede de drenagem existente.

Tabela 4 - Formas de abastecimento de água dos domicílios particulares permanentes.

Origem do abastecimento de água	Canalização	Número de domicílios	%
Rede Geral	Canalizada em pelo menos um cômodo	938	53,8
Poço ou nascente	Canalizada em pelo menos um cômodo	770	44,2
	Canalizada só na propriedade ou terreno	15	0,9
Outra	Canalizada em pelo menos um cômodo	20	1,1
Total		1.743	100,0

Fonte: IBGE. Microdados do Censo 2000

Tabela 5 - Forma de esgotamento sanitário dos domicílios particulares permanentes urbanos.

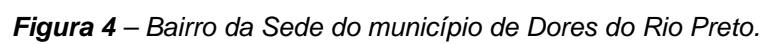
Forma de Esgotamento	Tem banheiro	Só tem sanitário	Não tem banheiro sanitário	Total (%)
Fossa rudimentar	3	-	-	3
Fossa séptica	1,1	-	-	1,1
Outro escoadouro	0,6	-	-	0,6
Rede geral de esgoto ou pluvial	79,5	-	-	79,5
Rio, lago ou mar	13	-	-	13
Vala	2,8	-	-	2,8
Total	100	-	-	100

Fonte: IBGE. Microdados do Censo 2000

Tabela 6 - Destino do lixo dos domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio.

Destino do lixo	Urbana	%	Rural	%	Total	%
Coletado	932	96,62	7	1,01	940	53,94
Jogado terreno baldiooulogradouro	3	0,36	123	15,93	127	7,31
Queimadoou Enterrado	24	2,52	568	73,02	592	33,99
Temoutro destino	4	0,5	78	10,05	83	4,76
Total	965	100	778	100	1.743	100

Fonte: IBGE. Microdados do Censo 2000.



3 PARÂMETROS DE PROJETO

3.1 NORMAS TÉCNICAS

O projeto do sistema de esgotamento sanitário do município de Dorés do Rio Preto será desenvolvido com base nas normas técnicas de projeto vigentes (Normas da ABNT), nas diretrizes fornecidas pela Companhia Espírito-Santense de Saneamento (CESAN) e nos dados coletados em campo pela equipe técnica da BECK DE SOUZA.

A seguir estão listas as principais normas técnicas que nortearam a elaboração do projeto:

- NBR 9.649/86 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;
- NBR 12.208/92 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário;
- NBR 12.207/92 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário;
- NBR 12.209/89 – Projeto de Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário;
- NBR 14486/00 – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC.

3.2 ÁREA DE PROJETO

A área de projeto abrange a área urbana da Sede do Município de Dorés do Rio Preto.

3.3 HORIZONTE DE PROJETO

Para a elaboração do projeto do sistema de esgotamento sanitário do distrito sede do município de Dorés do Rio Preto será adotado horizonte de projeto de 20 anos.

- Início de plano: 2012
- Final de plano: 2031

3.4 PARÂMETROS DE PROJETO PARA DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTO

Consoante as normas técnicas da ABNT citadas anteriormente e em recomendações dos departamentos de projeto e operação da CESAN foram fixados os seguintes parâmetros de projeto:

→ Consumo per capita (qc): 150 l/hab.dia

O consumo per capita de água foi avaliado por meio de uma série histórica mensal de 6 (seis) meses, tomando-se por base os consumos das economias micromedidas estabelecidas por meio dos boletins de Informações Operacionais dos Sistemas do Interior (I.O.S.), Divisão Sul, período de 01/2010 a 06/2010 do município de Dorés do Rio Preto conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Consumo de água na Sede do município de Dorés do Rio Preto.

Mês/Ano	Consumo por economia micromedido (m³/econ.mês)	Consumo por economia micromedido (l/hab.dia)
Jan/2010	11,80	140,86
Fev/2010	11,20	133,55
Mar/2010	12,10	145,21
Abr/2010	11,50	137,70
Mai/2010	10,70	128,88
Jun/2010	12,80	153,14
Média	11,68	139.89

Fonte: CESAN-2010.

O per capita médio micromedido deste período é cerca de 139.89 l/hab.dia, assim adotaremos o valor de 150 l/hab.dia.

→ Coeficientes de variação:

- Coeficiente do dia de maior consumo (k1): 1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo (k2): 1,5

→ Coeficiente de retorno água/esgoto (C): 0,80

→ Taxa de infiltração (Tinf): 0,2 l/s.km

→ Índice de atendimento: 100%

3.5 PARÂMETROS DE PROJETO PARA DIMENSIONAMENTO DE REDES E INTERCEPTORES

O dimensionamento hidráulico da rede coletora da sede municipal de Dorés do Rio Preto será realizado empregando-se a equação de Chézy-Manning apresentada abaixo.

$$Q_{i,f} = \frac{1}{\eta} \times A_H \times R_H^{2/3} \times I^{1/2} \quad (1)$$

Na qual:

$Q_{i,f}$: vazões de início e final de plano para cada sub-bacia (l/s);

A_H : área molhada (m²);

R_H : raio hidráulico (m);

I : declividade de assentamento da tubulação (m/m);

η : coeficiente de rugosidade de *Manning*.

A verificação das condições hidráulicas será realizada pelo critério da tensão trativa mínima (σ_t) e velocidade crítica calculadas, respectivamente, pelas Equações 2 e 3.

$$\sigma_t = \gamma \times R_H \times I \quad (2)$$

$$v_c = 6 \times \sqrt{g \times R_H} \quad (3)$$

Nas quais:

σ_t : tensão trativa (Pa);

v_c : velocidade crítica (m/s);

γ : peso específico do líquido (N/m³);

g : aceleração da gravidade (m/s²).

Serão respeitadas as seguintes condições:

- Tensão trativa mínima para rede coletora ($\sigma_{t, rede}$): 1,0 Pa;
- Tensão trativa mínima para rede coletora em tubo de pvc ($\sigma_{t, rede}$): 0,6 Pa;
- Tensão trativa mínima para interceptores ($\sigma_{t, int.}$): 1,5 Pa;
- Vazão mínima de cálculo: 1,5 l/s;
- Velocidade máxima de final de plano ($v_{máx}$): 5,0 m/s;

- Lâmina líquida (y/d):
 - Para $v_{máx} < v_c \rightarrow y/d: 50\%$;
 - Para $v_{máx} > v_c \rightarrow y/d: 75\%$;
- Recobrimento mínimo: 0,90 m (salvo algumas condições especiais);
- Profundidade máxima: 4,00 m (salvo algumas condições especiais);
- Diâmetros e materiais:
 - Os coletores de esgotos do sistema público terão sempre seção circular. Para diâmetros até 400 mm, a prática mostra ser mais viável a adoção de tubos de PVC, salvo em situação especiais nas quais as condições locais exijam o emprego de tubos de ferro fundido. O menor diâmetro a ser considerado é DN 150 mm;
- Coeficiente de rugosidade de Manning (η): 0,013;
- Comprimento máximo de trechos: 80 m; (salvo algumas condições especiais);
- Mudança de diâmetro:
 - Nas mudanças de diâmetros de tubulações, a geratriz inferior de maior diâmetro será rebaixada de modo a manter-se o mesmo gradiente hidráulico e garantir a inexistência de remansos.
- Poços de visita:
 - O diâmetro mínimo adotado para os PV(s) será de DN 600 mm, principalmente aqueles localizados em início de trechos de redes. Em poços de visita que apresentem diferenças superiores a 0,50 m entre a geratriz interna inferior da tubulação de chegada e o fundo do PV serão empregadas almofadas para amortização e dissipação de energia.

3.6 PARÂMETROS DE PROJETO PARA DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

Para o dimensionamento das estações elevatórias de esgoto bruto e das linhas de recalque serão adotados os seguintes critérios de projeto:

→ Poço de sucção:

- Os poços de sucção serão cilíndricos com diâmetro mínimo de 2,0 m;

→ Vazão de bombeamento igual à vazão máxima de final de plano para garantir o esvaziamento do poço de sucção para condições críticas de final de plano;

→ Os conjuntos motor-bombas serão do tipo centrífugo submersível com acionamento automático. Serão instalados no mínimo dois conjuntos (1+1);

→ As tubulações de recalque serão projetadas em ferro fundido, com diâmetros que garantam velocidades máximas e mínimas entre 2,0 m/s e 0,6 m/s.

3.7 VAZÕES DE PROJETO DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTO

3.7.1 Vazão Afluente para Início de Plano

$$Q_i = \frac{k_2 \times C \times q_c \times P_i}{86400} + T_{inf} \times L_n \quad (4)$$

Na qual:

Q_i : vazão total de início de plano para cada sub-bacia (l/s);

k_2 : coeficiente de reforço da hora de maior consumo;

P_i : população atendida no início de plano em cada sub-bacia;

q_c : consumo *per capita* (l/hab.d);

C : coeficiente de retorno;

L_n : comprimento total da rede coletora em cada sub-bacia (m);

T_{inf} : taxa de infiltração linear igual.

3.7.2 Vazão Afluente para Final de Plano

$$Q_f = \frac{k_1 \times k_2 \times C \times q_c \times P_f}{86400} + T_{inf} \times L_n \quad (5)$$

Na qual:

Q_f : vazão total de final de plano para cada sub-bacia (l/s);

k_1 : coeficiente de reforço do dia de maior consumo;

P_f : população atendida no início de plano em cada sub-bacia.

3.7.3 Vazão Média Afluyente para Início de Plano

$$Q_{med,i} = \frac{C \times q_c \times P_i}{86400} + T_{inf} \times L_n \quad (6)$$

Na qual:

$Q_{med,i}$: vazão média de início de plano para cada sub-bacia (l/s).

3.7.4 Taxa de Contribuição Linear

Por se tratar de rede coletora de pequeno porte responsável pela coleta de esgoto sanitário de regiões com características físicas e antrópicas homogêneas, optou-se pela adoção de taxas de contribuição linear de início e final de plano para cada sub-bacia de esgotamento. Para o cálculo das taxas de contribuição linear que serão adotadas no projeto será empregada a seguinte equação:

$$q_{linear} = \frac{Q_{i,f}}{L_n} \quad (7)$$

Na qual:

q_{lin} : taxa de contribuição linear (l/s.m);

$Q_{i,f}$: vazões de início e final de plano para cada sub-bacia (l/s);

L_n : comprimento da rede coletora por sub-bacia (m).

3.8 PARÂMETROS DE PROJETO PARA DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Consoante as normas técnicas da ABNT citadas anteriormente e em recomendações dos departamentos de projeto e operação da CESAN foram fixados os seguintes parâmetros de projeto:

- Vazão per capita (q_c): 150 l/hab.d
- Coeficientes de variação:
 - Coeficiente do dia de maior consumo (k_1): 1,2
 - Coeficiente da hora de maior consumo (k_2): 1,5
 - Coeficiente da hora de menor consumo (k_3): 0,5
- Coeficiente de retorno água/esgoto (C): 0,8
- Taxa de infiltração (T_{inf}): 0,2 l/s.km
- Índice de atendimento: 100%
- DBO per capita: 54 g DBO/hab.d
- DQO per capita: 90 g DQO/hab.d
- NTK (nitrogênio total de Kjeldahl) per capita: 8 g NTK/hab.d
- $P_{tot.}$ (fósforo total) per capita: 1,75 g $P_{tot.}$ / hab.d
- SST (Sólidos Suspensos Totais) per capita: 60 g SST/hab.d

3.9 VAZÕES DE PROJETO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

3.9.1 Vazão Média Afluente

$$Q_{méd} = \frac{C \times q_c \times P_{tot.}}{86400} + T_{inf} \times L_{tot.} \quad (8)$$

Na qual:

$Q_{méd}$: vazão média afluente (l/s);

$P_{tot.}$: população total atendida pela ETE (hab);

$L_{tot.}$: comprimento total da rede coletora (m).

3.9.2 Vazão Máxima Afluente Início de Plano

$$Q_{máx} = \frac{k_1 \times C \times q_c \times P_{tot.}}{86400} + T_{inf} \times L_{tot.} \quad (9)$$

Na qual:

$Q_{\text{máx}}$: vazão máxima diária afluyente (l/s).

3.9.3 Vazão Máxima Afluyente Final de Plano

$$Q_{\text{máxx}} = \frac{k_1 \times k_2 \times C \times q_c \times P_{\text{tot.}}}{86400} + T_{\text{inf}} \times L_{\text{tot.}} \quad (10)$$

Na qual:

$Q_{\text{máxx}}$: vazão máxima horária afluyente (l/s).

3.9.4 Vazão Mínima Afluyente

$$Q_{\text{mín}} = \frac{k_3 \times C \times q_c \times P_{\text{tot.}}}{86400} \quad (11)$$

Na qual:

$Q_{\text{mín}}$: vazão mínima afluyente (l/s).

4 ESTUDO POPULACIONAL

4.1 GENERALIDADES

O distrito sede de Dorés do Rio Preto não apresenta indícios de crescimento acelerado para os próximos 20 anos, horizonte de projeto adotado, fato este ratificado pela baixa taxa de crescimento geométrica (k_g) experimentado pela cidade entre os anos de 2000 e 2010, apenas 1,08% (ver Tabela 8).

Tabela 8 - Taxa de crescimento geométrico para o município de Dorés do Rio Preto.

Taxa Geométrica de Crescimento Populacional	
Período	k_g
1991 → 2000	1,81%
2000 → 2010	1,08%

Fonte: IBGE-2010

4.2 DADOS DE REFERÊNCIA

Os dados de referência empregados nos cálculos de projeção populacional encontram-se condensados na Tabela 9, refere-se a população total do município.

Tabela 9 - Dados censitários demográficos do município de Dorés do Rio Preto.

Situação dos Domicílios	2000	2010
Urbano	3.185	3.547
Rural	2.982	2.850
Total	6.167	6.397

Fonte: Recenseamento Geral do Brasil (IBGE).

4.3 MÉTODO DE CÁLCULO

A projeção da população para o distrito Sede de Dorés do Rio Preto foi estimada com o emprego de modelo matemático de crescimento populacional denominado Crescimento Geométrico.

Neste método pressupõe-se que o crescimento da população é proporcional a população existente em um determinado ano. Sua formulação matemática é representada a seguir:

$$P_t = P_0 \times e^{K_g \times (t - t_0)},$$

onde

$$K_g = \frac{\ln P_1 - \ln P_0}{t_1 - t_0}$$

Nas quais:

P_0 : população no anti-penúltimo censo

P_1 : população no penúltimo censo;

K_g : taxa de crescimento geométrico;

t_1 : ano do penúltimo censo;

P_t : população no ano “ t ”;

t : ano “ t ”;

4.4 PROJEÇÃO POPULACIONAL

Assumiu-se a hipótese de que o distrito Sede do município de Dores do Rio Preto, área de projeto, crescerá segundo uma taxa de crescimento geométrica a partir do ano t_0 , com população inicial, segundo os dados oficiais obtidos do IBGE, de 1.931 habitantes.

Há de se destacar que, o recenseamento oficial foi realizado no ano de 2010 e os dados operacionais relativos a este distrito fornecidos pela CESAN levam em consideração as projeções feitas em 2009 sobre a população. Por isso, os dados da Companhia Espírito Santense serão, nesse contexto, apreciados, mas não utilizados devido ao anteriormente exposto.

A taxa de crescimento geométrico K_g foi obtida por meio do cálculo apresentado acima levando em consideração a população residente urbana nos anos 2000 e 2010 fornecidos pelo IBGE.

$$K_g = \frac{\ln P_1 - \ln P_0}{t_1 - t_0} = \frac{\ln(3547) - \ln(3185)}{2010 - 2000} = 0,0108$$

A partir deste índice e critérios adotados foi calculada a projeção populacional para o distrito sede do município de Dorés do Rio Preto, cujo panorama geral dos cálculos e os resultados são apresentados a seguir.

Tabela 10 - Projeção populacional para o distrito Sede de Dorés do Rio Preto Taxa de crescimento geométrico (k_g): 1.08%.

Ano	População	Ano	População
2010	2150	2021	2421
2011	2174	2022	2447
2012	2197	2023	2473
2013	2221	2024	2500
2014	2245	2025	2527
2015	2269	2026	2555
2016	2294	2027	2582
2017	2319	2028	2610
2018	2344	2029	2639
2019	2369	2030	2667
2020	2395	2031	2696

5 SISTEMA DE SANEAMENTO BASICO EXISTENTE

5.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O Sistema de Abastecimento de Água do município de Dorés do Rio Preto é operado pela CESAN. A Estação de Tratamento de Água vem tratando uma vazão média de 4,84 l/s. O tempo de funcionamento médio da ETA é de 24 horas por dia.

A seguir serão apresentados os dados operacionais mais recentes.

Tabela 11 - Dados operacionais do sistema de Abastecimento de Água.

Ano	Mês	Ligações			Economias			Residências (un)
		Total (un)	Medidas (un)	Medidas (%)	Total (un)	Medidas (un)	Medidas (%)	
2010	Jan	769	769	100,00	858	858	100,00	761
	Fev	772	772	100,00	861	861	100,00	764
	Mar	775	775	100,00	865	865	100,00	768
	Abr	775	775	100,00	864	864	100,00	767
	Mai	780	780	100,00	869	869	100,00	771
	Jun	781	781	100,00	870	870	100,00	772

Fonte: CESAN - Divisão Sul.

5.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O sistema de esgoto sanitário de Dorés do Rio Preto foi implantado pela prefeitura e não está sendo operado. Na visita técnica ao município constatou-se que não existe cadastro completo das poucas redes coletoras implantadas na área urbana.

A Sede do Município possui cerca de 870 economias, segundo dados operacionais da CESAN, e estima-se que 30% deste montante possui rede coletora; incluídos neste montante as redes deficitárias existentes.

5.2.1 Rede Coletora

Dorés do Rio Preto possui considerável malha de rede coletora existente. Não foi possível precisar a extensão de rede existente, pois o cadastro dos poços de visita está incompleto.

Foi constatado que grande parte das redes concentra-se nas adjacências da estação Fossa Filtro.

5.2.2 Estação de Tratamento de Esgotos

O município conta com uma estação de tratamento do tipo Fossa Filtro localizada ao sul e à jusante da cidade, que está sem operação e manutenção, nitidamente abandonada.

A Fossa Filtro está acima do nível da rua, foi executada em cota mais elevada para evitar que o tratamento fosse prejudicado em épocas de cheias. Por esta razão, a estação possui uma elevatória acoplada.



Figura 4 - Fossa Filtro Existente.

6 CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

6.1 SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTOS

A área urbana foi dividida em 2 (duas) bacias de esgotamento com as nomenclaturas de A e B.

O sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário do distrito sede do município consiste em rede coletora secundária nos logradouros, os quais descarregarão seus efluentes líquidos em coletores troncos.

São previstas 2 (duas) estações elevatórias de esgoto bruto para inversão de fluxo e reunir todo esgoto gerado em um único ponto de tratamento.

Foram necessários 7.044 metros de rede coletora. Nesse valor de extensão estão inclusos os 1.410 m de rede existente.

A Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário está localizada nas coordenadas geográficas UTM 24k 202.891m E e 7.708.221m S. O corpo receptor do efluente tratado será o Rio Preto. O emissário de descarga está localizado nas coordenadas geográficas UTM 24k 202.698m E e 7.708.277m S.

A Tabela 12 demonstra a evolução da vazão de contribuição ao longo do projeto.

Tabela 12 - Evolução anual da vazão de contribuição.

Ano	População (hab)	Vazões Finais (l/s)	
		Média	Máx Horária
2012	2.197	4,46	6,90
2013	2.221	4,49	6,96
2014	2.245	4,53	7,02
2015	2.269	4,56	7,08
2016	2.294	4,59	7,14
2017	2.319	4,63	7,21
2018	2.344	4,66	7,27
2019	2.369	4,70	7,33
2020	2.395	4,74	7,40
2021	2.421	4,77	7,46
2022	2.447	4,81	7,53
2023	2.473	4,84	7,59
2024	2.500	4,88	7,66
2025	2.527	4,92	7,73
2026	2.555	4,96	7,80
2027	2.582	5,00	7,86
2028	2.610	5,03	7,93
2029	2.639	5,07	8,01
2030	2.667	5,11	8,08
2031	2.696	5,15	8,15

Parâmetros Utilizados:

Consumo per capita:	150 l/hab.dia;
Coeficiente de infiltração:	0,0002 l/s.m;
K1:	1,2;
K2:	1,5;
Coeficiente de retorno:	0,8;
Extensão da rede:	7.044 m;
Vazão de infiltração:	1,41 l/s.

