



PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS

CONTRATO DE GESTÃO IGAM Nº 002/2012.
ATO CONVOCATÓRIO AGB Nº 004/2016.
CONTRATO Nº 007/2016

PRODUTO 4 - PROJETO BÁSICO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

UTE JABÓ-BALDIM

VOLUME 3 - TOMO V - SÃO JOSÉ DO ALMEIDA (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS)

DEZEMBRO - 2017



PRODUTO 4 - PROJETO BÁSICO

UTE JABÓ-BALDIM

VOLUME 3 - TOMO V

DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01

CONTRATO DE GESTÃO IGAM Nº 002/2012

ATO CONVOCATÓRIO Nº 004/2016

CONTRATO Nº 007/2016



**DHF CONSULTORIA E ENGENHARIA EIRELI - ME.
MACEIÓ/AL - DEZEMBRO/2017**



EQUIPE TÉCNICA DA CONSULTORA

PROFISSIONAIS CHAVE

Felippe Giovani Campos di Latella

Engenheiro Civil / Coordenador do Projeto

Davyd Henrique de Faria Vidal

Engenheiro Civil / Gerente do Projeto / Coordenador Adjunto

Helaine Lima Delboni

Engenheira Orçamentista e Projetista

Tamires Batista de Sousa

Geógrafa e Tecnóloga em Gestão Ambiental
Coordenadora de Mobilização Social

PROFISSIONAIS DE APOIO

Ana Carolina Sotero

Engenheira Ambiental
Mobilização Social

Cristiane Alcântara Hubner

Bióloga
Especialista em Educação Ambiental

Daniel de Barros Souza

Designer Gráfico

Felipe José Vorcaro de Toledo

Engenheiro Civil

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01	Data de Emissão 22/12/2017	Status Aprovado	Página iii
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

Irene Maria Chaves Pimentel
Engenheira Civil (Gestora da Qualidade)

Janaina Silva Ferreira
Acadêmica de Letras
Apoio em redação, produção e revisão de textos.

Jaqueline Serafim do Nascimento
Geógrafa Especialista em Geoprocessamento

Romeu Sant'Anna Filho
Arquiteto Urbanista e Sanitarista (Projetista e Orçamentista)

PARCERIA TÉCNICA

Thiago Bressani Ribeiro
Engenheiro Civil
INCT ETEs Sustentáveis – DESA/UFMG

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01	Data de Emissão 22/12/2017	Status Aprovado	Página iv
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

Revisão	Data	Breve Descrição	Autor	Supervisor	Aprovador
01	22/12/2017	Impressão	DHF Consultoria	DHF	FDL / DHF
01	18/12/2017	Minuta de Entrega	DHF Consultoria	DHF	FDL / DHF
00	24/11/2017	Minuta de Entrega	DHF Consultoria	DHF	FDL / DHF

**DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS****PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA ETAPA 1 DO
DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS) – UTE JABÓ-BALDIM**

Elaborado por: Davyd Henrique de Faria Felipe José Vorcaro de Toledo Romeu Sant'anna Filho	Supervisionado por: Davyd Henrique de Faria		
Aprovado por: Davyd Faria / Felipe di Latella	Revisão	Finalidade	Data
	01	Para Aprovação	22/12/2017
Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação			

APRESENTAÇÃO

Este Documento (**Produto 4 – P4**) apresenta os Projetos Básicos dos municípios e localidades que foram visitados pela Equipe Técnica da DHF CONSULTORIA E ENGENHARIA (DHF Consultoria) para o cumprimento do escopo determinado pelo Contrato Nº 007/2016 e seus Anexos, a saber, DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS; firmado entre a Consultora e a Agência Peixe Vivo.

Tendo em vista o significativo volume de informações optou-se por organizar o Produto 4 conforme detalhado a seguir, sendo que este **Volume 3 – TOMO V** aborda a solução para o Esgotamento Sanitário do Distrito de São José de Almeida (Município de Jaboticatubas) inserido na Unidade Territorial Estratégica (UTE) Jabó-Baldim.

- ✓ VOLUME 1 – UTE ÁGUAS DO GANDARELA – MUNICÍPIO DE RIO ACIMA (Projeto de Esgotamento Sanitário);
- ✓ VOLUME 2 – UTE RIO BICUDO E RIBEIRÃO PICÃO – MUNICÍPIO DE CORINTO (Projetos de Abastecimento de Água)
 - TOMO I – Buriti Velho; e
 - TOMO II – Jacarandá.
- ✓ **VOLUME 3 – UTE JABÓ BALDIM – MUNICÍPIO DE BALDIM E JABOTICATUBAS**
 - TOMO I – MUNICÍPIO DE BALDIM (Sede Municipal – Projeto de Esgotamento Sanitário);
 - TOMO II – MUNICÍPIO DE BALDIM (Distrito São Vicente – Projeto de Esgotamento Sanitário);
 - TOMO III – MUNICÍPIO DE BALDIM (Distrito Vila Amanda – Projeto de Esgotamento Sanitário);
 - TOMO IV – MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS (Distrito São José do Almeida – Projeto de Drenagem); e
 - **TOMO V – MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS (Distrito São José do Almeida – Projeto de Esgotamento Sanitário).**

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01	Data de Emissão 22/12/2017	Status Aprovado	Página 6
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	-------------

- ✓ VOLUME 4 – UTES RIO TAQUARAÇU E PODEROSO VERMELHO – MUNICÍPIO DE CAETÉ, NOVA UNIÃO e TAQUARAÇU DE MINAS (Projeto de Esgotamento Sanitário);
- ✓ VOLUME 5 – UTES RIO ITABIRITO E NASCENTES – MUNICÍPIO DE ITABIRITO
 - TOMO I – MUNICÍPIO DE ITABIRITO (Sede Municipal – Projeto de Esgotamento Sanitário); e
 - TOMO II – MUNICÍPIO DE ITABIRITO (Distrito Acuruí – Projeto de Esgotamento Sanitário).
- ✓ VOLUME 6 – UTE RIBEIRÃO CAETÉ SABARÁ – MUNICÍPIO DE CAETÉ
 - TOMO I – MUNICÍPIO DE CAETÉ (Distrito Penedia – Projeto de Esgotamento Sanitário); e
 - TOMO II – MUNICÍPIO DE CAETÉ (Distrito Morro Vermelho – Projeto de Abastecimento de Água).
- ✓ VOLUME 7 – UTE JEQUITIBÁ – MUNICÍPIOS DE FUNILÂNDIA, PRUDENTE DE MORAIS e SETE LAGOAS (Projeto de Esgotamento Sanitário); e
- ✓ VOLUME 8 – UTE RIBEIRÃO DA MATA – MUNICÍPIOS DE CAPIM BRANCO, ESMERALDAS, LAGOA SANTA, MATOZINHOS, PEDRO LEOPOLDO, SANTA LUZIA, SÃO JOSÉ DA LAPA, VESPASIANO E RIBEIRÃO DAS NEVES (Projeto de Esgotamento Sanitário).

Convém expor que este Projeto Básico (Produto 4) figura como o último Produto a ser entregue pela DHF Consultoria a Agência Peixe Vivo no contexto do Contrato Nº 007/2016.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01	Data de Emissão 22/12/2017	Status Aprovado	Página 7
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	-------------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ESGOTAMENTO SANITÁRIO	18
2.1	Município de Jaboticatubas – São José de Almeida.....	19
2.1.1	Redes Coletoras	22
2.1.2	Interceptores de Esgoto.....	23
2.1.3	Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).....	23
3	PROJEÇÃO POPULACIONAL	24
3.1	Estimativa Populacional.....	24
3.2	Projeção Populacional Área Urbana de São José de Almeida	25
3.2.1	Projeção Aritmética.....	25
3.3	Projeção Populacional – Bairros de São José de Almeida	28
4	MEMORIAL TÉCNICO.....	33
4.1	Característica da Área de Projeto.....	33
4.2	Estudos Ambientais	34
4.3	Serviços Complementares.....	34
4.4	Sistema de Esgotamento Sanitário Proposto	35
4.5	Etapalização do Projeto.....	37
4.6	Parâmetros das Soluções Dinâmicas de Esgotamento Sanitário	41
4.6.1	Rede Coletora de Esgoto	41
4.6.2	Interceptor de Esgoto	43
4.6.3	Estação de Tratamento de Esgoto - ETE	44
4.7	Parâmetros da Estação de Tratamento de Esgoto	54
4.7.1	Tratamento Preliminar	55
4.7.1.1	Parâmetros de entrada	55
4.7.1.2	Dimensionamento	55
4.7.2	Estação Elevatória 1 – Esgoto Bruto	57
4.7.2.1	Parâmetros de entrada	57
4.7.2.2	Dimensionamento	58

4.7.3	Estação Elevatória 2 – Esgoto Bruto	58
4.7.3.1	Parâmetros de entrada	59
4.7.3.2	Dimensionamento	59
4.7.4	UASB.....	60
4.7.4.1	Parâmetros de entrada	60
4.7.4.2	Dimensionamento	60
4.7.5	Filtro Biológico Percolador.....	64
4.7.5.1	Dimensionamento	65
4.7.6	Decantador Secundário	66
4.7.6.1	Dimensionamento	66
4.7.7	Leitos de Secagem	66
4.7.7.1	Dimensionamento	67
4.7.8	Tratamento do Biogás	67
4.7.9	Disposição do Efluente no Solo.....	68
4.7.10	Considerações Finais	71
4.8	CrITÉRIOS e Parâmetros de Projeto dos Sistemas Estáticos.....	71
4.8.1	Fossa-Sumidouro – FS.....	72
4.9	Estudo de Demanda.....	72
4.10	Cálculo dos Sistemas Estáticos.....	73
4.10.1	Fossa--sumidouro.....	73
4.10.2	Caixa de Gordura	79
5	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	81
5.1	Instalação do canteiro e serviços preliminares	81
5.1.1	Características.....	81
5.1.2	Instalações.....	82
5.1.4.1	Dimensionamento.....	83
5.1.4.2	Arruamentos	83
5.1.4.3	Especificações.....	83
5.1.4.4	Segurança da Obra	84

5.1.4.5	Canteiros Auxiliares	85
5.1.5	Trânsito, sinalização e tapumes	86
5.1.6.1	Trânsito.....	86
5.1.6.2	Sinalização	87
5.1.6.3	Tapumes.....	87
5.2	Execução dos Sistemas Estáticos	88
5.2.1	Localização das Obras	88
5.2.2	Descrição dos Serviços	88
5.2.3	Normas gerais para execução dos serviços e fornecimento de materiais	90
5.2.5.1	Locação das obras	90
5.2.5.2	Demolição de Pavimentos	90
5.2.5.3	Escavações	90
5.2.5.4	Escoramento.....	92
5.2.5.5	Regularização dos fundos de valas e cavas.....	95
5.2.5.6	Movimentações de terra	95
5.2.5.7	Base das soluções estáticas.....	96
5.2.5.8	Presença de água no solo	96
5.2.5.9	Transporte e assentamento de peças pré-moldadas.....	97
5.2.5.10	Assentamento das Tubulações	97
5.2.5.11	Reaterro de Valas e Cavas	98
5.2.5.12	Estruturas de Concreto.....	98
5.2.5.13	Serralheria.....	112
5.2.5.14	Pintura	112
5.2.6	Materiais	113
5.3	Cadastramento das redes e sistema implantado.....	113
6	ORÇAMENTO E CRONOGRAMA.....	114
7	CUSTO DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO.....	137
8	DESENHOS DE ENGENHARIA	140

8.1	DESENHOS ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	140
8.1.1	FOLHA 1/13.....	140
8.1.2	FOLHA 2/13.....	140
8.1.3	FOLHA 3/13.....	140
8.1.4	FOLHA 4/13.....	140
8.1.5	FOLHA 5/13.....	140
8.1.6	FOLHA 6/13.....	140
8.1.7	FOLHA 7/13.....	141
8.1.8	FOLHA 8/13.....	141
8.1.9	FOLHA 9/13.....	141
8.1.10	FOLHA 10/13.....	141
8.1.11	FOLHA 11/13.....	141
8.1.12	FOLHA 12/13.....	141
8.1.13	FOLHA 13/13.....	142
8.2	DESENHOS REDES COLETORAS E INTERCEPTORES DE ESGOTOS..	142
8.2.1	FOLHA 1/8.....	142
8.2.2	FOLHA 2/8.....	142
8.2.3	FOLHAS 3/8 A 7/8	142
8.2.4	FOLHA 8/8.....	142
9	ANEXOS	143
9.1	Anexo 1 - Cotação Fossa-filtro-sumidouro – Empresa: Eco System	143
9.2	Anexo 2 - Cotação Fossa-filtro-sumidouro – Empresa: Concreton.....	143
9.3	Anexo 3 - Cotação Fossa-filtro-sumidouro– Empresa: Lage e Filhos.....	143
9.4	Anexo 4 - Cotação ETE – Empresa: Saluta.....	143
9.5	Anexo 5 - Cotação ETE – Empresa: Hidrica.....	143
9.6	Anexo 6 - Cotação ETE – Empresa: Alphenz.....	143
9.7	Anexo 7 - Cotação Equipamentos e Peças ETE – Empresa: Sigma.....	143
9.8	Anexo 7A - Cotação Equipamentos e Peças ETE – Empresa: Sanecon.....	143
9.9	Anexo 8 - Cotação Prensa Parafuso – Empresa: IEA	143

9.10	Anexo 9 - Cotação Secador Térmico – Empresa: Albrecht	143
9.11	Anexo 10 - Cotação Secador Térmico – Empresa: JMS	143
9.12	Anexo 11 - Cotação Secador Térmico – Empresa: Andritz	143
9.13	Anexo 12 - Cotação Limpa-fossa – Empresa: Betel	143
9.14	Anexo 13 - Cotação Limpa-fossa – Empresa: Minas Limp	143
10	BIBLIOGRAFIA	144

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01	Data de Emissão 22/12/2017	Status Aprovado	Página 12
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – CARACTERÍSTICAS DA REDE COLETORA EXISTENTE.....	22
TABELA 2.2 – CARACTERÍSTICAS DO INTERCEPTOR EXISTENTE.	23
TABELA 3.1 – ESTUDOS POPULACIONAIS – ÁREA URBANA DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA.	27
TABELA 3.2 – NÚMERO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA SJA POR BAIRRO.	29
TABELA 3.3 – EVOLUÇÃO POPULACIONAL DA ÁREA URBANA DE SJA POR BAIRRO.	31
TABELA 4.1 – SISTEMA DINÂMICO – REDE, POPULAÇÃO E VAZÕES POR BAIRRO.....	36
TABELA 4.2 – DADOS BÁSICOS DO SES.	37
TABELA 4.3 – RESUMO ETAPAS DE PROJETO.	38
TABELA 4.4 – ETAPA 1: PROJEÇÃO DAS POPULAÇÕES E VAZÕES.....	39
TABELA 4.5 - ETAPA 2: PROJEÇÃO DAS POPULAÇÕES E VAZÕES.	39
TABELA 4.6 – ETAPAS 1 + 2: PROJEÇÃO DAS POPULAÇÕES E VAZÕES.	40
TABELA 4.7 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS	48
TABELA 4.8 – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS EFLUENTES E EFICIÊNCIA MÉDIA DE REMOÇÃO POR SISTEMA.	49
TABELA 4.9 – REFERÊNCIA DOS PRINCIPAIS PADRÕES PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTES DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM CURSOS DE ÁGUA.	50
TABELA 4.10 – REQUISITOS DE ÁREA POR ALTERNATIVA.....	50
TABELA 4.11 – FOSSA SÉPTICA: TIPOS E DIMENSIONAMENTO.....	76
TABELA 4.12 – SUMIDOURO: TIPOS E DIMENSIONAMENTO.	77
TABELA 4.13 – DIMENSIONAMENTO CAIXAS DE GORDURA.	80
TABELA 5.1 – ESTRUTURAS E PRAZOS MÍNIMO PARA DEFORMA E DECIMBRAMENTO.....	101
TABELA 6.1 – COMPARATIVO PREÇO ETES AVALIADAS.	114
TABELA 6.2 – COTAÇÃO EQUIPAMENTOS DE DASAGUAMENTO E SECAGEM TÉRMICA DO LODO.	115

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01	Data de Emissão 22/12/2017	Status Aprovado	Página 13
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

TABELA 6.3 – ORÇAMENTO SES – SJA – ETAPA 1.....	116
TABELA 6.4 – CRONOGRAM FÍSICO FINANCEIRO IMPLANTAÇÃO SES - ETAPA 1.	131
TABELA 6.5 – ORÇAMENTO UNITÁRIO FOSSA-SUMIDOURO – TIPO A (5 PESSOAS).	132
TABELA 6.6 – ORÇAMENTO UNITÁRIO FOSSA-SUMIDOURO – TIPO B (10 PESSOAS).	133
TABELA 6.7 – ORÇAMENTO UNITÁRIO FOSSA-SUMIDOURO – TIPO C (15 PESSOAS).	134
TABELA 6.8 – ORÇAMENTO UNITÁRIO FOSSA-SUMIDOURO – TIPO D (60 PESSOAS).	135
TABELA 6.9 – ORÇAMENTO UNITÁRIO FOSSA-SUMIDOURO – TIPO E (80 PESSOAS).	136
TABELA 7.1 - ESTIMATIVA DE CUSTO DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO SES.	139

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01	Data de Emissão 22/12/2017	Status Aprovado	Página 14
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – VISTA GERAL DO SISTEMA EXISTENTE (REDE COLETORA / INTERCEPTOR / ETE).	20
FIGURA 2.2 - SÃO JOSÉ DE ALMEIDA: PRINCIPAIS BAIRROS E ARRUAMENTOS E DESTAQUE PARA REDE DE ESGOTAMENTO EXISTENTE.....	21
FIGURA 2.3 – VISTA 1: LEITO DE SECAGEM E VISTA 2: VISÃO GERAL.....	24
FIGURA 3.1 – GRÁFICO PROJEÇÃO POPULACIONAL PMSB E REGRESSÃO LINEAR.	28
FIGURA 3.2 – GRÁFICO COMPARATIVO DA POPULAÇÃO – EM VERMELHO, PROJEÇÃO ADOTADA.	33
FIGURA 4.1 – BAIRROS ABRANGIDOS POR REDE COLETORA NA ALTERNATIVA A.	36
FIGURA 4.2 – UASB + FBP + DSE + DS.	46
FIGURA 4.3 – ÁREA DEFINIDA PARA IMPLANTAÇÃO DA NOVA ETE EM AMARELO, EM RELAÇÃO À POSIÇÃO DA ETE ATUAL, EM VERMELHO.	51
FIGURA 4.4 – AEROLEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DO TERRENO PARA A NOVA ETE.....	52
FIGURA 4.5 – FOTOS DO LOCAL INDICADO PARA A NOVA ETE.	52
FIGURA 4.6 – ÁREA DESTINADA À IRRIGAÇÃO PARA CULTIVO DE BIOMASSA EM VERMELHO.	54
FIGURA 4.7 – ESQUEMA DO CONJUNTO FOSSA-SUMIDOURO.	74
FIGURA 4.8 – DETALHE CAIXA DE GORDURA E DIMENSIONAMENTO.	80
FIGURA 4.9 – DETALHE DIMENSÕES CAIXA DE GORDURA.	80

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMSJA – Associação dos Moradores de São José de Almeida
BDI – Bonificação e Despesas Indiretas
CA – Concreto Armado
CB – Círculo de Bananeiras
CD – Caixa de Distribuição
CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CG – Caixa de Gordura
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CP – Caixa de Passagem
CPU – Composição de Preço Unitário
CR – Caixa de Registros
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEC – Decantador Secundário
DESA – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
DHF Consultoria – DHF Consultoria e Engenharia
DQO – Demanda Química de Oxigênio
DRP – Diagnóstico Rápido Participativo
EEE – Estação Elevatória de Esgoto
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPI – Equipamento de Proteção Individual
ES – Escoamento Superficial
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
F – Fossa Séptica
FA – Filtro Anaeróbio
FBP – Filtro Biológico Percolador
FDA – Fossa Dupla Absorvente
FF – Fossa-filtro
FFS – Fossa-filtro-sumidouro
FFVF – Fossa-filtro-vala de filtração
FS – Fossa-sumidouro

FSB – Fossa Séptica Biodigestora
FVF – Fossa-vala de filtração
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCC – Índice Nacional da Construção Civil
INCT ETEs Sustentáveis – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto -
LFP – Lagoa Facultativa Primária
LM – Lagoa de Maturação
LP – Lagoa de Polimento
NBR – Norma Brasileira
P2 – Produto 2 (Diagnóstico)
P3 – Produto 3
P4 – Produto 4 (Projeto Básico)
PEAD – Polietileno de Alta Densidade
PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico
PRFV – Plástico Reforçado com Fibra de Vidro
Prosperity Fund - Minas Gerais Sustainable Sewage Treatment
PV – Poço de Visita
PVC – Cloreto de Polivinila
RTP – Relatório Técnico Preliminar
SCBH – Subcomitê de Bacia Hidrográfica
SEPLAG – Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão de Minas Gerais
SES – Sistema de Esgotamento Sanitário
SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SJA – São José de Almeida
SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital
TEvap – Tanque de Evapotranspiração
TR – Termo de Referência
UASB – Reator Anaeróbio de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
un. – Unidade
UTE – Unidade Territorial Estratégica
VF – Vala de Filtração
WETLANDS – Sistemas Alagados Construídos
WFH – Wetlands de Fluxo Horizontal

1 INTRODUÇÃO

Este Documento (**Produto 4 – P4**) apresenta o Projeto Básico da Etapa 1 do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) concebido para o Distrito de São José de Almeida, pertencente ao Município de Jaboticatubas, visitado pela Equipe Técnica da DHF Consultoria, no âmbito da UTE Jabó-Baldim.

O objeto contratado contempla, em última análise, a elaboração de Projetos Básicos de Saneamento para atender as necessidades da população residente em diversos Municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio das Velhas, contemplando áreas urbanas e rurais.

O objetivo deste é apresentar a Agência Peixe Vivo os elementos técnicos de engenharia (memoriais, especificações técnicas, plantas de engenharia, etc.) que foram concebidos com o objetivo de solucionar os problemas relacionados ao esgotamento sanitário que foram diagnosticados pela Equipe Técnica da DHF Consultoria no âmbito da UTE Jabó-Baldim, Município de Jaboticatubas – Distrito de São José de Almeida. Nesse contexto, são apresentados 10 (dez) capítulos, a saber, Introdução, Diagnóstico do Esgotamento Sanitário, Projeção Populacional, Memorial Técnico, Especificações Técnicas, Orçamento e Cronograma, Custos de Operação e Manutenção, Desenhos de Engenharia, Anexos e Bibliografia.

2 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ESGOTAMENTO SANITÁRIO

De acordo com a demanda dos representantes da UTE Jabó-Baldim, o projeto de engenharia deverá solucionar os problemas de esgotamento sanitário, respeitando a Lei Nº 11.445/2007 e as normas técnicas brasileiras, existentes, neste caso, no âmbito da UTE Jabó-Baldim.

Neste capítulo apresentam-se informações sobre a infraestrutura de esgotamento sanitário utilizada hoje pelos futuros beneficiários deste projeto, residentes no Distrito de São José de Almeida, Município de Jaboticatubas, pertencente à UTE Jabó-Baldim, apresentadas mais detalhadamente no Produto 2 (Diagnóstico).

2.1 Município de Jaboticatubas – São José de Almeida

Conforme já mencionado no Diagnóstico, a área do Distrito de São José de Almeida que será contemplada com o sistema de esgotamento sanitário é a área central, onde parte das vias são pavimentadas, seja através de asfalto ou intertravado sextavado.

Os demais bairros periféricos ao centro, que compõem a área urbana do Distrito não possuem pavimentação e tampouco geometria (greide) das vias definidos e que devido à ausência de dispositivos de drenagem pluvial, sofrem erosão continuamente e mais intensamente durante o período chuvoso.

Situação também identificada pelo Plano Municipal de Saneamento Básico, que salienta a situação dos bairros Santo Amaro, Veraneio, Novo Belo Horizonte e JK, que apresentam dificuldade de escoamentos das águas pluviais, pois não apresentam sistema de microdrenagem (PMSB, 2014), situação que poderá criar danos e comprometer as redes de esgotamento sanitário que venham a ser ali implantadas.

De acordo com o Plano Diretor (2016), Lei Nº 2.464 de 25 de Maio de 2016, a área central do Distrito está contida na área de restrição a ocupação em função da ameaça de desastres naturais, e em seu Artigo 41 determina que “são aquelas que tem grande potencial de originar desastres naturais, sejam eles deslizamentos, alagamentos ou contaminação do solo e das águas e devem receber tratamento especial” e no item VIII, preconiza a diretriz de “evitar deslizamentos e erosões de grande extensão originadas da remoção da cobertura vegetal e consequente degradação do solo”. Ação que justifica a melhoria do Sistema de Esgotamento Sanitário no Distrito.

Abaixo, apresenta-se na Figura 2.1, o croqui onde estão aproximadamente representadas as redes de esgotamento sanitário (em vermelho), interceptor de esgotos (em amarelo) e a ETE existente no Distrito (em laranja), estruturas sob responsabilidade da Prefeitura e em concessão pela Associação dos Moradores de São José de Almeida (AMSJA).

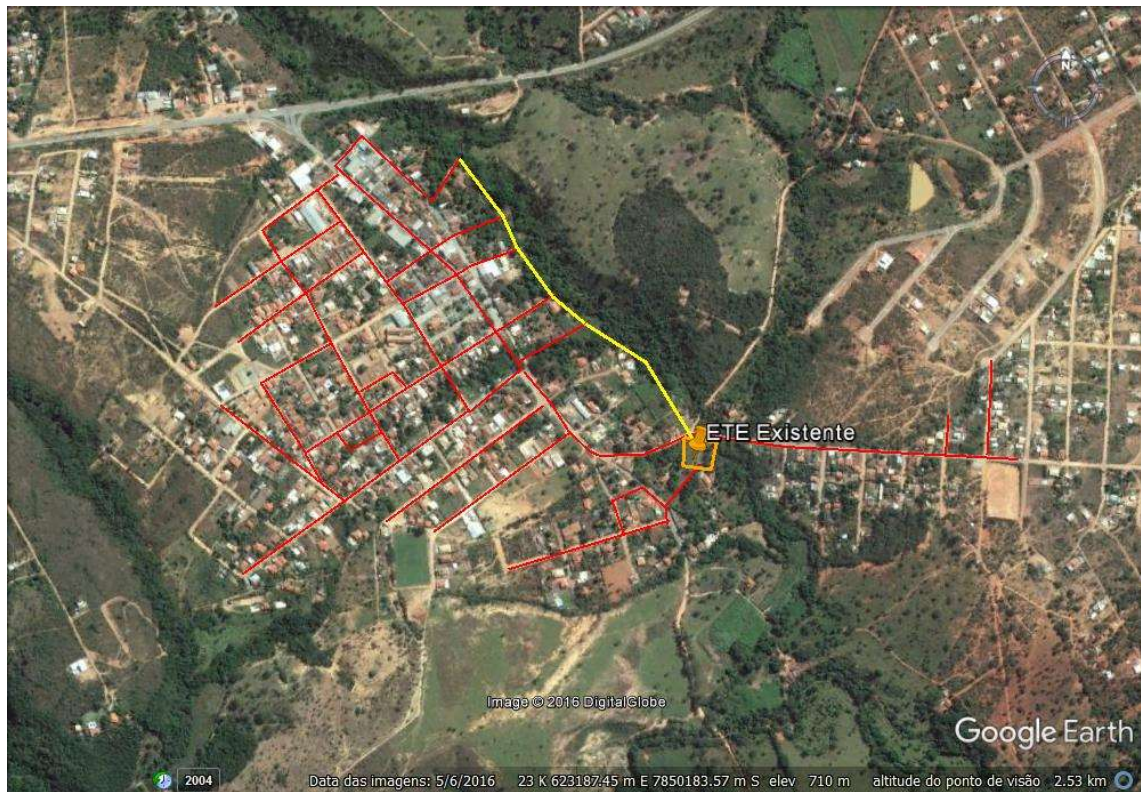


Figura 2.1 – Vista geral do Sistema Existente (Rede Coletora / Interceptor / ETE).

Fonte: Copasa – Adaptado Copasa - DHF Consultoria, 2017.

A Figura 2.2 apresenta a planta com os principais bairros de São José de Almeida, com o destaque da área central e bairro Santo Amaro, em vermelho, onde já existe, parcialmente, rede de esgotamento sanitário.

Para complementar o Diagnóstico da Infraestrutura existente, foi realizado um levantamento planialtimétrico da área Central e parte do bairro Santo Amaro, escopo do Projeto Básico da Etapa 1.

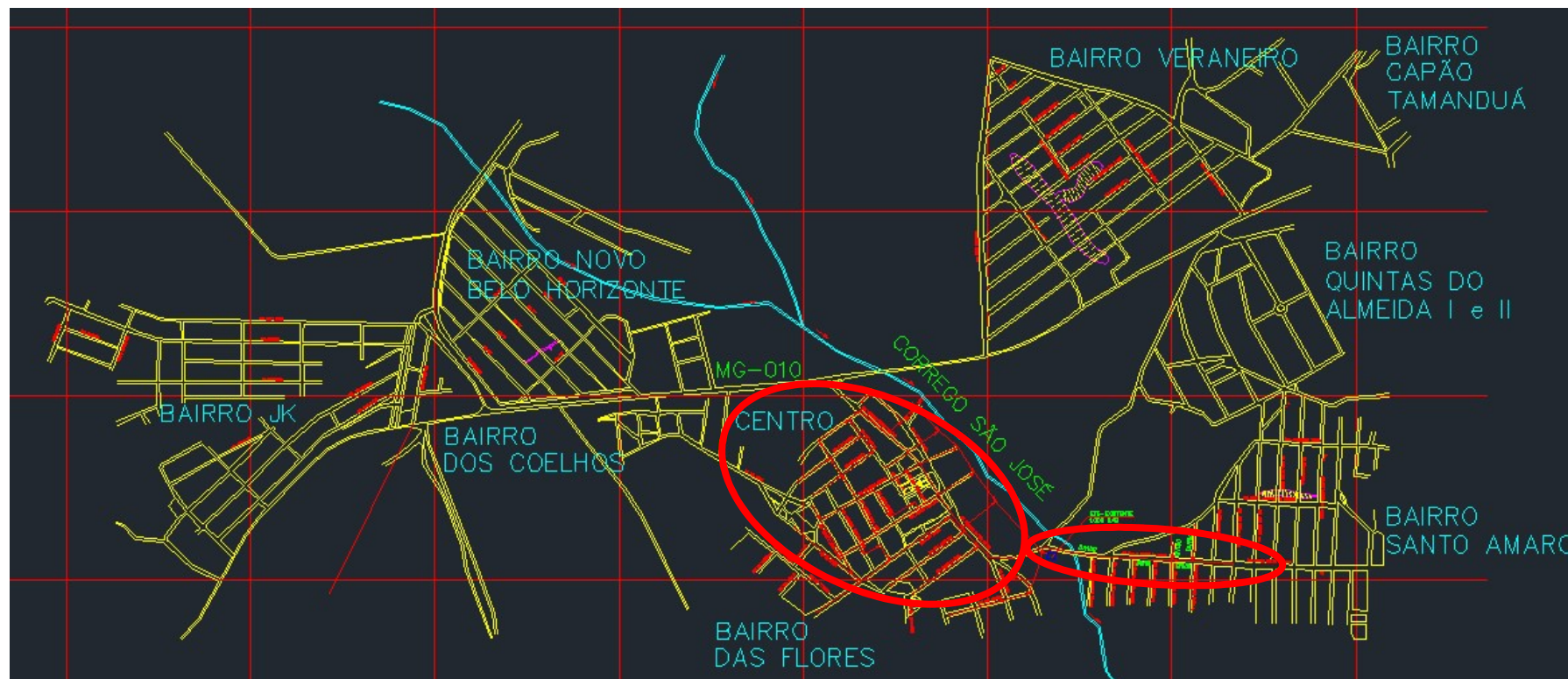


Figura 2.2 - São José de Almeida: Principais bairros e arruamentos e destaque para rede de esgotamento existente.

Fonte: Copasa – Adaptado Copasa - DHF Consultoria, 2017.

A seguir, transcreve-se a descrição dos elementos componentes do sistema de esgotamento sanitário, já apresentada no Diagnóstico – P2.

2.1.1 Redes Coletoras

As redes coletoras de esgotos sanitários existentes hoje no Distrito, com extensão aproximada de 12.000 m (doze mil metros), correspondem ao atendimento de apenas 32,4% da população urbana, compreendendo os bairros Centro e parte do bairro Santo Amaro, e somam um total de 641 ligações domiciliares conectadas à rede. As demais moradias do Distrito, que não são coletadas pela rede pública, fazem o lançamento dos seus esgotos diretamente em fossas rudimentares e diretamente nos cursos de água ou fundos de vale. A Rede Coletora possui as características apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Características da rede coletora existente.

Material	Diâmetro Nominal (mm)	Extensão (m)
Tubos de PVC	100 < Dn <= 150	12.000

Fonte: DHF Consultoria, 2016.

A profundidade das redes coletoras varia de 0,40 m até 2,80 m, com profundidade média de 1,25 m, sendo que nas mesmas há poucos Poços de Visita – PV. A maioria dos PVs estão encobertos pela pavimentação ou pela terra dos leitos das vias não pavimentadas, o que prejudica e dificulta sua localização e as manutenções.

Essa realidade dificultou muito a realização do cadastro técnico através de levantamento planialtimétrico para a elaboração dos Projetos Básicos (Produto 4). Entretanto, para execução dos serviços a Equipe Técnica terceirizada pela DHF Consultoria contou com o apoio tanto da Prefeitura, quanto da AMSJA para tentar localizar e abrir os poucos PVs existentes.

Entretanto, na topografia, a maior parte das redes coletoras não puderam ser cadastradas devido à ausência dos PVs e de outros elementos que permitissem a identificação visual das redes. Desta maneira, muitos trechos das redes apresentados na topografia estão cadastrados apenas através de indicação pelos funcionários da

AMSJA, ou seja, não foram de fato cadastradas topograficamente e por isso apresentam-se com significativa imprecisão em relação à realidade.

Durante a pesquisa e/ou entrevista, não foi possível levantar informações confiáveis acerca do ano de implantação das redes coletoras.

2.1.2 Interceptores de Esgoto

Existe um interceptor de esgoto implantado no Distrito de São José de Almeida. O mesmo se inicia próximo à Rua José dos Santos e segue paralelamente ao Córrego São José, em sua margem direita e acompanha este fundo de vale até seu lançamento final na ETE do Distrito. O interceptor possui extensão aproximada de 975 metros, e o diâmetro varia de DN 100 a 150 mm em tubo de PVC. O Interceptor possui as características apresentadas na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Características do interceptor existente.

Material	Diâmetro Nominal (mm)	Extensão (m)
Tubos de PVC	100 < Dn <= 150	975

Fonte: DHF Consultoria, 2016.

Não há registro do ano de implantação e seu traçado exato, já a sua profundidade, segundo informações topográficas, varia entre 0,80 m a 3,00 m. Segundo relatos, não há problemas em relação ao funcionamento do mesmo.

2.1.3 Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)

A ETE do Distrito de São José de Almeida está localizada entre a Av. Nicolau Moreira de Moraes e a Av. Vereador Cândido Martins e suas estruturas de tratamento são as seguintes:

- 2 tanques sépticos;
- 2 filtros anaeróbicos; e
- 1 leito de secagem de lodo.

Tendo sido construída em 1988, com capacidade máxima de tratamento para 1.000 habitantes, a ETE opera hoje, com expressiva sobrecarga de esgotos. Há falta de pessoal treinado na operação e manutenção adequada do sistema. As estruturas

estão em mau estado de conservação e verifica-se que manutenções preventivas ou mesmo corretivas, não são executadas há bastante tempo. Conforme se vê nas fotos da Figura 2.3, a vegetação se alastrou sobre parte das estruturas.



Figura 2.3 – Vista 1: Leito de Secagem e Vista 2: Visão geral.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

3 PROJEÇÃO POPULACIONAL

Neste capítulo apresenta-se o estudo populacional desenvolvido para o Projeto Básico.

3.1 Estimativa Populacional

A demanda de Projeto visa o atendimento da área urbana do Distrito de São José de Almeida (SJA) por um sistema de esgotamento sanitário para um horizonte de projeto de 24 anos.

O estudo populacional do Distrito de SJA foi baseado na projeção populacional da área urbana do Distrito apresentada no Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboticatubas (PMSB, 2014), recém elaborado, e que se utiliza da análise da expansão urbana através dos novos empreendimentos imobiliários, para a qual propõe um Cenário Alternativo prevendo uma projeção mais otimista em relação ao crescimento populacional se comparado com o Cenário Tendencial, também estudado. Essa projeção, no entanto, apresenta duas limitações para uso neste projeto: projeta a população urbana apenas até o ano de 2034, sendo que o alcance de plano deste projeto extrapola este ano (2045), e refere-se à população urbana total do Distrito, sem levar em conta a divisão por bairros, essencial ao projeto.

Sabendo-se dessas limitações, realizou-se a projeção populacional da área urbana do Distrito que abrangesse o alcance de plano, estendendo-se para os anos subsequentes, 2034 a 2045 e, além disso, obteve-se outros dados para se conhecer a população dos bairros beneficiários dos projetos a fim de entender a realidade demográfica de cada um, nomeadamente o número de ligações de água e esgoto por bairro do Distrito, fornecido pela AMSJA.

3.2 Projeção Populacional Área Urbana de São José de Almeida

Conforme mencionado, as projeções populacionais foram elaboradas para o horizonte de projeto de 24 anos. Esse período corresponde aos 4 anos de defasagem entre os inícios de operação das Etapas 1 e 2, acrescido dos 20 anos de horizonte de projeto, demandado pela Agência Peixe Vivo, contados a partir do início de operação da Etapa 2, quando o SES estará integralmente implantado.

Assim, considerou-se o Início de Plano (Etapa 1) o ano de 2021 o Início de Operação Etapa 2 o ano de 2025 e o Alcance de Plano o ano de 2045. Assim tem-se:

Início de Plano: 2021 (Início de Operação Etapa 1)

Etapa 2: 2025 (Início de Operação Etapa 2)

Fim de Plano: 2045

Definido o alcance de projeto, estudou-se 3 métodos usuais para a obtenção da evolução populacional do Distrito de São José de Almeida. São eles:

- Método 1 - Projeção Aritmética
- Método 2 - Projeção Geométrica
- Método 3 - Projeção Decrescente

No Produto 3 (Relatório Técnico Preliminar) são demonstradas, comparativamente, as três projeções e é escolhida a Projeção Aritmética como a mais indicada para este projeto, cuja metodologia e resultados, são apresentados a seguir.

3.2.1 Projeção Aritmética

O crescimento populacional aritmético estabelece uma taxa de crescimento constante, método utilizado para uma estimativa de menor prazo e o ajuste da curva

pode ser feito por análise de regressão linear (VON SPERLING, 2014), o que foi considerado neste estudo. A equação básica do método é apresentada a seguir.

$$P = P_0 + T_x*(T - T_0)$$

P = População Final

P₀ = População Inicial

T_x = Taxa de Crescimento

T₀ = Ano Inicial

T = Ano Final

A Tabela 3.1 apresenta o resultado do estudo, incluindo as populações, taxas de crescimento, fase de projeto e origem dos dados, desde o ano de 2010 (censo IBGE), a estimativa linear desde este censo até o ano de 2014 (definida pelo PMSB), os valores projetados pelo PMSB para 2014 a 2034 e os resultados obtidos para as projeções populacionais, pelo método da projeção Aritmética, para o período de 2035 a 2045, realizado pela DHF Consultoria.

Tabela 3.1 – Estudos Populacionais – Área urbana Distrito de São José de Almeida.

ANO	POPULAÇÃO	TAXA DE CRESCIMENTO	ORIGEM DOS DADOS	FASE DE PROJETO	
2010	3553	-	população urbana censo 2010		
2011	3660	3,00%	estimativa linear extrapolada entre censo 2010 e dado PMSB para 2014		
2012	3770	3,00%			
2013	3884	3,00%			
2014	4000	3,00%			
2015	4192	4,80%	população urbana PMSB (cenário alternativo)		
2016	4393	4,79%			
2017	4604	4,80%			PROJETO BÁSICO ETAPA 1
2018	4824	4,78%			PROJETO EXECUTIVO ETAPA 1
2019	5056	4,81%			EXECUÇÃO ETAPA 1 E PROJETO EXECUTIVO ETAPA 2
2020	5298	4,79%			
2021	5552	4,79%			INÍCIO OPERAÇÃO ETAPA 1
2022	5819	4,81%			
2023	6098	4,79%			EXECUÇÃO ETAPA 2
2024	6390	4,79%			
2025	6493	1,61%			INÍCIO OPERAÇÃO ETAPA 2
2026	6597	1,60%			
2027	6703	1,61%			
2028	6811	1,61%			
2029	6920	1,60%			
2030	7031	1,60%			
2031	7144	1,61%			
2032	7259	1,61%			
2033	7375	1,60%			
2034	7494	1,61%			
2035	7991	6,64%	projeção aritmética dos dados de 2010 a 2034 (regressão linear)		
2036	8172	2,26%			
2037	8353	2,21%			
2038	8533	2,16%			
2039	8714	2,12%			
2040	8895	2,07%			
2041	9075	2,03%			
2042	9256	1,99%			
2043	9437	1,95%			
2044	9617	1,91%			
2045	9798	1,88%			FIM DE PLANO

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A Figura 3.1 apresenta graficamente os dados utilizados para o cálculo da projeção estudada, assim como sua respectiva equação obtida através da regressão linear.

Os dados obtidos do PMSB são os pontos em vermelho (População) e a reta é a regressão linear, extrapolada para o período de 2035 a 2045.

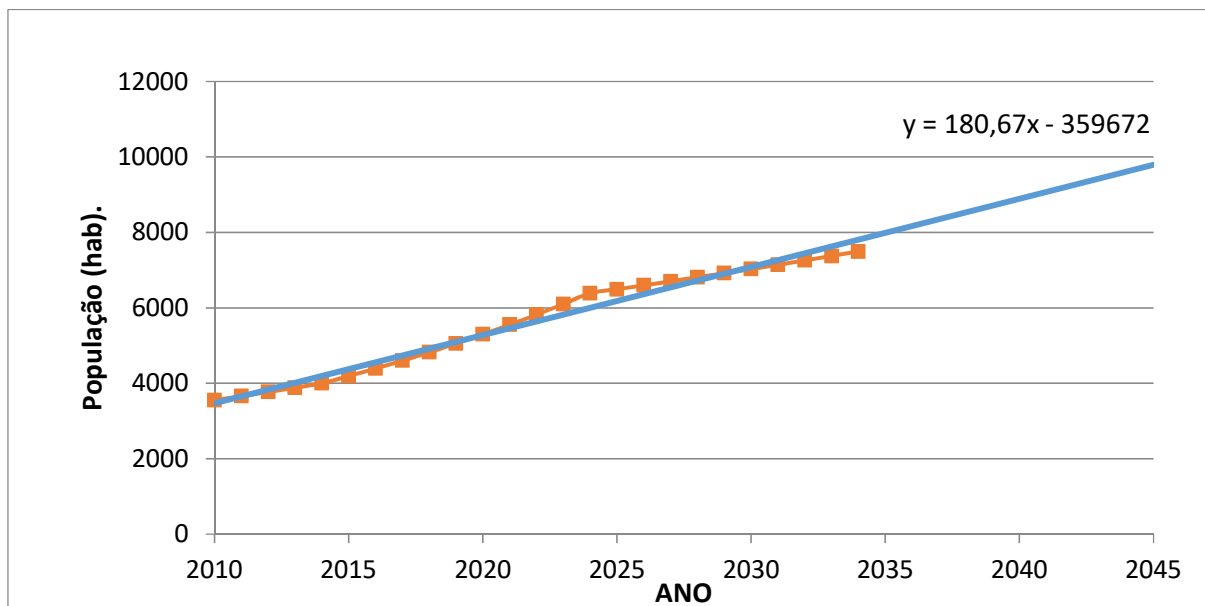


Figura 3.1 – Gráfico projeção populacional PMSB e regressão linear.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Assim adotou-se esta Projeção Aritmética como referência da evolução populacional no Distrito para o período de projeto – horizonte de 24 anos.

3.3 Projeção Populacional – Bairros de São José de Almeida

A área urbana do Distrito é composta por diversos bairros, como já apresentado no Diagnóstico, e sabe-se que a ocupação e condições específicas de cada um nos leva a analisá-los e tratá-los de maneira diferente, pois cada bairro demandará um tipo de solução para o esgotamento sanitário: estática ou dinâmica.

Devido à ausência de dados censitários por bairro da área urbana, utilizou-se as informações atuais (fevereiro/2017) do número de ligações de água existentes por bairro no Distrito, para se conhecer a ocupação dos mesmos. Informação fornecida pela AMSJA, conforme reproduzido na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Número de ligações de água SJA por bairro.

BAIRRO	ATIVO	CORTE NORMAL	CORTE RUA	DESLIGAMENTO	TOTAL
ALTO JOAO DA COSTA	0	1	0	25	26
CAPAO DO TAMANDUA	46	6	1	0	53
CENTRO	536	44	2	27	609
DAS FLORES	63	9	0	12	84
DOS COELHOS	18	3	0	4	25
JK	346	35	3	11	395
NOVO BELO HORIZONTE	385	64	1	33	483
PALMA	0	4	0	46	50
QUINTAS DO ALMEIDA	105	32	1	6	144
SANTO AMARO	346	64	9	14	433
SAO JOSE DO ALMEIDA	1	0	0	0	1
TAQUARA	29	6	0	6	41
UNIAO DA SERRA	0	3	0	18	21
VARGEM GRANDE	0	9	0	42	51
VERANEIO	302	44	4	16	366

Fonte: AMSJA, 2017.

Utilizando-se dos números de ligações pôde-se estimar a evolução da população em cada bairro, para o horizonte de projeto, através da extrapolação da taxa de crescimento calculada no item 3.2, pela Projeção Aritmética da área urbana do Distrito de São José de Almeida.

Para isso, estabeleceu-se as seguintes premissas: existe 1 ligação de água por domicílio, todos os domicílios possuem ligação de água, as ligações de edificações comerciais ou de serviço são consideradas como ligações residenciais, considerou-se ainda o dado censitário (Censo IBGE, 2010) do número de habitantes por domicílio: 3,15 moradores por domicílio ocupado.

Ao se realizar a extrapolação da população a partir do número de ligações de água, observou-se que as populações calculadas ano a ano são 80,6% superiores à projeção populacional para a área urbana (PMSB e Aritmética).

Essa grande diferença pode ser explicada, em parte, pelas características da ocupação no Distrito, onde existem diversas edificações que possuem ligação de água, porém não são residências principais das famílias, fato comprovado pelos seguintes dados obtidos do censo do IBGE de 2010, para o município de Jaboticatubas: apenas 51,3% dos domicílios são ocupados (população residente), 38,7% dos domicílios não ocupados são de uso ocasional (população flutuante) e que 9,7% dos domicílios não ocupados são definitivamente vagos.

Sabendo-se disso, para efeito de cálculo do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), e especificamente para o sistema dinâmico, adotou-se um percentual de apenas 50% da população flutuante como contribuinte. Desta forma, sobre a população total calculada para o horizonte de projeto a partir do número de ligações de água, fez-se uma redução de 19,35%. Na Tabela 3.3 é apresentada a coluna “População Adotada” – que é a População Urbana por Bairro – Ligações de Água – Corrigida (80,65% da total), correspondente à população de projeto.

A seguir, na Tabela 3.3 é apresentada a projeção populacional por bairro da área urbana de SJA.

Ressalta-se que a população apresentada na Tabela 3.3 se refere à população total do Distrito e abrange todos os bairros da área urbana que são atendidos por água pela AMSJA.

Reforça-se que para a definição da quantidade de unidades de sistemas estáticos, para os bairros que serão atendidos por este sistema, e também para o lançamento das redes coletoras (não o seu dimensionamento) essa redução da população promovida não faz sentido e utiliza-se o número e local de ligações de água total por bairro.

Ressalta-se uma especificidade do Bairro Santo Amaro, que é a topografia do local, onde apenas uma pequena parte do bairro já possui ligação domiciliar de esgoto, que passa pela Rua Nicolau Moreira de Moraes, a principal via do bairro e que possui pavimentação em uma parte. Estas ligações, segundo informações da AMSJA, somam 25 casas atendidas por rede coletora de esgoto. Além disso, neste bairro, a porção sul que verte para sudoeste, portanto, a sul da referida via pavimentada, será atendida pela rede coletora de esgotos na Etapa 1 de projeto (a divisão de etapas é apresentada no item 4.5). Desta forma, este bairro é dividido em 3 análises distintas. A porção atendida por rede já existente, a porção atendida por rede coletora na Etapa 1 e por fim, a porção atendida por rede coletora na Etapa 2.

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

2037	8353	2,21%				11030	3213	7817	433	1118	3520	102	321	45	143	664	2092	876	2760	717	2257	622	1960	261	823	45	143	152	480	96	303	74	234
2038	8533	2,16%				11268	3282	7986	443	1142	3597	104	327	46	146	678	2137	895	2820	732	2306	636	2003	267	841	46	146	156	490	98	309	76	239
2039	8714	2,12%				11505	3350	8155	452	1166	3673	105	332	47	149	693	2182	914	2880	748	2355	649	2045	273	859	47	149	159	501	100	316	78	244
2040	8895	2,07%				11743	3419	8324	461	1190	3749	107	338	48	152	707	2227	933	2939	763	2404	663	2087	278	876	48	152	162	511	102	323	79	250
2041	9075	2,03%				11980	3487	8493	471	1214	3825	109	344	49	155	721	2273	952	2999	779	2453	676	2130	284	894	49	155	166	522	104	329	81	255
2042	9256	1,99%				12218	3556	8662	480	1238	3901	111	349	50	158	736	2318	971	3059	794	2502	690	2172	290	912	50	158	169	532	107	336	82	260
2043	9437	1,95%				12456	3624	8831	489	1263	3977	113	355	51	161	750	2363	990	3119	810	2550	703	2215	295	930	51	161	172	542	109	342	84	265
2044	9617	1,91%				12693	3693	9001	499	1287	4053	114	361	52	165	765	2408	1009	3178	825	2599	717	2257	301	948	52	165	175	553	111	349	86	270
2045	9798	1,88%	14217	17629	FIM DE PLANO	12931	3761	9170	508	1311	4130	116	366	53	168	779	2454	1028	3238	841	2648	730	2299	306	965	53	168	179	563	113	355	87	275

* População Urbana Corrigida (= 80,65% da População Urbana), baseado nas ligações de Água por Bairro.