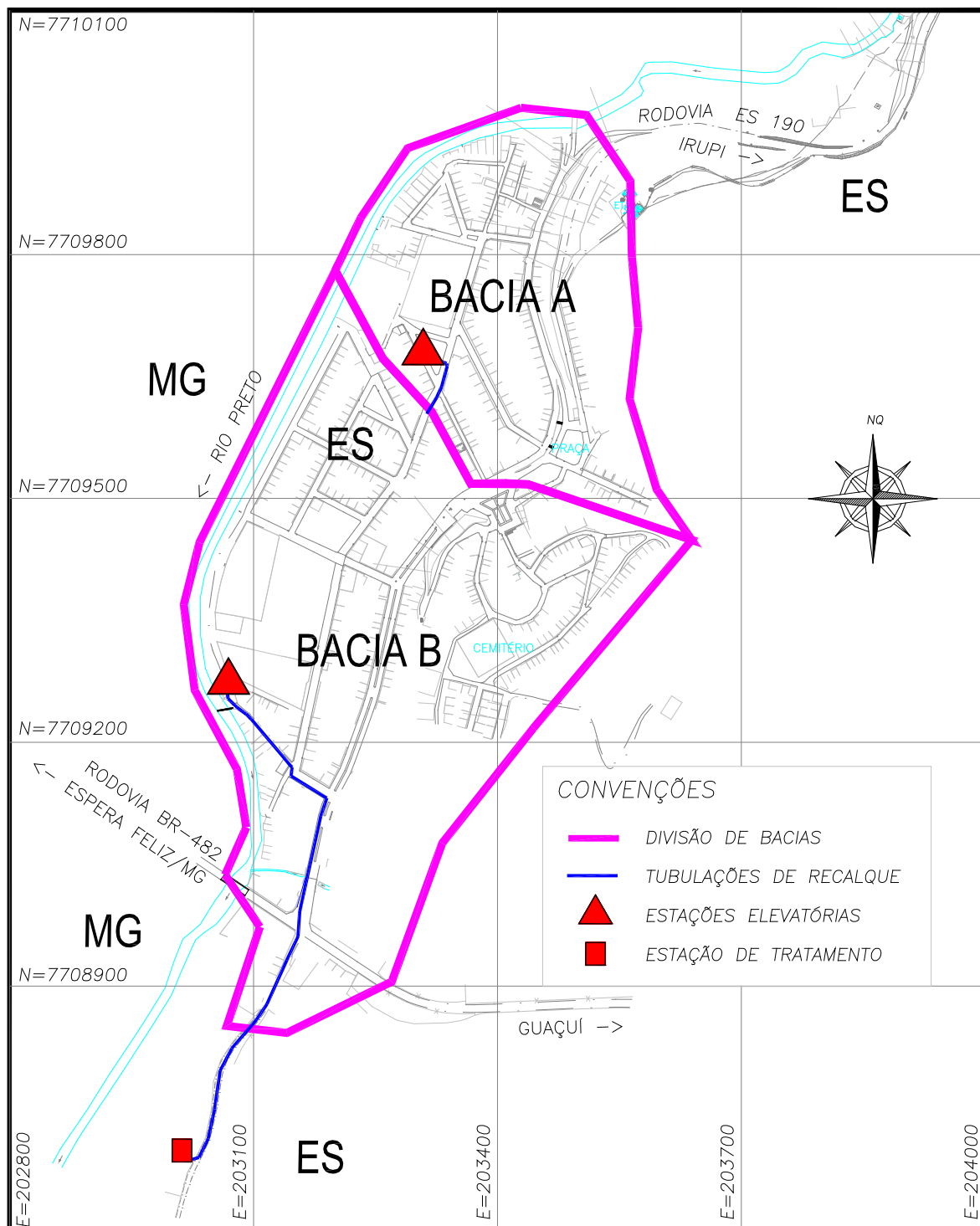


Figura 5 - Concepção do Sistema Proposto.

6.2 SISTEMA DE TRATAMENTO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS

Os sistemas fossa filtro existentes serão desativados. Devido o relevo da cidade, seu clima e a falta de área disponível, o sistema de tratamento do esgoto indicado será compacto, composto por um reator de digestão anaeróbia, seguida por um reator aeróbio e um decantador final.

O sistema completo de tratamento será composto pelas seguintes unidades:

Tratamento primário

- Gradeamento
- Desarenação
- Medidor de vazão

Tratamento secundário

- Reator anaeróbio (RAFA)
- Reator aeróbio (Biofiltro)
- Decantador final

Leito de secagem

Casa de Operação

6.2.1 Etapas de Tratamento

6.2.1.1 Nível 1 - Pré-Tratamento

O pré-tratamento tem o objetivo de reter sólidos mais grosseiros como folhas, galhos, areia, entre outros, protegendo os equipamentos e tubulações e evitando o acúmulo de material inerte nos reatores biológicos. Sendo assim, nesta fase o esgoto passa, primeiramente, por um gradeamento e, na sequência, pela caixa de areia, do tipo canal.

O gradeamento é constituído por uma grade média, com limpeza manual, onde o material retido é removido periodicamente, devendo ser disposto em aterro sanitário, bem como o material retido na caixa de areia.

Após este tratamento o esgoto é então encaminhado à Estação Elevatória (EE), de onde é recalcado para o reator UASB.

6.2.1.2 Nível 2 - Tratamento Secundário

Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (UASB)

Neste sistema a matéria orgânica é estabilizada anaerobiamente por bactérias dispersas no reator. Estas bactérias crescem a um nível tal, que acabam por formar uma biomassa (ou manta de lodo). Com o fluxo do esgoto dentro do reator é ascendente, à medida que o esgoto atravessa a manta de lodo, as bactérias então agem sobre a matéria orgânica. Como resultado da degradação anaeróbia da matéria orgânica são formados gases (principalmente metano e gás carbônico).

Como na maioria dos casos, é inviável o lançamento direto de um efluente anaeróbio no corpo receptor, torna-se então necessária a inclusão de uma etapa de pós-tratamento para a aeração do efluente e também para a remoção dos compostos orgânicos remanescentes no efluente anaeróbio, visto que o UASB remove cerca de 70%.

Biofiltro Nitrificante

O biofiltro nitrificante é constituído por um tanque preenchido com material filtrante e aerado artificialmente. O leito filtrante tem a função de servir de meio suporte para as colônias de bactérias, através deste leito esgoto e ar fluem permanentemente, ambos com fluxo ascendente.

O filtro biológico recebe o efluente. Nesta etapa, grande parte da matéria orgânica remanescente é metabolizada aerobiamente, ou seja, com a presença de oxigênio. A principal função dos filtros biológicos aerado nitrificante é a remoção de compostos orgânicos, nitrogênio e amônia, contribuindo para uma eficiência global de remoção de DBO₅ superior a 90%.

O meio filtrante é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico, caracterizando os biofiltros como reatores trifásicos compostos por:

- Fase sólida - constituída pelo meio suporte e pelas colônias de microorganismos que nele se desenvolvem sob a forma de um filme biológico.

- ☐ Fase Líquida - composta pelo líquido em escoamento através do meio poroso.
- ☐ Fase gasosa - formada, principalmente, pela aeração artificial.

O lodo de excesso produzido nos filtros biológicos é removido rotineiramente através de lavagens contra-correntes ao sentido do fluxo, sendo enviado para a elevatória de esgoto bruto, que o encaminhará por recalque ao reator UASB para digestão e adensamento pela via anaeróbia.

A legislação ambiental brasileira tem dado especial atenção à remoção de nutrientes, nitrogênio e fósforo, pela possibilidade de ocasionar eutrofização dos corpos d'água. Nas águas residuárias o nitrogênio pode se apresentar principalmente sob as seguintes formas: Reduzida (Nitrogênio Orgânico (Norg), Nitrogênio Amônia (N-NH₄⁺)) ou oxidada (Nitrogênio Nitroso (N-NO₂⁻) e Nitrogênio Nítrico (N-NO₃⁻)).

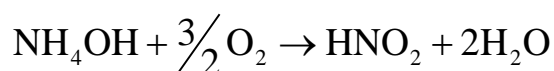
Conhece-se como Nitrogênio de Kjeldahl (N_{kj} ou NTK) o conjunto formado pelas formas reduzidas. Já o Nitrogênio Total representa o total das formas, reduzidas e oxidadas.

Os processos de remoção de Nitrogênio podem ser classificados em aqueles que fazem oxidação de NH₄⁺ (em N-NO₂⁻ e N-NO₃⁻) e os que fazem a remoção completa do nutriente.

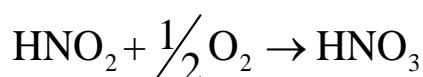
A nitrificação, oxidação biológica do nitrogênio amônia tem como produto final o nitrato, e como passo obrigatório intermediário, o nitrito.

A primeira etapa, de nitrificação, é realizada principalmente pelas bactérias do gênero *Nitrosomonas*, e em menor participação, *Nitrosococcus*, *Nitrososphaera*, *Nitrosocystis* e *Nitrosoglossa*. A nitrificação pode ser realizada pelas bactérias *Nitrobacter* e *Nitrocystis*.

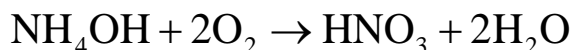
Transformação da amônia em nitritos (*Nitrosomonas*):



Oxidação de nitritos a nitratos (*Nitrobacter*):



A reação global da nitrificação é a soma das equações:



Osmicroorganismos responsáveis pela nitrificação são bactérias autotróficas, que obtém o carbono necessário para seu crescimento da redução do gás carbônico e dos carbonatos presentes no esgoto, sendo a fonte de energia as reações de oxidação da amônia e do nitrito.

6.2.1.3 Nível 3 - Polimento

Decantador Secundário

O Decantador Secundário é um dispositivo de segurança, para a retenção de partículas de lodo que, por ventura, vierem a se desprender da camada filtrante do biofiltro.

O Decantador Secundário é a unidade em que o efluente tratado é introduzido sob as lâminas paralelas inclinadas que ao escoar entre elas ocorrerá à sedimentação do lodo. O esgoto decantado sai pela parte de cima do decantador, após ser escoado pelas lâminas e é coletado por calhas coletoras.

Essa inclinação assegura a auto-limpeza dos módulos, ou seja, à medida que os lodos vão se sedimentando em seu interior, e aglutinando-se uns aos outros, as maiores massas de lodo que vão se formando, adquirem peso suficiente para se soltarem dos módulos e se arrastarem em direção ao fundo. Dessa forma, os lodos removidos pelo decantador acabam por se precipitarem para o poço de lodo, onde permanecem acumulados até serem removidos através da abertura da descarga de fundo.

6.2.1.4 Subprodutos do Tratamento

6.2.1.4.1 Lodo

A única fonte de emissão de lodo é o reator UASB. Como neste reator o tratamento do esgoto se dá através da manta de lodo, que se desenvolve continuamente, em intervalos regulares de tempo parte da manta deve ser descartada.

Geralmente, o lodo de excesso produzido é retirado a uma frequência média de um descarte mensal e, o lodo descartado deverá ser disposto em dispositivos para desidratação. A concentração de sólidos totais neste lodo situa-se na faixa de 4 a 6%, devendo atingir valores da ordem de 30% após a desidratação.

O lodo desidratado poderá ainda ser submetido à estabilização e higienização com cal ou pasteurização, adquirindo características de um lodo classe "A".

6.2.1.4.2 Biogás

Um dos subprodutos da decomposição anaeróbia, que ocorre no reator UASB, é a produção do biogás, composto principalmente por gás metano e dióxido de carbono. Considerando que o metano é muito mais prejudicial ao fenômeno conhecido como efeito estufa (aquecimento global) do que o gás carbônico, uma das alternativas para minimizar este problema é promover a queima deste gás. Este processo de queima transforma o metano em gás carbônico e vapor de água.

Sendo assim, o gás liberado no reator UASB deve ser queimado, controladamente, nos Queimadores de Biogás, este consiste num sistema de queima de forma constante e de ignição manual acompanhado de dispositivo de segurança tipo corta-chama.

6.2.1.5 Desempenho Operacional

O Desempenho operacional, bem como a massa orgânica diariamente removida na ETE UASB + BF + DS são apresentados nas Tabela 13 e Tabela 14.

Tabela 13 - Eficiências de SS, DBO5 e DQO do UASB, BF e do DS.

Eficiências (%)				
Parâmetro	Reator	Biofiltro	Decantadorsecundário	total
SS	68	71	52	90
DBO ₅	68	70	50	90
DQO	67	70	50	90

Tabela 14 - Massa de DQO, DBO5 e SS removidas diariamente.

Parâmetro	Reator	Biofiltro	Decantadorsecundário
SS	282,2	94,3	20,0
DBO ₅	282,2	93,0	19,9
DQO	556,1	191,7	41,1

7 MEMORIAL DE CÁLCULO

7.1 POPULAÇÃO, VAZÃO E EXTENSÃO DE REDE

A Tabela 15 apresenta as vazões de contribuição unitárias por bacia.

Tabela 15 - População, Extensão de Rede e Vazões por Bacia de Esgotamento.

Bacia	População		Extensão de Rede (m)	Vazão de Infiltração (l/s)	Vazões Iniciais (l/s)		Vazões Finais (l/s)	
	Inicial	Final			Média	Máx. Hor.	Média	Máx. Hor.
A	779	957	2504	0,50	1,58	2,12	1,83	2,89
B	1418	1739	4540	0,90	2,88	3,86	3,33	5,26
Total	2.197	2.696	7.044	1,40	4,47	5,99	5,16	8,15

7.2 REDE COLETORA

O traçado e dimensionamento da rede coletora foram efetuados procurando ter o máximo possível de escoamento por gravidade.

A vazão de dimensionamento da rede é a máxima horária para o final de plano.

As planilhas de cálculo da rede são apresentadas a seguir.

7.2.1 Dimensionamento Hidráulico Bacia A

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
017-001	A-093	A-094	19	753.766	753.701	752.910	752.815	0.856	0.886	150	0.0050	0	0	0.0161	0.0220	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
017-002	A-094	A-080	17	753.701	753.687	752.815	752.730	0.886	0.957	150	0.0050	0	0	0.0305	0.0416	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
016-001	A-088	A-089	41	758.998	757.755	757.948	756.705	1.050	1.050	150	0.0303	0	0	0.0348	0.0474	1.0	1.0	2.2	4.0	0.1	0.1	
016-002	A-089	A-090	34	757.755	756.117	756.705	755.067	1.050	1.050	150	0.0482	0	0	0.0636	0.0867	1.2	1.2	2.1	5.8	0.1	0.1	
016-003	A-090	A-091	16	756.117	755.555	755.067	754.505	1.050	1.050	150	0.0351	0	0	0.0772	0.1052	1.0	1.0	2.1	4.5	0.1	0.1	
016-004	A-091	A-092	30	755.555	755.303	754.505	754.253	1.050	1.050	150	0.0084	0	0	0.1026	0.1399	0.6	0.6	2.5	1.5	0.2	0.2	
016-005	A-092	A-058	24	755.303	755.521	754.253	754.133	1.050	1.388	150	0.0050	0	0	0.1230	0.1676	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	TQ 0.935
015-001	A-086	A-079	40	753.690	753.795	753.040	752.840	0.650	0.955	150	0.0050	0	0	0.0339	0.0462	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
014-001	A-078	A-079	22	754.388	753.795	753.433	752.840	0.955	0.955	150	0.0270	0	0	0.0187	0.0254	0.9	0.9	2.2	3.7	0.2	0.2	
014-002	A-079	A-080	22	753.795	753.687	752.840	752.730	0.955	0.957	150	0.0050	0	0	0.0713	0.0970	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
014-003	A-080	A-031	36	753.687	753.618	752.730	752.550	0.957	1.068	150	0.0050	0	0	0.1323	0.1802	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
013-001	A-075	A-076	22	756.231	756.550	755.181	755.071	1.050	1.479	150	0.0050	0	0	0.0187	0.0254	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
013-002	A-076	A-077	17	756.550	756.919	755.071	754.986	1.479	1.933	150	0.0050	0	0	0.0331	0.0450	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
013-003	A-077	A-055	17	756.919	756.794	754.986	754.901	1.933	1.893	150	0.0050	0	0	0.0475	0.0646	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	TQ 0.853
012-001	A-073	A-074	43	771.608	765.832	769.999	764.223	1.609	1.609	150	0.1343	0	0	0.0365	0.0497	1.6	1.6	1.8	12.7	0.1	0.1	DG 0.341
012-002	A-074	A-015	46	765.832	762.581	763.882	761.174	1.950	1.407	150	0.0589	0	0	0.0755	0.1029	1.2	1.2	2.0	6.7	0.1	0.1	
011-001	A-072	A-052	60	753.503	753.806	752.453	752.153	1.050	1.653	150	0.0050	0	0	0.0509	0.0693	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
010-001	A-069	A-070	25	758.432	756.355	757.382	755.305	1.050	1.050	150	0.0831	0	0	0.0212	0.0289	1.4	1.4	1.9	8.8	0.1	0.1	

Bacia A

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
010-002	A-070	A-071	32	756.355	755.129	755.305	754.079	1.050	1.050	150	0.0383	0	0	0.0483	0.0659	1.1	1.1	2.1	4.8	0.1	0.1	DG 0.294
010-003	A-071	A-052	52	755.129	753.806	753.785	752.462	1.344	1.344	150	0.0254	0	0	0.0924	0.1260	0.9	0.9	2.2	3.5	0.2	0.2	DG 0.309
009-001	A-062	A-063	18	761.341	761.403	760.291	760.201	1.050	1.202	150	0.0050	0	0	0.0153	0.0208	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
009-002	A-063	A-064	23	761.403	760.595	760.201	759.545	1.202	1.050	150	0.0285	0	0	0.0348	0.0474	1.0	1.0	2.2	3.8	0.1	0.1	DG 0.070
009-003	A-064	A-065	20	760.595	759.639	759.475	758.519	1.120	1.120	150	0.0478	0	0	0.0518	0.0705	1.1	1.1	2.1	5.7	0.1	0.1	
009-004	A-065	A-066	5	759.639	759.191	758.519	758.141	1.120	1.050	150	0.0756	0	0	0.0560	0.0763	1.3	1.3	2.0	8.2	0.1	0.1	
009-005	A-066	A-067	22	759.191	758.729	758.141	757.679	1.050	1.050	150	0.0210	0	0	0.0747	0.1017	0.9	0.9	2.3	3.0	0.2	0.2	
009-006	A-067	A-068	25	758.729	758.509	757.679	757.459	1.050	1.050	150	0.0088	0	0	0.0959	0.1306	0.6	0.6	2.5	1.5	0.2	0.2	DG 0.146
009-007	A-068	A-022	42	758.509	758.356	757.313	757.103	1.196	1.253	150	0.0050	0	0	0.1315	0.1791	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
008-001	A-053	A-054	23	754.928	755.277	754.278	754.163	0.650	1.114	150	0.0050	0	0	0.0195	0.0266	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
008-002	A-054	A-055	23	755.277	756.794	754.163	754.048	1.114	2.746	150	0.0050	0	0	0.0390	0.0532	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
008-003	A-055	A-056	50	756.794	756.107	754.048	753.798	2.746	2.309	150	0.0050	0	0	0.1289	0.1756	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
008-004	A-056	A-057	20	756.107	755.731	753.798	753.298	2.309	2.433	150	0.0250	0	0	0.1459	0.1987	0.9	0.9	2.2	3.5	0.2	0.2	
008-005	A-057	A-058	20	755.731	755.521	753.298	753.198	2.433	2.323	150	0.0050	0	0	0.1629	0.2218	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
008-006	A-058	A-059	62	755.521	753.968	753.198	752.888	2.323	1.080	150	0.0050	0	0	0.3385	0.4610	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
008-007	A-059	A-060	10	753.968	753.928	752.888	752.838	1.080	1.090	150	0.0050	0	0	0.3470	0.4726	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
008-008	A-060	A-061	29	753.928	753.710	752.838	752.660	1.090	1.050	150	0.0061	0	0	0.3716	0.5061	0.6	0.6	2.6	1.2	0.2	0.2	DG 0.246
008-009	A-061	A-027	78	753.710	753.368	752.414	752.023	1.297	1.346	150	0.0050	0	0	0.4378	0.5962	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	