** Os bairros Quintas do Almeida (I e II) não fazem parte do escopo deste Projeto, pois nestes loteamentos já está previsto o atendimento local por solução de esgotamento sob responsabilidade do empreendedor ou do proprietário, segundo informou a Prefeitura, portando foram subtraídos da População de Projeto.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Na Figura 3.2 apresentam-se os gráficos da evolução populacional da área urbana obtidos pela projeção inicial (em azul – PMSB e Projeção Aritmética), pelo estudo de ligações de água (em verde) e a adotada, intermediária (em vermelho).

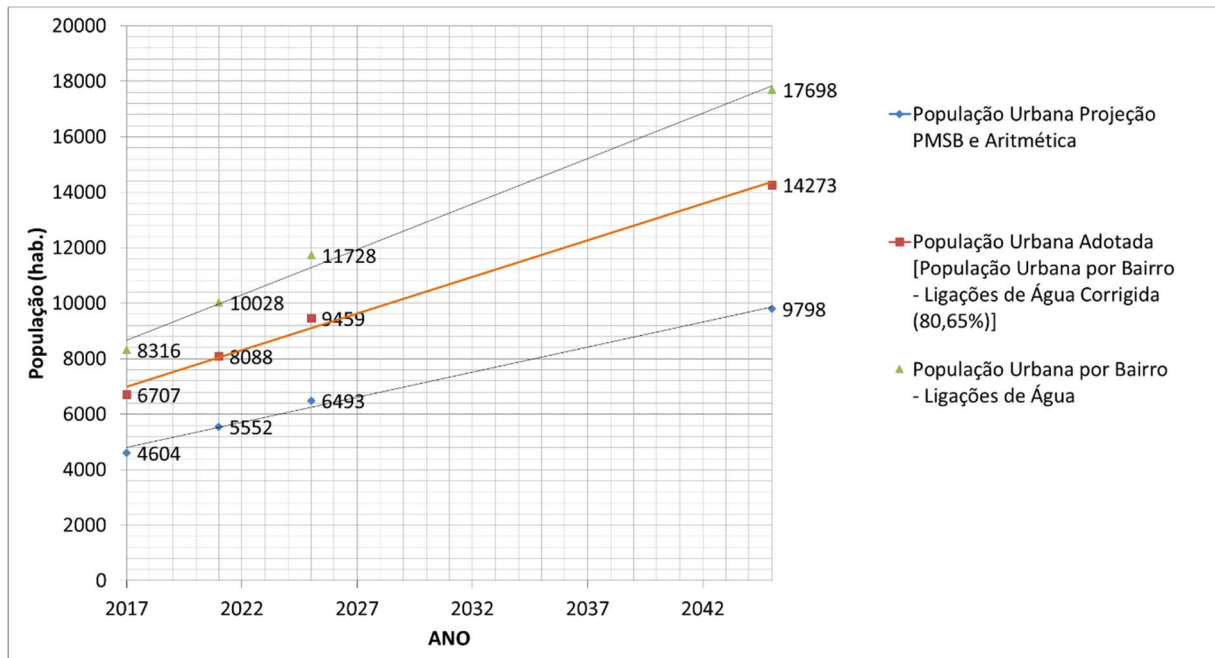


Figura 3.2 – Gráfico comparativo da população – em vermelho, projeção adotada.
 Fonte: DHF Consultoria, 2017.

4 MEMORIAL TÉCNICO

Neste capítulo serão detalhadas todas as informações de engenharia necessárias ao dimensionamento das unidades pertencentes ao Sistema de Esgotamento Sanitário que atenderá futuramente, de maneira adequada, a população residente nas áreas de estudo de São José de Almeida, Município de Jaboticatubas, UTE Jabó-Baldim, conforme prevê a Lei Federal Nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o Saneamento Básico.

4.1 Característica da Área de Projeto

A área de projeto do Distrito de São José de Almeida, contida na UTE Jabó-Baldim, é urbana e com baixa ocupação, conforme menciona o Diagnóstico, quase 80% da área do Distrito está sem ocupação ou utilização.

Conforme observado, menos da metade das vias do centro são pavimentadas. Se tratando dos bairros periféricos, não existem vias pavimentadas, com exceção do

bairro Quintas do Almeida II (loteamento privado e que, conforme nota da Tabela 3.3, não faz parte do escopo). Estes fatos são agravados pela retenção de terras para especulação imobiliária e também pela presença de alguns loteamentos irregulares no Distrito.

O Distrito de São José de Almeida não dispõe de cadastro técnico das redes de esgoto implantadas e em operação, não há registro “*As Built*”, nem outro meio adequado para se conhecer o que foi construído em São José do Almeida, situação observada nas visitas técnicas realizadas no local, inclusive durante os levantamentos topográficos.

4.2 Estudos Ambientais

As soluções propostas pelo projeto consideram e proporcionarão a melhoria das condições ambientais e sanitárias nas sub-bacias, através da melhoria e expansão de rede de esgoto e implantação de uma nova ETE, capaz de tratar os efluentes coletados, o que, conseqüentemente, levará à redução das doenças de veiculação hídrica e melhoria da saúde e conforto da população.

Hoje a ETE existente está com sua capacidade de tratamento aquém da vazão afluente a ela, assim, funciona apenas como uma caixa de passagem. No entorno das instalações e à jusante do lançamento da ETE, percebe-se a existência de mau cheiro devido ao subdimensionamento da estrutura e também a presença de lançamentos *in natura*.

Para implantação da Estação de Tratamento de Esgotos e dos interceptores, é necessária a realização de estudos ambientais com licenciamento junto ao órgão ambiental estadual.

4.3 Serviços Complementares

Para elaboração dos projetos da Etapa 2 (básicos e executivos), que envolvem os bairros com vias sem pavimentação e muitas delas sem geometria definida, é necessária a realização de levantamento topográfico e também os demais projetos: geométricos e de terraplenagem das vias, além dos projetos de microdrenagem urbana.

Para a elaboração dos projetos executivos da Estação de Tratamento de Esgoto, Etapas 1 e 2, é necessária a realização de estudo de autodepuração do córrego Grande no ponto de lançamento do efluente da ETE.

Para elaboração dos projetos executivos de esgoto (rede, interceptores e ETE) é necessário a realização de estudos geotécnicos para caracterização do solo e nível de água através de sondagens do solo à percussão e, se necessário, revisar as taxas de infiltração de água na rede adotada neste Projeto Básico. Para as redes novas foi adotado o valor de 0,1 L/s.km, mais próximo do limite inferior (0,05 L/s.km) indicado pela norma NBR 9649/1986. Os valores obtidos para as vazões de infiltração, no entanto, são bastante significativos e atingem 123,7% da vazão média doméstica calculada na Etapa 1 da ETE, portanto, salienta-se a importância deste estudo no Projeto Executivo.

4.4 Sistema de Esgotamento Sanitário Proposto

No Relatório Técnico Preliminar – P3 foram estudadas 3 diferentes alternativas de abrangência do sistema dinâmico de tratamento de esgotos. Dentre elas, a solução que abrange a maior parte do Distrito com esse sistema, dotado de rede coletora de esgotos, se mostrou a mais viável técnico e economicamente.

Tal alternativa contempla todos os principais bairros da área urbana com rede coletora de esgotos, Figura 4.1, com exceção dos bairros Capão Tamanduá e Taquara, que serão atendidos por Fossa-Sumidouro (FS) – Tipo A, para 5 pessoas. Esta solução é a com maior abrangência do sistema dinâmico e foi inicialmente baseado no anteprojeto elaborado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) através da empresa Função, em 2009, cujo valor foi reajustado para a data atual, e que não considera em seus custos a urbanização (pavimentação e drenagem) dos bairros periféricos ao centro. Adicionalmente, esta alternativa prevê ainda o deslocamento da ETE para um ponto mais a jusante, na margem direita do córrego Grande, próximo à ponte existente sobre este mesmo córrego, na Rua Nicolau Moreira.



Figura 4.1 – Bairros Abrangidos por Rede Coletora na Alternativa A.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A solução prevê a implantação de aproximadamente 44.952 metros de rede coletora nos referidos bairros hoje desprovidos de rede e que somados à rede coletora existente e que será expandida no Centro e Santo Amaro, totalizarão 56.952 metros de rede coletora. A Tabela 4.1 demonstra os números de extensão de rede, população atendida e vazões finais por bairro contemplado pelo sistema dinâmico.

Tabela 4.1 – Sistema Dinâmico – Rede, população e vazões por bairro.

BAIRRO	EXTENSÃO REDE COLETORA (m)	POPULAÇÃO ATENDIDA	Q mín (l/s)	Q média (l/s)	Q máx.hor. (l/s)
CENTRO E STO. AMARO	12 000	3761	6,43	9,26	13,79
VERANEIO	11 684	1979	2,66	4,15	6,53
NOVO BELO HORIZONTE	7 832	2611	2,75	4,71	7,85
JK	14 444	2136	3,05	4,66	7,23
SANTO AMARO	7 238	1854	2,12	3,51	5,75
COELHOS	2 435	135	0,35	0,45	0,61
FLORES	1 319	454	0,47	0,82	1,36
-	56 952	12930	17,82	27,55	43,11

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Abaixo apresentam-se os Dados Básicos relevantes de cada um dos sistemas estático e dinâmico (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Dados Básicos do SES.

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	SISTEMA DINÂMICO		SISTEMA ESTÁTICO
	POPULAÇÃO (hab.)	VAZÕES (l/s)	Nº DE FOSSAS
INÍCIO OPERAÇÃO PLENA - 2025	8 584	19,18	114
FIM DE PLANO - 2045	12 931	27,55	201

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

4.5 Etapalização do Projeto

Para o melhor planejamento do SES do Distrito, definiu-se a etapalização do Projeto a fim de se garantir a imediata implantação de parte do SES e a ampliação da rede coletora defasada de 4 anos, já que demandará a execução de mais de 40 km de rede coletora. Assim, subdividiu-se o SES em duas etapas:

Etapa 1, com a coleta de esgoto nos bairros Centro (onde a topografia permite a condução dos esgotos nas redes coletoras por gravidade) e Santo Amaro (onde há rede existente e expansão da área atendida na porção sudoeste), implantação de um novo interceptor no fundo de vale do córrego São José (interceptor principal no Centro), já dimensionado para as vazões de final de plano, implantação do novo interceptor do bairro Santo Amaro (sudoeste) e a construção da primeira fase da nova Estação de Tratamento de Esgoto, esta dimensionada para metade da vazão média no final de plano.

Inicialmente previa-se o aproveitamento de parte da rede existente no Centro, no entanto, pelo levantamento topográfico existente, verificou-se que grande parte das redes coletoras estão executadas fora dos padrões normatizados, sem PVs, e com profundidades muito baixas, desta forma, projetou-se no presente trabalho, rede coletora para toda a porção central do distrito que pode escoar por gravidade os efluentes até a área da ETE atual, que será transformada no Tratamento Preliminar da nova ETE projetada.

A Etapa 2 visa a implantação de rede coletora em todos os bairros periféricos ao centro, conforme apontado no item 4.4 – Sistema de Esgotamento Sanitário Proposto. Esta Etapa 2 entrará em operação 4 anos após a Etapa 1 para que se tenha tempo hábil para a elaboração e implantação dos projetos geométricos, de terraplenagem,

de drenagem e de pavimentação das vias desses bairros, que hoje se encontram em terra, com muitas erosões e muitas delas sem *greide* definido. A Tabela 4.3 apresenta o resumo das etapas de projeto.

Tabela 4.3 – Resumo Etapas de Projeto.

ITEM	1ª ETAPA	2ª ETAPA
ANO DE IMPLANTAÇÃO	2021	2025
ALCANCE	2025	2045
DURAÇÃO	4 ANOS	20 ANOS
% DE IMPLANTAÇÃO REDE COLETORA	21%	79%
% DE IMPLANTAÇÃO ETE	50%	50%
NÚMERO DE MÓDULOS IMPLANTADOS	1	1
NÚMERO TOTAL DE MÓDULOS NA ETE	1	2

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A seguir, nas Tabela 4.4 e Tabela 4.5 são apresentadas as vazões de cálculo das Etapas 1 e 2, respectivamente. Ressaltam-se as vazões médias das Etapas 1 e 2 para o início e fim de plano:

ETAPA 1 – Bairros: Centro e Santo Amaro (rede existe e porção oeste) - Tabela 4.4:

$$Q_{T \text{ méd Etapa 1 início de plano}} = 6,711 \text{ l/s (ano 2021)}$$

$$Q_{T \text{ méd Etapa 1 fim de plano}} = 9,26 \text{ l/s (ano 2045)}$$

ETAPA 2 – Bairros: Veraneio, Novo Belo Horizonte, JK, Santo Amaro, Flores, Coelhos, Santo Amaro (porção leste) - Tabela 4.5:

$$Q_{T \text{ méd Etapa 2 início de plano}} = 11,811 \text{ l/s (ano 2025)}$$

$$Q_{T \text{ méd Etapa 2 fim de plano}} = 18,29 \text{ l/s (ano 2045)}$$

A ETE, no entanto, foi dimensionada, como será descrito *a posteriori*, para cerca de metade da vazão total do fim de plano:

$$Q_{ETE} = 14,64 \text{ l/s}$$

$$Q_{T \text{ méd Etapas 1+2 fim de plano}} = 27,55 \text{ l/s (ano 2045)}$$

Tabela 4.4 – Etapa 1: Projeção das Populações e Vazões.

ETAPA 1: CENTRO + SANTO AMARO (OESTE - TRECHO EXISTENTE)										
ANO	POPULAÇÃO			VAZÃO DOMÉSTICA (l/s)			VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (L/s)	VAZÕES TOTAIS (l/s)		
	TOTAL ETAPA 1	% ATENDIMENTO	ATENDIDA	Qmín	Qmédia	Qmáx.hor.		Qmín	Qmédia	Qmáx.hor.
2021	2150	96%	2064	1,55	3,11	5,59	3,60	5,15	6,71	9,19
2022	2250	97%	2183	1,64	3,28	5,91	3,60	5,24	6,88	9,51
2023	2355	98%	2308	1,74	3,47	6,25	3,60	5,34	7,07	9,85
2024	2464	100%	2464	1,85	3,71	6,67	3,60	5,45	7,31	10,27
2025	2507	100%	2507	1,89	3,77	6,79	3,60	5,49	7,37	10,39
2026	2547	100%	2547	1,92	3,83	6,90	3,60	5,52	7,43	10,50
2027	2588	100%	2588	1,95	3,89	7,01	3,60	5,55	7,49	10,61
2028	2630	100%	2630	1,98	3,96	7,12	3,60	5,58	7,56	10,72
2029	2672	100%	2672	2,01	4,02	7,24	3,60	5,61	7,62	10,84
2030	2715	100%	2715	2,04	4,09	7,35	3,60	5,64	7,69	10,95
2031	2757	100%	2757	2,07	4,15	7,47	3,60	5,67	7,75	11,07
2032	2800	100%	2800	2,11	4,21	7,58	3,60	5,71	7,81	11,18
2033	2843	100%	2843	2,14	4,28	7,70	3,60	5,74	7,88	11,30
2034	2886	100%	2886	2,17	4,34	7,82	3,60	5,77	7,94	11,42
2035	3076	100%	3076	2,31	4,63	8,33	3,60	5,91	8,23	11,93
2036	3145	100%	3145	2,37	4,73	8,52	3,60	5,97	8,33	12,12
2037	3213	100%	3213	2,42	4,83	8,70	3,60	6,02	8,43	12,30
2038	3282	100%	3282	2,47	4,94	8,89	3,60	6,07	8,54	12,49
2039	3350	100%	3350	2,52	5,04	9,07	3,60	6,12	8,64	12,67
2040	3419	100%	3419	2,57	5,14	9,26	3,60	6,17	8,74	12,86
2041	3487	100%	3487	2,62	5,25	9,44	3,60	6,22	8,85	13,04
2042	3556	100%	3556	2,68	5,35	9,63	3,60	6,28	8,95	13,23
2043	3624	100%	3624	2,73	5,45	9,82	3,60	6,33	9,05	13,42
2044	3693	100%	3693	2,78	5,56	10,00	3,60	6,38	9,16	13,60
2045	3761	100%	3761	2,83	5,66	10,19	3,60	6,43	9,26	13,79

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Tabela 4.5 - Etapa 2: Projeção das Populações e Vazões.

ETAPA 2: TODOS OS BAIRROS EXCETO CENTRO E SANTO AMARO (OESTE - TRECHO EXISTENTE)										
ANO	POPULAÇÃO			VAZÃO DOMÉSTICA (l/s)			VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (L/s)	VAZÕES TOTAIS (l/s)		
	TOTAL ETAPA 2	% ATENDIMENTO	ATENDIDA	Qmín	Qmédia	Qmáx.hor.		Qmín	Qmédia	Qmáx.hor.
2021	5196	0%	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2022	5446	0%	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023	5707	0%	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2024	5980	0%	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2025	6076	80%	4861	3,66	7,31	13,17	4,50	8,15	11,81	17,66
2026	6174	81%	5001	3,76	7,52	13,54	4,50	8,26	12,02	18,04
2027	6273	82%	5144	3,87	7,74	13,93	4,50	8,37	12,24	18,43
2028	6374	83%	5291	3,98	7,96	14,33	4,50	8,48	12,46	18,82
2029	6476	84%	5439	4,09	8,18	14,73	4,50	8,59	12,68	19,23
2030	6580	85%	5593	4,21	8,42	15,15	4,50	8,70	12,91	19,64
2031	6686	86%	5750	4,33	8,65	15,57	4,50	8,82	13,15	20,07
2032	6793	87%	5909	4,45	8,89	16,00	4,50	8,94	13,39	20,50
2033	6902	88%	6075	4,57	9,14	16,45	4,50	9,07	13,64	20,95
2034	7013	89%	6242	4,70	9,39	16,91	4,50	9,19	13,89	21,40
2035	7479	90%	6731	5,06	10,13	18,23	4,50	9,56	14,62	22,72
2036	7648	91%	6961	5,24	10,47	18,85	4,50	9,73	14,97	23,35
2037	7817	92%	7191	5,41	10,82	19,48	4,50	9,91	15,31	23,97
2038	7986	93%	7427	5,59	11,17	20,11	4,50	10,08	15,67	24,61
2039	8155	94%	7665	5,77	11,53	20,76	4,50	10,26	16,03	25,25
2040	8324	95%	7909	5,95	11,90	21,42	4,50	10,45	16,40	25,92
2041	8493	96%	8154	6,13	12,27	22,08	4,50	10,63	16,76	26,58
2042	8662	97%	8402	6,32	12,64	22,76	4,50	10,82	17,14	27,25
2043	8831	98%	8656	6,51	13,02	23,44	4,50	11,01	17,52	27,94
2044	9001	99%	8910	6,70	13,41	24,13	4,50	11,20	17,90	28,63
2045	9170	100%	9169	6,90	13,80	24,83	4,50	11,39	18,29	29,33

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Tabela 4.6 – Etapas 1 + 2: Projeção das Populações e Vazões.

ANO	POPULAÇÃO				VAZÃO DOMÉSTICA (l/s)			VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (l/s)	VAZÕES TOTAIS (l/s)		
	TOTAL ETAPA 1	TOTAL ETAPA 2	% ATENDIMENTO	ATENDIDA	Qmín	Qmédia	Qmáx.hor.		Qmín	Qmédia	Qmáx.hor.
2021	2150	-	96%	2064	1,55	3,11	5,59	3,60	5,15	6,71	9,19
2022	2250	-	97%	2183	1,64	3,28	5,91	3,60	5,24	6,88	9,51
2023	2355	-	98%	2308	1,74	3,47	6,25	3,60	5,34	7,07	9,85
2024	2464	-	100%	2464	1,85	3,71	6,67	3,60	5,45	7,31	10,27
2025	2507	6076	80%	7368	5,54	11,09	19,96	8,10	13,64	19,18	28,05
2026	2547	6174	81%	7547	5,68	11,36	20,44	8,10	13,77	19,45	28,53
2027	2588	6273	82%	7732	5,82	11,63	20,94	8,10	13,91	19,73	29,04
2028	2630	6374	83%	7921	5,96	11,92	21,45	8,10	14,05	20,01	29,55
2029	2672	6476	84%	8112	6,10	12,21	21,97	8,10	14,20	20,30	30,07
2030	2715	6580	85%	8308	6,25	12,50	22,50	8,10	14,35	20,60	30,60
2031	2757	6686	86%	8507	6,40	12,80	23,04	8,10	14,50	20,90	31,13
2032	2800	6793	87%	8710	6,55	13,11	23,59	8,10	14,65	21,20	31,68
2033	2843	6902	88%	8917	6,71	13,42	24,15	8,10	14,80	21,51	32,25
2034	2886	7013	89%	9128	6,87	13,73	24,72	8,10	14,96	21,83	32,82
2035	3076	7479	90%	9807	7,38	14,76	26,56	8,10	15,47	22,85	34,66
2036	3145	7648	91%	10104	7,60	15,20	27,37	8,10	15,70	23,30	35,46
2037	3213	7817	92%	10405	7,83	15,66	28,18	8,10	15,92	23,75	36,28
2038	3282	7986	93%	10709	8,06	16,11	29,00	8,10	16,15	24,21	37,10
2039	3350	8155	94%	11016	8,29	16,58	29,84	8,10	16,38	24,67	37,93
2040	3419	8324	95%	11327	8,52	17,04	30,68	8,10	16,62	25,14	38,77
2041	3487	8493	96%	11641	8,76	17,52	31,53	8,10	16,85	25,61	39,62
2042	3556	8662	97%	11958	9,00	17,99	32,39	8,10	17,09	26,09	40,48
2043	3624	8831	98%	12279	9,24	18,48	33,26	8,10	17,33	26,57	41,35
2044	3693	9001	99%	12603	9,48	18,96	34,13	8,10	17,58	27,06	42,23
2045	3761	9170	100%	12931	9,73	19,46	35,02	8,10	17,82	27,55	43,12

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

4.6 Parâmetros das Soluções Dinâmicas de Esgotamento Sanitário

Os seguintes parâmetros de projeto foram adotados para elaboração deste Projeto Básico de esgotamento sanitário.

4.6.1 Rede Coletora de Esgoto

O cálculo das redes coletoras de esgoto foi fundamentado em normas técnicas da ABNT, nomeadamente a NBR 9649/1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário, e ainda, parâmetros utilizados pela COPASA e bibliografia pertinente.

Segundo esta mesma norma quando inexisterem dados comprovados oriundos de pesquisa para os parâmetros abaixo, deve adotar-se os seguintes:

COEFICIENTES DE VARIAÇÃO

- $K_1 = 1,2$ – Coeficiente de máxima diária;
- $K_2 = 1,5$ – Coeficiente de máxima vazão horária;
- $K_3 = 0,5$ – Coeficiente de mínima vazão horária.

TAXA DE INFILTRAÇÃO

Segundo a referida norma, a Taxa de Infiltração depende de condições locais como: nível de água (NA) do lençol freático, natureza do subsolo, qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizado. A taxa deve estar compreendida na seguinte faixa:

- 0,05 a 1,0 l/s.km

Para este Projeto Básico foi adotada a seguinte taxa de infiltração:

- $T_{inf} = 0,1$ l/s.km – para rede nova.

CÁLCULO DAS VAZÕES

Vazão de Infiltração

$$Q_{inf} = T_{inf} \times \text{extensão}$$

- Q_{inf} : Vazão de Infiltração (l/s)
- T_{inf} : Taxa de Infiltração (l/s.km)
- Extensão da rede (km)

Vazão Mínima

$$Q_{min} = \frac{P \times q}{86400} \times K_3$$

- Q_{min} : Vazão Mínima (l/s)
- P: População (hab)
- q: Produção de esgoto per capita (l/hab x dia)
- K_3 : Coeficiente de mínima vazão horária

Vazão Média

$$Q_{med} = \frac{P \times q}{86400}$$

- Q_{med} : Vazão Média (l/s)
- P: População (hab)
- q: Produção de esgoto per capita (l/hab x dia)

Vazão Máxima Horária

$$Q_{max} = \frac{P \times q}{86400} \times K_1 \times K_2$$

- Q_{max} : Vazão Máxima Horária (l/s)
- P: População (hab)
- q: Produção de esgoto per capita (l/hab x dia)
- K_1 : Coeficiente de máxima diária e K_2 : Coeficiente de máxima vazão horária.

Vazão Total Mínima (l/s)

$$Q_{T\text{mín}} = Q_{\text{méd}} \times K_3 + Q_{\text{inf}}$$

- $Q_{T\text{mín}}$: Vazão Total Mínima (l/s)
- $Q_{\text{méd}}$: Vazão Média (l/s)
- K_3 : Coeficiente de mínima vazão horária
- Q_{inf} : Vazão de infiltração (l/s)

Vazão Total Média

$$Q_{T\text{méd}} = Q_{\text{méd}} + Q_{\text{inf}}$$

- $Q_{T\text{méd}}$: Vazão Total Média (l/s)
- $Q_{\text{méd}}$: Vazão Média (l/s)
- Q_{inf} : Vazão de infiltração (l/s)

Vazão Total Máxima Horária (l/s)

$$Q_{T\text{máx}} = Q_{\text{méd}} \times K_1 \times K_2 + Q_{\text{inf}}$$

- $Q_{T\text{máx}}$: Vazão Total Máxima Horária (l/s)
- $Q_{\text{méd}}$: Vazão Média (l/s)
- K_1 : Coeficiente de máxima diária
- K_2 : Coeficiente de máxima vazão horária
- Q_{inf} : Vazão de infiltração (l/s)

4.6.2 Interceptor de Esgoto

O cálculo dos interceptores de esgoto foi fundamentado em normas técnicas da ABNT, nomeadamente a NBR 12207/1992 – Projeto de interceptores de esgoto sanitário, e ainda, parâmetros utilizados pela COPASA e bibliografia pertinente.

A vazão por trecho de interceptor é calculada em função das vazões de rede coletora que lançam os esgotos em seus trechos.

O ângulo de deflexão, em planta, entre trechos adjacentes deve ser de no máximo 30°, ângulos maiores poderão ser aceitos desde que justificados técnico e economicamente.

São implantados poços de visita entre cada trecho dos interceptores, cujas distâncias máximas entre si serão limitadas pelo alcance dos meios de desobstrução a serem utilizados.

Os interceptores projetados e implantados na Etapa 1, nomeadamente aquele alocado no fundo de vale do córrego São José, a nordeste do Centro, possuem dimensionamento para receberem as vazões provenientes de todos os bairros atendidos na Etapas 1 e 2.

4.6.3 Estação de Tratamento de Esgoto - ETE

Para a definição da Estação de Tratamento de Esgotos, foram estudados no Produto 3 – Relatório Técnico Preliminar diferentes tipos de sistemas aplicável no Distrito de São José de Almeida e concluiu-se que o sistema mais adequado para a realidade local é uma combinação do sistema Anaeróbio, através de um Reator Anaeróbio de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente (UASB), seguido do Aeróbio, através do Filtro Biológico Percolador (FBP), acompanhado de um Decantador Secundário (DSE), e pôr fim à Disposição do Efluente no Solo, para fertirrigação de culturas para alimentação animal.

Nesta concepção de ETE, combinam-se diferentes sistemas para se obter as eficiências de tratamento demandadas pelas normas e legislações vigentes e garantir a adequada disposição de seus efluentes e subprodutos.

A descrição sucinta do sistema é apresentada a seguir:

Sistemas Anaeróbios: Reator Anaeróbio de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente (UASB).

Reatores Aeróbios com Biofilmes: Filtro Biológico Percolador de Baixa Carga (FBP) e Decantador Secundário (DEC).

Disposição no Solo: Disposição no Solo (DS).

Para a definição da solução, utilizou-se o estudo elaborado pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), através do convênio com a COPASA e com a Embaixada Britânica no Brasil, intitulado *Minas Gerais Sustainable Sewage Treatment (Prosperity Fund)*, no qual são apresentados os resultados do "Diagnóstico para Planejamento de ETEs Sustentáveis nas bacias Hidrográficas dos rios das Velhas (SF5) e rios Jequitaiá, Pacuí e Trecho do São Francisco (SF6)" – DESA (2017). Além do cuidado com a fase líquida, o referido estudo aborda o gerenciamento dos subprodutos do tratamento de esgoto – fase gasosa (biogás e emissões voláteis) e sólida (resíduos sólidos, areia, espuma e lodo), visando o aproveitamento dos mesmos, tornando o processo mais sustentável econômico e ambientalmente. A seguir algumas informações adicionais do Projeto:

O projeto intitulado de “*Minas Gerais Sustainable Sewage Treatment*”, tem ainda o objetivo de produzir informações para que os prestadores de serviços de saneamento do estado de Minas Gerais aprimorem o processo de tomada de decisão quanto à incorporação de estações de tratamento de esgoto existentes e futuras ao conceito de economia circular. A adequação ou implementação de infraestruturas associadas a este conceito permitirá a redução de impactos ambientais por meio de tecnologias de valorização de resíduos e subprodutos, a partir do seu aproveitamento no ciclo produtivo, melhorando assim as condições de vida e saúde da população.

Para isso, foi realizado um diagnóstico da situação de tratamento de esgotos sanitários nas Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas e dos rios Jequitaiá e Pacuí, além da caracterização da necessidade de tratamento avançado de esgoto com remoção/recuperação de nutrientes. Foram mapeadas também áreas potencialmente disponíveis para fertirrigação com esgoto tratado e aplicação de lodo no solo, bem como possibilidades de aproveitamento do efluente tratado, lodo e biogás das estações de tratamento de esgoto, considerando, para isso, as vocações econômicas regionais.

Cabe mencionar que este projeto se encontra inserido no Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto - INCT ETEs Sustentáveis, que é um centro de referência internacional para questões relacionadas ao tratamento de esgoto doméstico, notadamente para países em desenvolvimento, ancorado em cinco pilares: i) nucleação de competências na área de tratamento de esgoto; ii) formação de recursos humanos de alto nível para atuar na área; iii) realização

de pesquisas que propiciem o desenvolvimento de sistemas integrados e sustentáveis de tratamento de esgoto, com recuperação e valorização dos subprodutos do tratamento; iv) transferência de conhecimento para a sociedade; e v) transferência de conhecimento para o setor empresarial e governo.

O grupo é formado por 7 (sete) das mais importantes instituições de ensino e pesquisa na área de saneamento básico no Brasil, a saber: UFMG (líder), UFC, UFMS, UFPE, UFRJ, USP e ISAE/FGV, além de diversos parceiros, nacionais e estrangeiros, entre instituições de ensino, órgãos governamentais e empresas.

Dessa forma, o objetivo principal decorrente da criação do INCT ETEs Sustentáveis é o de agregar, em rede cooperativa de pesquisa, as principais competências nacionais e internacionais em torno de um centro de excelência que possa desenvolver ações de pesquisa, de formação de recursos humanos e de transferência de conhecimentos para a sociedade, para o setor empresarial e para o governo, com vistas à melhoria, à ampliação e ao avanço técnico-científico na área de tratamento de esgoto em nosso país, que possibilitará o desenvolvimento de investigações que estão na fronteira do conhecimento, mas sem deixar de lado a abordagem de temas que são de importância estratégica para o país. Além do desenvolvimento do componente de pesquisas básicas e aplicadas, o Programa de Pesquisa do INCT ETEs Sustentáveis prevê diversos mecanismos e ações de formação de pessoal e de transferência de conhecimento, todos com metas e indicadores muito bem estabelecidos. (DESA, em comunicação por correio eletrônico de Julho de 2017).

O fluxograma esquemático da ETE do Distrito de São José de Almeida é apresentado e descrito a seguir:

ETE – SJA: Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (**UASB**) + Filtro Biológico Percolador (**FBP**) + Decantador Secundário (**DSE**) + Disposição no Solo (**DS**) – Figura 4.2.



Figura 4.2 – UASB + FBP + DSE + DS.

Fonte: DHF Consultoria, 2017, adaptado de DESA (2017).

As descrições sucintas dos sistemas de tratamento que compõem a ETE são apresentadas a seguir:

UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket ou, em português, **Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo** é um reator anaeróbio onde as bactérias dispersas no reator convertem a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) anaerobicamente. Na parte superior do reator existe o separador trifásico, que promove a divisão entre as zonas de sedimentação e de coleta de gás. A zona de sedimentação permite a saída do efluente clarificado e o retorno dos sólidos (biomassa) ao reator, aumentando a sua concentração. O processo anaeróbio gera, dentre outros gases, o gás metano, que ascende no reator e é coletado para seu posterior aproveitamento ou queima. Este sistema dispensa a decantação primária. A produção de lodo é baixa, e o lodo já sai adensado e estabilizado (VON SPERLING, 2014).

FBP – Filtro Biológico Percolador de Baixa Carga é um reator aeróbio onde a DBO é estabilizada aerobicamente por bactérias que crescem aderidas a um meio suporte, neste caso, pedras. O esgoto afluente é aplicado em fluxo descendente sobre a superfície do meio filtrante (suporte) através de braços rotativos e em seguida percola pelos vazios e entra em contato com o biofilme aderido ao meio e que promove o consumo da matéria orgânica. Estes vazios permitem ainda a circulação do ar no interior do tanque. As placas de biofilme que se desprendem do meio filtrante são removidas do líquido na fase sucessora, o decantador secundário (VON SPERLING, 2014).

DS – Disposição no Solo é a aplicação do esgoto sobre um terreno natural, sem necessidade de o conformar, permitindo o cultivo de biomassa com a irrigação constante ou não. A aplicação pode se dar por aspersores de alta pressão, aspersores de baixa pressão e tubulações ou canais de distribuição com aberturas intervaladas (DHF Consultoria, adaptado de VON SPERLING, 2014).

A seguir, na Tabela 4.7, apresentam-se as vantagens e desvantagens de cada um dos elementos que compõem a ETE proposta, adaptada de Von Sperling (2014).

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01	Data de Emissão 22/12/2017	Status Aprovado	Página 47
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

Tabela 4.7 – Vantagens e Desvantagens dos Sistemas

SISTEMA	VANTAGENS	DESvantagens
UASB + pós-tratamento	<p><u>UASB:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Razoável eficiência na remoção de DBO - Baixos requisitos de área - Baixos custos de implantação e operação - Tolerância a afluentes bem concentrados em matéria orgânica - Reduzido consumo de energia - Possibilidade do uso energético do biogás - Não necessita de meio suporte - Construção, operação e manutenção simples - Baixíssima produção de lodo - Estabilização do lodo no próprio reator - Lodo com ótima desidratabilidade - Necessidade apenas de disposição final do lodo - Rápido reinício após períodos de paralisação (preservação da biomassa por vários meses) <p><u>Pós-tratamento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Manutenção das vantagens inerentes ao sistema de pós-tratamento - Redução nos volumes dos reatores biológicos do sistema de pós tratamento (e frequentemente no volume total das unidades do sistema) - Redução na quantidade do lodo a ser tratado - Tratamento do lodo mais simplificado (apenas desidratação para o lodo misto) - Redução na quantidade de lodo a ser disposto 	<p><u>UASB:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em satisfazer padrões de lançamentos restritivos do UASB (contornável com a inclusão de pós-tratamento) - Baixa eficiência na remoção de coliformes - Remoção de N e P praticamente nula - Possibilidade de geração de efluente com aspecto desagradável - Possibilidade de geração de maus odores, porém controláveis - A partida do processo é geralmente lenta (mas pode ser acelerada com a utilização de inóculo) - Relativamente sensível a variações de carga e compostos tóxicos - Usualmente necessita de pós-tratamento <p><u>Pós-tratamento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Manutenção das desvantagens inerentes ao sistema de pós-tratamento - Maior dificuldade na remoção biológica de nutrientes no sistema de pós-tratamento
FBP	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada eficiência na remoção de DBO - Nitrificação frequente - Requisitos de área relativamente baixos - Mais simples conceitualmente do que lodos ativados - Índice de mecanização relativamente baixo - Equipamentos mecânicos simples - Estabilização do lodo no próprio filtro 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa eficiência na remoção de coliformes - Menor flexibilidade operacional que lodos ativados - Elevados custos de implantação - Requisitos de área mais elevados do que os filtros biológicos de alta carga - Relativa dependência da temperatura do ar - Relativamente sensível a descargas tóxicas - Necessidade de remoção da umidade do lodo e da sua disposição final (embora mais simples que filtros biológicos de alta carga) - Possíveis problemas com moscas - Elevada perda de carga

AS - Aplicação no Solo (baseado no ES)	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada eficiência na remoção de DBO e de coliformes - Satisfatória eficiência na remoção de N e P - Método de tratamento e disposição final combinados - Requisitos energéticos praticamente nulos - Construção, operação e manutenção simples - Reduzidos custos de implantação e operação - Boa resistência a variações de carga - Não há lodo a ser tratado - Proporciona fertilização e condicionamento do solo - Retorno financeiro na irrigação de áreas agricultáveis - Recarga do lençol subterrâneo - Aplicação durante todo o ano - Dentre os métodos de disposição no solo, é o com menor dependência das características do solo 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevados requisitos de área - Possibilidade de maus odores - Possibilidade de insetos e vermes - Relativamente dependente do clima e dos requisitos de nutrientes dos vegetais - Dependente das características do solo - Risco de contaminação dos trabalhadores na agricultura (na aplicação por aspersão) - Possibilidade de efeitos químicos no solo, vegetais e água subterrânea (no caso de haver despejos industriais) - Difícil fiscalização e controle com relação aos vegetais irrigados - Potencial de contaminação do lençol subterrâneo - Maior dependência da declividade do solo - Pode ter geração de efluente final
--	---	--

Fonte: DHF Consultoria, 2017, adaptado de Von Sperling (2014).

O reator UASB é um sistema com interessantes vantagens. Dentre elas, destacam-se a simplicidade construtiva, operacional e de manutenção, os baixos requisitos de área e a possibilidade de uso energético do biogás.

Com relação às concentrações médias e às eficiências típicas de remoção de alguns dos principais poluentes do esgoto sanitário são apresentadas algumas informações na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Concentrações médias efluentes e eficiência média de remoção por sistema.

Sistema	Qualidade Média do Efluente				Eficiência média de Remoção			
	DBO5	DQO	SS	Coliformes	DBO5	DQO	SS	Coliformes
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(NMP/100mL)	(%)	(%)	(mg/L)	(unid. Log.)
UASB+FBP	20-60	70-180	20-40	10 ⁶ -10 ⁷	80-93	73-88	87-97	1 a 2

Fonte: DHF Consultoria, 2017, adaptado de Von Sperling (2014).

Verifica-se que o desempenho do sistema de tratamento proposto, em relação às condições do efluente, é adequado e cumpre as legislações, federal do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 430/2011 e a estadual do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) / Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) nº 01/2008, para lançamento de efluentes provenientes de estações de tratamento de esgotos em cursos de água, conforme a Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Referência dos principais padrões para lançamento de efluentes de sistemas de tratamento de esgoto sanitário em cursos de água.

Parâmetro	Unidade	Limite de lançamento	Eficiência de remoção mínima (%)
pH	-	6 a 9	-
Temperatura	°C	< 40	-
Materiais sedimentáveis	mL/L	< 1	-
Materiais flutuantes	-	ausente	-
DBO	mg/L	120 ¹ / 60 ²	60
DQO	mg/L	180 ²	55
Óleos e graxas	mg/L	100 ¹ / 70 ²	-

1- Resolução CONAMA nº 430/2011; 2- DN Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

Fonte: DHF Consultoria, 2017, adaptado de DESA (2017), RES. CONAMA nº 430/2011 e DN COPAM nº01/2008

Os requisitos de área do sistema são apresentados na Tabela 4.10, adaptada de Von Sperling (2014). Para formulá-la, utilizaram-se os índices de ocupação (em m²/hab) demandado por cada elemento do sistema e adotou-se o limite máximo desta referência. A partir desses valores, pode-se inicialmente calcular as áreas requeridas nas Etapas 1 e 2 e, conseqüentemente, a área total (Etapa 1 + 2).

Tabela 4.10 – Requisitos de área por alternativa.

Sistema	Área Requerida				
	Referência ¹	Adotada			
	(m ² /hab)	(m ² /hab)	Etapa 1 (m ²)	Etapa 2 (m ²)	Etapa 1+2 (m ²)
UASB	0,03 a 0,10	0,40	1740	3480	5220
FBP	0,15 a 0,30				

Fonte: DHF Consultoria, 2017, 1- adaptado de Von Sperling (2014).

Ressalta-se que a Prefeitura e a concessionária dos serviços de esgotamento sanitário da localidade, AMSJA, não possuem terreno disponível para a instalação de uma nova ETE, portanto, é prevista a aquisição de uma área que foi identificada em visita ao Distrito de SJA com representantes da Prefeitura e da AMSJA.

Esta área está localizada ao sul do Centro, na margem direita do córrego Grande, à jusante do encontro deste com o córrego São José. A área disponível possui mais de 85.000 metros quadrados, no entanto, para a implantação da ETE, foi selecionado uma fração da mesma, que possui 31.623,30 metros quadrados, suficientes inclusive para a alocação da área de Disposição do Efluente no Solo para crescimento de biomassa (Figura 4.3 – localização: 623.372,63 m E e 7.849.595,03 m S – Fuso 24).

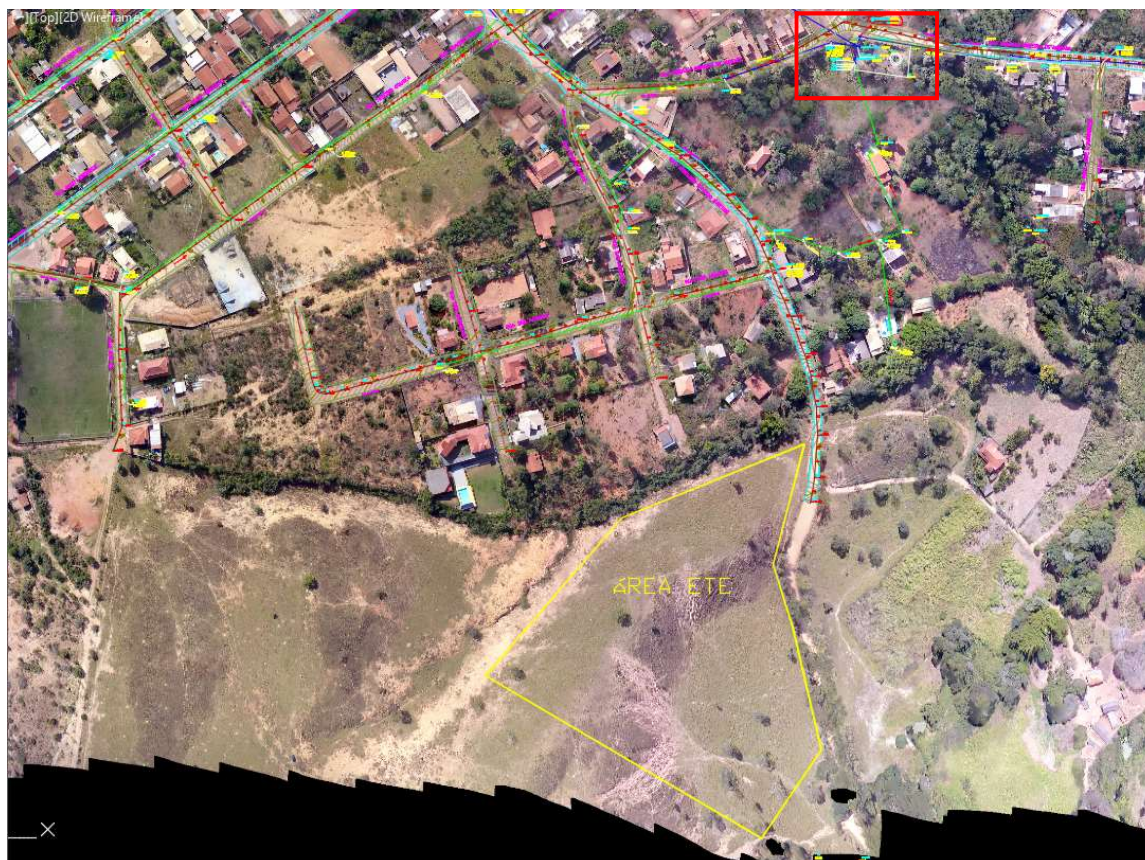


Figura 4.3 – Área definida para implantação da Nova ETE em amarelo, em relação à posição da ETE Atual, em vermelho.

Fonte: DHF Consultoria, 2017, adaptado de Google Earth, 2017.

Verifica-se que a área selecionada, (31.623 m²) é muito maior do que o que foi estimado inicialmente para o sistema UASB + FBP (5.220 m²), no entanto, salienta-se que a topografia do terreno não favorece a utilização de toda a área devido aos grandes desníveis e taludes naturais, que chegam a cerca de 14 metros no local mais acidentado. Entre as cotas mais altas e mais baixa dentro da poligonal definida para a nova ETE, a diferença de altimetria é de 33 metros, variando da cota 708 m à cota 675 m (Figura 4.4). Estas áreas correspondem a cerca de 7.652,16 m², o que corresponde a 24,2% da área total.

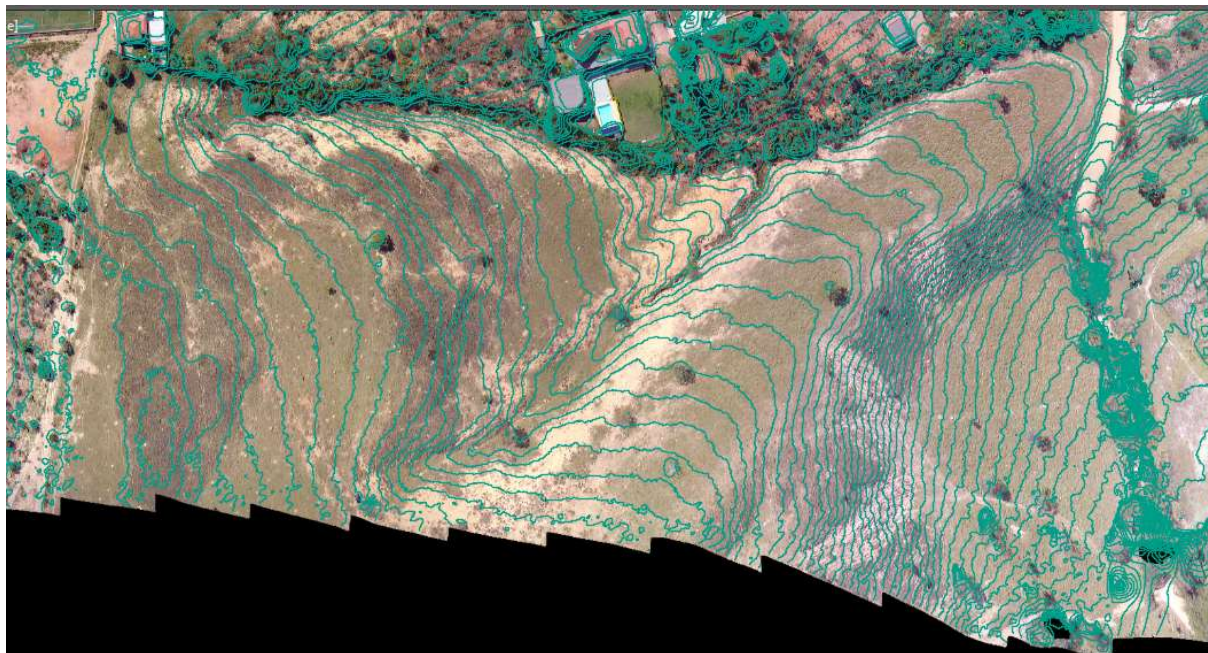


Figura 4.4 – Aerolevantamento topográfico do terreno para a Nova ETE.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

As fotografias do local ilustram a situação do terreno, tiradas a partir de um dos pontos mais baixos deste (Figura 4.5 – A, B e C) e de um ponto intermediário (D).

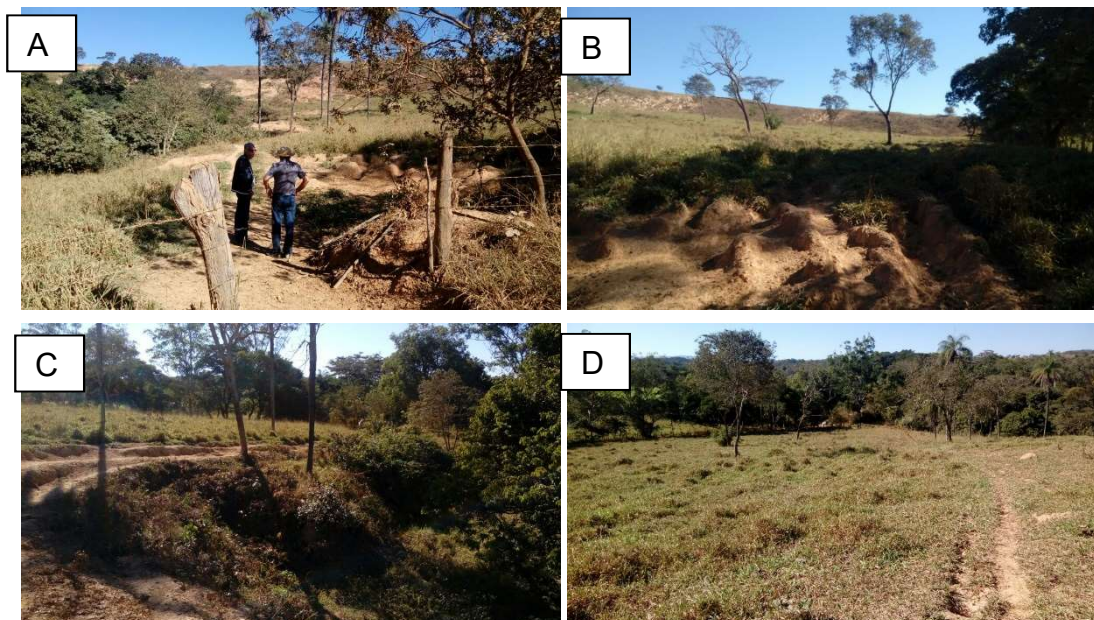


Figura 4.5 – Fotos do local indicado para a nova ETE.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Ainda com relação às declividades do terreno, na porção mais baixa do terreno, próxima do córrego Grande e da estrada de acesso, as mesmas atingem a faixa de 8 a 12% (Figura 4.5). Nas áreas com maior declividade, estas chegam à faixa de 34 a 39%.