Bacia A

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
007-001	A-051	A-052	14	753.722	753.806	752.672	752.602	1.050	1.204	150	0.0050	0	0	0.0119	0.0162	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	DG 0.449
007-002	A-052	A-029	31	753.806	753.635	752.153	751.998	1.653	1.637	150	0.0050	0	0	0.1815	0.2473	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	TQ 0.590
006-001	A-050	A-038	37	753.106	753.597	752.056	751.871	1.050	1.726	150	0.0050	0	0	0.0314	0.0428	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	DG 0.123
005-001	A-048	A-049	12	753.940	753.806	752.890	752.756	1.050	1.050	150	0.0112	0	0	0.0102	0.0139	0.7	0.7	2.4	1.9	0.2	0.2	
005-002	A-049	A-036	50	753.806	753.678	752.756	752.506	1.050	1.172	150	0.0050	0	0	0.0526	0.0717	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	DG 0.447
004-001	A-045	A-046	32	753.765	753.680	752.715	752.555	1.050	1.125	150	0.0050	0	0	0.0271	0.0370	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
004-002	A-046	A-035	18	753.680	753.748	752.555	752.465	1.125	1.283	150	0.0050	0	0	0.0424	0.0578	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	DG 0.343
003-001	A-042	A-034	43	753.880	753.612	752.830	752.562	1.050	1.050	150	0.0062	0	0	0.0365	0.0497	0.6	0.6	2.6	1.2	0.2	0.2	DG 0.239
002-001	A-030	A-031	27	753.476	753.618	752.621	752.550	0.855	1.068	150	0.0026	0	0	0.0229	0.0312	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
002-002	A-031	A-032	59	753.618	753.577	752.550	752.394	1.068	1.183	150	0.0026	0	0	0.2052	0.2796	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
002-003	A-032	A-033	13	753.577	753.670	752.394	752.360	1.183	1.310	150	0.0026	0	0	0.2162	0.2946	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
002-004	A-033	A-034	14	753.670	753.612	752.360	752.323	1.310	1.289	150	0.0026	0	0	0.2281	0.3108	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
002-005	A-034	A-035	76	753.612	753.748	752.323	752.122	1.289	1.626	150	0.0026	0	0	0.3291	0.4483	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
002-006	A-035	A-036	24	753.748	753.678	752.122	752.059	1.626	1.619	150	0.0026	0	0	0.3919	0.5338	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
002-007	A-036	A-037	55	753.678	753.572	752.059	751.914	1.619	1.658	150	0.0026	0	0	0.4911	0.6691	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
002-008	A-037	A-038	63	753.572	753.597	751.914	751.748	1.658	1.849	150	0.0026	0	0	0.5445	0.7419	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
002-009	A-038	A-039	16	753.597	753.453	751.748	751.706	1.849	1.747	150	0.0026	0	0	0.5895	0.8032	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
002-010	A-039	A-040	27	753.453	753.547	751.706	751.635	1.747	1.912	150	0.0026	0	0	0.6124	0.8344	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	

Bacia A

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
002-011	A-040	A-028	34	753.547	753.464	751.635	751.545	1.912	1.919	150	0.0027	0	0	0.6412	0.8737	0.4	0.4	2.8	0.6	0.3	0.3	
001-001	A-001	A-002	23	785.082	785.665	784.432	784.317	0.650	1.348	150	0.0050	0	0	0.0195	0.0266	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
001-002	A-002	A-003	21	785.665	786.049	784.317	784.212	1.348	1.837	150	0.0050	0	0	0.0373	0.0509	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
001-003	A-003	A-004	28	786.049	785.781	784.212	784.072	1.837	1.709	150	0.0050	0	0	0.0610	0.0833	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
001-004	A-004	A-005	18	785.781	785.214	784.072	783.982	1.709	1.232	150	0.0050	0	0	0.0763	0.1041	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	DG 0.064
001-005	A-005	A-006	23	785.214	780.136	783.918	779.022	1.296	1.114	150	0.2129	0	0	0.0958	0.1307	1.9	1.9	1.7	18.2	0.1	0.1	
001-006	A-006	A-007	21	780.136	775.688	779.022	774.638	1.114	1.050	150	0.2088	0	0	0.1136	0.1550	1.9	1.9	1.7	17.9	0.1	0.1	
001-007	A-007	A-008	18	775.688	771.817	774.638	770.767	1.050	1.050	150	0.2151	0	0	0.1289	0.1758	1.9	1.9	1.7	18.3	0.1	0.1	
001-008	A-008	A-009	33	771.817	771.238	770.767	770.188	1.050	1.050	150	0.0176	0	0	0.1569	0.2139	0.8	0.8	2.3	2.6	0.2	0.2	
001-009	A-009	A-010	62	771.238	768.680	770.188	767.630	1.050	1.050	150	0.0413	0	0	0.2095	0.2855	1.1	1.1	2.1	5.1	0.1	0.1	DG 0.054
001-010	A-010	A-011	51	768.680	764.995	767.576	763.891	1.104	1.104	150	0.0723	0	0	0.2528	0.3444	1.3	1.3	2.0	7.9	0.1	0.1	
001-011	A-011	A-012	22	764.995	762.715	763.891	761.665	1.104	1.050	150	0.1012	0	0	0.2715	0.3698	1.5	1.5	1.9	10.2	0.1	0.1	
001-012	A-012	A-013	14	762.715	762.510	761.665	761.460	1.050	1.050	150	0.0146	0	0	0.2834	0.3860	0.8	0.8	2.4	2.3	0.2	0.2	
001-013	A-013	A-014	18	762.510	762.344	761.460	761.294	1.050	1.050	150	0.0092	0	0	0.2987	0.4068	0.6	0.6	2.5	1.6	0.2	0.2	
001-014	A-014	A-015	24	762.344	762.581	761.294	761.174	1.050	1.407	150	0.0050	0	0	0.3191	0.4345	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	
001-015	A-015	A-016	15	762.581	762.134	761.174	761.084	1.407	1.050	150	0.0060	0	0	0.4073	0.5547	0.6	0.6	2.6	1.1	0.2	0.2	
001-016	A-016	A-017	20	762.134	761.293	761.084	760.240	1.050	1.053	150	0.0422	0	0	0.4243	0.5778	1.1	1.1	2.1	5.2	0.1	0.1	
001-017	A-017	A-018	27	761.293	760.763	760.240	759.710	1.053	1.053	150	0.0196	0	0	0.4472	0.6090	0.8	0.8	2.3	2.9	0.2	0.2	

Bacia A

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
001-018	A-018	A-019	28	760.763	760.203	759.710	759.153	1.053	1.050	150	0.0199	0	0	0.4709	0.6414	0.8	0.8	2.3	2.9	0.2	0.2	
001-019	A-019	A-020	11	760.203	759.493	759.153	758.443	1.050	1.050	150	0.0646	0	0	0.4802	0.6541	1.3	1.3	2.0	7.2	0.1	0.1	DG 0.223
001-020	A-020	A-021	44	759.493	758.488	758.220	757.215	1.273	1.273	150	0.0228	0	0	0.5175	0.7049	0.9	0.9	2.2	3.2	0.2	0.2	
001-021	A-021	A-022	8	758.488	758.356	757.215	757.175	1.273	1.181	150	0.0050	0	0	0.5243	0.7141	0.5	0.5	2.6	1.0	0.2	0.2	DG 0.072
001-022	A-022	A-023	26	758.356	757.026	757.103	755.976	1.253	1.050	150	0.0434	0	0	0.6779	0.9232	1.1	1.1	2.1	5.3	0.1	0.1	
001-023	A-023	A-024	19	757.026	756.146	755.976	755.096	1.050	1.050	150	0.0463	0	0	0.6940	0.9452	1.1	1.1	2.1	5.6	0.1	0.1	
001-024	A-024	A-025	30	756.146	754.977	755.096	753.927	1.050	1.050	150	0.0390	0	0	0.7194	0.9799	1.1	1.1	2.1	4.9	0.1	0.1	
001-025	A-025	A-026	34	754.977	754.131	753.927	753.081	1.050	1.050	150	0.0249	0	0	0.7482	1.0192	0.9	0.9	2.2	3.4	0.2	0.2	DG 0.097
001-026	A-026	A-027	80	754.131	753.368	752.984	752.271	1.147	1.097	150	0.0089	0	0	0.8161	1.1116	0.6	0.6	2.5	1.6	0.2	0.2	DG 0.248
001-027	A-027	A-028	17	753.368	753.464	752.023	751.939	1.345	1.525	150	0.0049	0	0	1.2683	1.7274	0.5	0.5	2.7	1.0	0.2	0.2	DG 0.394
001-028	A-028	A-029	31	753.464	753.635	751.545	751.408	1.919	2.227	150	0.0044	0	0	1.9358	2.6369	0.5	0.6	3.0	1.0	0.3	0.3	
001-029	A-029	EEEE-A	8	753.635	753.492	751.408	751.375	2.227	2.117	150	0.0041	0	0	2.1241	2.8934	0.5	0.6	3.1	1.0	0.3	0.3	FIM

Extensão total bacia A – 2.504 metros

7.2.2 Dimensionamento Hidráulico Bacia B

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
029-001	B-140	B-141	52	756,879	756,010	756,229	755,360	0,650	0,650	150	0,0167	0	0	0,0442	0,0602	0,79	0,79	2,31	2,53	0,16	0,16	EXIS/FIX
029-002	B-141	B-036	51	756,010	756,796	755,360	755,105	0,650	1,691	150	0,0050	0	0	0,0876	0,1192	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	EXIS/FIX
028-001	B-136	B-137	24	753,288	753,194	752,238	752,118	1,050	1,076	150	0,0050	0	0	0,0204	0,0278	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
028-002	B-137	B-138	18	753,194	753,072	752,118	752,022	1,076	1,050	150	0,0053	0	0	0,0357	0,0486	0,53	0,53	2,62	1,04	0,22	0,22	
028-003	B-138	B-139	14	753,072	752,811	752,022	751,761	1,050	1,050	150	0,0186	0	0	0,0476	0,0648	0,82	0,82	2,28	2,76	0,16	0,16	
028-004	B-139	B-33A	23	752,811	753,113	751,761	751,646	1,050	1,467	150	0,0050	0	0	0,0672	0,0914	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	TQ 1.033
027-001	B-134	B-023	29	753,656	753,369	752,606	752,319	1,050	1,050	150	0,0099	0	0	0,0247	0,0336	0,66	0,66	2,45	1,68	0,19	0,19	DG 0.407
026-001	B-133	B-022	41	753,512	753,391	752,462	752,257	1,050	1,134	150	0,0050	0	0	0,0349	0,0475	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
025-001	B-126	B-127	12	787,103	786,431	786,053	785,381	1,050	1,050	150	0,0560	0	0	0,0102	0,0139	1,21	1,21	2,02	6,47	0,12	0,12	
025-002	B-127	B-128	10	786,431	785,894	785,381	784,844	1,050	1,050	150	0,0537	0	0	0,0187	0,0255	1,19	1,19	2,03	6,26	0,12	0,12	
025-003	B-128	B-129	15	785,894	784,640	784,844	783,590	1,050	1,050	150	0,0836	0	0	0,0315	0,0429	1,39	1,39	1,93	8,83	0,11	0,11	
025-004	B-129	B-130	15	784,640	783,329	783,590	782,279	1,050	1,050	150	0,0874	0	0	0,0443	0,0603	1,41	1,41	1,92	9,14	0,11	0,11	
025-005	B-130	B-131	13	783,329	781,994	782,279	780,944	1,050	1,050	150	0,1027	0	0	0,0554	0,0753	1,50	1,50	1,89	10,35	0,11	0,11	
025-006	B-131	B-123	14	781,994	780,480	780,944	779,430	1,050	1,050	150	0,1081	0	0	0,0673	0,0915	1,52	1,52	1,88	10,77	0,10	0,10	DG 0.060
024-001	B-124	B-125	12	789,660	787,542	788,610	786,492	1,050	1,050	150	0,1765	0	0	0,0102	0,0139	1,81	1,81	1,77	15,74	0,09	0,09	
024-002	B-125	B-006	14	787,542	785,218	786,492	784,168	1,050	1,050	150	0,1660	0	0	0,0221	0,0301	1,77	1,77	1,79	15,01	0,09	0,09	
023-001	B-115	B-116	54	801,034	799,895	799,984	798,845	1,050	1,050	150	0,0211	0	0	0,0459	0,0625	0,86	0,86	2,25	3,03	0,16	0,16	
023-002	B-116	B-117	20	799,895	799,575	798,845	798,525	1,050	1,050	150	0,0160	0	0	0,0629	0,0857	0,78	0,78	2,32	2,45	0,17	0,17	

Bacia B

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
023-003	B-117	B-118	21	799,575	799,111	798,525	798,061	1,050	1,050	150	0,0221	0	0	0,0808	0,1100	0,87	0,87	2,24	3,15	0,15	0,15	
023-004	B-118	B-119	23	799,111	798,151	798,061	797,101	1,050	1,050	150	0,0417	0	0	0,1004	0,1366	1,09	1,09	2,09	5,15	0,13	0,13	DG 0.272
023-005	B-119	B-120	42	798,151	792,295	796,829	790,973	1,322	1,322	150	0,1394	0	0	0,1361	0,1852	1,66	1,66	1,82	13,12	0,10	0,10	
023-006	B-120	B-121	17	792,295	790,522	790,973	789,472	1,322	1,050	150	0,0883	0	0	0,1506	0,2049	1,42	1,42	1,92	9,21	0,11	0,11	
023-007	B-121	B-122	18	790,522	788,447	789,472	787,397	1,050	1,050	150	0,1153	0	0	0,1659	0,2257	1,56	1,56	1,86	11,32	0,10	0,10	DG 0.060
023-008	B-122	B-123	44	788,447	780,480	787,337	779,370	1,110	1,110	150	0,1811	0	0	0,2033	0,2766	1,82	1,82	1,77	16,05	0,09	0,09	
023-009	B-123	B-011	25	780,480	775,843	779,370	774,793	1,110	1,050	150	0,1831	0	0	0,2919	0,3970	1,83	1,83	1,77	16,19	0,09	0,09	TQ 0.530
022-001	B-112	B-113	30	798,426	798,267	797,376	797,217	1,050	1,050	150	0,0053	0	0	0,0255	0,0347	0,53	0,53	2,63	1,03	0,22	0,22	
022-002	B-113	B-111	24	798,267	798,087	797,217	797,037	1,050	1,050	150	0,0075	0	0	0,0459	0,0625	0,60	0,60	2,53	1,36	0,20	0,20	TQ 0.621
021-001	B-108	B-109	57	801,827	801,355	800,777	800,305	1,050	1,050	150	0,0083	0	0	0,0485	0,0660	0,62	0,62	2,50	1,47	0,20	0,20	
021-002	B-109	B-110	22	801,355	799,929	800,305	798,879	1,050	1,050	150	0,0648	0	0	0,0672	0,0915	1,27	1,27	1,99	7,25	0,12	0,12	
021-003	B-110	B-111	11	799,929	798,087	798,879	797,037	1,050	1,050	150	0,1675	0	0	0,0766	0,1042	1,77	1,77	1,79	15,11	0,09	0,09	TQ 0.621
021-004	B-111	B-075	49	798,087	789,236	796,416	787,565	1,671	1,671	150	0,1806	0	0	0,1642	0,2234	1,82	1,82	1,77	16,02	0,09	0,09	
020-001	B-105	B-106	42	758,299	757,922	757,249	756,872	1,050	1,050	150	0,0090	0	0	0,0357	0,0486	0,64	0,64	2,48	1,56	0,19	0,19	
020-002	B-106	B-107	49	757,922	757,570	756,872	756,520	1,050	1,050	150	0,0072	0	0	0,0774	0,1053	0,59	0,59	2,54	1,31	0,20	0,20	
020-003	B-107	B-020	9	757,570	756,535	756,520	755,485	1,050	1,050	150	0,1150	0	0	0,0851	0,1157	1,56	1,56	1,86	11,30	0,10	0,10	
019-001	B-098	B-099	32	756,638	755,619	755,588	754,569	1,050	1,050	150	0,0318	0	0	0,0272	0,0370	0,99	0,99	2,15	4,18	0,14	0,14	
019-002	B-099	B-100	51	755,619	755,614	754,569	754,314	1,050	1,300	150	0,0050	0	0	0,0706	0,0960	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	

Bacia B

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
019-003	B-100	B-101	44	755,614	755,896	754,314	754,094	1,300	1,802	150	0,0050	0	0	0,1080	0,1469	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
019-004	B-101	B-102	40	755,896	756,277	754,094	753,894	1,802	2,383	150	0,0050	0	0	0,1420	0,1932	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
019-005	B-102	B-103	48	756,277	755,892	753,894	753,654	2,383	2,238	150	0,0050	0	0	0,1828	0,2488	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
019-006	B-103	B-041	47	755,892	754,540	753,654	753,419	2,238	1,121	150	0,0050	0	0	0,2228	0,3032	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	TQ 0.929
018-001	B-093	B-094	45	755,947	755,944	754,897	754,672	1,050	1,272	150	0,0050	0	0	0,0383	0,0521	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
018-002	B-094	B-095	49	755,944	756,107	754,672	754,427	1,272	1,680	150	0,0050	0	0	0,0800	0,1088	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
018-003	B-095	B-096	44	756,107	756,259	754,427	754,207	1,680	2,052	150	0,0050	0	0	0,1174	0,1597	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
018-004	B-096	B-097	47	756,259	755,902	754,207	753,972	2,052	1,930	150	0,0050	0	0	0,1574	0,2141	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
018-005	B-097	B-091	46	755,902	755,036	753,972	753,742	1,930	1,294	150	0,0050	0	0	0,1965	0,2673	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	TQ 1.036
017-001	B-088	B-089	31	754,131	754,543	753,081	752,926	1,050	1,617	150	0,0050	0	0	0,0264	0,0359	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
017-002	B-089	B-090	26	754,543	754,818	752,926	752,796	1,617	2,022	150	0,0050	0	0	0,0485	0,0660	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
017-003	B-090	B-091	18	754,818	755,036	752,796	752,706	2,022	2,330	150	0,0050	0	0	0,0638	0,0868	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
017-004	B-091	B-041	9	755,036	754,540	752,706	752,661	2,330	1,879	150	0,0050	0	0	0,2680	0,3645	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	DG 0.171
016-001	B-083	B-084	52	769,813	770,495	768,763	768,503	1,050	1,992	150	0,0050	0	0	0,0442	0,0602	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
016-002	B-084	B-085	22	770,495	770,841	768,503	768,393	1,992	2,448	150	0,0050	0	0	0,0629	0,0857	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
016-003	B-085	B-086	30	770,841	770,250	768,393	768,243	2,448	2,007	150	0,0050	0	0	0,0884	0,1204	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
016-004	B-086	B-082	16	770,250	769,159	768,243	768,109	2,007	1,050	150	0,0084	0	0	0,1020	0,1389	0,62	0,62	2,50	1,48	0,19	0,19	DG 0.441
015-001	B-074	B-075	39	789,215	789,236	788,165	787,970	1,050	1,266	150	0,0050	0	0	0,0332	0,0451	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	DG 0.405