Ressalta-se ainda que o terreno possui um divisor de águas, o que acarreta em duas microbacias. Uma parte da área, verte para norte, em direção à grota de um afluente do córrego São José e a maior parte do terreno delimitado, à sul, próximo da estrada de acesso, verte para sul, diretamente para o córrego Grande, principal curso de água e que será o receptor do efluente.

Grande parte do acréscimo de área a ser adquirida se deu pela necessidade de área destinada à Disposição do Efluente no Solo.

Do ponto de vista da sustentabilidade, também objetivo deste projeto, a utilização da aplicação do efluente no solo permite o cultivo de biomassa que pode ser destinada à alimentação animal para os criadores existentes no Distrito, o que foi apontado na reunião pública de apresentação das alternativas à comunidade como interesse local.

O sistema de aplicação direta do efluente no solo não necessita do emprego de substratos, como brita, cascalho ou areia para o meio suporte, pois se aplica o efluente sobre o próprio terreno existente, que é utilizado para o plantio das espécies vegetais.

O efluente a ser utilizado para fertirrigação será proveniente do Decantador Secundário e passará por reservatórios de acumulação, dotados de registros e extravasores, que controlarão a vazão efluente a ser aplicada no terreno. Caso se deseje descartar o efluente tratado diretamente no córrego Grande, isso também será possível através da manobra de registros.

A área de plantio estará à jusante da ETE, em local topograficamente favorável na parte mais plana e baixa do terreno, e não demandará terraplenagem.

A parte do terreno escolhida para o plantio da biomassa encontra-se com sua topografia natural, com menores e quase constantes declividades (em torno de 12%). Sua área disponível é de aproximadamente 11.621,14 m², correspondente a 36,7% da área total, e está próxima do córrego Grande e da estrada existente (Figura 4.6).

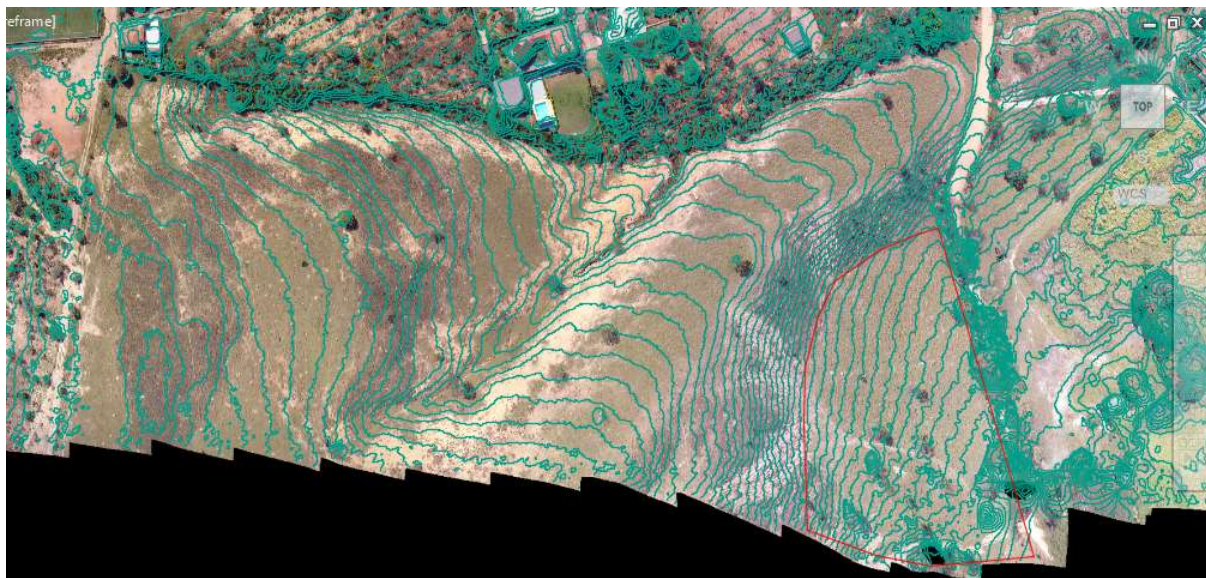


Figura 4.6 – Área destinada à irrigação para cultivo de biomassa em vermelho.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Após o desenvolvimento dos projetos, chegou-se a uma área de implantação de aproximadamente 12.350 m² para os principais elementos da ETE: UASB, FBP, DSE, Leitões de Secagem, Reservatórios de Efluentes, Reservatórios de Armazenamento de Águas Pluviais, Escritório e Laboratório e Vias de Acesso. Esta área corresponde a cerca de 39,1% da área total.

Portanto, o sistema UASB + FBP + Disposição no Solo, será a solução adotada para a nova Estação de Tratamento de Esgoto de São José de Almeida, com uma área útil total de 23.971,14 m² (plantio + infraestrutura e estruturas de tratamento).

4.7 Parâmetros da Estação de Tratamento de Esgoto

Para o cálculo da ETE, UASB + FBP, serão utilizadas as bibliografias adequadas, nomeadamente Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Reatores Anaeróbios (CHERNICHARO, 2016) para o Reator UASB, *Wastewater Treatment* (TUDelft, 2010) para o FBP e o Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios – PROSAB 2 (PROSAB, 2001) para dimensionamento do Decantador Secundário. Além disso, considerou-se a norma NBR Nº 12209/2011- Elaboração de projetos hidráulicos-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários (ABNT, 2011).

Conforme explanado no item 4.5, a ETE de SJA foi etapalizada, e possui módulos com capacidade de metade do dimensionamento total de fim de plano. A vazão de cada módulo é de 14,64 l/s.

Desta forma, abaixo são apresentados os parâmetros e dimensionamento correspondente a 1 módulo da ETE. Exceção se dá para o Tratamento Preliminar e Estação Elevatória, que deve ser dimensionada para as vazões de fim de plano (Etapas 1 + 2).

4.7.1 Tratamento Preliminar

O Tratamento Preliminar foi concebido para ser implantado na área da atual ETE, na Rua Nicolau Moreira de Moraes, que está centralizada no Distrito e onde poderá receber os esgotos de todos os bairros. A estrutura é dimensionada para as vazões da Etapa 2 de projeto, fim de plano, e seus parâmetros de entrada são os seguintes:

4.7.1.1 Parâmetros de entrada

População: 12.931 hab.

Vazão afluente mínima (Q_{\min}): 17,91 L/s = 1,08 m³/min

Vazão afluente média (Q_{med}): 27,73 L/s = 1,67 m³/min

Vazão afluente máxima (Q_{\max}): 43,44 L/s = 2,61 m³/min

4.7.1.2 Dimensionamento

Gradeamento

Seção das barras: 5/16 x 1 1/2" (8x40 mm)

Número de barras: 16 barras

Espaçamento entre barras: 15 mm

Espaçamento entre barras extremas e o canal: 3,5 mm

Inclinação: 45°

Eficiência: 0,65

Área Útil: 0,072 m²

Área Total: 0,110 m²

Largura do Canal no gradeamento: 0,36 m

Velocidade para vazão mínima: 0,62 m/s

Velocidade para vazão média: 0,60 m/s

Velocidade para vazão máxima: 0,62 m/s

Perda de Carga no Gradeamento (hf), obstrução máxima de 50%: hf= 0,107 m

Comprimento da grade (x): x= 1,10

Caixas de areia (desarenadora)

2 câmaras (canais paralelos)

Largura da câmara (canal): 0,48 m

Alturas das lâminas de água para vazão mínima: 0,124 m

Alturas das lâminas de água para vazão média: 0,198 m

Alturas das lâminas de água para vazão máxima: 0,299 m

Velocidade para vazão mínima: 0,144 m/s

Velocidade para vazão média: 0,290 m/s

Velocidade para vazão máxima: 0,302 m/s

Velocidade recomendada: 0,300 m/s

Comprimento (L): 6,75 m

Taxa de escoamento superficial (I): 739,32 m³/m².d

Taxa de escoamento recomendada: 600 < I < 1200 m³/m².d

Medidor de vazão

Calha Parshall: Tipo W=3"

Vazão mínima: 0,8 L/s

Vazão Máxima: 51,0 L/s

Altura da Lâmina Líquida (H)

Altura, H, medida a 2/3 da seção convergente da calha Parshall.

$$H_{\text{mín.}} = 0,226 \text{ m}$$

$$H_{\text{méd.}} = 0,300 \text{ m}$$

$$H_{\text{máx.}} = 0,401 \text{ m}$$

Rebaixo do medidor Parshall (Z)

Rebaixo, Z, do medidor Parshall, em relação à soleira do vertedor da caixa de areia.

$$Z = 0,10 \text{ m}$$

Altura da lâmina de água (h)

Altura da lâmina de água, h, antes do rebaixo da caixa de areia (caixa desarenadora).

$$h_{\text{mín.}} = 0,124 \text{ m}$$

$$h_{\text{méd.}} = 0,198 \text{ m}$$

$$h_{\text{máx.}} = 0,299 \text{ m}$$

4.7.2 Estação Elevatória 1 – Esgoto Bruto

A Estação Elevatória 1, de esgoto bruto se localiza após o Tratamento Preliminar, também na área da ETE existente e é dimensionada para as vazões da Etapa 2 de projeto (futura).

A estação é concebida através da operação de 2 bombas simultaneamente, de igual capacidade, e haverá uma bomba reserva idêntica para substituição imediata, caso necessário. Seus parâmetros de entrada são os seguintes:

4.7.2.1 Parâmetros de entrada

População: 12.931 hab.

Vazão afluente mínima ($Q_{\text{mín}}$): 17,91 L/s = 1,08 m³/min

Vazão afluente média ($Q_{\text{méd}}$): 27,73 L/s = 1,67 m³/min

Vazão afluyente máxima (Q_{max}): 43,44 L/s = 2,61 m³/min

4.7.2.2 Dimensionamento

Vazão de cada Bomba

$$Q_b = 43,44 / 2 = 21,72 \text{ L/s} = 1,30 \text{ m}^3/\text{min}$$

Volume Mínimo do Poço de Sucção

$$V = 3,25 \text{ m}^3$$

Dimensões do Poço de Sucção

$$A = 4,00 \text{ m}^2 = 2,00 \text{ m} \times 2,00 \text{ m}$$

Tempo de Detenção mínimo

$$T = 2,6 \text{ min} < 20 \text{ min}$$

Diâmetro da Linha de Recalque

$$D = 300 \text{ mm}$$

Altura Manométrica de Recalque

$$H_{man} = 35 \text{ m}$$

Potência do Grupo Moto-bomba

$$P = 14,2 \text{ cv}$$

4.7.3 Estação Elevatória 2 – Esgoto Bruto

A Estação Elevatória 2, de esgoto bruto, se localiza no Bairro Santo Amaro, na parte baixa da Rua Prefeito José e Rodrigues, e recebe o interceptor concebido na Etapa 1 para o bairro Santo Amaro, assim como recebe a rede de esgoto projetada nesta via.

A estrutura foi dimensionada para as vazões de fim de plano e é concebida para o funcionamento de 2 bombas em paralelo, de igual capacidade, e haverá uma bomba

reserva idêntica para substituição imediata, caso necessário. Seus parâmetros de entrada são os seguintes:

4.7.3.1 Parâmetros de entrada

População: 295 hab.

Vazão afluente mínima (Q_{\min}): 0,49 L/s = 0,0294 m³/min

Vazão afluente média (Q_{med}): 0,71 L/s = 0,0426 m³/min

Vazão afluente máxima (Q_{\max}): 1,07 L/s = 0,0642 m³/min

4.7.3.2 Dimensionamento

Vazão de cada Bomba

$Q_b = 1,07 / 2 = 0,535 \text{ L/s} = 0,032 \text{ m}^3/\text{min}$

Volume Mínimo do Poço de Sucção

$V = 1,34 \text{ m}^3$

Dimensões do Poço de Sucção

Diâmetro = 1,50 m

Área = 1,77 m²

Tempo de Detenção mínimo

$T = 2,18 \text{ min} < 20 \text{ min}$

Diâmetro da Linha de Recalque

$D = 75 \text{ mm}$

Altura Manométrica de Recalque

$H_{\text{man}} = 16,03 \text{ m}$

Potência do Grupo Moto-bomba

$P = 5,6 \text{ cv}$

4.7.4 UASB

O Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo – UASB é dimensionado para 1/2 da vazão de fim de plano.

Para Etapa 2 (futura) deve-se implantar mais 1 reator UASB de igual dimensionamento, correspondente a 1/2 da vazão.

4.7.4.1 Parâmetros de entrada

População: 4.350 hab.

Vazão afluente média (Q_{med}): 14,64 L/s = 1.264,93 m³/d = 52,71 m³/h

Vazão afluente máxima (Q_{max}): 19,88 L/s = 1.717,33 m³/d = 71,56 m³/h

DQO afluente: 600 mg/L

DBO afluente: 350 mg/L

Temperatura do esgoto: 23°C

Coefficiente de produção de sólidos: $Y = 0,18 \text{ kg SST} / \text{kg DQO}_{aplicado}$

Coefficiente de produção de sólidos em termos de DQO: $Y = 0,21 \text{ kg DQO}_{lodo} / \text{kg DQO}_{aplicado}$

Concentração esperada para o lodo de descarte: $C = 4\%$

Densidade do lodo: $g = 1.020 \text{ kgSST/m}^3$

4.7.4.2 Dimensionamento

Carga Afluente Média de DQO

$Lo = 758,93 \text{ kgDQO} / \text{dia}$.

Tempo de Detenção Hidráulica (TDH)

TDH = 8 horas.

Volume do Reator (V)

$V = 421,60 \text{ m}^3$.

Altura do Reator (H)

H = 4,50 metros (adotado).

Área do Reator (A)

$A = 100 \text{ m}^2$ (Adotou-se reator retangular de 10 m x 10m).

Carga Orgânica Volumétrica (COV)

$COV = 1,80 \text{ kg DQO} / \text{m}^3 \cdot \text{dia}$

Carga Hidráulica Volumétrica (CHV)

$CHV = 3,00 \text{ m}^3 / \text{m}^3 \cdot \text{dia}$

Velocidades Superficiais

Velocidade para vazão média ($V_{\text{méd}}$): $V_{\text{méd}} = 0,53 \text{ m/h}$

Velocidade para vazão máxima ($V_{\text{máx}}$): $V_{\text{máx}} = 0,72 \text{ m/h}$

Velocidades de referência (Charnicharo, 2016): $0,5 < V_{\text{méd}} < 0,7 \text{ m/h}$ e $V_{\text{máx}} \leq 1,1 \text{ m/h}$

Sistema de Distribuição do Esgoto Afluente

Pontos de distribuição no interior do UASB: 6 pontos

Tubos de distribuição do efluente no reator UASB: 36 tubos

Estimativa da Influência de Remoção de DQO e DBO do Reator

$E_{DQO} = 67\%$

$E_{DBO} = 75\%$

Estimativa de Concentrações de DQO e de DBO no Efluente Final

$S_{DQO} = 198 \text{ mgDQO/L}$

$S_{DBO} = 88 \text{ mgDBO/L}$

Avaliação da Produção de Metano (CH₄)

$DQO_{CH_4} = 349,10 \text{ kgDQO}_{CH_4}/\text{d}$

Conversão de Massa de Metano em Produção Volumétrica (f(T))

$$f(T) = 2,63 \text{ kgDQO/ m}^3$$

Produção Volumétrica de Metano (Q_{CH4})

$$Q_{CH4} = 132,74 \text{ m}^3/\text{d}$$

Produção de Biogás (Q_{biogás})

$$Q_{biogás} = 177,00 \text{ m}^3/\text{d}$$

Número de Coletores de Gases

Número de coletores de biogás: 3 coletores

Comprimento de cada coletor: 10 m

Comprimento total de coletores: 30 m

Largura de cada coletor de Biogás: 0,30 m

Área total de coletores de Biogás: 9,00 m²

Taxa de Liberação de Biogás nos coletores

$$Kg = 0,819 \text{ m}^3/\text{ m}^2.\text{dia}$$

Dimensionamento das Aberturas (passagens) para o Decantador

Número de separadores trifásicos: 3 separadores

Número de aberturas simples (junto às paredes): 2 aberturas

Número de aberturas duplas (centrais): 2 aberturas

Número equivalente de aberturas simples: 6 aberturas

Comprimento de cada abertura: 10 m

Comprimento equivalente de aberturas simples: 60 m

Largura de cada abertura (adotada): 0,35 m

Área total de aberturas: 21 m²

Velocidades Através das Aberturas

Velocidade para vazão média ($V_{\text{méd}}$): $V_{\text{méd}} = 2,50 \text{ m/h}$

Velocidade para vazão máxima ($V_{\text{máx}}$): $V_{\text{máx}} = 3,41 \text{ m/h}$

Velocidades de referência (Charnicharo, 2016): $V_{\text{méd}} \leq 2,5 \text{ m/h}$ e $V_{\text{máx}} \leq 4,0 \text{ m/h}$

Dimensões das Aberturas

Dimensões das aberturas simples: Largura = 0,35 m x Comprimento = 10,00 m

Dimensões das aberturas duplas: Largura = 0,70 x Comprimento = 10,00 m

Dimensionamento do Compartimento de Decantação

Número de compartimentos de decantação simples: 2 decantadores

Número de compartimentos de decantação duplos: 2 decantadores

Comprimento de cada decantador: 10 m

Decantador 1 = Decantador 3 = Decantador 5

$V_1 = V_3 = V_5 = 21,3 \text{ m}^3$

Decantador 2 = Decantador 4 = Decantador 6

$V_2 = V_4 = V_6 = 19,9 \text{ m}^3$

Volume Total 4 = $V_1 + V_3 + V_5 + V_2 + V_4 + V_6 = 123,6 \text{ m}^3$

Área Superficial do Compartimento de Decantação

$A_1 = A_3 = A_5 = 10 \times (0,35 + 1,02) = 13,70 \text{ m}^2$

$A_2 = A_4 = A_6 = 10 \times (0,35 + 0,92) = 12,70 \text{ m}^2$

Área Total = $(3 \times 13,70) + (3 \times 12,70) = 79,20 \text{ m}^2$

Taxas de Aplicação Superficial do Compartimento de Decantação

$q_{\text{S-dec.méd.}} = 0,66 \text{ m/h}$

$q_{\text{S-dec.máx.}} = 0,90 \text{ m/h}$

Taxas de referência (Charnicharo, 2016): $q_{\text{S-méd}} \leq 0,80 \text{ m/h}$ e $q_{\text{S-máx}} \leq 1,2 \text{ m/h}$

Tempos de Detenção Hidráulica

$$t_{\text{-dméd.}} = 2,34 \text{ h}$$

$$t_{\text{-dmáx.}} = 0,90 \text{ h}$$

Tempos de detenção de referência (Charnicharo, 2016): $t_{\text{-dméd}} \leq 1,50 \text{ h}$ e $t_{\text{-dmáx}} \leq 1,00 \text{ h}$

Avaliação da Produção de Lodo

$$P_{\text{lodo}} = 136,60 \text{ kgSST/d}$$

$$V_{\text{lodo}} = 3,34 \text{ m}^3/\text{d}$$

No Projeto Executivo devem ser estudados e concebidos os sistemas de retirada de espuma dos decantadores e das câmaras de biogás. Além disso, deve-se considerar a proteção do concreto armado dos decantadores contra a corrosão.

4.7.5 Filtro Biológico Percolador

Assim, como o UASB, o Filtro Biológico Percolador é dimensionado para 1/2 da vazão de final de plano, a fim de atender a Etapa 1.

Na Etapa 2 (futura) deve-se implantar mais 1 FBP de igual dimensionamento, a fim de dobrar a vazão de tratamento, atendendo, portanto, a população de fim de plano.

De acordo com Von Sperling (2017) as eficiências dos Filtros Biológico Percolador de Baixa taxa de Aplicação são:

Eficiência média de remoção de DBO: 85 - 93%, adotado 85%

Eficiência média de remoção de DQO: 80 - 90%, adotado 80%

Concentração de Lodo Esperado para o Lodo de Descarte: 1,5 – 4,0%, adotado 4%

Carga Orgânica Volumétrica afluyente no FBP = $0,350 - (0,350 \text{ kgDBO/d} \times E_{\text{UASB}}) = 0,350 \times 0,75 = 0,350 - (0,263) = 0,0875 \text{ kgDBO/d}$

População: 4.350 hab.

Vazão afluente média (Q_{med}): 14,64 L/s = 1.264,93 m³/d = 52,71 m³/h

Vazão afluente máxima (Q_{max}): 19,88 L/s = 1.717,33 m³/d = 71,56 m³/h

DQO afluente: 87,50 mg/L

DBO afluente: 13,13 mg/L

4.7.5.1 Dimensionamento

Carga afluente de DBO (Bd)

Bd = 110,68 kgDBO/dia

Taxa de Aplicação Orgânica (TAO)

TAO = 0,20 kgDBO / m³ / dia

Taxa de Aplicação Superficial (TAS)

TAS <= 0,2 m³ / m² dia

Volume do Filtro (V)

V = Bd / B = 553,39 m³.

Altura do Filtro (H)

H = 2,00 metros (adotado).

Área do Filtro (A)

A = V / H = 276,70 m² > A_{min}.

Cálculo da Área mínima do Filtro (A_{min})

A_{min} = Q_{med} / Vq_{máx} = 263,52 m².

Onde, Vq_{máx} < 0,2 m³ / m² / h.

Diâmetro do Filtro (D)

D = 19 metros.

Avaliação da Produção de Lodo

DBOremovível = 94,07 kgDBO/dia

$P_{\text{lodo}} = 70,56 \text{ kgSST/d}$

$V_{\text{lodo}} = 1,73 \text{ m}^3/\text{d}$

4.7.6 Decantador Secundário

O Decantador Secundário foi dimensionado baseado nos cálculos de PROSAB - Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios (PROSAB, 2001).

4.7.6.1 Dimensionamento

Taxa de Escoamento Superficial (TES)

$TES = 25 \text{ m}^3 / \text{m}^3 / \text{dia}$.

Área (A)

$A = Q_{\text{med}} / TES = 50,6 \text{ m}^2$.

Altura (H)

$H = 3,50 \text{ metros (adotado)}$.

Diâmetro (D)

$D = 8 \text{ metros}$.

Avaliação da Produção de Lodo

$P_{\text{lodo}} = 181,39 \text{ kgSST/d}$

$V_{\text{lodo}} = 2,0 \text{ m}^3/\text{d}$

4.7.7 Leitões de Secagem

Para o tratamento do lodo, proveniente do reator UASB e do Decantador Secundário, foram projetados Leitões de Secagem, dimensionados a partir das premissas de carga orgânica dos efluentes e das eficiências de remoção das unidades do sistema de

tratamento. Os cálculos foram baseados em bibliografia do PROSAB (PROSAB, 2001).

4.7.7.1 Dimensionamento

Área Total Demandada

$$A_t = 2 \times 430,20 = 860,40 \text{ m}^2$$

Número de Leitos de Secagem

$$2 \times 4 \text{ leitos} = 8 \text{ leitos}$$

Área de cada leito

$$A = 9,00 \text{ m} \times 12,00 = 108 \text{ m}^2$$

Área Total Projetada

$$A_t = 2 \times 432,00 = 864,00 \text{ m}^2$$

O lodo desidratado, retirado dos leitos de secagem deverá ser aterrado ou inserido no processo de compostagem dos resíduos orgânicos no aterro sanitário. Como alternativa, no Projeto Executivo, deve-se estudar a possibilidade de utilização desse material como fertilizante no solo onde será realizado o plantio da biomassa, ou ainda aterrado na área da ETE em valas específicas para esta finalidade.

4.7.8 Tratamento do Biogás

Foi avaliado o aproveitamento do Biogás para promover a Secagem Térmica do lodo gerado na ETE, no entanto, essa alternativa não se mostrou economicamente viável para a localidade, uma vez que o reator UASB não produz a quantidade de biogás suficiente para desidratar todo o lodo gerado na ETE, o que demandaria aquisição de energia adicional para este fim, seja por gás ou energia elétrica. Além disso, o equipamento de secagem térmica demandaria um outro equipamento adicional, para desaguamento prévio do lodo, a fim de atingir teores de sólidos adequados para o lodo a ser secado termicamente. Desta forma, o gerenciamento do biogás produzido pelo processo anaeróbio ocorrente no reator UASB será a coleta e transporte de deste

gás até o Queimador de Biogás convencional, esta estrutura, localizada próxima da Caixa de Distribuição 1, promoverá a queima do gás metano, que possui elevado potencial de causar efeito estufa (21 vezes maior que o gás carbônico), evitando que o mesmo seja lançado na atmosfera.

Como alternativa, durante a elaboração dos Projetos Executivos, deve-se estudar a possibilidade de aproveitamento do biogás para atendimento da copa existente na instalação de apoio/laboratório da ETE, a fim de queimar o gás para um fim mais nobre, tornando o gerenciamento deste subproduto mais sustentável do ponto de vista econômico e ambiental.

4.7.9 Disposição do Efluente no Solo

O sistema definido para Disposição do Efluente no solo, a fim de se promover a fertirrigação do terreno para o plantio de espécies vegetais (biomassa) pelos criadores de animais do distrito, consistirá em 8 (oito) reservatórios em Plástico Reforçado com Fibra de Vidro, com capacidade individual de 20.000L e total de 160.000 L, implantados sobre uma base de concreto armado, e as tubulações de irrigação, em PVC que distribuirão o efluente no solo.

Tais caixas serão alimentadas pelo efluente imediatamente após a medição final da ETE, localizada à jusante do decantador secundário, através de uma derivação, dotada de registros na tubulação principal de descarte do efluente, onde o operador poderá escolher entre o enchimento das caixas, para acumulação e posterior irrigação, ou a irrigação constante do solo, ou ainda, o descarte, diretamente no curso de água, Córrego Grande, à jusante da área destinada ao plantio de espécies vegetais.

As caixas serão interligadas por tubulação de PVC de 100 mm e 4 das 8 caixas serão interligadas à tubulação principal de descarte no curso de água através de extravasores.

A aplicação será definida de acordo com a necessidade de produção das espécies vegetais, da área cultivada no momento e da estação do ano.

Na área de plantio, foi concebido um sistema de irrigação do solo através de tubulações superficiais, dotadas de registros, dispostas em “espinha de peixe” e que promoverão a aplicação do efluente através do escoamento superficial e da infiltração no solo. Para isso, foi concebida uma tubulação central principal em PVC, de 40 mm, apoiada em pilaretes de concreto a cada 4 metros, de onde derivarão oito tubulações secundárias, todas dotadas de registros a montante, e que permitirão a alternância da irrigação do solo em cada um dos 7 setores de plantio. O carga estática mínima prevista no sistema é de 5,5 metros e a máxima de 15,5 metros.

A utilização da biomassa para fim de alimentação animal, demanda o cuidado sanitário de não aspergir o efluente, que contém microrganismos patogênicos, sobre as folhas e caules, desta forma, é preciso garantir que o efluente seja aplicado apenas no solo, para que escoe superficialmente ou infiltre sem contato com as folhas. Outro cuidado é fazer o corte da biomassa acima do solo e deixar que a mesma seque, descansando por um período, de preferência exposta ao sol, antes de ser levada para o consumo dos animais.

De acordo com Pereira *et al.* (2014 *apud* MATOS, 2017) nas condições climatológicas brasileiras verifica-se total remoção de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) no solo depois de 6,6 dias da aplicação do esgoto sanitário bruto no solo plantado. No sistema concebido, no entanto, o efluente é secundário e o processo, segundo Von Sperling (2017) já removeu de 1 a 2 unidades logarítmicas de Coliformes, favorecendo portanto a concentração dos organismos patogênicos.

Segundo Prosab (2001), os fatos reais conhecidos, que consideram os vários fatores envolvidos, demonstram que a análise de risco potencial da utilização de esgotos e efluentes tratados em irrigação tem superestimado a probabilidade de ocorrência de agravos à saúde pública.

É importante frisar que no Brasil, assim como no mundo, não existe um padrão que regulamente a aplicação de efluentes no solo e cada país possui suas próprias “recomendações”, (quando existem), fundamentadas no bom senso e nas condições de saúde pública (MATOS, 2017). Um estudo mais aprofundado, após o

conhecimento do solo e a definição das espécies vegetais a serem cultivadas, deverá ser realizado na fase de Projeto Executivo.

Segundo Matos (2017), em culturas permanentes, como é o caso, a aplicação pode ser subdividida durante todo o ano, uma vez que a alimentação animal é necessário durante todo o ano e o sistema deve permitir o uso por diferentes produtores interessados.

Ressalta-se que para no manuseio do sistema, por parte do operador da ETE, a utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI) é imprescindível e deve ser compatível aos riscos de contaminação (luvas impermeáveis, óculos, macacão e botas).

Ainda segundo Prosab (2001), restrições às culturas a serem irrigadas com esgotos, associadas à seleção do método de irrigação e cuidados de proteção individual, a possibilidade de contato entre os patogênicos e as pessoas pode ser reduzida ou anulada. Tais premissas permitem a utilização de esgotos sanitários em irrigação, tendo como resultado um baixo risco à saúde, de forma econômica e tecnicamente viável. Estas medidas são mais ou menos rigorosas, dependendo do grau de tratamento dos esgotos, dos fatores locais condicionantes e da suscetibilidade das pessoas expostas.

Pela vazões de projeto, as caixas em início e fim de plano, deverão ser enchidas em:

$$T(Q_{T \text{ méd início de plano}}) 9,71 \text{ l/s (ano 2021)} = 6,6 \text{ horas}$$

$$T(Q_{T \text{ méd fim de plano}}) 27,55 \text{ l/s (ano 2045)} = 1,6 \text{ horas}$$

Considerando-se estas mesmas vazões, e a área total irrigável (11621,14 m²) a taxa de aplicação do efluente no solo poderá ser de até:

$$T \text{ aplicação } (Q_{T \text{ méd início de plano}}) 9,71 \text{ l/s (ano 2021)} = 49,9 \text{ l/m}^2.\text{dia}$$

$$T \text{ aplicação } (Q_{T \text{ méd fim de plano}}) 27,55 \text{ l/s (ano 2045)} = 204,8 \text{ l/m}^2.\text{dia}$$

4.7.10 Considerações Finais

No Projeto Executivo deve ser definido e dimensionado o sistema de recirculação da ETE, definindo-se as cotas, interligações e o sistema de recalque.

No Projeto Executivo deverá ser dimensionado o sistema de armazenamento de águas pluviais previsto e orçado neste Projeto Básico através de 8 (oito) reservatórios de 10.000 L em PRFV, interligados entre si e que terão o extravasor ligado à uma boca-de-lobo. As águas reservadas neste sistema poderão ser utilizadas pela AMSJA ou pela Prefeitura para diversos serviços sanitários e ambientais, limpeza, irrigação e humectação de vias, já que no município diversas ruas não possuem pavimentação.

4.8 Critérios e Parâmetros de Projeto dos Sistemas Estáticos

Neste Produto 4 (Projeto Básico), apresenta-se as diferentes tipologias de sistema estático do tipo Fossa-sumidouro a serem executadas, para atendimento de determinada edificação ou conjunto de edificações. A seleção levou em conta a realidade local, que já utiliza esse sistema de tratamento de esgotos no Distrito, e as condições hidrogeológicas locais verificadas em campo visualmente. Estas últimas devem ser confirmadas através de estudos geotécnicos a serem realizados na etapa de Projeto Executivo ou Execução das Obras. Estes estudos são imprescindíveis para o correto dimensionamento e confirmação da solução estática, uma vez que trarão ao conhecimento o nível do lençol freático e o tipo de solo, especificamente o conhecimento da sua permeabilidade, informações imprescindíveis para a utilização do sistema Fossa-sumidouro, uma vez que o sumidouro aplica o efluente no solo.

Além dos estudos geológicos, durante a elaboração dos Projetos Executivos ou Execução das Obras é necessário a conferência do número de moradores em cada edificação beneficiária, pois este número define a tipologia do sistema estático e conseqüentemente o correto dimensionamento em função do número de usuários, conforme será demonstrado a seguir.

É importante destacar que para elaboração do orçamento deste Projeto Básico considerou-se todas as Fossa-sumidouro como do Tipo A, dimensionada para até 5 habitantes, deste forma, quando da elaboração dos Projetos executivos, esse

orçamento certamente sofrerá alterações em função da tipologia do sistema estático mais adequada a ser alocada para atendimento das famílias.

Os parâmetros de projeto utilizados no dimensionamento das Fossa-sumidouro foram baseados nas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A seguir são especificados os parâmetros de projeto utilizados no dimensionamento deste sistema.

4.8.1 Fossa-Sumidouro – FS

Conforme mencionado, os bairros não contemplados pelo sistema dinâmico nas Etapas 1 e 2 (Capão Tamanduá e Taquara) e as residências dos bairros atendidos por rede coletora de esgotos, mas que não conseguem interligação à mesma, serão contemplados por sistema estático individual composto por Fossa-sumidouro. Para este último caso, foram estimados que 5% da população de início de plano, ou 108 pessoas, que corresponde a 34 residências, serão atendidas nas áreas urbanas do Centro e Santo Amaro por Fossa-sumidouro.

Segundo a Norma Brasileira (NBR) N° 7.229/1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, as contribuições residenciais de esgoto variam entre 100, 130 e 160 L/hab.dia, considerando-se padrões residenciais baixo, médio e alto, respectivamente. Assim, adotar-se-á no dimensionamento das Fossas-sumidouro o valor médio de 130 L/hab.dia, valor este utilizado por várias indústrias fabricantes de fossas sépticas. Os dimensionamentos dos elementos filtrantes e de disposição no solo são baseados na NBR N° 13.969/1997 – Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos – Projeto, Construção e Operação.

4.9 Estudo de Demanda

Os Projetos Básicos dos Sistemas Estáticos e Dinâmicos foram dimensionados para diferentes números de usuários, que variam em função do levantamento realizado *in loco* no Diagnóstico. Cada solução estática apresenta sua tipologia, que será demonstrada adiante.

4.10 Cálculo dos Sistemas Estáticos

Neste item apresenta-se a memória de cálculo do dimensionamento das Fossa-sumidouro para diferentes números de usuários.

4.10.1 Fossa--sumidouro

A solução Fossa—sumidouro (FS), é um conjunto de uma fossa séptica de câmara única, seguida de uma câmara sumidouro.

O conjunto é usualmente comercializado pré-moldado e na forma cilíndrica, os materiais construtivos são diversos, tais como concreto, plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) e polietileno de alta densidade (PEAD), todos com a mesma eficiência.

Deve-se ter atenção ao local onde se deseja instalar o conjunto Fossa-sumidouro, pois o bom desempenho do Sumidouro depende tanto do tipo de solo quanto da sua posição em relação ao nível máximo do lençol freático. Dentre eles, ressalta-se o cuidado quando da sua implantação em locais onde exista solo arenoso, que influencia tanto a construção quanto a permeabilidade do efluente, o que pode prejudicar o seu funcionamento. Além disso, essa estrutura não deve ser implantada onde o nível máximo do lençol freático esteja a menos de 1,50 m de distância do fundo do Sumidouro, condição que impossibilita o funcionamento desta estrutura, já que uma das suas importantes características é permitir que haja a percolação e depuração do efluente no solo.

Outro cuidado extremamente importante é a interligação da tubulação das águas cinzas a uma caixa de gordura, instalada antes do sistema FS e que, conforme será explicado adiante, tem a função de reter óleos, graxas, gorduras e sabões, maléficos ao sistema.

O esquema ilustrativo do sistema é apresentado na Figura 4.7.

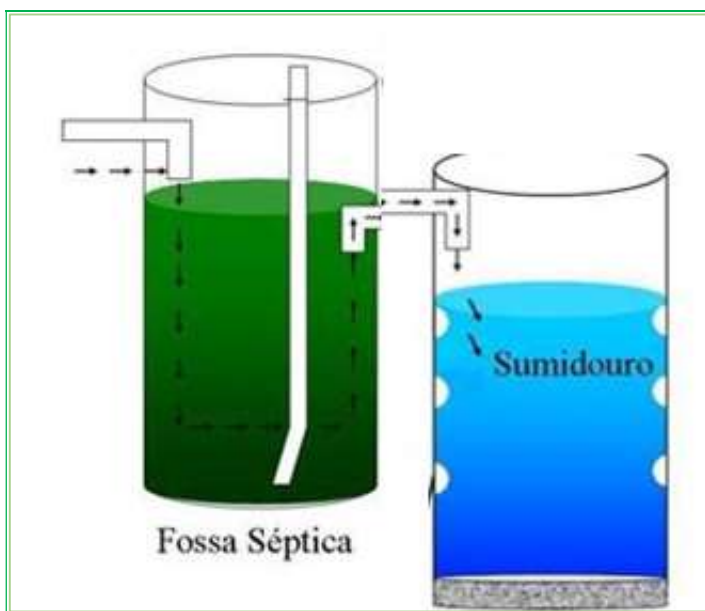


Figura 4.7 – Esquema do conjunto Fossa-sumidouro.
Fonte: DHF Consultoria, adaptado de MASTER AMBIENTAL, 2016.

Foram concebidos quatro tipos de conjuntos Fossa-sumidouro, dimensionados em função da população atendida. A seguir definem-se os quatro tipos escolhido, assim como a população a ser atendida por cada um deles:

- ✓ Tipo A - até 5 pessoas;
- ✓ Tipo B - de 6 a 10 pessoas;
- ✓ Tipo C - de 11 a 15 pessoas;
- ✓ Tipo D - de 50 a 60 pessoas; e
- ✓ Tipo E – de 70 a 80 pessoas.

Fossa Séptica de câmara única

O dimensionamento das fossas sépticas deve seguir o que estabelece a NBR N° 7.229/1993, conforme mencionado no modelo esquemático apresentado na figura anterior. A equação de cálculo do volume útil do tanque séptico de câmara única, apresentada na NBR N° 7.229/1993 é a seguinte:

$$V = 1.000 + N * (C * T + K * Lf)$$

V = volume útil, em litros;

N = número de pessoas contribuintes;

C = contribuição de esgoto (L/pessoa x dia);

T = período de detenção, em dias;

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco; e

Lf = contribuição de lodos frescos (L/pessoa x dia).

De acordo com a norma brasileira NBR N° 7.229/1993 o período de detenção, para volumes de contribuição diária menores que 1.500 L (o que abrange as FS Tipo A e Tipo B), é de 1,0 dia. Para contribuição diária de 1.501 L a 3.000 L (correspondente à FS Tipo C), a norma indica 0,92 dia. Por fim, para a faixa de contribuição diária de 7.501 a 9.000 L (correspondente à FS Tipo D), é indicado o tempo de detenção de 0,58 dia. Para o Tipo E também foi adotado este tempo de detenção.

Já a contribuição de lodos frescos varia com base na contribuição de esgoto por habitante e as características das edificações, sendo que para os casos diagnosticados é adequado adotar o valor de 1,0 L/habitante.dia. Convém expor que o volume mínimo admissível para a fossa séptica, segundo a NBR N° 7.229/1993, *apud* Jordão (1995), é de 1.250 litros.

Os diâmetros das fossas foram definidos levando-se em consideração os diferentes tamanhos disponíveis no mercado, facilidade de execução e a experiência da Equipe Técnica da DHF Consultoria, sempre respeitando o volume útil calculado, para verificação e definição da altura adotada, conforme apresentado na Tabela 4.11. A norma NBR N° 7.229/1993 determina ainda o diâmetro mínimo dos tanques sépticos, que deve ser de 1,10 m. Ressalta-se que à altura adotada deve-se somar 0,30 m correspondente à altura sobressalente que abrange as alturas dos tubos de entrada e saída e ainda uma folga de 0,10 m acima do tubo de entrada.

Tabela 4.11 – Fossa Séptica: tipos e dimensionamento.

Tipo	Nº de pessoas	Volume Útil Calculado (L)	Volume Útil Adotado (L)	Dimensões Adotadas (m)		Volume Total Adotado (L)
				Diâmetro	Altura	
A	5	1.935	1.991	1,30	1,80	2.389
B	10	2.870	2.925	1,40	2,20	3.387
C	15	3.649	3.820	1,60	2,20	4.423
D	60	8.944	9.140	2,30	2,50	10.387
E	80	10.760	10.799	2,50	2,50	12.272

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A eficiência da fossa séptica de câmara única, em termos de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), segundo Jordão (1995), é de 35 a 61%, dentro da faixa admissível, 30 a 65%, preconizada pela NBR Nº 7.229/1993. De acordo com Chernicharo (1997) as eficiências das câmaras sépticas quanto à remoção de sólidos suspensos é de 20 a 90% e de remoção de óleos e graxas é de 70 a 90%.

Sumidouro

O dimensionamento do sumidouro, de acordo com a NBR Nº 13.969/1997 leva em conta a realização de ensaio de percolação de líquido pelo solo e segundo Jordão (1995) é dado pela equação a seguir.

$A = Q / C_i$, onde:

A = área de infiltração, em m²;

Q = vazão de esgoto em litros por dia, igual ao produto N x C; e

C_i = coeficiente de infiltração em litros/m².dia.

Apesar dessa indicação, devido às incertezas inerentes à fase de projeto básico, onde não foi realizado o ensaio geotécnico do solo para se conhecer sua capacidade de percolação, para o dimensionamento deste projeto adotou-se como taxa máxima de aplicação diária o valor de 53 L/m².dia, correspondente à taxa de percolação de 600 min/m, de acordo com norma NBR Nº 13.969/1997. Este valor, segundo Jordão (1995) é próximo ao limite inferior de utilização do Sumidouro (40 L/m².dia). Esta premissa

permitirá um dimensionamento a favor da segurança para se obter os orçamentos do projeto em nível básico.

Ressalta-se a importância da realização dos ensaios de solo, de acordo com a referida norma, nas localidades para se recalculer o dimensionamento dos sumidouros na fase de projeto executivo ou execução das obras.

A Tabela 4.12 apresenta o dimensionamento do Sumidouro.

Tabela 4.12 – Sumidouro: tipos e dimensionamento.

Sumidouro						
Tipo	Nº de pessoas	Área de absorção Calculada (m2)	Nº de Unidades	Dimensões (m)		Área de absorção Adotada (m2)
				Diâmetro	Altura	
A	5	12,26	1	1,50	2,25	12,37
B	10	24,53	2	1,50	2,25	24,74
C	15	36,79	3	1,50	2,25	37,11
D	60	147,17	4	2,80	3,50	147,78
E	80	196,23	5	2,80	4,10	197,92

Fonte: DHF Consultoria, 2017

As FS Tipos B, C, D e E, devem ter seus sumidouros precedidos de uma caixa de distribuição de efluente, que deverá distribuir igualmente o líquido para casa uma das unidades projetadas.

Manutenção e operação do sistema FS

De acordo com a literatura especializada da área de saneamento básico uma das grandes vantagens do sistema FS é a simplicidade em sua manutenção, além desta solução praticamente não necessitar de uma operação contínua por parte de seus usuários. Entretanto, a própria norma brasileira apresenta algumas diretrizes que devem ser observadas.

De acordo com a NBR Nº 7.229/1993 antes de entrar em funcionamento, o tanque séptico deve ser submetido ao ensaio de estanqueidade, realizado após ele ter sido saturado por no mínimo 24 h. A estanqueidade é medida pela variação do nível de

água, após preenchimento, até a altura da geratriz inferior do tubo de saída, decorridas 12 h. Se a variação for superior a 3% da altura útil, a estanqueidade é insuficiente, devendo-se proceder à correção de trincas, fissuras ou juntas. Após a correção, novo ensaio deve ser realizado.

Do ponto de vista construtivo destaca-se a importância de seguir as recomendações das normas brasileiras, em especial a NBR N° 7.229/1993 e 13.969/1997, onde destacamos que a escolha do local deve respeitar as seguintes distâncias mínimas:

- ✓ 1,5 m de construções, limites de terreno e ramal predial de água;
- ✓ 3,0 m de árvores e qualquer ponto de rede de abastecimento de água;
- ✓ 15,0 m de poços freáticos e corpos d'água; e
- ✓ Também antes do início da operação do sistema FS, é necessária a implantação da Caixa de Gordura (CG) anterior ao conjunto. Esta estrutura é especificada neste relatório *a posteriori*, em item específico que contempla também seu dimensionamento.

Manutenção: Para o pleno funcionamento do sistema FS é necessária a remoção periódica (a cada 300 dias – aproximadamente 1 ano) do lodo e da espuma do tanque séptico, que deve ser realizada por empresa especializada, que atenda os critérios técnicos e de segurança de acordo com o estabelecido na norma NBR N° 7.229/1993.

Ainda de acordo com a NBR 7.229/1993 o “lançamento do lodo digerido, em estações de tratamento de esgotos ou em pontos determinados da rede coletora de esgotos, está sujeito à aprovação e regulamentação por parte do órgão responsável pelo esgotamento sanitário na área considerada”, o que deverá ser acordado entre os demandantes e este órgão.

A limpeza da Caixa de Gordura deve ser realizada periodicamente, a cada 3 meses, a fim de garantir a plena operação do sistema. O material retirado da CG deve ser acondicionado de forma adequada e posteriormente destinado como resíduo sólido orgânico.

A Caixa de Distribuição do efluente para os sumidouros (exceção para o TIPO A) deverá ser inspecionada a cada 3 meses e, se necessária, realizada sua limpeza nesse momento.

As Caixas de Passagem previstas no sistema deverão ser inspecionadas a cada 3 meses e, se necessária, realizadas suas limpezas.

4.10.2 Caixa de Gordura

Ressalta-se a necessidade de implantação de uma Caixa de Gordura (CG) que deverá receber parte das águas cinzas, efluentes da edificação, antes de serem lançadas nos sistemas estáticos projetados (FS).

A Caixa de Gordura visa reter em sua parte superior gorduras, óleos e graxas, a fim de se evitar o acúmulo de gordura saponificada nas tubulações existentes à jusante. Além disso, a caixa veda a passagem dos gases através do fecho hídrico existente, o que evita que eles retornem para o interior da edificação causando mau cheiro.

A Caixa de Gordura é extremamente importante para preservar o desenvolvimento das bactérias anaeróbias digestoras existentes na FS e para evitar a colmatção do solo no fundo do Sumidouro.

O dimensionamento da Caixa de Gordura, segundo Cardão (1966) é realizado conforme equação abaixo:

$V = 20 + N * 2$ (em litros), onde:

V = volume útil, em litros;

N = número de refeições/dia.

A Figura 4.8 apresenta o detalhe construtivo e dimensionamento de uma caixa de gordura de base quadrada, já a Tabela 4.13 e a Figura 4.9 apresentam o dimensionamento para o projeto em tela.

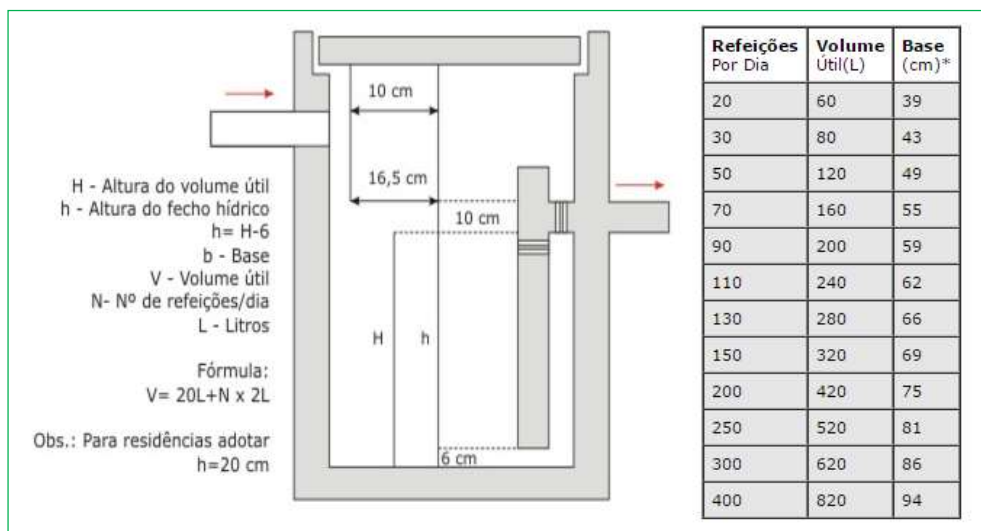


Figura 4.8 – Detalhe Caixa de Gordura e dimensionamento.

Fonte: Naturaltec, 2016.

Tabela 4.13 – Dimensionamento caixas de gordura.