Bacia B

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
015-002	B-075	B-076	48	789,236	788,157	787,565	787,107	1,671	1,050	150	0,0095	0	0	0,2382	0,3241	0,65	0,65	2,46	1,64	0,19	0,19	DG 0.008
015-003	B-076	B-077	33	788,157	787,887	787,099	786,829	1,058	1,058	150	0,0082	0	0	0,2663	0,3623	0,62	0,62	2,50	1,45	0,20	0,20	
015-004	B-077	B-078	19	787,887	787,344	786,829	786,294	1,058	1,050	150	0,0282	0	0	0,2825	0,3843	0,95	0,95	2,18	3,80	0,14	0,14	DG 0.406
015-005	B-078	B-079	45	787,344	782,088	785,888	780,632	1,456	1,456	150	0,1168	0	0	0,3208	0,4364	1,56	1,56	1,86	11,44	0,10	0,10	
015-006	B-079	B-080	26	782,088	777,989	780,632	776,939	1,456	1,050	150	0,1420	0	0	0,3429	0,4665	1,67	1,67	1,82	13,30	0,10	0,10	
015-007	B-080	B-081	22	777,989	773,745	776,939	772,695	1,050	1,050	150	0,1929	0	0	0,3616	0,4920	1,86	1,86	1,76	16,86	0,09	0,09	DG 0.441
015-008	B-081	B-082	20	773,745	769,159	772,254	767,668	1,491	1,491	150	0,2293	0	0	0,3786	0,5152	1,98	1,98	1,72	19,27	0,09	0,09	
015-009	B-082	B-014	12	769,159	767,264	767,668	766,214	1,491	1,050	150	0,1212	0	0	0,4908	0,6680	1,58	1,58	1,85	11,77	0,10	0,10	
014-001	B-068	B-069	24	798,278	798,766	797,228	797,108	1,050	1,658	150	0,0050	0	0	0,0204	0,0278	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
014-002	B-069	B-070	18	798,766	798,485	797,108	797,018	1,658	1,467	150	0,0050	0	0	0,0357	0,0486	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
014-003	B-070	B-071	18	798,485	798,228	797,018	796,928	1,467	1,300	150	0,0050	0	0	0,0510	0,0694	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	
014-004	B-071	B-072	12	798,228	797,235	796,928	796,185	1,300	1,050	150	0,0619	0	0	0,0612	0,0833	1,25	1,25	2,00	6,99	0,12	0,12	
014-005	B-072	B-073	17	797,235	795,414	796,185	794,364	1,050	1,050	150	0,1071	0	0	0,0757	0,1030	1,52	1,52	1,88	10,69	0,11	0,11	
014-006	B-073	B-003	21	795,414	793,535	794,364	792,485	1,050	1,050	150	0,0895	0	0	0,0936	0,1273	1,42	1,42	1,92	9,30	0,11	0,11	
013-001	B-067	B-057	35	752,999	753,295	752,340	752,165	0,659	1,130	150	0,0050	0	0	0,0298	0,0405	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	EXIS/FIX
012-001	B-065	B-066	31	752,646	753,275	752,196	752,055	0,450	1,220	150	0,0046	0	0	0,0264	0,0359	0,50	0,50	2,67	1,00	0,23	0,23	EXIS/FIX
012-002	B-066	B-042	19	753,275	753,510	752,055	751,960	1,220	1,550	150	0,0050	0	0	0,0426	0,0579	0,52	0,52	2,64	1,00	0,22	0,22	EXIS/FIX
011-001	B-064	B-042	31	753,551	753,510	752,391	751,960	1,160	1,550	150	0,0139	0	0	0,0264	0,0359	0,74	0,74	2,36	2,19	0,17	0,17	EXIS/FIX

Bacia B

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
010-001	B-063	B-058	35	753,358	753,243	752,638	752,133	0,720	1,110	150	0,0144	0	0	0,030	0,041	0,62	0,62	2,52	2,54	0,19	0,19	EXIS/FIX
009-001	B-059	B-054	24	753,668	753,545	752,868	752,715	0,800	0,830	150	0,0064	0	0	0,020	0,028	0,47	0,47	2,75	1,34	0,24	0,24	EXIS/FIX
008-001	B-053	B-054	50	753,598	753,545	752,898	752,715	0,700	0,830	150	0,0037	2,124	2,893	2,167	2,951	0,42	0,46	3,16	1,02	0,33	0,39	EXIS/FIX
008-002	B-054	B-055	30	753,545	753,438	752,715	752,538	0,830	0,900	150	0,0059	0	0	2,213	3,014	0,51	0,55	3,02	1,49	0,30	0,35	EXIS/FIX
008-003	B-055	B-056	32	753,438	753,366	752,538	752,366	0,900	1,000	150	0,0054	0	0	2,240	3,051	0,49	0,54	3,06	1,40	0,30	0,36	EXIS/FIX
008-004	B-056	B-057	40	753,366	753,295	752,366	752,165	1,000	1,130	150	0,0050	0	0	2,274	3,097	0,48	0,53	3,09	1,33	0,31	0,37	EXIS/FIX
008-005	B-057	B-058	41	753,295	753,243	752,165	752,133	1,130	1,110	150	0,0008	0	0	2,338	3,185	0,25	0,26	3,74	0,30	0,53	0,65	EXIS/FIX
008-006	B-058	B-048	60	753,243	753,331	752,133	751,831	1,110	1,500	150	0,0050	0	0	2,419	3,295	0,49	0,53	3,13	1,37	0,32	0,38	EXIS/FIX
007-001	B-049	B-050	58	753,752	753,599	752,872	752,699	0,880	0,900	150	0,0030	0	0	0,049	0,067	0,36	0,36	2,99	0,74	0,29	0,29	EXIS/FIX
007-002	B-050	B-051	74	753,599	753,572	752,699	752,672	0,900	0,900	150	0,0004	0	0	0,112	0,153	0,17	0,17	3,70	0,14	0,51	0,51	EXIS/FIX
007-003	B-051	B-052	28	753,572	753,395	752,672	752,345	0,900	1,050	150	0,0117	0	0	0,136	0,185	0,58	0,58	2,58	2,15	0,20	0,20	EXIS/FIX
007-004	B-052	B-048	33	753,395	753,331	752,345	751,831	1,050	1,500	150	0,0156	0	0	0,164	0,223	0,64	0,64	2,50	2,69	0,19	0,19	EXIS/FIX
006-001	B-047	B-048	44	753,516	753,331	752,746	751,831	0,770	1,500	150	0,0208	0	0	0,037	0,051	0,71	0,71	2,42	3,37	0,18	0,18	EXIS/FIX
006-002	B-048	B-046	63	753,331	753,130	751,831	751,660	1,500	1,470	150	0,0027	0	0	2,675	3,642	0,40	0,44	3,40	0,87	0,40	0,48	EXIS/FIX
005-001	B-045	B-046	111	753,528	753,130	752,988	751,660	0,540	1,470	150	0,0120	0	0	0,094	0,128	0,58	0,58	2,57	2,19	0,20	0,20	EXIS/FIX
005-002	B-046	B-024	122	753,130	753,483	751,660	751,173	1,470	2,310	150	0,0040	0	0	2,873	3,912	0,47	0,51	3,32	1,22	0,38	0,45	EXIS/FIX
004-001	B-044	B-016	37	760,488	759,505	759,438	758,455	1,050	1,050	150	0,0266	0	0	0,031	0,043	0,77	0,77	2,35	4,08	0,17	0,17	
003-001	B-034	B-035	45	761,418	758,940	760,368	757,890	1,050	1,050	150	0,0551	0	0	0,038	0,052	1,00	1,00	2,16	7,17	0,14	0,14	

Bacia B

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
003-002	B-035	B-036	44	758,940	756,796	757,890	755,746	1,050	1,050	150	0,0487	0	0	0,076	0,103	0,96	0,96	2,20	6,52	0,14	0,14	TQ 0.641
003-003	B-036	B-037	19	756,796	756,076	755,105	754,810	1,691	1,266	150	0,0155	0	0	0,179	0,244	0,64	0,64	2,50	2,69	0,19	0,19	EXIS/FIX
003-004	B-037	B-038	48	756,076	754,001	754,810	753,098	1,266	0,903	150	0,0357	0	0	0,220	0,300	0,86	0,86	2,27	5,12	0,16	0,16	EXIS/FIX
003-005	B-038	B-039	24	754,001	754,079	753,098	752,978	0,903	1,101	150	0,0050	0	0	0,241	0,328	0,43	0,43	2,83	1,11	0,25	0,25	EXIS/FIX
003-006	B-039	B-040	65	754,079	754,816	752,978	752,653	1,101	2,163	150	0,0050	0	0	0,296	0,403	0,43	0,43	2,83	1,11	0,25	0,25	EXIS/FIX
003-007	B-040	B-041	18	754,816	754,540	752,653	752,490	2,163	2,050	150	0,0091	0	0	0,311	0,424	0,53	0,53	2,65	1,77	0,22	0,22	EXIS/FIX
003-008	B-041	B-042	56	754,540	753,510	752,490	751,960	2,050	1,550	150	0,0095	0	0	0,850	1,156	0,54	0,54	2,64	1,83	0,22	0,22	EXIS/FIX
003-009	B-042	B-043	18	753,510	753,456	751,960	751,786	1,550	1,670	150	0,0097	0	0	0,934	1,271	0,54	0,54	2,63	1,86	0,21	0,21	EXIS/FIX
003-010	B-043	B-033	52	753,456	753,278	751,786	751,628	1,670	1,650	150	0,0030	0	0	0,978	1,331	0,36	0,36	2,98	0,75	0,29	0,29	EXIS/FIX
002-001	B-030	B-031	45	753,550	753,070	752,500	752,122	1,050	0,948	150	0,0084	0	0	0,038	0,052	0,51	0,51	2,67	1,67	0,22	0,22	EXIS/FIX
002-002	B-031	B-032	64	753,070	753,104	752,120	751,804	0,950	1,300	150	0,0049	0	0	0,093	0,126	0,43	0,43	2,83	1,10	0,25	0,25	EXIS/FIX
002-003	B-032	B-033	67	753,104	753,278	751,804	751,628	1,300	1,650	150	0,0026	0	0	0,150	0,204	0,34	0,34	3,03	0,67	0,30	0,30	EXIS/FIX
002-004	B-033	B-33A	100	753,278	753,113	751,628	750,613	1,650	2,500	150	0,0102	0	0	1,213	1,651	0,55	0,57	2,62	1,93	0,21	0,22	EXIS/FIX
002-005	B-33A	B-028	10	753,113	753,123	750,613	750,343	2,500	2,780	150	0,0270	0	0	1,289	1,754	0,78	0,81	2,35	4,13	0,17	0,18	EXIS/FIX
001-001	B-001	B-002	11	798,428	796,097	797,378	795,047	1,050	1,050	150	0,2119	0	0	0,009	0,013	1,63	1,63	1,85	20,23	0,10	0,10	
001-002	B-002	B-003	13	796,097	793,535	795,047	792,485	1,050	1,050	150	0,1971	0	0	0,020	0,028	1,58	1,58	1,87	19,14	0,10	0,10	
001-003	B-003	B-004	16	793,535	790,832	792,485	789,782	1,050	1,050	150	0,1689	0	0	0,128	0,174	1,50	1,50	1,90	17,00	0,11	0,11	
001-004	B-004	B-005	28	790,832	788,029	789,782	786,979	1,050	1,050	150	0,1001	0	0	0,151	0,206	1,24	1,24	2,02	11,37	0,12	0,12	

Bacia B

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
001-005	B-005	B-006	21	788,029	785,218	786,979	784,168	1,050	1,050	150	0,1339	0	0	0,169	0,230	1,38	1,38	1,96	14,21	0,11	0,11	
001-006	B-006	B-007	13	785,218	783,633	784,168	782,583	1,050	1,050	150	0,1219	0	0	0,202	0,276	1,33	1,33	1,98	13,23	0,11	0,11	
001-007	B-007	B-008	10	783,633	783,137	782,583	782,087	1,050	1,050	150	0,0496	0	0	0,211	0,287	0,97	0,97	2,19	6,61	0,14	0,14	
001-008	B-008	B-009	39	783,137	780,172	782,087	779,122	1,050	1,050	150	0,0760	0	0	0,244	0,332	1,13	1,13	2,09	9,19	0,13	0,13	
001-009	B-009	B-010	11	780,172	778,587	779,122	777,537	1,050	1,050	150	0,1441	0	0	0,254	0,345	1,42	1,42	1,94	15,04	0,11	0,11	TQ 0.529
001-010	B-010	B-011	30	778,587	775,843	777,008	774,263	1,579	1,580	150	0,0915	0	0	0,279	0,380	1,20	1,20	2,04	10,60	0,12	0,12	
001-011	B-011	B-012	27	775,843	771,958	774,263	770,908	1,580	1,050	150	0,1243	0	0	0,594	0,808	1,34	1,34	1,97	13,42	0,11	0,11	DG 0.073
001-012	B-012	B-013	38	771,958	768,354	770,835	767,231	1,123	1,123	150	0,0948	0	0	0,626	0,852	1,22	1,22	2,03	10,90	0,12	0,12	
001-013	B-013	B-014	9	768,354	767,264	767,231	766,214	1,123	1,050	150	0,1130	0	0	0,634	0,862	1,30	1,30	1,99	12,48	0,12	0,12	
001-014	B-014	B-015	20	767,264	763,377	766,214	762,327	1,050	1,050	150	0,1944	0	0	1,142	1,553	1,58	1,59	1,87	18,93	0,10	0,10	
001-015	B-015	B-016	24	763,377	759,505	762,327	758,455	1,050	1,050	150	0,1613	0	0	1,162	1,581	1,47	1,50	1,91	16,41	0,11	0,11	
001-016	B-016	B-017	57	759,505	757,784	758,455	756,734	1,050	1,050	150	0,0302	0	0	1,242	1,690	0,81	0,84	2,32	4,50	0,16	0,17	
001-017	B-017	B-018	35	757,784	757,950	756,734	756,559	1,050	1,391	150	0,0050	0	0	1,272	1,731	0,43	0,45	2,83	1,11	0,25	0,27	
001-018	B-018	B-019	48	757,950	757,157	756,559	756,107	1,391	1,050	150	0,0094	0	0	1,313	1,786	0,54	0,56	2,64	1,82	0,22	0,24	
001-019	B-019	B-020	10	757,157	756,535	756,107	755,485	1,050	1,050	150	0,0622	0	0	1,321	1,798	1,05	1,10	2,13	7,87	0,14	0,15	
001-020	B-020	B-021	34	756,535	754,350	755,485	753,780	1,050	0,570	150	0,0502	0	0	1,435	1,953	0,97	1,05	2,19	6,67	0,14	0,16	EXIS/FIX
001-021	B-021	B-022	34	754,350	753,391	753,780	752,341	0,570	1,050	150	0,0423	0	0	1,464	1,992	0,91	0,99	2,23	5,85	0,15	0,17	EXIS/FIX
001-022	B-022	B-023	69	753,391	753,369	752,257	751,912	1,134	1,457	150	0,0050	0	0	1,558	2,120	0,43	0,47	2,85	1,13	0,26	0,30	

Bacia B

OLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pontual (L/s) início	Q Pontual (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) (m/s)	Y/D início	Y/D final	OBS
001-023	B-023	B-024	62	753,369	753,483	751,912	751,602	1,457	1,881	150	0,0050	0	0	1,635	2,225	0,44	0,48	2,88	1,15	0,26	0,31	DG 0.429
001-024	B-024	B-025	74	753,483	754,049	751,173	751,029	2,310	3,020	150	0,0020	0	0	4,571	6,223	0,41	0,44	3,88	0,81	0,61	0,75	EXIS/FIX
001-025	B-025	B-026	67	754,049	753,545	751,029	750,694	3,020	2,851	150	0,0050	0	0	4,628	6,300	0,58	0,63	3,57	1,77	0,46	0,55	
001-026	B-026	B-027	29	753,545	753,442	750,694	750,549	2,851	2,893	150	0,0050	0	0	4,652	6,334	0,58	0,63	3,58	1,78	0,46	0,55	
001-027	B-027	B-028	44	753,442	753,123	750,549	750,343	2,893	2,780	150	0,0047	0	0	4,690	6,385	0,57	0,62	3,61	1,69	0,47	0,57	EXIS/FIX
001-028	B-028	EEEB-B	9	753,123	753,181	750,343	750,284	2,780	2,897	150	0,0066	0	0	5,986	8,149	0,69	0,74	3,66	2,44	0,49	0,60	EXIS/FIX

Extensão total bacia B: 4.540 metros.

7.3 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO BRUTO

7.3.1 Elevatória de Esgoto Bruto A

Dados:

Utilizou-se, para dimensionamento do sistema, a vazão de final de plano para esvaziamento do poço:

que resulta: $13.03 \text{ m}^3/\text{h}$ = 3.62 l/s

LINHA DE RECALQUE

Comprimento Considerado:

Desnível Geométrico:

$127,21 \text{ m}$
 $2,50 \text{ m}$
DN: 80 mm
DI: $80,00 \text{ mm}$
C: 110

Vel.: $0,72 \text{ m/s}$

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0.4	0	0.00
Curva de 45°	0.2	11	2.20
Curva de 22°	0.1	4	0.40
Ampliação	0.3	1	0.30
Tê Passagem Direta	0.6	7	4.20
Saída de Canalização	1.0	1	1.00

J: 0.0119 m/m

h_a: 0.679609 mca

h_r: 0.2141 mca

H_m: 3.39 mca

BARRILETE

Comprimento considerado:

15.00 m
DN: 80 mm
DI: $80,00 \text{ mm}$
C: 110

Vel.: $0,72 \text{ m/s}$

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0.40	2	0.80
Curva de 45°	0.20	3	0.60
Ampliação gradual	0.30	1	0.30
Juncão	0.40	3	1.20
Registro de gaveta aberto	0.20	1	0.20
Válvula de retenção	2.50	1	2.50

J: 0.0119 m/m

h_a: 0.1785 mca

h_r: 0.1480 mca

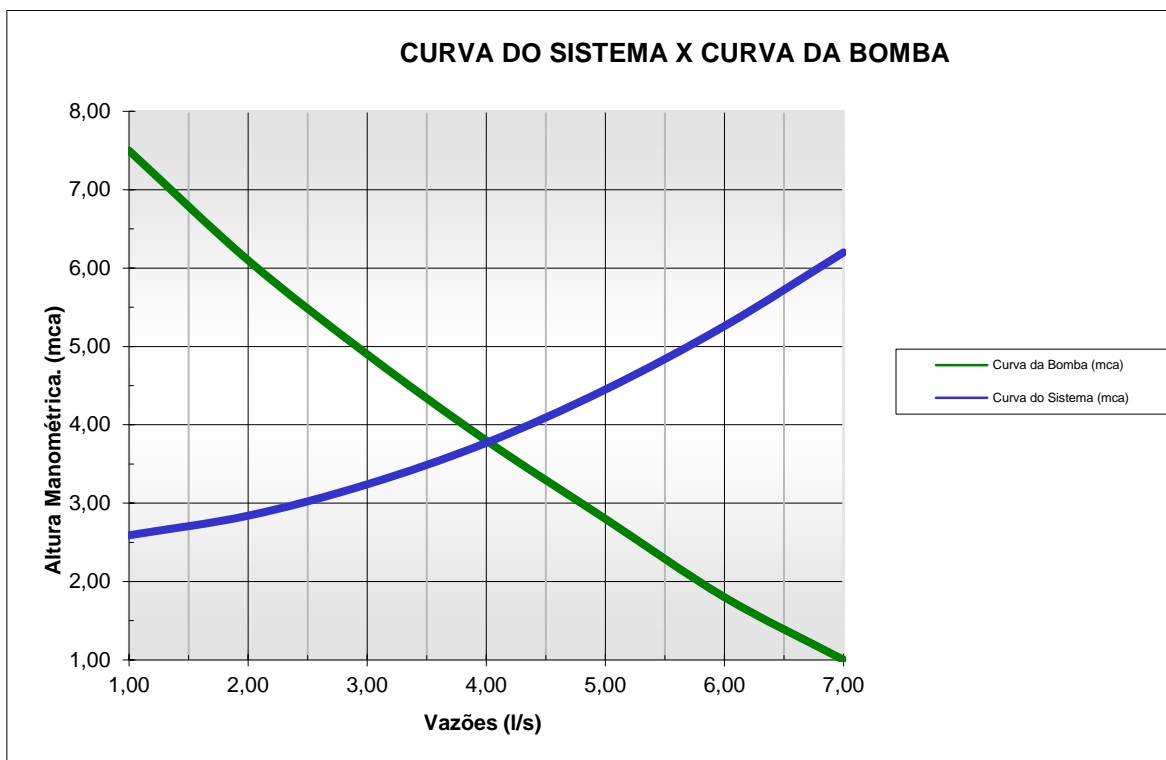
H_m: 0.33 mca

H_m total (barrilete + recalque): 3.72 mca

BOMBA SUBMERSÍVEL FLYGT CP3045.181 HT - 63-254-00-3464

Dados da Bomba

Vazões (l/s)	Curva do Sistema (mca)	Curva da Bomba (mca)
1.00	2.59	7.50
2.00	2.84	6.10
3.00	3.24	4.90
4.00	3.77	3.80
5.00	4.45	2.80
6.00	5.26	1.80
7.00	6.20	1.00