Caixa de Gordura								
Tipo	Nº de Pessoas	Nº de Refeições	Dimensões (cm)				Volume útil (L)	Volume total (L)
			b	a	H	P		
A	5	10	40	40	40	60	64	96
B	10	20	40	40	40	60	64	96
C	15	30	45	45	40	60	81	122
D	60	120	70	70	60	80	294	392
E	80	160	80	80	60	80	384	512

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

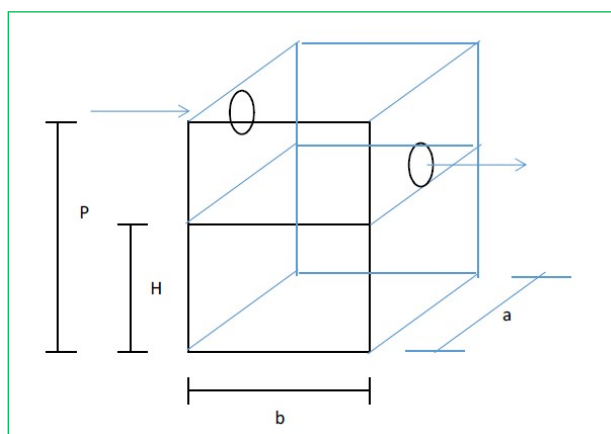


Figura 4.9 – Detalhe dimensões Caixa de Gordura.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações a seguir têm por objetivo estabelecer normas e preceitos que devem ser obedecidos pela Empreiteira, nos trabalhos de construção e fornecimento de materiais para sistema de esgotamento sanitário. Farão parte integrante desta Especificação todas as Normas, Especificações Técnicas e Métodos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) relacionadas direta ou indiretamente com as obras, serviços e materiais. Esta especificação se baseou também nas Especificações Técnicas de Obras, Materiais e Equipamentos da COPASA (COPASA, 2010).

As atividades previstas para implantação dos sistemas de esgotamento sanitário são:

- Instalação do Canteiro e Serviços Preliminares;
- Execução dos Sistemas Dinâmicos;
- Execução dos Sistemas Estáticos.

A Empreiteira, para execução das obras deverá atender aos prazos e seguir as condições e diretrizes do projeto.

5.1 Instalação do canteiro e serviços preliminares

5.1.1 Características

O projeto do canteiro de obras, a ser elaborado pela Empreiteira, para aprovação da Fiscalização deverá ser composta por desenhos elucidativos de suas condições construtivas, especificações dos materiais a serem empregados e lista completa de mobiliário e demais utensílios. Apesar da aprovação, não caberá à Contratante qualquer ônus decorrente da construção e uso do canteiro.

Locação das obras e elaboração das Notas de Serviço, a partir dos marcos e referências de nível indicados no projeto.

Para armazenamento e guarda dos equipamentos mecânicos deverão ser previstas dependências especiais específicas para este atendimento.

5.1.2 Instalações

Deverão constar do Canteiro de Obras, no mínimo, as dependências discriminadas a seguir, adequadamente dimensionadas e equipadas para atender as necessidades da obra, em função das atividades previstas nas mesmas:

- Escritórios para a Fiscalização;
- Escritórios para a Empreiteira;
- Almoxarifado geral;
- Área para postagem de tubos e acessórios;
- Alojamentos;
- Sanitários;
- Refeitório;
- Laboratórios de controle de concreto, aço e solo;
- Oficinas;
- Central de concreto;
- Central de forma;
- Central de armação;
- Portaria;
- Ambulatório médico;
- Suprimento e instalações de água, esgoto sanitário e pluvial, luz e telefone.

Durante o decorrer da obra, ficará por conta e a cargo da Empreiteira a limpeza das instalações, móveis e utensílios das dependências da Fiscalização e a reposição do material de consumo necessário (carga de extintor de incêndio, produtos para a higiene ambiental e pessoal, etc.).

Serão fornecidas e colocadas pela Empreiteira, em locais a critério da Fiscalização, placas com dimensões, modelo, dizeres e cores constantes das normas da Contratante.

Todo e quaisquer ônus decorrentes direta ou indiretamente das ligações de água, luz e força e dos respectivos consumos, é de inteira responsabilidade da Empreiteira.

Não poderá ser alegado, sob qualquer motivo ou pretexto, falta ou insuficiência de água ou energia elétrica por parte da Empreiteira, pois esta deverá estar adequada e suficientemente aparelhada para seu funcionamento.

A Empreiteira será responsável até o final da obra, pela adequada manutenção e boa apresentação do canteiro de trabalho, e de todas as suas instalações, inclusive especiais cuidados higiênicos com os compartimentos sanitários do pessoal e conservação dos pátios internos.

5.1.4.1 Dimensionamento

Todas as dependências mínimas discriminadas nesta especificação deverão ser adequadamente dimensionadas para o atendimento às necessidades da obra, em função das atividades a serem previstas no cronograma físico dos serviços.

5.1.4.2 Arruamentos

As ruas internas do canteiro de obras deverão ser bem definidas e delimitadas, quando junto a construções, por guias ou qualquer outro elemento de proteção.

O subleito deste arruamento deverá ser compactado e regularizado, com os devidos caimentos laterais para escoamento das águas pluviais.

O revestimento superficial será tratado com uma camada de cascalho ou pedra britada compactada, com espessura adequada.

Os passeios internos de interligação das edificações provisórias deverão ter largura mínima de 1,00 m, pavimentos com laje de concreto magro de 10 cm de espessura, com juntas de dilatação a cada 1,50 m.

5.1.4.3 Especificações

Para a construção das edificações provisórias do canteiro de obras, deverão ser obedecidas as seguintes especificações:

Todas as construções deverão ter beiral de proteção de, no mínimo, 0,6 m do lado do caimento das águas.

O pé direito mínimo interno será de 2,20 m.

Os corredores internos das edificações, quando for o caso, deverão ter no mínimo 1,00 m de largura.

Os pisos internos dos escritórios, sanitários, refeitórios, ambulatórios, vestiários, laboratórios e alojamentos deverão ser executados em concreto desempenados e queimados.

As oficinas e depósitos terão pisos de concreto magro desempenado.

As paredes internas e externas, nos prédios dos escritórios, alojamentos, laboratórios e refeitórios deverão ser executadas em painéis de madeira compensada, na espessura mínima de 12 mm e pintadas em ambas às faces com tinta plástica.

As paredes dos sanitários e vestiários deverão ser de alvenaria de blocos de concreto, com revestimento interno em argamassa e barra lisa impermeável, com altura mínima de 1,80 m.

Todos os forros dos escritórios, alojamentos e ambulatórios deverão ter isolamento térmico.

As coberturas das edificações deverão ser em telhas de fibrocimento.

Todas edificações deverão ter as suas instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias dimensionadas de acordo com a sua utilização e em obediência aos regulamentos da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

5.1.4.4 Segurança da Obra

Na execução dos trabalhos, deverá haver plena proteção contra o risco de acidentes com o pessoal da Empreiteira e com terceiros, independentemente da transferência daquele risco a companhia ou institutos seguradores.

Para isso, a Empreiteira deverá cumprir fielmente o estabelecido na legislação nacional no que concerne à segurança do Trabalho (nesta clausura incluída a Higiene do Trabalho), bem como obedecer a todas as normas, a critério da Fiscalização, apropriadas e específicas para segurança de cada tipo de serviço.

Em caso de acidente no canteiro de trabalho, a Empreiteira deverá:

Prestar todo e qualquer socorro imediato às vítimas;

Paralisar imediatamente a obra nas suas circunvizinhanças, a fim de evitar a possibilidade de mudanças das circunstâncias relacionadas com o acidente;

Solicitar imediatamente o comparecimento da Fiscalização no lugar da ocorrência, relatando o fato.

A Empreiteira é a única responsável pela segurança, guarda e conservação de todos os materiais, equipamentos, ferramentas e utensílios e ainda pela proteção destes e das instalações da obra.

Qualquer perda ou dano sofrido no material, equipamento ou instrumental, eventualmente entregue pela Contratante à Empreiteira, será avaliado pela Fiscalização para ressarcimento à Contratante.

A Empreiteira deverá manter livre o acesso ao equipamento, contra incêndio e aos registros situados no canteiro, a fim de poder combater eficientemente o fogo na eventualidade de incêndio, ficando expressamente proibida a queima de qualquer espécie de madeira no local das obras.

No canteiro de trabalho, a Empreiteira deverá manter diariamente, durante 24 horas, um sistema eficiente de vigilância, efetuado por número apropriado de homens idôneos, devidamente habilitados e uniformizado, munidos de apitos e eventualmente de armas, com respectivo “porte” concedido pelas autoridades competentes.

5.1.4.5 Canteiros Auxiliares

Para a execução das obras deverá ser prevista a construção de canteiros auxiliares, dimensionados de acordo com a necessidade específicas de cada trecho ou local.

O projeto destes canteiros, a ser elaborado pela Empreiteira deverá ser submetido à Fiscalização para aprovação.

5.1.5 Trânsito, sinalização e tapumes

5.1.6.1 Trânsito

Nas áreas públicas abrangidas pela construção das obras, terão que ser adotadas as providências necessárias para evitar acidentes ou danos às pessoas e aos veículos, ficando a Fiscalização com poderes de julgá-las. As providências relativas ao licenciamento das obras junto ao órgão de controle do trânsito do município, se for o caso, deverão ser tomadas pela Empreiteira. Em particular deverá ser providenciado:

Delimitação das áreas em que serão desenvolvidos ou acumulados os materiais necessários à construção das obras previstas, obedecendo às prescrições do Código Nacional do Trânsito, do Ministério do Trabalho e da Prefeitura. A delimitação será feita nos moldes prescritos pelos referidos órgãos.

As áreas delimitadas deverão ser reduzidas ao indispensável de modo a causar o mínimo obstáculo ao trânsito e circulação de pedestres. Poderá ser interrompida a circulação dos veículos na metade da via, e, somente em casos de absoluta necessidade, interrompida totalmente a circulação, temporariamente, em consentimento com a Fiscalização.

Construção de passadiços e proteção adequados para livre circulação e incolumidade dos pedestres de modo a permitir o acesso dos mesmos às travessias dos logradouros, aos edifícios, lojas, etc.

Terminados os serviços, fazer comunicação aos órgãos competentes para reabertura do trânsito e circulação de pedestres, mediante autorização prévia da Fiscalização.

Todos os materiais necessários, inclusive luminárias, placas metálicas para delimitação de áreas e chapas de aço para uso em vias de grande tráfego, serão fornecidos, instalados e mantidos pela Empreiteira. Deverão ser providenciadas faixas de segurança para o livre trânsito de pedestres, especialmente junto a escolas, hospitais e outros polos de concentração, em perfeitas condições de segurança durante o dia e a noite.

5.1.6.2 Sinalização

A sinalização deverá obedecer às posturas municipais e exigências de outros órgãos públicos locais ou concessionárias de serviço. Independentemente do que for exigido, o Contratante exigirá, no mínimo, a sinalização preventiva com cavaletes e placas de barragem, fitas zebreadas, cones de borracha e iluminação ao longo da vala.

5.1.6.3 Tapumes

Os tapumes devem ser utilizados para cercar o perímetro de todas as obras, com exceção das obras pequenas e de curta duração, nas quais se utilizam grades portáteis e os mesmos devem ser aprovados pela Fiscalização.

Podem ser empregadas placas laterais, chapas de madeira compensada, tábuas de madeira ou chapas de metal.

A vedação lateral deve ser feita de maneira a impedir completamente a passagem de terra ou detritos.

A sustentação das chapas ou placas devem ser feitas por elementos de madeira ou metal, além de uma base interna ao tapume para garantir estabilidade ao conjunto.

O tapume deve atingir a altura mínima de 1,10 m a partir do solo.

Deve ser provida permanente manutenção na parte externa do tapume, devendo ser periodicamente pintado ou caiado, de forma a garantir sua permanente limpeza e visibilidade.

As chapas de vedação deverão ser colocadas em sequência, em número suficiente para fechar completamente o local. Junto às interseções, o tapume deverá ter altura máxima de 1,00 m até 3,00 m do alinhamento da construção da via transversal, para permitir visibilidade aos veículos. Além disto, deverão vir acompanhados de dispositivos luminosos de luz baixa.

Deverá ser reservado um espaço nas chapas para identificação de concessionária, empreiteira e obra.

Nas obras rápidas e pequenas poderão ser utilizadas grades portáteis. Para tanto, elas devem ser dobráveis, a fim de cercar o local em obras com flexibilidade.

Deverá ser procedida manutenção permanente, seja da estrutura, seja da pintura, devendo ser reparadas ou substituídas quando apresentarem deterioração.

As grades deverão ser colocadas em volta à área de trabalho, de modo a proteger os trabalhadores, pedestres e motoristas.

No caso de serviços no leito carroçável, deverão ser fixadas bandeirinhas na grade. Além disso, o trânsito deverá ser devidamente canalizado com cones.

Para serviços noturnos, deve-se utilizar dispositivo luminoso de luz intermitente ou fixa, dependendo da periculosidade do local, bem como da duração dos trabalhos e facilidade de implantação dos mesmos dispositivos.

5.2 Execução dos Sistemas Estáticos

5.2.1 Localização das Obras

Os serviços necessários à execução das obras e serviços auxiliares, serão desenvolvidos nas propriedades privadas, próximas às edificações beneficiárias.

A localização final deverá ser definida *in loco* respeitando-se os critérios definidos em Norma e aqueles especialmente destacados neste relatório, sempre em acordo com a Fiscalização. Salienta-se que os estudos geotécnicos para caracterização da permeabilidade do solo e do nível do lençol freático implicará na definição da solução estática mais adequada, o que, conseqüentemente, poderá demandar uma realocação da estrutura no terreno em função da disponibilidade de área. Para execução das obras poderá ser admitida, no entanto, alguma flexibilidade na escolha definitiva das suas posições em face da existência de obstáculos não previstos bem como da natureza do subsolo que servirá de apoio.

5.2.2 Descrição dos Serviços

A execução das Fossas Sépticas compreende os seguintes serviços:

- Locação das obras;

- Escavações;
- Escoramento de valas e cavas;
- Preparo e regularização dos fundos de valas e cavas;
- Fornecimento, montagem, assentamento e aplicação dos materiais constituintes dos elementos de tratamento;
- Instalações e interligações hidrossanitárias;
- Reaterros;
- Testes de funcionamento e de estanqueidade;
- Entrega da obra em condições e preparada para o uso.

Escavação, prevista para os seguintes elementos:

- Caixas de Passagem;
- Caixas de Gordura;
- Caixas de Registros;
- Caixas de Distribuição de Esgoto;
- Caixas de Inspeção;
- Tubos do esgoto;
- Tanque Séptico;
- Sumidouro;

Reaterro e compactação das valas e cavas para assentamento e recobrimento dos elementos supramencionados, bem como o controle tecnológico necessário a perfeita execução desses serviços.

Fornecimento e implantação de todos os elementos e materiais hidráulico-sanitários supramencionados, conforme especificado no projeto.

Reabertura da circulação e do trânsito, se for o caso, remoção das sobras e entulhos, limpeza e reconstrução perfeita do ambiente preexistente nos locais das obras.

Testes de performance e entrega das obras em perfeitas condições de uso.

5.2.3 Normas gerais para execução dos serviços e fornecimento de materiais

5.2.5.1 Locação das obras

Caberá a Empreiteira a responsabilidade da locação das obras projetadas e a elaboração das respectivas Notas de Serviço, ficando condicionado o início das obras à aprovação pela Fiscalização das referidas notas.

Deverão ser implantados pontos de referência de nível para alocação dos elementos e garantia do atendimento dos desníveis necessários ao pleno funcionamento dos Sistemas Estáticos de tratamento de esgotos.

5.2.5.2 Demolição de Pavimentos

Antes de qualquer obra em ruas pavimentadas e passeios, a Empreiteira deverá tomar conhecimento prévio da natureza dos serviços a serem executados, objetivando as providências necessárias para a recomposição do pavimento.

Paralelamente aos serviços de demolição da pavimentação propriamente dita, o material retirado deverá ser removido do local, se não puder ser aproveitado posteriormente, e devidamente armazenado se ainda útil na recomposição do pavimento, (paralelepípedos, políedricos, blokret, etc.).

As demolições serão efetuadas de acordo com a natureza dos pavimentos existentes (ruas e passeios), por processos mecânicos (marteletores pneumáticos) quando asfalto ou concreto, e manuais para os demais.

A Empreiteira será a única responsável pela integridade e conservação dos materiais reempregáveis, os quais, em qualquer caso, serão reintegrados ou substituídos de modo que as reconstruções fiquem perfeitas e conforme as preexistentes.

5.2.5.3 Escavações

As escavações deverão obedecer às prescrições da NBR 12266:1992 - *Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana*, e da NR-18 do Ministério do Trabalho e Emprego, concernentes ao assunto.

As redes coletoras deverão ser protegidas contra a ação de água superficial ou profunda, mediante drenagem, esgotamento ou rebaixamento do lençol freático.

Os Sistemas Estáticos deverão ser protegidas contra a ação de água superficial e em caso de alcançar as águas subterrâneas, a Fiscalização deverá ser comunicada para as necessárias providências a respeito da concepção do sistema;

As cavas com profundidades superiores a 1,25 m deverão ser protegidas com dispositivos de contenção ou taludadas, se as condições locais permitirem;

Deverão ser feitas com o equipamento mais adequado à economia, cumprimento do cronograma e garantia da segurança da obra, seus trabalhadores, edificações e obras públicas vizinhas. As escavações estão previstas, no caso, para:

- O nivelamento do terreno nas cotas fixadas pelo projeto;
- Construção dos sistemas estáticos;
- Execução das caixas e assentamento de tubulações.

O nivelamento do terreno deverá estar adequado ao funcionamento dos sistemas;

As cavas de fundação deverão ser executadas adequadamente ao funcionamento dos sistemas;

As escavações das valas para construção das redes deverão ser executadas conforme orientações das normas brasileiras e o pleno funcionamento dos sistemas;

Os serviços serão conduzidos, conforme os melhores procedimentos técnicos sendo adotada, quando possível, a escavação mecanizada e a escavação manual.

Escavações em terra ou moledo

Sob a denominação em terra ou moledo entendem-se todos os materiais que não necessitam de meios especiais para a sua extração.

Incluem-se nesta classificação, além da terra propriamente dita, a piçarra, o cascalho, os xistos argilosos, o grés mole, rocha decomposta e todos os materiais semelhantes.

Estão incluídos também os blocos soltos de rocha ou material duro, de diâmetro inferior a 0,30 m, aproximadamente.

Escavação em rocha

Sob a denominação de rocha, entendem-se todos os materiais que necessitam de brocas, marretas ou marrões, encunhamentos, etc., para a sua extração e ainda, os blocos soltos de materiais idênticos de diâmetro aproximado maior do que 0,30 m.

Qualquer processo de saliência ou depressão no fundo de vala deverá ser preenchido com areia, pó de pedra ou outro material granular de boa qualidade.

Quaisquer danos causados em canalizações de água potável, água pluvial, cabos elétricos, telefônicos, esgotos sanitários, etc., ainda que não sejam por má execução ou falta de proteção, serão reparados às expensas da Empreiteira, ficando claro que a Contratante em hipótese alguma indenizará a Empreiteira pela execução destes reparos.

As escavações em rochas decompostas, pedras soltas e rocha viva devem ser feitas abaixo do nível inferior da tubulação, para que seja possível a execução de um berço de material granular de espessura compatível com o diâmetro da bolsa do tubo empregado.

5.2.5.4 Escoramento

É obrigatório o escoramento para valas de profundidade superior a 1,25 m, conforme a portaria nº. 3214 do Ministério do Trabalho, de 08/06/1978, regulamentada pela NR 18.

Será utilizado escoramento sempre que as paredes laterais das cavas ou valas forem constituídas de solo passível de desmoronamento, bem como nos casos em que, devido aos serviços de escavação, constate-se a possibilidade de alteração da estabilidade do terreno que estiver próximo à região dos serviços. O tipo de escoramento a empregar dependerá da qualidade do terreno, da profundidade da vala e das condições locais, mediante aprovação da Fiscalização.

No caso de escavação manual, o escoramento deverá ser executado concomitantemente à escavação. No caso de escavação mecânica, a distância máxima entre o último ponto escorado e a frente da escavação deverá ser de 2,00 m. A remoção do escoramento deve ser feita cuidadosamente e à medida que for sendo feito o reaterro.

- Os materiais usados devem ser isentos de trincas, falhas ou nós, para não comprometer a resistência aos esforços que irão suportar. Caso não seja possível utilizar peças com as bitolas especificadas, as mesmas deverão ser substituídas por outras com módulo de resistência equivalente.
- O pé da cortina de escoramento (ficha) deve ficar em cota inferior ao leito da vala, cota esta, determinada pela fiscalização em função do tipo de solo.
- Se, por algum motivo, o escoramento tiver que ser deixado definitivamente na vala, deverá ser retirado da cortina de escoramento uma faixa de aproximadamente 90 cm abaixo do nível do pavimento, ou da superfície existente.

ESCORAMENTO DE MADEIRA

Tipo: Pontalete

Deverão ser cavadas pranchas de 3,75 cm x 22,50 cm ou 3,75 cm x 30,00 cm, dispostas verticalmente, espaçadas a cada 1,35 m (eixo a eixo), travadas horizontalmente por estroncas de 7,5 cm x 7,5 cm ou madeira roliça com diâmetro mínimo de 10 cm, espaçadas verticalmente de 1,00 m.

Tipo: Descontínuo

Deve ser executado com madeira de boa qualidade, de forma a obter-se um conjunto rígido, utilizando-se pranchas de 3,75 cm x 22,50 cm ou 3,75 cm x 30,00 cm. O espaçamento entre as pranchas deve ser de, no máximo, 0,60 m (eixo a eixo) e deverão ser travadas por longarinas de 7,50 cm x 10,00 cm em toda a extensão da vala, espaçadas verticalmente de, no máximo, 1,50 m e com estroncas de 7,5 cm x

7,5 cm ou madeira roliça com diâmetro mínimo de 10 cm, espaçadas a cada 1,35 m. A primeira estronca deverá ser colocada a 0,40 m da extremidade da longarina.

Tipo: Contínuo

Deve ser executado com madeira de boa qualidade, de forma a obter-se um conjunto rígido a cobrir inteiramente as paredes da vala. A medida que a escavação vai sendo aprofundada, são colocadas pranchas de 3,75 cm x 22,50 cm ou 3,75 cm x 30,00 cm, dispostas verticalmente, travadas por longarinas de 7,5 cm por 10,00 cm em toda a extensão da vala, espaçadas verticalmente de 1,50 m e estroncas de 7,5 cm x 7,5 cm ou madeira roliça com diâmetro mínimo de 10 cm, espaçadas a cada 1,35 m. A primeira estronca deverá ser colocada a 0,40 m da extremidade da longarina.

ESCORAMENTO METÁLICO

Tipo: Pontalete metálico

Deverão ser cravados perfis de aço de 4,75 mm de espessura com 40 cm de largura desenvolvida, dispostos verticalmente, espaçados a cada 1,35 m (eixo a eixo), travados horizontalmente por estroncas de 7,5 cm x 7,5 cm ou madeira roliça com diâmetro mínimo de 10 cm, espaçadas verticalmente de 1,00 m.

ESCORAMENTO MISTO

Tipo: Tipo Hamburguês

Deverá ser constituído por perfis “H” de aço de 10” cravados, pranchões da madeira de boa qualidade de 7,50 cm x 22,5 cm, longarinas de aço de perfil “H” de 6” e estroncas de mesma bitola, obedecendo-se à seguinte sequência executiva:

- Abrir uma trincheira de 0,50 m x 0,50 m x 1,00 m para sondagem e posicionamento de obstáculos subterrâneos;
- Cravar os perfis até a profundidade prevista para a vala, acrescida da ficha, com espaçamento de 1,50 m a 2,50 m;
- Fixar as longarinas superiores;

- Escavar a vala até a profundidade de 1,50 m, aplicando concomitantemente os pranchões de madeira;
- Fixar as longarinas intermediárias ou inferiores, conforme o caso;
- Fixar as estroncas nas longarinas com espaçamento de 3,00 m a 5,00 m.

A fixação das peças metálicas poderá ser executada através de soldas, parafusos, rebites, etc., convenientemente dimensionadas.

Mediante prévia autorização da Fiscalização, as estroncas metálicas poderão ser substituídas por estroncas de eucalipto, desde que garantida a mesma rigidez do conjunto.

5.2.5.5 Regularização dos fundos de valas e cavas

O fundo das valas e das cavas deve ser regular e uniforme, obedecendo a declividade prevista no projeto, isento de saliências e reentrâncias. As eventuais reentrâncias devem ser preenchidas com material adequado, convenientemente compactado, de modo a se obter as mesmas condições de suporte da vala normal.

Nos locais onde há presença de água do lençol freático a Fiscalização deverá ser acionada para avaliar e revisar a implantação de alguns sistemas estáticos.

Para a implantação das redes coletoras, nos locais onde há presença de água do lençol freático o fundo das valas deverá ser preparado com drenos, da forma descrita a seguir ou equivalente aprovado pela Fiscalização.

Para as redes e linha de recalque prevê-se a utilização de dois tipos de dreno:

- Tipo 1: em brita, com espessura de 2 cm e largura igual à da vala;
- Tipo 2: em manilha cerâmica, DN 100, sem rejuntamento, envolta em camada de brita de 20 cm de espessura e largura igual à da vala.