Utilizaremos conjunto moto-bomba **SUBMERSÍVEL**

Altura Manométrica: mca

Vazão : l/s m³/h

Velocidade Final m/s

Ø saída:

Motor :

Potência: cv

R (m)	1.00
H útil (m)	0.30

Vol.útil (m ³)	Q _{bomba} m ³ /h
0.94	14.46

INÍCIO DE PLANO

Vazão afluyente (média início de plano) =	1.58 l/s =	5.69 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	9 minutos	54 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	6 minutos	25 segundos
Ciclo =	0 hora	16 minutos	19 segundos

FINAL DE PLANO

Vazão afluyente (máxima final de plano) =	2.89 l/s =	10.40 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	5 minutos	25 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	13 minutos	54 segundos
Ciclo =	0 hora	19 minutos	19 segundos

7.3.2 Elevatória de Esgoto Bruto B

Dados:

Utilizou-se, para dimensionamento do sistema, a vazão de final de plano para esvaziamento do poço:

que resulta : $35.46 \text{ m}^3/\text{h}$ = 9.85 l/s

LINHA DE RECALQUE

Comprimento Considerado:

665.17 m

Desnível Geométrico:

7.95 m

DN: 150 mm

DI: 150.00 mm

C: 110

Vel.: 0.56 m/s

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0.4	0	0.00
Curva de 45°	0.2	11	2.20
Curva de 22°	0.1	4	0.40
Ampliação	0.3	0	0.00
Tê Passagem Direta	0.6	7	4.20
Saída de Canalização	1.0	1	1.00

J : 0.0036 m/m

h_d : 2.394612 mca

h_f : 0.1235 mca

H_m : **10.47 mca**

BARRILETE

Comprimento considerado: 15.00 m

DN: 150 mm

DI: 150.00 mm

C: 110

Vel.: 0.56 m/s

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0.40	2	0.80
Curva de 45°	0.20	3	0.60
Ampliação gradual	0.30	1	0.30
Junção	0.40	2	0.80
Registro de gaveta aberto	0.20	1	0.20
Válvula de retenção	2.50	1	2.50

J : 0.0036 m/m

h_d : 0.0540 mca

h_f : 0.0823 mca

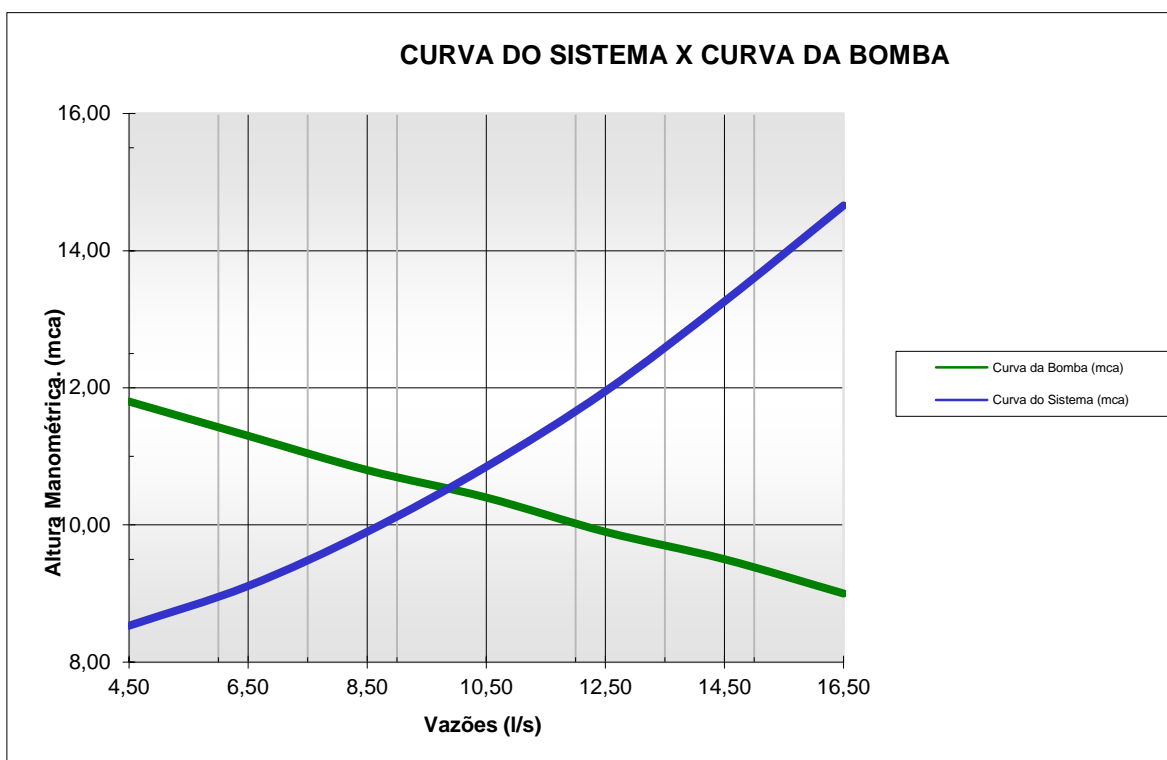
H_m : **0.14 mca**

H_m total (barrilete + recalque): **10.60 mca**

BOMBA SUBMERSÍVEL FLYGT NP3102.181 MT - 61-464-00-3003

Dados da Bomba

Vazões (l/s)	Curva do Sistema (mca)	Curva da Bomba (mca)
4.50	8.53	11.80
6.50	9.11	11.30
8.50	9.90	10.80
10.50	10.85	10.40
12.50	11.95	9.90
14.50	13.26	9.50
16.50	14.66	9.00



Utilizaremos conjunto moto-bomba **SUBMERSÍVEL**

Altura Manométrica: 10.67 mca

Vazão : 9.85 l/s 35.44 m³/h

Velocidade Final 0.56 m/s

Ø saída: DN 100

Motor : Trifásica

Potência: 3.95 cv

R (m)	1.50
H útil (m)	0.30

Vol.útil (m³)	Q _{bomba} m³/h
2.12	35.44

INÍCIO DE PLANO

Vazão afluyente (média início de plano) =	4.46 l/s =	16.06 m³/h	
Tempo de enchimento =	0 hora	7 minutos	55 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	6 minutos	33 segundos
Ciclo =	0 hora	14 minutos	28 segundos

FINAL DE PLANO

Vazão afluyente (máxima final de plano) =	8.16 l/s =	29.38 m³/h	
Tempo de enchimento =	0 hora	4 minutos	19 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	20 minutos	58 segundos
Ciclo =	0 hora	25 minutos	17 segundos

Apresentamos as características físicas das elevatórias do sistema de Dores do Rio Preto.

BACIA	VAZÃO bomba(l/s)	ALTURA MANOMETR (mca)	ALTURA UTIL POÇO (m)	Ø POÇO SUCÇÃO (m)	DIÂMETRO BARRILETE (mm)	DIÂMETRO RECALQUE (mm)	EXTENSÃO RECALQUE (m)
A	4,02	3,88	0,30	2,00	80	80	57,11
B	9,85	10,67	0,30	3,00	150	150	665,17

7.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

O sistema de tratamento será implantado em uma única etapa, capaz de tratar uma vazão média de 6 l/s.

A unidade que compõem o sistema de tratamento são: UASB (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo) + BF (Biofiltro Aerado Submerso) + DS (Decantador Secundário). Constitui-se em um processo biológico, removendo sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos.

A segue apresentamos os parâmetros e memória de cálculo do dimensionamento da unidade a serem implantada.

7.4.1 Dados Preliminares

7.4.1.1 Desempenho Operacional

O desempenho operacional esperado, bem como a massa orgânica diariamente removida na ETE UASB + BF + DS estão apresentados nas tabelas a seguir:

Eficiências de SS, DBO₅ e DQO do UASB e do BF.

Parâmetro	UASB	BF	Total
SS	68%	71%	90%
DBO ₅	68%	70%	90%
DQO	67%	70%	90%

7.4.1.2 Parâmetros de Entrada

Vazão mínima horária	3,00 l/s
Vazão média afluente	6,00 l/s
Vazão máxima horária	10,80 l/s
DQO	600 mgO ₂ /l
DBO ₅	300 mgO ₂ /l
SST	300 mg/l
N-NH ₄	60 mg/L N
P _{total}	10 mg/L
Coliformes	1 x 10 ⁹ NPM/100ml

Tempo de detenção hidráulica (θ) 8,0 h

7.4.1.3 Concentração de SS, DQO e DBO₅ nos efluentes

<u>No UASB:</u>	Eficiência	Efluente do UASB	
DQO	67 %	198,00	(mgO ₂ /l)
DBO	68 %	96,00	(mgO ₂ /l)
SS	68 %	96,00	(mg/l)

<u>No Biofiltro:</u>	Eficiência	Efluente do BF	
DQO	70 %	59,40	(mgO ₂ /l)
DBO	70 %	28,80	(mgO ₂ /l)
SS	71 %	27,84	(mg/l)

7.4.1.4 Remoção Diária de Massa de DQO, DBO₅ e SS

No UASB:

DQOrem	402	(mgO ₂ /l)	208,4	Kg DQO/d
DBOrem	204	(mgO ₂ /l)	105,8	Kg DBO/d
SSrem	204	(mg/l)	105,8	Kg SS/d

No Biofiltro:

DQOrem	139	(mgO ₂ /l)	71,9	Kg DQO/d
DBOrem	67	(mgO ₂ /l)	34,8	Kg DBO/d
SSrem	68	(mg/l)	35,3	Kg SS/d

7.4.2 Tratamento Preliminar

7.4.2.1 Medidor Parshall

w	6"
n	1,580
λ	0,381

7.4.2.2 Gradeamento

As grades são dimensionadas para velocidade do efluente líquido através das barras de 0,60 m/s.

Abertura (a)	15 mm
Espessura (t)	9,5 mm
Inclinação	45°

Altura da lâmina líquida (H) medida a 2/3 da seção convergente

$$H = \sqrt[n]{\frac{Q}{\lambda}}$$

Hmin	0,047 m
Hmed	0,072 m
Hmax	0,105 m

Rebaixo (Z) do medidor Parshall, em relação à soleira do vertedor da caixa de areia:

$$Z = \frac{Q_{\max} * H_{\min} - Q_{\min} * H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

$$Z = 0,024 \text{ m}$$

Rebaixo Z adotado 0,025 m

Altura (h) da lâmina d'água antes de rebaixo

$$h = H - Z$$

$$h_{\min} = 0,022 \text{ m}$$

$$h_{\text{méd}} = 0,047 \text{ m}$$

$$h_{\max} = 0,080 \text{ m}$$

Eficiência (E)

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

$$E = 0,61$$

Área útil (Au)

$$Au = \frac{Q_{\max}}{V}$$

$$Au = 0,018m^2$$

Area total (At), considerando o escoamento à montante da grade

$$At = \frac{Au}{E}$$

$$At = 0,029m^2$$

Largura do canal de gradeamento

$$b = \frac{At}{h_{\max}}$$

$$b = 0,37m$$

Largura b adotada 0,30m

Verificação das Velocidades (V)

Q (m³/s)	h=H-Z (m)	At=b x h	Au=At x E	V=Q/Au	V ₀ =Q/At	Verificação
0,00300	0,022	0,006	0,004	0,756	0,463	OK
0,00600	0,047	0,014	0,009	0,691	0,423	OK
0,01080	0,080	0,024	0,015	0,736	0,451	OK

Obs.: As velocidades situam-se no intervalo entre 0,40 e 1,20 m/s.

7.4.2.3 Caixa de Areia

Largura da caixa de areia (b)

$$b = \frac{Q_{\max}}{h_{\max} \cdot V}$$

As velocidades na caixa de areia devem situar-se entre 0,15 e 0,30 m/s.

Velocidade adotada 0,30 m/s.

$$b = 0,45m$$

Largura (b) adotada 0,50m

Comprimento (L)

$$L = 22,5 \cdot h_{\max}$$

$$L = 1,80m$$

Verificação da taxa de escoamento

$$I = \frac{Q_{med}}{L \cdot b}$$

$$I = 577,08m^3 / m^2 \times dia$$

Profundidade do depósito de areia

Taxa de areia (T) 28,9 l/1000m³

Período de limpeza (t) 15 dias

Volume de areia $V_a = Q_{med} \cdot t \cdot T = 0,225m^3$

Profundidade da caixa	$ha = \frac{Va}{b \times L} = 0,25m$
Profundidade da caixa adotada	0,30m
Comprimento (L) adotado	1,20m
Nova taxa de escoamento	$864,00 m^3 / m^2 \times dia$

7.4.2.4 Caixa de Gordura

Volume da caixa

Adotando-se tempo de detenção (t) = 10 minutos, tendo em vista que a temperatura do líquido se encontra acima de 25°C.

$$V = Q_{\max} \times t$$

$$V = 6,48m^3$$

Área da caixa

Considerando que a velocidade de ascensão das menores partículas é de 4mm/s, a taxa de aplicação (I) será 14,4m³/m²h.

$$Ag = \frac{Q_{\max}}{V} = 2,70m^2$$

Dimensões adotadas

Comprimento adotado (B)	3,00 m
Largura adotada (L)	2,00 m

Profundidade útil (H)	$H = \frac{V}{B * L} = 1,08m$
-----------------------	-------------------------------

7.4.3 Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo

Volume do reator

$$V = Q_{med} * \theta$$

onde: V = volume do reator (m^3)
 Q_{med} = vazão de esgoto média em final de plano (m^3/h)
 θ = tempo de detenção (h)

$$V = 172,80m^3$$

Área do reator

$$S1 = \frac{V}{H}$$

onde: H = altura útil do reator UASB = 5,50 m

$$S1 = 31,42m^2, \text{ sendo duas unidades com } 15,71 m^2 \text{ cada}$$

7.4.4 Filtro Biológico Aerado Submerso Nitrificante

Volume do biofiltro

$$V = \frac{C_d DBO_5}{C_v DBO_5}$$

onde:

$C_v DBO_5$ = carga orgânica de dimensionamento = 4,00 kg DBO5/ m^3 .dia

$C_d DBO_5$ = carga media diária DBO5 sobre o biofiltro = $Q_{med} \times S_0$

$$V = 32,40m^3$$

Altura do leito filtrante:

$$H = 2,50 m$$

Superfície total do BF:

$$S2 = 38,88m^2, \text{ sendo duas unidades com } 7,78 m^2 \text{ cada}$$

7.4.5 Decantador Secundário

Taxa de Aplicação:

$$T = 100,00 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

Superfície total do Decantador:

$$S_3 = \frac{Q_{med}}{T}$$

$$S_3 = 5,18 \text{ m}^2, \text{ sendo duas unidades de } 2,59 \text{ m}^2 \text{ cada}$$

7.4.6 Subprodutos do tratamento

7.4.6.1 Produção diária de lodo

No biofiltro

Coeficiente de produção de lodo no biofiltro

$$Y_{obs \text{ ar}} = 0,75 \text{ kgST/kg.DQO}_{aplic}$$

$$M_{lodo.biofiltro} = 23,16 \text{ kg de ST/d (Retorna para o UASB)}$$

Considerando-se 75% de sólidos voláteis, tem-se:

$$M_{lodo-volatil} = 23,16 \text{ kg ST/d} \times 75\% = 19,60 \text{ kg SV/d}$$

No reator anaeróbio

a) Produção devido ao tratamento de esgoto

Coeficiente de produção de lodo no reator

$$Y_{obs \text{ an}} = 0,15 \text{ kg ST/kg.DQO}_{rem}$$

$$M_{lodo.UASB} = Y_{obs \text{ an}} \times DQO_{rem} = 31,26 \text{ kg ST/d}$$

b) Produção total, incluindo o lodo secundário retornado ao reator UASB, considerando 20% de redução do lodo volátil

$$M_{lodo.total} = M_{lodo.UASB} + (M_{lodo.biofiltro} - 0,20 \times M_{lodo-volatil})$$

$$M_{lodo.total} = 53,47 \text{ kg ST/d (base seca)}$$

7.4.6.2 Leito de secagem

Volume do lodo líquido

$$V_{lodo} = \frac{P_{total-lodo}}{\rho \cdot C}$$

onde:

ρ = Densidade do Lodo = 1.030 kg/m³

C = Concentração do lodo = 5%

$$V_{lodo} = 1,04 \text{ m}^3/\text{d} = 31,15 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Volume de Lodo Seco

$$V_{lodo-seco} = \frac{P_{total-lodo}}{\rho \cdot C_{seco}}$$

Onde:

C_{seco} = 25 % (teor de sólido no lodo)

$$V_{lodo-seco} = 0,21 \text{ m}^3/\text{d} = 6,23 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Onde a frequência de descarte é de 30 dias.

Área

$$V = A \cdot h$$

Onde:

V = 6,23 m³/mês

h = 0,15 m

$$\text{Área} = 41,53 \text{ m}^2$$

Utilizar duas células com dimensões de 5,00 x 5,00m, totalizando 50 m².

7.4.7 Elevatória de Esgoto Bruto ETE

Dados:

Utilizou-se, para dimensionamento do sistema, a vazão de final de plano para esvaziamento do poço:

que resulta : $29.38 \text{ m}^3/\text{h}$ = 8.16 l/s

LINHA DE RECALQUE

Comprimento Considerado:

Desnível Geométrico:

15.00 m
10.00 m
DN: 100 mm
DI: 100.00 mm
C: 110

Vel.: 1.04 m/s

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0.4	0	0.00
Curva de 45°	0.2	11	2.20
Curva de 22°	0.1	4	0.40
Ampliação	0.3	0	0.00
Tê Passagem Direta	0.6	7	4.20
Saída de Canalização	1.0	1	1.00

J : 0.0181 m/m

h_d : 0.2715 mca

h_f : 0.4291 mca

H_m : **10.70 mca**

BARRILETE

Comprimento considerado:

15.00 m
DN: 100 mm
DI: 100.00 mm
C: 110

Vel.: 1.04 m/s

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0.40	2	0.80
Curva de 45°	0.20	3	0.60
Ampliação gradual	0.30	1	0.30
Junção	0.40	2	0.80
Registro de gaveta aberto	0.20	1	0.20
Válvula de retenção	2.50	1	2.50

J : 0.0181 m/m

h_d : 0.2715 mca

h_f : 0.2861 mca

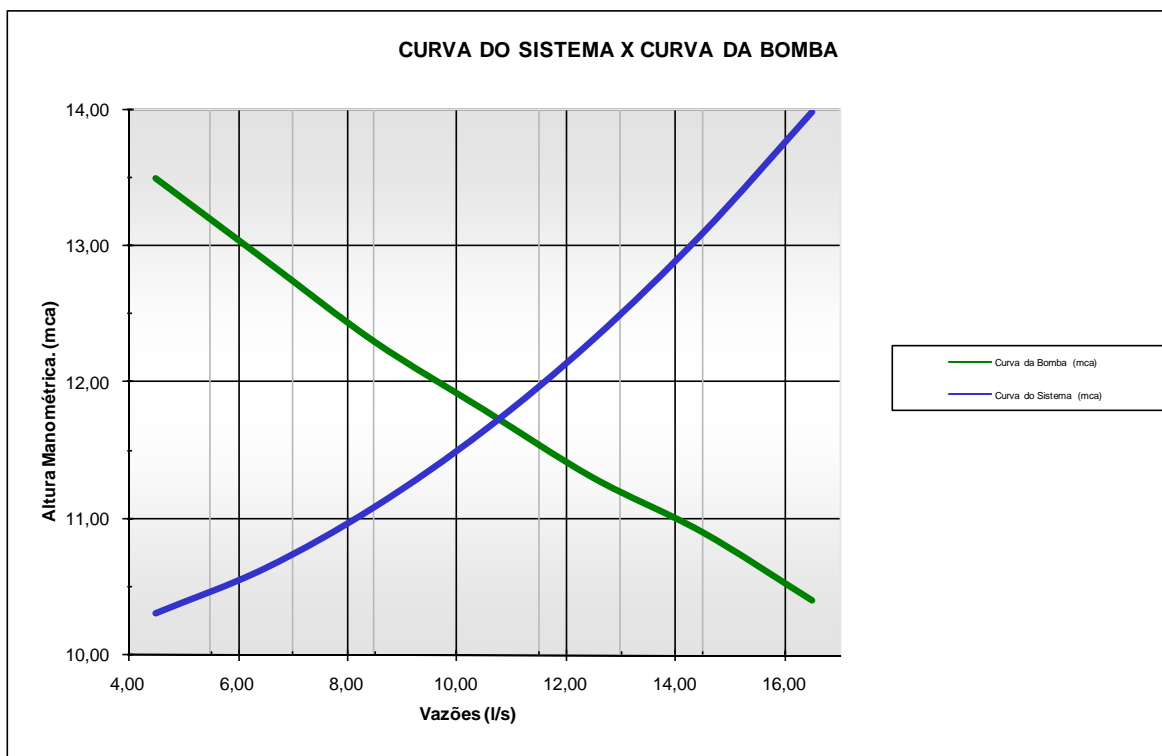
H_m : **0.56 mca**

H_m total (barrilete + recalque): **11.26 mca**

BOMBA SUBMERSÍVEL FLYGT NP3102.185 MT - 63-463-00-3703

Dados da Bomba

Vazões (l/s)	Curva do Sistema (mca)	Curva da Bomba (mca)
4.50	10.31	13.50
6.50	10.64	12.90
8.50	11.09	12.30
10.50	11.65	11.80
12.50	12.32	11.30
14.50	13.10	10.90
16.50	13.99	10.40



Utilizaremos conjunto moto-bomba **SUBMERSÍVEL**

Altura Manométrica: 11,89 mca

Vazão : 10,76 l/s

Velocidade Final 1,37 m/s

38,73 m³/h

Ø saída: DN 100

Motor : Trifásica

Potência: 5,03 cv

R (m)	1.00
H útil (m)	0.74

Vol.útil (m ³)	Q _{bomba} m ³ /h
2.32	38.73

INÍCIO DE PLANO

Vazão afluyente (média início de plano) =	4.47 l/s =	16.09 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	8 minutos	39 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	6 minutos	8 segundos
Ciclo =	0 hora	14 minutos	47 segundos

FINAL DE PLANO

Vazão afluyente (máxima final de plano) =	8.16 l/s =	29.38 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	4 minutos	44 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	14 minutos	53 segundos
Ciclo =	0 hora	19 minutos	37 segundos

8 PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA

A seguir será apresentado o PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA, que descreve os principais procedimentos operacionais do sistema de esgotamento sanitário para a Sede do município de Dorés do Rio Preto.

8.1 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

As unidades que fazem o bombeamento de esgoto bruto são denominadas estações elevatórias e exigem manutenção permanente e cuidadosa.

Quando as profundidades das tubulações tornam-se demasiadamente elevadas, devido à baixa declividade do terreno ou devido à necessidade de se transpor uma elevação, torna-se necessário bombear os esgotos para um nível mais elevado. A partir desse ponto, os esgotos podem voltar a fluir por gravidade.

8.1.1 Operação e Manutenção

A seguir relacionam-se algumas rotinas de operação/manutenção:

- Verificar diariamente o funcionamento do sistema. Caso haja alguma anormalidade, providenciar os devidos reparos;
- Limpar diariamente a caixa de areia e a grade de retenção de material sólido. O material retido e a areia depositada, deverão ser recolhidos e acondicionados em recipientes apropriado, preferencialmente com tampa (bombonas), e transportados para desidratação nos leitos de secagem localizados na estação de tratamento esgotos do município. Após a secagem deverão ser descartados juntamente com o lodo seco da estação;
- Alternar a utilização das bombas, no caso da reserva, para não deixar equipamentos parados por longos períodos. Verificar mensalmente o funcionamento dos equipamentos eletromecânicos onde serão feitas medições de Amperagem, Voltagem e Fator de Potência;

- Executar regularmente a manutenção dos equipamentos, tais como, lubrificação de engrenagens, substituição de peças desgastadas, etc.;
- Limpar periodicamente toda a área das elevatórias.

Para que problemas maiores e de difícil solução sejam evitados, recomenda-se observar atentamente o comportamento dos equipamentos e suas variações de funcionamento.

Entre as ocorrências que podem trazer problemas ao funcionamento das elevatórias, as mais comuns e de maior gravidade são:

- Falta de energia elétrica: A falta de fornecimento elétrico é um problema esporádico.
- Efeito da “Idade em Uso” da Bomba: Com o decorrer do tempo, o desgaste normal e a deficiência na conservação da bomba alteram suas curvas características. O desgaste dos anéis separadores, gaxetas e mancais aumentam as fugas internas do líquido, o que torna o rendimento ainda menor. Para um mesmo valor de vazão, vê-se que a bomba usada fornece um menor valor de altura manométrica e tem um rendimento menor, necessitando, por outro lado, de uma potência maior. Em vista disso, não se devem empregar para uma bomba, já em uso há longo tempo, as curvas características fornecidas pelo fabricante sem se certificar do estado de conservação da bomba. Devem-se adotar valores com correções. Recomenda-se, a cada 2 anos, redesenhar as curvas características das bombas para verificação se houve alteração com o passar do tempo e efetuar os ajustes adequados para que as bombas funcionem sempre próximas do rendimento ideal.
- Efeito de Materiais em Suspensão no Líquido: Quando o esgoto traz, em suspensão, sólidos ou outros elementos pastosos, a mistura se comporta como um novo líquido, de maior densidade e maior viscosidade. Faz-se necessário, portanto, um rigoroso controle do sistema de gradeamento no intuito de impedir que o acúmulo de matéria sólida venha a alterar

substancialmente as características do esgoto, diminuindo a vida útil das bombas.

8.1.1.1 Recomendação Eletromecânica do Quadro de Comando

No quadro de comando estão a proteção, a automação, o comando, o controle e as sinalizações para o perfeito funcionamento dos conjuntos motor-bombas, principais equipamentos de uma Estação Elevatória de Esgotos (EEE). Como este manual é para a operação/manutenção, vamos nos ater somente ao controle comando, sinalização, medição e parte da automação.

8.1.1.1.1 Controle

Para o controle operacional há, no painel do quadro de comando, a chave Manual/Automático, que, como o próprio nome diz, é uma chave que controla o acionamento manual, no qual o sistema obedece ao comando do operador (ligar e desligar os conjuntos moto bombas e/ou aeradores), e o automático, no qual o operador deixa de determinar as ações dos equipamentos, que passam a operar automaticamente.

8.1.1.1.2 Comando

Botão de emergência: Comando acionado pelo operador quando em situação de risco/emergência (exemplo: caso de choque elétrico, curto-circuito, etc.). Geralmente é do tipo “soco”, onde o operador bate no botão com a mão, desligando toda a operação.

Em casos de inexistência deste botão em quadro de comando, o operador deve desligar o disjuntor geral no padrão CELG.

O botão Liga (geralmente na cor verde) e o botão Desliga (geralmente na cor vermelha) somente operam com o sistema no modo manual.

Botão Reset (geralmente na cor vermelha): Usado para reiniciar o sistema, o que possibilita retirar possíveis sinalizações de defeitos. O conjunto moto-bomba

somente volta operar depois de sanados os defeitos e comandado os botões de “Reset”. Algumas panes são sanadas simplesmente ao operar esta botoeira.

8.1.1.1.3 Sinalizações

Geralmente os sinalizadores são lâmpadas Piloto de cor verde, para indicar que a operação esta sendo executada com êxito (por exemplo, bomba ligada), e de cor vermelha, para indicar alguma falha. O operador deverá ficar atento às sinalizações.

8.1.1.1.4 Medição

No quadro de comando existem vários outros instrumentos como: alarme e sinalização de defeitos, sinalização de operação, indicador de corrente (amperímetro), indicador de tensão (voltímetro), relés auxiliares, controle de rotação do motor (inversor), Soft-starter (controlador de corrente de partida).

8.1.1.1.5 Automação de EEEB

A automação é responsável pelo correto acionamento dos conjuntos moto-bombas e as utilizadas são por bóias de nível. Localizadas em zona calma, afastadas da turbulência dos esgotos, podem ser instaladas duas ou mais bóias, uma para comandar o desligamento do sistema (nível mínimo) e outra para comandar o acionamento (nível máximo).

8.1.1.2 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

A possível presença de organismos patogênicos ressalta a importância de ações de segurança que visem à proteção dos trabalhadores. Na realização de todas as tarefas operacionais é necessária, minimamente, a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como: uniformes adequados, luvas, botas de borracha, capacete, etc. Deve-se evitar o contato direto do operador com o material retirado do esgoto.

A realização de todas as tarefas operacionais é necessária, minimamente, utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como: uniformes

adequados, luvas, botas de borracha, capacete, etc. Deve-se evitar o contato direto do operador com o material retirado do esgoto

O uso dos EPI é fundamental para a segurança e para proteção da saúde dos trabalhadores envolvidos na operação e manutenção dos sistemas. Além do uso dos equipamentos também são necessárias outras ações para a segurança do operador, como a vacinação contra doenças transmitidas pelo contato com o esgoto (tétano, hepatite A e difteria); limpeza e esterilização das mãos e das ferramentas utilizadas após atividades operacionais.

8.1.2 Contingência e Emergência

O plano de emergência e contingência se concentrará principalmente nos incidentes de maior probabilidade, com definição de ações gerais para amenizar suas consequências, como o extravasamento do esgoto. As principais ações nos sistemas elevatórios são apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 -Ações de contingência nas elevatórias

PROBLEMA	CAUSAS	AÇÕES ESPERADAS
Extravasamento de estações elevatórias	Ações de vandalismo; Danificação de equipamentos eletromecânicos ou estruturais; Interrupção do fornecimento de energia elétrica;	Comunicar ato de vandalismo a polícia local; Reparar as instalações danificadas com urgência; Comunicar aos órgãos de controle ambiental os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades elevatórias; Instalar equipamento reserva; Comunicar a EDP a interrupção de energia; Acionar gerador alternativo de reserva. Instalar tanque de acumulação do esgoto extravasado com objetivo de evitar a contaminação do solo e da água.

8.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

O projeto de tratabilidade dos efluentes de esgoto foi desenvolvido para atender uma população final de 2.696 habitantes, vazão de 6,00 l/s, o que deverá ocorrer até o ano 2031.

A operação da ETE requer cuidados básicos com o objetivo de evitar problemas para as unidades de tratamento e para a equipe de trabalho.

8.2.1.1 Recomendações Gerais

- Identificar com placa a entrada da estação;
- Manter na ETE o manual de operação atualizado e o livro de ocorrências e paralisações das unidades;
- Os funcionários da ETE devem ter o cartão de vacinação em dia, contra tétano, hepatite A;
- Fazer uso rigoroso de EPI's –máscaras, luvas, botas, com o objetivo de minimizar a possibilidade de contaminação e de forma a garantir boa qualidade de trabalho;
- Deixar a área interna da ETE sempre limpa, realizar manutenção da cerca do entorno, manter as canaletas de drenagem desobstruídas, podar a cerca viva, sinalizar os acessos, manter a casa de operação, os equipamentos de laboratório e as instalações sanitárias em perfeito estado de conservação;
- Limpar e proteger as vias de acesso ao corpo receptor e do emissário;
- Realizar as análises físico-químicas e bacteriológicas do afluente, efluente;
- Medir a vazão de entrada e saída durante o tratamento. O operador deverá fazer leituras horários/diárias e anotar os valores no Controle Operacional da estação.

8.2.1.2 Tratamento Preliminar

As principais atividades de operação/manutenção previstas são:

- Inspecionar o sistema da grade de retenção e desarenador diariamente;
- Evitar o aumento de perda de carga pelo acúmulo de sólidos flutuantes no canal;
- Observar se o rastelo está funcionando adequadamente, sem empenos;
- Verificar se não existe nenhuma obstrução na garganta da Calha Parshall, para que não ocorram erros de leitura da vazão. Registrar a vazão de hora em hora;
- Limpar diariamente a caixa de areia e a grade de retenção de material sólidos, recolhendo o material retido e a areia depositada e acondicionando-os em recipientes que garantam total vedação e impeçam vazamentos (bombonas ou tambores), e transportá-los para desidratação nos leitos de secagem localizados na estação de tratamento esgotos do município. Após a secagem deverão ser descartados juntamente com o lodo seco da estação.
- Coletar, quinzenalmente, amostras do material retirado para saber a concentração dos sólidos totais, fixos e suspensos;
- Caso seja necessário interromper a operação do tratamento preliminar o esgoto poderá desviado diretamente a elevatória ou bypass para o efluente final.
- Manter limpos os locais em volta do tratamento preliminar.

Na Tabela 17 foram listados os problemas que podem ocorrer no tratamento preliminar das estações de tratamento de esgotos, com ações preventivas e soluções.

A avaliação de desempenho do gradeamento será obtida correlacionando-se a quantidade de material removido por dia (m^3/d) com o volume diário de esgotos afluente à grade. Ao final do mês, far-se-á a totalização, através do somatório dos valores diários levantados. Caso se deseje avaliar a eficiência da unidade, poderão ser feitas análises à montante e à jusante da grade. Deverão ser coletadas periodicamente amostras na caçamba do material gradeado.

Tabela 17 -Problemas e soluções nas unidades de preliminares

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Maus odores	<p>Esgoto séptico;</p> <p>Acúmulo de sólidos na grade;</p> <p>Sujeira acumulada no canal de entrada;</p> <p>Esgoto industrial.</p> <p>Sedimentação de material orgânico na caixa de areia;</p> <p>Acumulo de gordura na caixa de gordura;</p> <p>Material caído chão.</p>	<p>Verificar se não está havendo retenção do esgoto no emissário de chegada; Desobstrução da tubulação;</p> <p>Aumentar o número de limpezas por dia;</p> <p>Escovar e jatear água sob pressão para limpar os canais;</p> <p>Verificar lançamento de efluentes industriais que produzam maus odores.</p> <p>Aumentar a velocidade do fluxo na caixa de areia;</p> <p>Retirar a gordura acumulada e limpar paredes e fundo;</p> <p>Limpeza do local.</p>
Aumento repentino da massa de areia retida	Descarga de águas pluviais na rede;	Pesquisar e desfazer ligação de águas pluviais clandestinas lançadas na rede coletora;
Excesso de moscas junto à grade	Material gradeado caído na parte externa do canal das grades.	Manter sempre limpa a área externa ao gradeamento.
Redução brusca nos sólidos grosseiros retidos na grade	Avárias no sistema de coleta; Esgoto extravasando em poços de visita nas ruas.	Efetuar manutenção corretiva no sistema de coleta e interceptação.
Excesso de sólidos retidos na grade	<p>Lançamento irregular de efluentes industriais;</p> <p>Avaria no sistema de coleta; PV sem tampas.</p>	<p>Vistoriar indústrias de acordo com sólidos retidos; Aumentar a frequência da limpeza;</p> <p>Vistoriar e corrigir sistema de coleta; Aumentar frequência de limpezas nos PVs.</p>

8.2.1.3 Reator Anaeróbio De Fluxo Ascendente – UASB

O Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – UASB tem por objetivo reduzir a carga orgânica contida nos esgotos, transformando parte dela no lodo digerido, que será desidratado nos leitos de secagem, e parte em biogás, que será queimado nos queimadores de gás.

O bom desempenho de um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – UASB no tratamento de esgotos domésticos requer o monitoramento apropriado e a manutenção das condições ambientais necessárias ao processo. Desde que sejam atendidas estas condições ambientais, que dizem respeito principalmente ao controle da temperatura, pH, alcalinidade, ácidos voláteis, nutrientes (Carbono, Nitrogênio, Fósforo, etc.), e às condições de projeto, inclusive com firme controle da vazão afluente, o processo de tratamento funciona praticamente sem operação.

No UASB ocorre um processo de tratamento biológico a partir da entrada do esgoto no reator pela parte inferior do mesmo, onde se forma o leito de lodo, bastante concentrado (4 a 10%) é material sólido”

O esgoto vai ascendendo no reator, passa pela manta de lodo (zona de crescimento bacteriano menos denso, com concentração usual de 1,5 a 3%) e na parte superior do reator ocorre a separação sólido/líquido/gás. O efluente líquido clarificado sai do reator em direção ao lançamento final, os sólidos retornam ao reator, criando uma zona propícia à sedimentação no topo do reator – e o gás gerado é liberado pelo dispositivo de separação projetado. Com isto, se obtém um longo tempo de permanência dos sólidos (biomassa) no reator, enquanto o tempo de detenção do líquido é bem inferior. Este tipo de processo chama-se processo de alta taxa.

Para que isto ocorra é fundamental garantir a existência de biomassa altamente ativa no reator, o que se consegue atendendo às condições ambientais necessárias, ou seja:

- Existência de nutrientes (Carbono, Nitrogênio, Fósforo, micronutrientes), normalmente existentes em equilíbrio no esgoto doméstico;

- Temperatura que garanta a taxa de crescimento específico da população microbiana, parte da qual é mesófila (30 a 35°C) e parte termófila (50 a 55°C). As temperaturas médias do esgoto afluyente situam-se na faixa de 20-28°C, dentro da faixa sub-ótima. Entretanto, é mais importante a manutenção de uma temperatura uniforme no reator, uma vez que o processo anaeróbio é muito sensível às bruscas mudanças de temperaturas;
- Controle do pH, alcalinidade e ácidos voláteis no reator: a faixa ideal de pH é de 6,8 a 7,4 para parte da população microbiana, de mais difícil sobrevivência e que produz a estabilização final da matéria orgânica, e de 5 a 6 para outra parte, a que produz a hidrólise e quebra dos ácidos de cadeia longa. Os valores mais próximos do pH neutro (6,8 a 7,2) devem ser buscados a fim de que a biomassa da segunda fase do processo não seja inibida, paralisando-o. O controle da alcalinidade e dos ácidos voláteis, como o ácido acético, por exemplo, está relacionado com a capacidade da alcalinidade em neutralizar os ácidos formados no processo e tamponar o pH na eventualidade de acumulação de ácidos voláteis. A concentração de ácido acético deve ser mantida abaixo de 1.000 mg/l.

A remoção prevista de DQO/DBO está em torno de 70% (projeto). Obtendo-se baixa concentração de sólidos suspensos no efluente, têm-se bons indicadores do funcionamento adequado do separador de fases e da inexistência de problemas com sobrecarga orgânica e toxidez, portanto, o controle periódico desses parâmetros também se faz necessário e qualquer anormalidade deve-se procurar identificar as possíveis fontes geradoras e eliminá-las.

Cada reator conta com 4 pontos de amostragem do manto de lodo, distribuídos ao longo do reator, sendo o primeiro localizado a 30 cm do fundo, e o último a 1,90 cm antes do decantador. As coletas são feitas manualmente, pelo operador do sistema, de hora em hora, durante 8h do dia.

8.2.1.3.1 Partida em Reatores UASB.

Durante a partida, ou seja, início da operação, deverão ser consideradas duas situações distintas: partida do reator utilizando-se inoculo e partida do reator sem inóculo.

8.2.1.3.1.1 Metodologia Adotada na Ausência de Inoculo

Quando não há disponibilidade de lodo anaeróbio (inoculo), a carga orgânica volumétrica (COV) inicial adotada deverá ser em torno de 0,2 a 0,5 kgDQO/m³.dia, e aumentada gradativamente todas as vezes que o sistema atingir eficiência de 65 a 70%. Durante esta fase, a vazão deverá ser mantida constante por “by-pass” do esgoto excedente. De acordo com Chenicharo (1997), a partida de reator sem inóculo pode demorar de 4 a 6 meses.

8.2.1.3.1.2 Metodologia Adotada na Presença de Inoculo

Quando o reator é inoculado, especialmente com lodo anaeróbio de alta qualidade, a partida terá por base não mais a COV, mas a carga orgânica biológica (COB), ou seja, kgDQO/kgSSV.dia. Estudos têm provado que os sólidos suspensos voláteis (SSV) podem ser considerados grosseiramente como microrganismos (pesquisadores encontraram boa correlação entre SSV e ácido desoxirribonucleico – DNA, que representa indiretamente os microrganismos). Já foi também demonstrado que grande parte dos SSV, em torno de 50%, são compostos solúveis, como polissacarídeos e outras substâncias semelhantes, mas mesmo assim o SSV é o parâmetro mais acessível na estimativa de microrganismos. A COB ideal para partida, capaz de permitir uma boa aclimatização da biomassa, determinada laboratorialmente, é de 0,12 kgDQO/kgSSV.dia.

Semelhantemente a COV, a COB só pode ser aumentada gradativamente quando a eficiência do sistema, tanto a remoção de DQO como de sólidos, atingirem valores acima de 65%. O valor da COB em esgotos domésticos pode atingir valores superiores a 2kgDQO/kgSSV.dia, respeitados os parâmetros hidráulicos recomendados, por exemplo, CH (carga hidráulica) no máximo 5 m³/m³.dia.

Pode-se adotar uma faixa de 4 a 7 % do volume do reator para calcular a quantidade de lodo a ser inoculado. A inoculação pode-se dar tanto com o reator cheio ou vazio, embora seja preferível a inoculação com o reator vazio. A altura manométrica (Hm) pode diminuir as perdas de lodo durante o processo de sua transferência. Para essa segunda situação os procedimentos adotados foram os seguintes:

- Transferir o lodo de inóculo para o reator, cuidando para que o mesmo seja descarregado no fundo do reator. Evitar turbulências e contato excessivo com o ar;
- Deixar o lodo em repouso por um período aproximado de 12 a 24 horas, possibilitando a sua adaptação gradual à temperatura ambiente;
- Após o término do período de repouso, iniciar a alimentação do reator com esgotos, até que o mesmo atinja aproximadamente a metade de seu volume útil;

Deixar o reator sem alimentação por um período de 24 horas. Ao término deste período, e antes de iniciar uma próxima alimentação, coletar amostras do sobrenadante do reator e efetuar análises dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, alcalinidade, ácidos voláteis e DQO. Caso estes parâmetros estejam dentro das faixas de valores aceitáveis, prosseguir o processo de alimentação. Valores aceitáveis: pH entre 6,8 e 7,4 e ácidos voláteis abaixo de 200 mg/l (como ácido acético);

- Continuar o processo de enchimento do reator, até que o mesmo atinja o seu volume total (nível das tulipas);
- Deixar o reator novamente sem alimentação por outro período de 24 horas. Ao término deste período, retirar novas amostras para serem analisadas e proceder como anteriormente;

Caso os parâmetros analisados estejam dentro das faixas estabelecidas, propiciar a alimentação contínua do reator, de acordo com a quantidade de inóculo utilizada e com a percentagem de vazão a ser aplicada;

- Proceder aumento gradual da vazão afluyente, inicialmente a cada 15 dias, de acordo com a resposta do sistema. Este intervalo poderá ser ampliado ou reduzido dependendo dos resultados obtidos.

8.2.1.3.1.3 Operação do sistema

As principais atividades de operação dos UASB's podem, portanto, ser resumidas da seguinte maneira:

- Divisão equitativa de vazões para os UASB's;
- Inspeccionar visualmente a tubulação de alimentação nas caixas de passagem e limpá-las, semanalmente e/ou sempre que apresentem problemas, e transportar os resíduos com carrinho de mão até o leito de secagem;
- Inspeccionar visualmente a tubulação perfurada de recolhimento do efluente tratado e limpá-las, semanalmente e/ou sempre que apresentem problemas, e transportar os resíduos em recipiente adequado até o leito de secagem;
- Remoção periódica do lodo digerido abrindo de forma alternada as válvulas que estão a 1,20m do fundo do reator, para descarte do lodo formado e seu envio para os leitos de secagem;
- Remoção da espuma e materiais flutuantes e encaminhamento para o leito de secagem;
- Inspeccionar visualmente a caixa de distribuição de vazão de cada UASB para os tubos, desentupindo-os, se for o caso, a fim de garantir a uniforme distribuição do esgoto no reator. Transportar em recipiente adequado até o leito de secagem;
- O lodo desidratado deverá ser encaminhado para aterro sanitário licenciado;
- Coletar amostras para análises físico-químicas dos afluentes da estação de tratamento de esgoto. O monitoramento terá frequência mensal e as

análises serão realizadas no Laboratório Central da CESAN. Os dados obtidos serão analisados estatisticamente;

- Manter limpos os locais em volta dos reatores.

8.2.1.3.2 Manta de Lodo

A altura da manta de lodo deverá ser sempre inspecionada através dos amostradores colocados ao longo de cada módulo nas alturas de 0.30, 1.80, 3.00 e 3.60m.

A manta de lodo poderá atingir altura máxima de até 1 m abaixo do coletor/defletor de biogás. Caso a altura exceda este valor, o sistema sofrerá queda na eficiência, principalmente quanto a remoção de sólidos. Quando a manta atingir sua altura máxima, o operador deverá descartar o excesso de lodo através das válvulas instaladas na parte inferior do reator. As válvulas deverão ser abertas simultaneamente para que o descarte seja o mais homogêneo possível, uma vez que o lodo neste tipo de reator é heterogêneo e estratificado ao longo do perfil do reator. O lodo excedente deverá ser lançado no leito de secagem, ou estocado a fim de tornar inoculo para partida de outros reatores de manta de lodo. O perfil de sólidos do reator deverá ser analisado periodicamente. Isso é possível através dos mostradores colocados ao longo dos reatores. A partir dos parâmetros, SS e SSV, o responsável poderá conferir a COB que está sendo aplicada, além de ter conhecimento da qualidade do lodo que está sendo formado no sistema.

8.2.1.3.3 Coleta e Queima dos Gases

A produção de biogás pode ser estimada em função da eficiência do sistema, equivalente à quantidade de DBO_5 removida durante um determinado tempo. Estima-se a quantidade de metano (CH_4) presente no biogás em 75%, o restante, em sua maioria, é composto por dióxido de carbono (CO_2). O biogás apresenta ainda traços de gás sulfídrico (H_2S), hidrogênio (H) e alguns outros.

Os gases que saem do UASB são canalizados e, após passarem pelo dreno, válvula corta-chama e gasômetro, deverão ser incinerados nos queimadores. O dreno deve ser periodicamente purgado, já que sempre ocorre condensação na canalização, podendo ao longo do tempo ocorrer obstrução (na parte inferior do dreno há uma válvula de descarga do líquido acumulado). Toda a linha de gás deverá ser inspecionada pelo menos uma vez por semana para detecção de vazamentos, conservação, etc. Os queimadores, para terem boa eficiência, deverão ser limpos da fuligem acumulada pelo menos de três em três meses.

Na manutenção deverão ser verificados os sistemas de ignição: bico de chama piloto desobstruído e bujão de gás abastecido.

A avaliação de desempenho do sistema de gás é verificada através da medição diária do volume de gás produzido, através do gasômetro, correlacionado com os kg de sólidos voláteis afluentes aos UASB's, assim como com o volume diário de esgoto tratado.

O biogás contém normalmente 75% de metano (CH_4) e 25% de gás carbônico (CO_2). Quando esta proporção se mantém, a coloração da chama do queimador de gás é azulada. Quando cai o percentual de metano, a chama passa a ter uma cor alaranjada.

Para se verificar a composição do gás, utiliza-se a determinação percentual do metano em analisadores portáteis, próprios para análises deste gás. Por diferença, determina-se o percentual de gás carbônico.

Os principais problemas em relação à produção de biogás, bem como suas causas mais prováveis e soluções usualmente adotadas, estão relacionadas na Tabela 18.

Tabela 18 -Principais problemas e prováveis soluções na produção de biogás

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Queda na produção de biogás	Presença de tóxicos no UASB; Medidores de gás avariados.	Determinar metais pesados no lodo; Checar medidores.
Queda no teor de metano	Aumento de teor de ácidos voláteis; Queda do pH.	Corrigir pH com adição de cal na caixa de chegada de esgoto.

8.2.1.3.4 Remoção de Escuma

Em todos os UASB's projetados existe um sistema de remoção de escuma, composto por comportas situadas ao lado da parede do reator, tubulação de aspersão de água, canal de coleta de escuma. A operação deste sistema deverá ser feita da seguinte maneira:

a) Periodicidade

A periodicidade vai ser estabelecida após o sistema entrar em funcionamento normal.

Sugere-se estabelecer, inicialmente, o recolhimento da escuma a cada dois meses, até se estabelecer a periodicidade ótima.

b) Operação

A operação abaixo deve ser feita para cada defletor de gás de cada ramal.

- Abrir os registros dos aspersores de água;
- Fechar a comporta no 1º "spliterbox" para isolar o módulo do ramal dos demais;
- Abrir as válvulas de escuma e deixar aberto até que o efluente que estiver saindo não contenha mais escuma;

- O efluente com espuma será encaminhado pelo canal de recolhimento de lodo até o leito de secagem. O material retido (espuma) será raspado e recolhido à caçamba e, posteriormente, encaminhado ao aterro sanitário;
- Concluído o processo, o operador deverá inverter o sistema (fechar o registro dos aspersores, proceder ao fechamento da comporta, abrir a comporta que isola o compartimento dos demais);
- Feitas as limpezas de espuma de todos os compartimentos, o operador deve limpar com jateamento de água os canais de esgotamento de lodo/espuma.

A Tabela 19 lista os problemas mais frequentes em sistemas de tratamento de esgotos, e suas possíveis soluções.

Tabela19 -Principais problemas e prováveis soluções nos reatores UASB

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Maus odores	Sobrecarga de esgoto com consequente diminuição do tempo de detenção;	Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluyente;
	Elevadas concentrações de compostos no esgoto afluyente;	Verificar a possibilidade de reduzir as concentrações de sulfeto no sistema;
	Elevadas concentrações de ácidos voláteis no reator, alcalinidade reduzida e queda de pH;	Adicionar cal hidratada, a fim de elevar a alcalinidade do reator e manter o pH próximo a 7 (6,8 a 7,4);
	Presença de substâncias tóxicas no esgoto;	Localizar e eliminar as fontes de substâncias tóxicas;
	Queda brusca da temperatura do esgoto.	Avaliar a possibilidade de cobrir o reator.
Efluente contendo Elevado Teor de Sólidos	Elevadas concentrações de sólidos suspensos no esgoto afluyente;.	Verificar a possibilidade de remoção de sólidos a montante;
	Excesso de sólidos no reator.	Proporcionar o descarte do excesso de sólidos no sistema.
Queda da produção do biogás	Vazamentos nas tubulações de gás;	Realizar manutenção periódica das tubulações e corrigir os vazamentos;
	Entupimento nas tubulações de gás;	Desentupir as tubulações de gás;
	Defeito nos medidores de gás;	Reparar ou substituir os medidores de gás;
	Elevadas concentrações de ácidos voláteis; Presença de substâncias tóxicas no esgoto; Queda brusca da temperatura do esgoto.	Adicionar cal hidratada, a fim de elevar a alcalinidade do reator e manter o pH próximo de 7 (6,8 - 7,4). Localizar e eliminar as fontes de substâncias tóxicas; Caso o reator não seja coberto, avaliar a possibilidade de cobri-lo.
Queda da Eficiência do Sistema	Sobrecarga de esgoto com consequente diminuição do tempo de detenção;	Diminuir a vazão afluyente à unidade com problemas;

Continuação da Tabela 19

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Queda da Eficiência do Sistema	Elevadas concentrações de ácidos voláteis no reator, alcalinidade reduzida e queda de pH;	Adicionar cal hidratada, a fim de elevar a alcalinidade do reator e manter o pH próximo a 7 (6,8 a 7,4);
	Perda excessiva de sólidos no sistema, com redução do leito e manta de lodo;	Diminuir a vazão afluyente à unidade com problemas ou retirar temporariamente o reator de operação;
	Presença de substâncias tóxicas no esgoto;	Localizar e eliminar as fontes de substâncias tóxicas;
Flutuação de Grânulos	Sobrecarga de esgoto com consequente diminuição do tempo de detenção;	Diminuir a vazão afluyente à unidade com problemas;
	Reinício da operação após longos períodos de paralisação;	Reiniciar o sistema com a aplicação de menores cargas volumétricas;
	Excesso de lodo no interior do reator.	Descarga de lodo do reator.

8.2.1.3.5 Monitoramento dos Reatores UASB

Como já observado acima, o monitoramento do sistema é essencial, portanto diversos controles/medições/análises são necessários. Os parâmetros físico-químicos e biológicos, por exemplo, devem ser analisados rotineiramente em diferentes pontos do sistema (esgoto bruto, efluente do UASB, e, em alguns casos, dentro do UASB). A Tabela 20 apresenta quadro relativo a esses parâmetros, frequência de controle e valores médios esperados.

Tabela 20 -Parâmetros a serem monitorados nos UASB's

PARÂMETROS	AFLUENTE DO UASB		NO REATOR		EFLUENTE DO UASB	
	FREQ.	FAIXA TÍPICA	FREQ.	FAIXA TÍPICA	FREQ.	FAIXA TÍPICA
Vazão (l/s)	Diária	-	-	-	-	-
Temperatura (°C)	Diária	20 - 28	Diária	-	Diária	20 - 28
pH	Diária	6,5 - 7,5	Diária	6,8 - 7,4	Diária	6 - 7
Alcalinidade (mg/l)	Diária	100 - 200	-	-	Diária	100 - 200
DQO bruta (mg/l)	Seman.	400 - 900	-	-	Seman.	120 - 250
DQO filtr. (mg/l)	Seman.	-	-	-	Seman.	-
DBO bruta (mg/l)	Quinz.	180 - 350	-	-	Seman.	50 - 150
DBO filtr. (mg/l)	Quinz.	-	-	-	Quinz.	-
Sólidos Totais (mg/l)	Quinz.	700 - 1350	Quinz.	-	Quinz.	700 - 1350
Sólidos em suspensão	Quinz.	200 - 450	-	-	Quinz.	200 - 450
SSV	Quinz.	160 - 350	-	-	Quinz.	165 - 350
NTK (mg/l)	Quinz.	35 - 70	-	-	Quinz.	30 - 60
N amoniacal	Quinz.	20 - 40	-	-	Quinz.	20 - 40
P. total	Quinz.	5 - 25	-	-	Quinz.	4 - 20
Ácidos Voláteis (mg/l)	-	-	Seman.	-	-	-
Biogás	-	-	Diária	0,1 - 0,25 ⁽¹⁾	-	-
Col.Termotolerantes (UFC/100 ml)	Quinz.	10 ⁵ - 10 ⁸	-	-	Quinz.	10 ⁵ - 10 ⁸
Ovos helminto (un)	Mensal	-	-	-	Mensal	-

8.2.1.4 Biofiltro e Decantador

A principal atividade operacional relativa ao biofiltro (BF) é a sua lavagem que implicará na melhor clarificação do efluente. A lavagem deverá acontecer cada 3 dias por um período de 5 a 7 minutos, ou por quanto tempo for necessário. A lavagem deve ser realizada no horário de menor vazão, geralmente às 7h e às 16h.

Passo a Passo para as lavagens do BF.

- Desligar o Aerador;
- Abrir válvula V01, lavar o biofiltro com jatos d'água aproximadamente 7 minutos, e fechar a V01.
- Abrir válvula V02, lavar o biofiltro com jatos d'água aproximadamente 7 minutos 7 minutos, e fechar a V02.
- Ligar o Aerador;
- Fim do ciclo de lavagem do biofiltro.

No decantador, a turbulência deverá ser a mínima para garantir melhor sedimentação, e a retirada desse lodo decantado deverá ser feita semanalmente, impedindo assim que o decantador fique excessivamente sujo.

Passo a passo para as lavagens do decantador:

- Abrir válvula 01, lavar o decantador com jatos d'água aproximadamente 5 min, e fechar V01;
- Fim do ciclo de lavagem do decantador.

8.2.1.5 Leitos de Secagem e Disposição de Lodo

Para receber o descarte de lodo dos UASB's, estão previstos leitos de secagem. Os leitos de secagem de lodo são unidades de tratamento que têm como objetivo desidratar o lodo digerido anaerobicamente nos UASB's e situam-se próximos aos reatores.

Algumas observações de caráter geral sobre operação/manutenção dos leitos de secagem:

- Diariamente, através da tomada de amostra no reator UASB, deve-se monitorar a altura da manta de lodo para não ultrapassar a altura de 3 metros (2ª tomada de amostra de cima para baixo). Quando a manta

alcançar esta altura deverá ser feito o descarte do lodo para o leito de secagem;

- Descartar até a altura de 15 cm dentro do primeiro leito de secagem. No dia seguinte a esse primeiro descarte, verificar a altura da manta dentro do UASB e se for detectado que a manta ainda está alta, descartar no segundo leito de secagem;
- Deve-se registrar o dia de cada descarte, pois a retirada do lodo desidratado do leito de secagem faz-se geralmente 30 dias após o descarte.
- Coletar amostras de lodo do leito cheio para verificar a umidade e secagem dos sólidos;
- Retirar o lodo desidratado manualmente com uso de pás e enxadas, transportá-lo em carrinho de mão para o depósito de lodo seco (caçamba estacionária) para posterior disposição em aterro sanitário;
- Manter limpos os locais em volta.

As seguintes fases ocorrem durante a operação dos leitos de secagem:

a) Carga dos Leitos

O lodo procedente dos UASB's contém cerca de 4% de sólidos e após sua desidratação este teor de sólidos é de aproximadamente 50%. A carga de lodo no leito de secagem deverá atingir altura máxima de 30 cm e o leito deverá ser isolado até a secagem completa do lodo, definida visualmente pelo aspecto fendilhado deste, ocasião em que se soltará facilmente do fundo do leito de secagem.

Em hipótese alguma deverá ser dada descarga de lodo sobre o lodo que está secando nos leitos. A operação deverá ser sempre carga e remoção e nunca carga sobre carga.

b) Redução da Umidade

Após o enchimento de cada um dos leitos de secagem, o mesmo será isolado. Pela ação da evaporação e da drenagem do líquido, através da camada filtrante dos leitos, o lodo irá reduzir gradativamente seu teor de umidade. Para fins de verificação do tempo de secagem do lodo, poderá ser feita uma curva onde se coloca em ordenadas as percentagens de umidade do lodo e em abcissas os dias. Fazendo-se a determinação do teor de umidade a partir do dia de carregamento do leito, será plotada a curva de secagem de lodo. Normalmente com cerca de 15 dias o lodo atinge um teor de umidade de 50%, ocasião em que já poderá ser removido dos leitos sem maiores problemas.

Após alguns meses de operação, com a prática, o operador visualmente saberá a data correta para a remoção do lodo seco.

c) Remoção do Lodo Desidratado

Uma vez desidratado, a cerca de 50% de sólidos, o lodo dos leitos de secagem deverá ser removido manualmente através de rastelos de madeira. Após a remoção do lodo seco, o leito deverá ser varrido para evitar que pequenas partículas de lodo seco se acumulem sobre a areia filtrante. Periodicamente, contudo, deverão ser colocadas novas quantidades de areia nas áreas filtrantes, uma vez que além da perda com varreduras, parte da areia se adere ao lodo que é removido dos leitos de secagem.

d) Transporte e destino final do lodo

O lodo seco removido dos leitos de secagem não deverá ficar acumulado ao lado dos mesmos, evitando assim o aparecimento de insetos e vegetais. O lodo seco deverá ser encaminhado ao aterro controlado. A Tabela 21 apresenta os problemas rotineiros na operação dos leitos de secagem.

Tabela 21 -Principais problemas e prováveis soluções no leito de secagem

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Aparecimento de vegetação no lodo que está secando	Má drenagem nos leitos; Lodo com alto teor de matéria volátil.	Verificar sistemas de drenagem; Ajudar drenagem perfurando a camada drenante com ferro pontiagudo.
Maus odores	Descarga de grandes volumes de lodo nos leitos de secagem.	Elevar o pH do lodo pela adição de cal; Aplicar hipoclorito sobre a camada de lodo.

8.2.1.6 Estação elevatória de entrada e recirculação

As instruções e recomendações feitas para as unidades elevatórias externas servirão também para a elevatória localizada na estação de tratamento. O principal problema que poderá ocorrer é a falta de energia.

- A falta de energia é um problema esporádico. Poderá ser utilizados caminhões sugadores e/ou geradores para suprir ausência de energia elétrica e evitar extravasamentos.
- Em caso de defeito nas bombas, onde há impossibilidade de correção do problema no local, haverá a necessidade de se programar uma parada na elevatória para substituição do equipamento, definitivamente ou temporariamente.

8.2.1.7 Equipe de Trabalho

A operação de uma ETE é um trabalho de equipe. À concessionária, ou terceirizada, compete à supervisão geral, operação e manutenção do sistema de tratamento.

Os técnicos deverão ser devidamente treinados, a fim de possuírem autonomia para tomar decisões rápidas frente aos problemas corriqueiros ou mais graves que possam surgir. Deverá haver uma perfeita interação entre o técnico e a

companhia responsável pela operação do sistema, para que todos os empecilhos que possam ocorrer sejam resolvidos eficientemente.

8.2.1.7.1 Cuidados com Saúde e Segurança do Trabalho

Os esgotos contêm contaminantes que podem causar doenças de pele, diarreias, infecções, micoses, hepatite A, entre outras doenças, e os riscos não devem ser desconsiderados. Ao realizar atividades de operação/manutenção das unidades, os operadores devem ter os seguintes cuidados:

- Evitar sempre o contato direto de qualquer parte do corpo com os esgotos;
- Durante as atividades de operação e manutenção da estação, os operadores devem usar macacões em PVC com botas, máscaras e luvas de borracha. Estes equipamentos não devem ser levados para casa e a sua higienização deve ser realizada na própria estação;
- Fazer uso rigoroso de Elis – máscaras, luvas, botas, com o objetivo de minimizar a possibilidade de contaminação e de forma a garantir boa qualidade de trabalho;
- Os funcionários da ETE devem ter o cartão de vacinação em dia, contra tétano, hepatite A;
- Após a realização dos serviços, lavar as luvas com detergente e, em seguida, retirá-las e guardá-las. Não utilizar estas luvas para outras finalidades;
- As ferramentas utilizadas para a Estação de Tratamento de Esgotos deverão ser guardadas em local separado das outras e utilizadas somente para esta finalidade. Após o uso, lavá-las com jateamento de água e usá-las somente na estação;
- Manter sempre as unhas limpas e cortadas, pois constituem permanentes veículos de transmissão de doenças;
- De acordo com orientação médica e nas ocasiões oportunas, providenciar o reforço das vacinas contra tétano, tifo, varíola e hepatite B;

- Caso ocorram ferimentos, limpar com solução de iodo a 25% e logo após usar mercúrio cromo;
- Todas as passarelas deverão possuir guarda-corpo;
- Prever a instalação de água potável para ser utilizada na higiene;
- Possuir, em local apropriado e de fácil acesso, estojo de primeiros socorros;
- A ETE deverá possuir extintores de incêndio dispostos em locais apropriados e de fácil acesso;
- Os banheiros deverão possuir chuveiros de boa vazão para, em caso de contaminação direta com o esgoto, o indivíduo poder se lavar com farta quantidade de água.

8.2.2 Contingência e Emergência

O plano de emergência e contingência se concentrará principalmente nos incidentes de maior probabilidade e definirá ações gerais para amenizar suas conseqüências como o extravasamento do esgoto. As principais ações são:

- Identificar a causa;
- No caso de ação externa motivadora, o Prestador deverá catalisar e agir em conjunto com demais órgãos competentes para a eliminação do problema no prazo mais curto possível;
- Comunicar ao órgão de controle ambiental;
- Comunicar à população atingida o problema de extravasamento;
- Conceber solução paliativa através de by-pass por recalque provisório ou mobilização de caminhões tanques;
- Realizar a higienização da área.

A Tabela 22 traz problema, causas e ações esperadas na operação das unidades de tratamento de esgoto.

Tabela 22 -Ações de contingência e emergência do sistema de tratamento.

PROBLEMA	CAUSAS	AÇÕES ESPERADAS
Extravasamento de esgoto na ETE.	Interrupção no fornecimento de energia.	Comunicar a concessionária de energia elétrica (EDP Escelsa) a interrupção de energia; Acionar gerador alternativo de reserva; Instalar tanque de acumulação do esgoto extravasado com objetivo de evitar a contaminação do solo e da água.

Os fluxogramas de comunicação no caso falhas na operação do sistema são mostrados nas Figuras 6, 7 e 8.

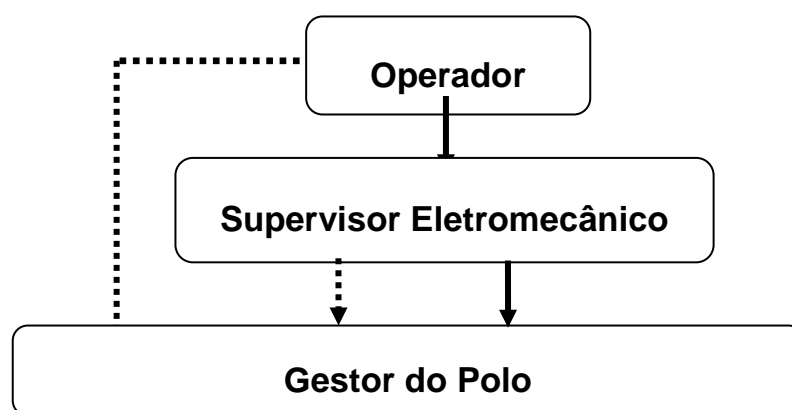


Figura 6 -Fluxograma de comunicação em caso de pane eletromecânica

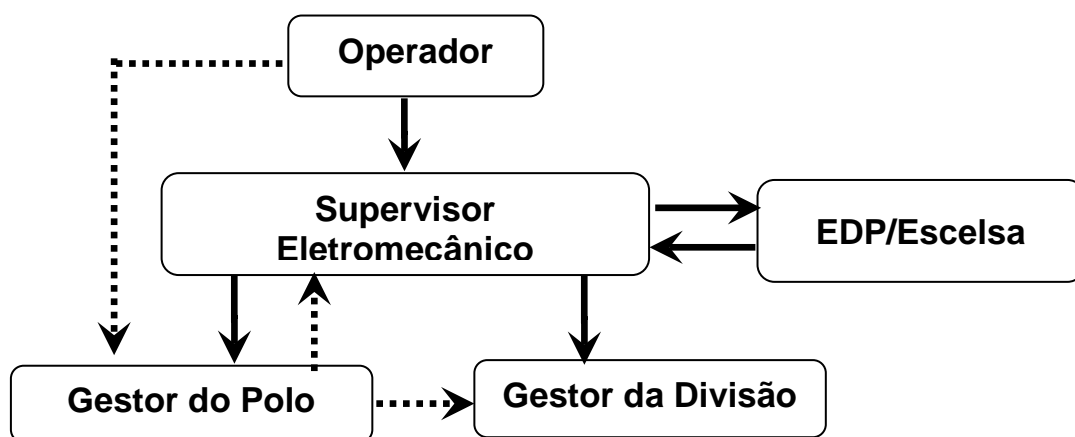


Figura 7 -Fluxograma de comunicação em caso de falta de energia

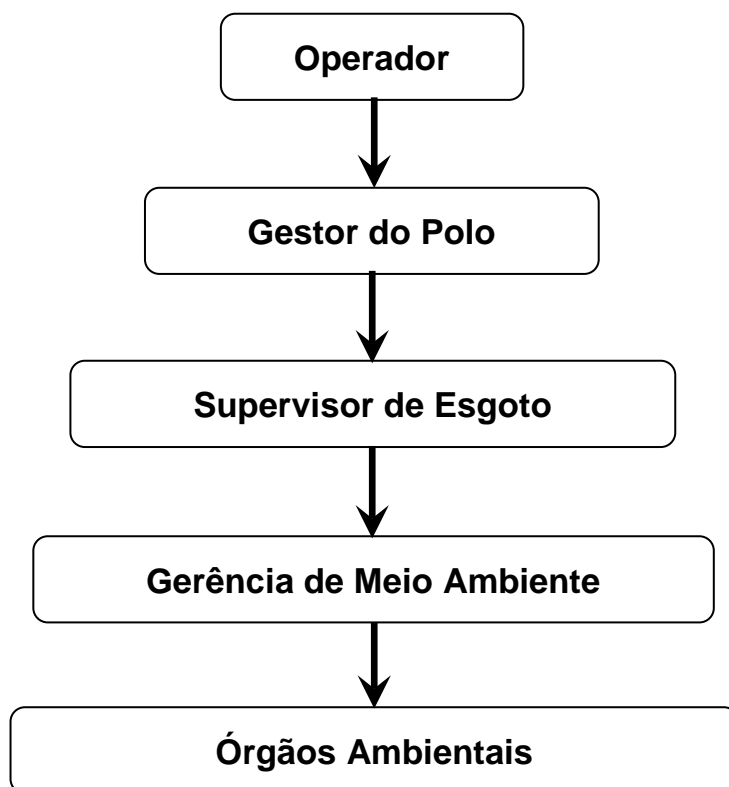


Figura 8 -Fluxograma de comunicação em caso de acidentes ambientais

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARCEIVALA, S. J. Wastewater treatment and disposal - engineering and ecology in pollution control. New York, Marcel Dekker, p. 892, 1981;

CHERNICHARO, C.A.L. e CAMPOS, C.M.M. - Tratamento Anaeróbio de esgotos. Belo Horizonte, DESA-UFMG, pg. 53-61, 1995.

CHERNICHARO, C.A.L. - Reatores Anaeróbios - Belo Horizonte, DESA-UFMG, 245 pg, 1997.

EPA, Process design manual for land treatment of municipal wastewater. Cincinnati, Ohio, 1981.

JORDÃO, E.P. & PESSÔA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. ABES, 3ª ed., p 683, 1995.

METCALF & EDDY, Inc. Wastewater engineering. Treatment, disposal, reuse. 3.ed., Mc. Graw-Hill, 1991.

PEARSON, H.W., MARIA, D.D., ARRIDGE, H.A. The influent of pond geometry and configuration on facultative and maturation waste stabilisation pond performance and efficiency. Wat.Sci. Tech., 31 (12), p. 129-139, (1995).

REED, S.C., CRITES, R.W., MIDDLEBROOKS, E.J. Natural systems for wastewater management and treatment. 2ª ed., New York, 1995.

SOARES, C.A.L. Curso básico de esgotos. Módulo III. Tratamento. ABES-MG. Belo Horizonte, 22-25, novembro 1993.

VAN HAANDEL, A.C. E LETTINGA, G. - Tratamento Anaeróbio de esgotos - um manual para regiões de clima quente. EPGRAF -Campina Grande - p.IV-28 - IV-30, 1994.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 3, Belo Horizonte, DESA - UFMG, 1996, p.124.

YANEZ, F. Lagunas de estabilizacion. Teoria, diseño y mantenimiento. ETAPA, Cuenca, Equador, p.421, 1993.

SÍNTESE DO EMPREENDIMENTO

SANEAMENTO BÁSICO NO ESPÍRITO SANTO

LOCALIDADE: SEDE DO MUNICÍPIO DE DORES DO RIO PRETO.

MUNICÍPIO: DORES DO RIO PRETO (ES)

EMPREENDIMENTO: AMPLIAÇÃO E MELHORIA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE DORES DO RIO PRETO.

1) OBJETO

Ampliação e melhoria do sistema de esgotamento sanitário do município de Dores do Rio Preto.

2) POPULAÇÃO BENEFICIADA

Para início de plano serão beneficiadas aproximadamente 2.197 habitantes e ao final de plano do projeto, previsto para 2031, serão beneficiados aproximadamente 2.696 habitantes.

3) BAIRROS ATENDIDOS

Será contemplada toda a sede do município de Dores do Rio Preto.

4) ESCOPO DA OBRA

Atualmente o esgoto é lançado nos córregos e rios da região sem que haja qualquer tipo de tratamento. O projeto será implantado em etapa única, serão coletados e tratados para final de plano 6,0 l/s (2031).

REDE COLETORA

- A extensão total da rede é 7.044 metros, sendo 5.634 metros de rede coletora projetada com o DN 15 mm e 1.410 metros de rede existente.
- Bacia A – 2.504m de rede coletora projetada DN 150mm.
- Bacia B – 4.540m de rede coletora DN 150mm.
 - 3.130m de rede coletora projetada DN 150mm a implantar.
 - 1.410m de rede coletora DN 150mm existente a serem reaproveitadas, para limpeza e desobstrução.

E.E.E.B. A

- Implantação das instalações da elevatória do tipo poço úmido com bombas submersíveis;
- Aquisição e instalação do conjunto moto bomba com vazão 4,02 l/s e Hman 3,88 m.c.a., funcionamento 1+1, com potência 1,82 cv;
- Aquisição e instalação de quadro de comando 1,82 cv;
- Instalação do recalque com extensão de 57,11 metros, DN 80 mm em F°F°.

E.E.E.B. B

- Implantação das instalações da elevatória do tipo poço úmido com bombas submersíveis;
- Aquisição e instalação do conjunto moto bomba com vazão 9,85 l/s e Hman 10,67 m.c.a., funcionamento 1+1, com potência 3,95 cv;
- Aquisição e instalação de quadro de comando 3,95 cv;
- Instalação do recalque com extensão de 665,17 metros, DN 150 mm em F°F°.

E.T.E.

- Implantação de uma unidade tratamento, capaz de tratar uma vazão média de 6 l/s, vazão requerida para final de plano (2031).
- Sistema de tratamento biológico de esgoto, composto pelas unidades UASB (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo) + BF (Biofiltro Aerado Sumerso) + DS (Decantador Secundário);
- O lançamento do efluente tratado será lançado no Rio Pardo através do emissário. Lançamento feito nas coordenadas geográficas UTM 24k 204.050m E e 7.708.330m N.
- Implantação das instalações da elevatória do tipo poço úmido com bombas submersíveis;
- Aquisição e instalação do conjunto moto bomba com vazão 10,76 l/s e Hman 11,89 m.c.a, funcionamento 1+1, com potência 5,03 cv;
- Aquisição e instalação de quadro de comando 5,03 cv;
- Implantação do emissário com DN 100 mm, lançamento feito no Rio Pardo, com extensão 194 metros.

5) INVESTIMENTO

O valor total do investimento realizado, incluindo o valor de materiais e serviços, é de **R\$ 3.623.176,80** (três milhões, seiscentos e vinte três mil, cento e setenta e seis reais e oitenta centavos).

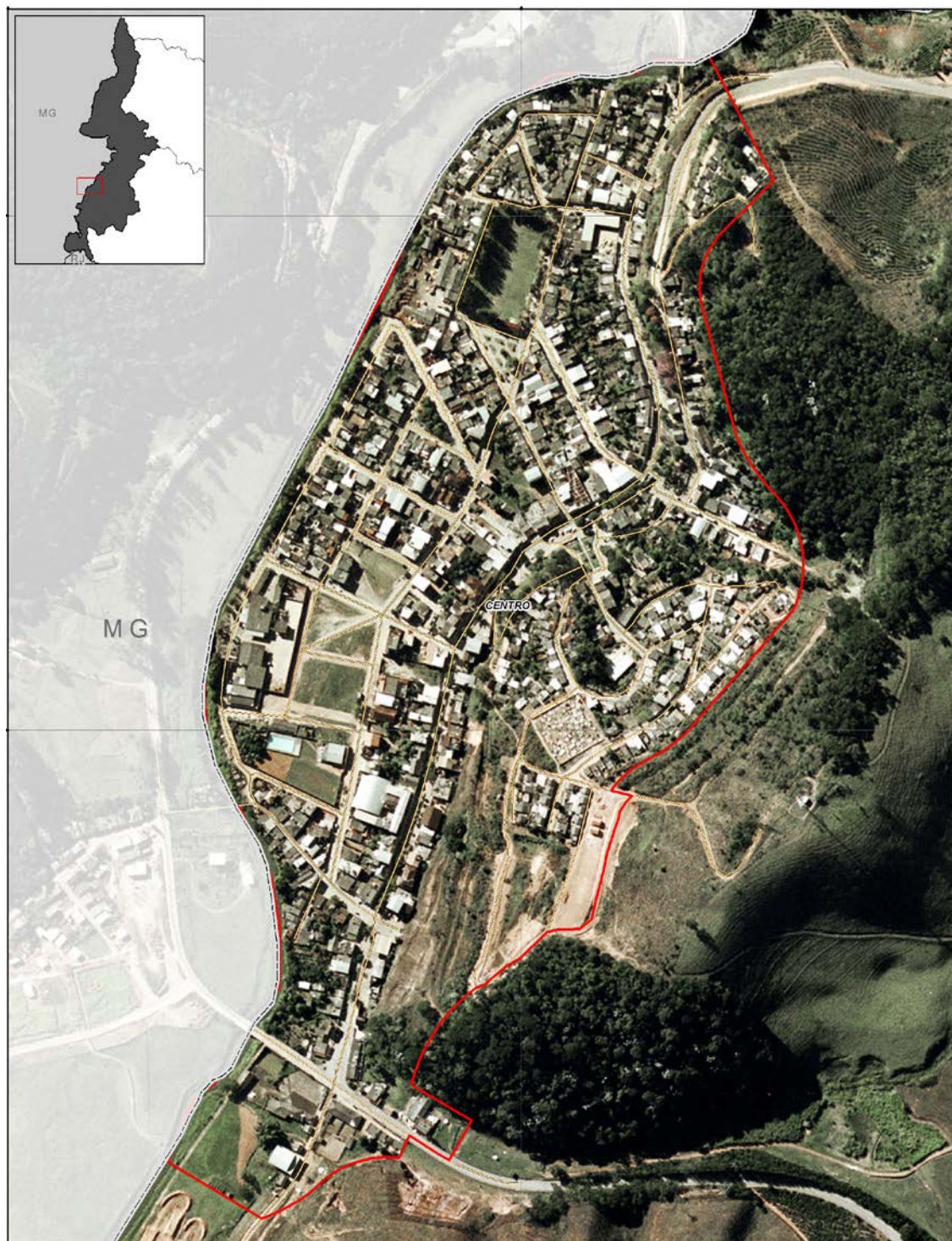
6) HORIZONTE DO PROJETO

Para a elaboração do projeto do sistema de esgotamento sanitário do distrito sede de Divino São Lourenço será adotado horizonte de projeto de 20 anos.

Início: 2011.

Término: 2031.

7) GEOBASES - ES (LOCALIZAÇÃO)



Fonte: GEOBASES - ES