5.2.5.6 Movimentações de terra

As operações envolvidas nessa atividade são as seguintes, e serão detalhadas no projeto executivo ou quando da execução das obras:

- a) Limpeza da área;
- b) Escavações conforme indicado no projeto;
- c) Reaterros conforme indicado no projeto;
- d) Regularização das valas e cavas conforme projeto;
- e) Transporte dos materiais da área de escavação para as áreas disponíveis para bota-fora, a ser definido em conjunto com a Fiscalização;

5.2.5.7 Base das soluções estáticas

Para o assentamento da Fossa Séptica (tanque séptico), do Filtro Anaeróbio e do Tanque de Evapotranspiração, os fundos das cavas devem ser regularizados para receberem o lançamento e espalhamento de concreto magro com 5 cm de espessura, traço 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1).

Sobre o concreto magro do Tanque Séptico e do Filtro Anaeróbio, será executada uma base de concreto armado desempenado. Esta camada foi pré-dimensionada com 10 cm de espessura. Tal dimensionamento deverá ser revisado no projeto executivo ou na execução das obras, assim como a definição de seu traço, resistência estrutural e armação de aço, cuja taxa para o pré-dimensionamento foi de 60 kg/m³ a depender das características do terreno.

5.2.5.8 Presença de água no solo

Para os locais de implantação de alguns sistemas estáticos onde for detectada a presença de água do lençol freático a Fiscalização deverá ser acionada para avaliar e, se necessário, revisar a sua implantação, tanto em relação à relocação quanto na alternativa de sistema estático a ser adotado.

Quando a escavação para a rede coletora atingir o lençol d'água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, dever-se-á ter o cuidado de manter o terreno permanentemente drenado, impedindo-se que a água se eleve no interior da vala, pelo menos até que sejam feitos os testes.

Neste caso a água deverá ser captada em sistema de drenagem de fundo de vala, conforme item anterior, e lançada em local apropriado por meio natural ou por recalque.

5.2.5.9 Transporte e assentamento de peças pré-moldadas

As peças componentes dos sistemas estáticos que forem do tipo pré-moldadas devem ser transportadas e acondicionadas adequadamente, a fim de se preservar a sua forma e evitar danos em sua estrutura.

As peças deverão ser içadas e colocadas cuidadosamente em suas posições finais sobre suas bases construídas nas cavas previamente escavadas, regularizadas e concretadas, se for o caso.

5.2.5.10 Assentamento das Tubulações

- a) Os tubos devem ser transportados até a vala, manualmente ou em caminhões, apoiados sobre sarrafos, com as bolsas livres. Devem ser dispostos ao longo da vala, também, com as bolsas livres, ou seja, apoiados ao longo da geratriz inferior, sobre local livre de pedras ou objetos salientes. Devem permanecer neste local o menor tempo possível afim de evitar acidentes e deformações.
- b) A descida e assentamento dos tubos na vala deve ser manualmente, sem arrasto.
- c) Os tubos devem ser colocados com a sua geratriz inferior coincidindo com o eixo da vala, de modo que as bolsas fiquem nas escavações previamente preparadas, assegurando um apoio contínuo do corpo do tubo.
- d) Devem ser montados, de preferência, com as bolsas dos tubos voltados para montante, para serem acoplados às pontas dos tubos subsequentes.
- e) Sempre que for interrompido o trabalho, o último tubo assentado deverá ser tamponado, afim de evitar entrada de elemento estranho na tubulação.

5.2.5.11 Reaterro de Valas e Cavas

- a) Antes de se iniciar o reaterro da tubulação, será realizado pela Empreiteira, com a Fiscalização presente, o teste de estanqueidade, do espelho, ou outro a critério da Fiscalização. Após o reaterro superior da vala até uma altura de 30 cm acima da geratriz superior da tubulação, mas sempre antes do reaterro final, será feito novo teste para verificar o eventual deslocamento dos tubos durante a compactação.
- b) O complemento do reaterro das tubulações e das peças só será executado após estes testes e autorização da Fiscalização. O aterro será executado com material apropriado, proveniente da escavação da vala ou de empréstimo. O serviço será feito em camadas sucessivas que serão devidamente compactadas com o grau de umidade adequado. O adensamento será feito até obter-se no mínimo o grau de compactação de 97% (noventa e sete por cento), para o caso de vias com circulação de veículos automotores. Decorrido um tempo conveniente, será efetuado o serviço de reconstrução da pavimentação, se existir. No caso de vias sem pavimento o grau de compactação será tal que a densidade do aterro seja aproximadamente a mesma das paredes da vala.
- c) Os serviços de controle tecnológico de compactação serão efetuados pela Empreiteira, sendo obrigatórias suas apresentações para liberação das medições correspondentes aos trechos em execução.
- d) Na eventualidade dos serviços de compactação a cargo da Empreiteira se apresentarem dentro de um nível de amostragem, aleatório, fora dos parâmetros técnicos especificados, a Contratante contratará diretamente com empresas especializadas, e às expensas da Empreiteira titular, os serviços de controle tecnológico necessários.

5.2.5.12 Estruturas de Concreto

Deverão obedecer às normas ABNT referentes à projeto e execução de estruturas de concreto armado.

Antes do início da obra a Empreiteira deverá estudar os planos de concretagem, com o objetivo de evitar reparos posteriores. É imprescindível na obra equipamentos para tratamento das juntas de concretagem.

Formas

a) Painéis

- As formas, para estruturas de concreto que terão superfícies aparentes, deverão ser executadas em painéis de madeira compensada, revestidas de filme plástico.
- As espessuras dos painéis deverão ser adequadas às dimensões das peças estruturais com dimensões mínimas de 15 mm. Os painéis deverão ser resistentes aos esforços solicitantes dos trabalhos de concretagem, propiciando concreto aparente com superfície especular.
- Os painéis deverão ser dispostos de modo a formarem juntas corridas nas direções horizontais e verticais.
- As juntas formadas pela justaposição dos painéis, num plano ou em ângulo, deverão ser perfeitamente estanques.
- Os painéis de forma poderão ser várias vezes reaproveitados, desde que não apresentem defeitos em suas superfícies, que não possam deixar vazar massas de concreto, e que o revestimento impermeabilizante não esteja danificado.
- Poderão ser exigidos pela fiscalização reforços especiais nos painéis de forma da estrutura de concreto aparente, para que seja garantida uma superfície plana, sem ondulações e especular.
- Poderão ser utilizados, produtos específicos, para aplicação nas faces internas das formas, que objetivam uma maior facilidade de desforma.
- Estes desmoldantes deverão ser aplicados antes da colocação da ferragem e serem garantidos pela Empreiteira quanto a qualquer ação química sobre a superfície do concreto.

- Antes da colocação das ferragens, as formas deverão se apresentar perfeitamente acabadas e limpas. Se as formas forem tratadas internamente com pintura de produtos desmoldantes, a sua limpeza só poderá ser efetuada por ação de ar comprimido, não podendo ser utilizada água para lavagem.

b) Travamentos

- Todos os materiais necessários aos reforços e travamentos dos painéis, quer sejam de madeira ou metálicos, deverão ser convenientemente dimensionados e posicionados, de tal forma a garantir a perfeita estabilidade dos painéis.
- Nas peças esbeltas, para que sejam garantidos os alinhamentos e o paralelismo dos painéis das formas, poderão ser utilizados tirantes metálicos passantes que se fixarão externamente nas peças de travamento.
- Estes tirantes deverão ser solidários à estrutura, não podendo ser isolados do maciço de concreto. Após a retirada das formas, estes tirantes serão cortados com talhadeira, a uma distância de 3 cm para dentro da superfície, em ambos os lados da peça estrutural, e as cavidades deverão ser bloqueadas com argamassa forte e compacta.

c) Cimbramentos

- O cimbramento deverá ser convenientemente dimensionado de modo a não sofrer, sob ação do peso próprio da estrutura e das sobrecargas advindas dos trabalhos de concretagem, deformações ou movimentos oscilatórios prejudiciais à estrutura.
- Todos os cimbramentos poderão ser executados com peças de madeira retangulares ou roliças ou metálicas em perfis tubulares.
- Para peças retangulares de madeira, a seção mínima deverá ser de 8 cm x 8 cm e, quando roliças, o diâmetro mínimo deverá ser de 9 cm.
- Escoras verticais de madeira, quando não dimensionadas à flambagem, não poderão ter comprimento livre superior a 3 m.
- Para alturas maiores, será necessário o travamento horizontal em duas direções ortogonais.

- Em cada escora de madeira só poderá existir uma emenda a qual deverá estar posicionada fora do terço médio da sua altura. Os topos de duas peças emendadas deverão ser bem justapostas, sem excentricidades, e acoplados por cobre-juntas em todo o perímetro de emenda.
- Os pontos de apoio das peças do cimbramento deverão ter condições de suporte condizentes com as cargas e não estar sujeitas a recalques.
- Quando de madeiras, as peças deverão ser calçadas com cunhas de madeira, de forma a facilitar a operação de decimbramento.

d) Desforma e decimbramento

- As formas de peças verticais das estruturas deverão ser mantidas pelo prazo da Tabela 5.1, para que se tenha garantida a cura superficial do concreto destas peças.

Tabela 5.1 – Estruturas e prazos mínimo para desforma e decimbramento.

LOCAL	PRAZO MÍNIMO (dias)
1) Paredes, pilares e faces laterais de vigas	3
2) Faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e espaçados	14
3) Faces inferiores sem pontaletes	21
4) Lajes até 10 cm de espessura	7
5) Lajes de mais de 10 cm de espessura e faces inferiores de vigas até 10 m de vão	21
6) Faces inferiores de vigas de mais de 10 m de vão	28

Fonte: DHF Consultoria, 2017, adaptado de COPASA (2010).

Nos serviços de desforma, deverão ser evitados impactos ou choques sobre a estrutura e deverão ser evitados contatos de ferramentas metálicas sobre a superfície aparente do concreto.

- Durante as operações de desforma, deverão ser cuidadosamente removidas da estrutura quaisquer rebarbas de concreto formadas nas juntas das formas e removidas todas as pontas de arame ou tirantes de amarração.

- Os decimbramentos deverão obedecer a um plano previamente estabelecido de modo a atender aos prazos mínimos necessários, determinados.

e) Embutidos

- Núcleos a serem acoplados nas formas e necessários para futuras passagens de tubos deverão estar corretamente locados e com fixação adequada, para que sejam resistentes aos serviços de concretagem.
- As peças embutidas deverão estar perfeitamente limpas e livres de qualquer tipo de impedimento que prejudique a aderência do concreto.
- Tubulações embutidas deverão estar bem posicionadas.

Armaduras

a) Aço

- Quando não especificado em contrário, os aços serão das classes CA 50 A, laminados a quente, com escoamento definido por patamar no diagrama tensão-deformação.
- Não poderão ser utilizados aços de qualidade ou características diferentes das especificadas no projeto, sem a aprovação da fiscalização.
- Todo o aço a ser utilizado na obra deverá, preferencialmente, ser sempre de um único fabricante.

b) Recebimento e estocagem

- Todo o aço deverá ser estocado em local apropriado e protegido contra intempéries, devendo ser disposto sobre estrados isolados do solo e agrupados por categoria e bitola, de modo a permitir um adequado controle de estocagem.

c) Preparo das Armaduras

- As barras de aço deverão ser previamente retificadas por processos manuais e mecânicos, quando então serão vistoriados quanto às suas características aparentes, como sejam, desbitolagem, rebarbas de aço, ou quaisquer outros defeitos aparentemente visíveis.

- O corte e o dobramento das armaduras deverão ser executados a frio, com equipamentos apropriados e de acordo com os detalhes do projeto.
- Não será permitido o uso do corte oxido-acetilênico e nem o aquecimento das barras para facilidades de dobragem.
- Não será permitido nenhum processo de emenda soldada para as barras de aço.

d) Colocação das armaduras

- As armaduras deverão ser transportadas para os locais de aplicação, já convenientemente preparadas e identificadas.
- O posicionamento das armaduras nas peças estruturais será feito rigorosamente de acordo com as posições e espaçamentos indicados nos projetos.
- As armaduras posicionadas deverão ser convenientemente fixadas, de modo a permanecerem indeslocáveis durante os serviços de concretagem.
- Os recobrimentos das armaduras deverão ser assegurados pela utilização de um número adequado de espaçadores ou pastilhas de concreto.
- As pastilhas de concreto deverão ser fabricadas com o mesmo tipo de concreto a ser utilizado na estrutura, e deverão conter dispositivos adequados que permitam a sua fixação nas armaduras.
- As espessuras de recobrimento deverão ser rigorosamente obedecidas, de acordo com as indicações dos projetos.
- As armaduras de espera ou ancoragem deverão ser sempre protegidas, para evitar que sejam dobradas ou danificadas.
- Na sequência construtiva, antes da retomada dos serviços de concretagem, estas armaduras deverão estar perfeitamente limpas e intactas.
- Após montadas e posicionadas nas formas, as armaduras não deverão sofrer quaisquer danos ou deslocamentos, ocasionados pelos equipamentos de concretagem, ou sofrer ação direta dos vibradores.

- As emendas das armaduras só poderão ser executadas de acordo com os procedimentos indicados nos projetos.

Concreto Estrutural

a) Disposições Gerais / Composições

- O concreto será composto pela mistura de cimento de alto forno (AF) ou pozolânico (CPIV), água, agregados inertes e, eventualmente, de aditivos químicos especiais.
- A composição ou traço da mistura deverá ser determinado pelo laboratório de concreto, de acordo com a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, baseado na relação do fator água / cimento e na pesquisa de agregados mais adequados e com granulometria conveniente, com a finalidade de se obter:
- Mistura plástica com trabalhabilidade adequada;
- Produto acabado com a resistência indicada em projeto.
- Especificamente para a unidade do projeto em questão, para garantia de durabilidade e estanqueidade foram adotadas no cálculo estrutural as seguintes premissas básicas:
- $f_{ck} \geq 250 \text{ kgf/cm}^2$, com teor mínimo de cimento de 350 Kg/m^3 ;
- cobertura mínima de ferragem $\geq 4 \text{ cm}$ nas superfícies em contato com o esgoto ou seus gases e $\geq 3 \text{ cm}$ nas demais;
- dimensões mínimas de paredes e fundos de tanques $\geq 20 \text{ cm}$;
- espaçamento máximo das armaduras = 15 cm ;
- abertura máxima de fissura conforme preconizado pela NBR 6118 = $0,1 \text{ mm}$, para as superfícies em contato com o esgoto e $0,2 \text{ mm}$ para as em contato com o solo.
- Ainda para garantia da durabilidade e estanqueidade da obra deverão ser, obrigatoriamente, atendidas as seguintes providências básicas:
- fator água cimento de $0,45 \text{ l/kg}$;

- utilização de agregado originário de rochas calcárias e sãs;
- utilização de cimento de alto forno ou pozolânico.
- Para melhorar a trabalhabilidade do concreto poderá ser utilizado aditivo incorporador de ar, previamente aprovado pela fiscalização.
- As embalagens do cimento deverão apresentar-se íntegras por ocasião do recebimento, devendo ser rejeitados todos os sacos que apresentarem sinais de hidratação.

Os sacos deverão ser armazenados em lotes, que serão considerados distintos, quando:

- Forem de procedência ou marcas distintas;
- Forem de tipo ou classe de resistências diferentes;
- Tiverem mais de 400 sacos.
- Os lotes de cimento deverão ser armazenados de tal modo que se torne fácil a sua inspeção e identificação.
- Quando em sacos, as pilhas deverão ser de 10 sacos no máximo, e o seu uso deverá obedecer à ordem cronológica de chegada aos depósitos.
- Todo cimento ensacado deverá ser depositado sobre estrados de madeira, ao abrigo de umidade e intempéries.
- O agregado miúdo será a areia natural, de origem quartzosa, cuja composição granulométrica e quantidade de substâncias nocivas deverão obedecer às condições impostas pela EB-4 da ABNT.
- O agregado graúdo deverá ser constituído de britas obtidas através de britagem de rochas calcárias, sãs.
- O diâmetro máximo de agregado deverá ser inferior 1/4 da menor espessura da peça a concretar a 2/3 do espaçamento entre as barras de aço das armaduras.
- A estocagem dos agregados deverá ser feita de modo a evitar a sua segregação e a mistura entre si.

- Os silos de estocagem deverão ser pavimentados em concreto magro, com superfícies planas e com declividade para facilitar o escoamento das águas de chuvas ou de lavagem.
- A água destinada ao preparo do concreto deverá ser isenta de substâncias estranhas tais como: óleo, ácidos, sais, matérias orgânicas e quaisquer outras que possam interferir com as reações de hidratação do cimento e que possam afetar o bom andamento, cura e aspecto final do concreto.
- Quando autorizados pela Fiscalização os aditivos para a melhoria das qualidades do concreto, deverão atender às normas ASTM C-494.
- A percentagem de aditivos deverá ser fixada conforme recomendações do Fabricante, levando em consideração a temperatura ambiente e o tipo de cimento adotado.
- A eficiência dos aditivos deverá ser sempre previamente comprovada através de ensaios, que referenciam ao tempo de pega, resistência da argamassa e consistência.
- Cuidados especiais deverão ser observados quanto à estocagem e idade da fabricação, considerando a fácil deterioração deste material.

b) Dosagem

- A dosagem do concreto deverá ser experimental, objetivando a determinação de traços que atenda economicamente às resistências especiais no projeto, bem como a trabalhabilidade necessária e a durabilidade, resguardadas as indicações contidas nos desenhos do projeto.
- A dosagem experimental do concreto deverá ser efetuada atendendo a qualquer método que correlacione a resistência, durabilidade, relação água/cimento e consistência.
- A trabalhabilidade deverá atender às características dos materiais componentes do concreto, sendo compatível com as condições de preparo, transporte, lançamento e adensamento, bem como as características das dimensões das peças a serem concretadas.

- Levando-se em consideração a agressividade do meio, independentemente da quantidade de cimento necessária para alcançar a resistência desejada, nessa obra deverá ser empregada uma relação mínima de 350 kg de cimento por metro cúbico de concreto.

c) Preparo do Concreto

- O preparo do concreto poderá ser através da central de concreto instalada em canteiro, convenientemente dimensionada para atendimento ao plano de concretagem estabelecido de acordo com o cronograma da obra.
- A central de concreto deverá ser operada por pessoal especializado, para as correções que se fizerem necessárias no traço do concreto.
- Antes do início das operações de produção do concreto, deverão ser feitas as aferições dos dispositivos de pesagem e as determinações da umidade dos agregados, para correção do fator água/cimento.
- Para cada carga de concreto preparado, deverá ser preenchida uma ficha de controle que deverá constar: peso do cimento, peso dos agregados miúdo e graúdo, fator água-cimento, hora do término da mistura e identificação do equipamento de transporte.
- Caso seja utilizado concreto de usina local o mesmo deverá ser acompanhado de atestado de forma clara e inequívoca de possuir as seguintes características mínimas:
 - Na sua composição foram utilizados:
 - Cimento de alto forno (AF) ou pozolânico (CP IV);
 - Brita proveniente de rocha calcária;
 - Areia quartzosa.
 - fator água/cimento de 0,45 l/kg;
 - resistência do concreto ≥ 250 kg/cm²;
 - teor mínimo de cimento ≥ 350 kg/m³;
 - indicação de qualquer produto químico utilizado.

d) Transporte

- O concreto deverá ser transportado, desde o seu local de mistura até o local de colocação com a maior rapidez possível, através de equipamentos transportadores especiais que evitem a sua segregação e vazamentos.

e) Lançamento

- O concreto deverá ser depositado nos locais de aplicação, tanto quanto possível, diretamente em sua posição final, através da ação adequada de vibradores, evitando-se a sua segregação.
- Qualquer dispositivo de lançamento que for causar segregação do concreto será recusado pela fiscalização.
- Não será permitido o lançamento do concreto com alturas superiores a 2,0 m.
- Antes do lançamento do concreto, os locais deverão ser vistoriados e retirados quaisquer tipos de resíduos.
- Nas operações de lançamento de concreto, deverão ser tomados cuidados especiais que evitem os deslocamentos das armaduras e vibrações das formas.
- Para o lançamento do concreto em camadas de grandes dimensões horizontais, deverão ser definidas formas provisórias que possibilitem o confinamento do concreto durante o seu adensamento.
- O lançamento do concreto, através de bombeamento, deverá atender às especificações da ACI-304 e o concreto deverá ter um índice de consistência adequado às características do equipamento, sem prejuízo da obra.

f) Adensamento

- O adensamento do concreto deverá ser executado através de vibradores de alta frequência, com diâmetro adequado às dimensões das formas.
- Os vibradores de agulha deverão trabalhar sempre na posição vertical e movimentados constantemente na massa de concreto, até a caracterização do total adensamento, e os seus pontos de aplicação deverão ser distante entre si de cerca de uma vez e meia o seu raio de ação.

- Deverá ser evitado o contato prolongado dos vibradores junto às formas e armaduras.
- As armaduras parcialmente expostas, devido à concretagem parcelada de uma peça estrutural, não deverão sofrer qualquer ação de movimento ou vibração antes que o concreto, onde se encontram engastadas, adquira suficiente resistência para assegurar a eficiência da aderência.
- Os vibradores de parede só deverão ser usados se forem tomados cuidados especiais, no sentido de se evitar que as formas e as armaduras possam ser deslocadas.
- Toda a concretagem deverá obedecer a um plano previamente estabelecido, onde necessariamente serão considerados:
- Delimitação da área a ser concretada em uma jornada de trabalho, sem interrupção de aplicação do concreto, com definição precisa do volume a ser lançado.
- Na delimitação destas áreas ficarão definidas as juntas de concretagem, que deverão ser sempre verticais e atender às condições de menores solicitações das peças.
- Planejamento dos recursos de equipamentos de mão-de-obra necessários à concretização dos serviços.
- Verificação dos sistemas de formas e se as condições do cimbramento estão adequadas às sobrecargas previstas.
- Estudos dos processos de cura a serem adotados para os setores delimitados por este plano de concretagem.
- Todo o concreto deverá ser cadastrado de forma a estabelecer uma correlação entre o local de aplicação e o número do lote do concreto lançado, para possibilidade de um adequado controle de qualidade.

g) Juntas de Concretagem

- Devem ser perfeitamente, localizadas nas seções de tensões tangenciais mínimas, ou seja, onde forem menores os esforços de cisalhamento, como por exemplo:
- nos pilares: devem ser localizadas na altura da face inferior das vigas;
- nas vigas biapoiadas: deve-se ser localizar no terço médio do vão;
- nas lajes: no terço central;
- nas paredes bi-engastadas: acima do terço inferior;
- As juntas devem ser verticais ou horizontais;
- No caso de juntas que ocorram em pontos críticos das peças estruturais, no que diz respeito às solicitações, deverá ser utilizado adesivo estrutural para garantir a estanqueidade, obedecendo as recomendações do seu fabricante.
- Recomenda-se, para uma melhor emenda, a aplicação de um filme adesivo epóxico, no local de contato, antes do lançamento do novo concreto.
- Deve-se prever a limitação da parte superior de cada camada de concreto de uma espessura igual a cobertura da armadura (4 cm), que deverá ser retirada antes do lançamento da camada seguinte.
- A junta deve ser tratada por qualquer processo que elimine a camada superficial de nata de cimento, deixando os grãos de agregados parcialmente expostos, podendo empregar:
- Jato de ar e água após o início do endurecimento;
- Jato de areia após 12 horas de interrupção;
- Apicoamento da superfície da junta após 12 horas de interrupção.
- As superfícies devem ser mantidas úmidas e antes da concretagem deve-se proceder uma limpeza com água ou ar para remoção de todos os restos de concreto solto e poeira.
- O concreto deverá ser perfeitamente adensado até a superfície da junta, usando-se forma se necessário.

h) Reparos da estrutura

- Os reparos superficiais do concreto são medidas adotadas para corrigir defeitos da concretagem, aparentes após a desforma e serão executados sempre que a Fiscalização julgar conveniente, às expensas da Empreiteira.
- As falhas detectadas serão analisadas para mapeamento e análise dos processos de reparos a serem adotados.
- Caso o nível de reparos venha comprometer a plástica da obra, esta deverá ser restabelecida às expensas da Empreiteira. O caso mais comum ocorre na superfície de concreto aparente. Caso ela fique manchada por “reparos”, ela deverá ser lixada e tratada à base de cimento às expensas da Empreiteira, de forma que toda a superfície aparente apresente coloração uniforme.

i) Segundo estágio de concretagem

- Após a instalação e inspeção de alinhamento, níveis e tolerância de tubulações a serem embutidas, será executada a concretagem do segundo estágio, tomando-se cuidados especiais para se evitarem eventuais deslocamentos dos dispositivos embutidos.
- O diâmetro máximo dos agregados do concreto será fixado em função das folgas existentes e, a critério da Fiscalização, serão empregados recursos com a finalidade de reduzir a retração da mistura. Serão respeitados os limites estabelecidos pela ABNT, no caso do uso de aditivos.
- Antes da instalação dos dispositivos a serem embutidos, todas as superfícies de concreto, para contato com o segundo estágio, serão inteiramente apicoadas e tratadas com jatos de areia-água, a fim de assegurar a máxima aderência.
- Todas as superfícies deverão ser mantidas molhadas pelo menos durante 2 (duas) horas antes da colocação no novo concreto, com exceção dos casos onde for necessário e aconselhável, o uso de cola colma-Fix ou similar, e, neste caso, os jatos anteriores, serão puramente de areia.

j) Cura do concreto

- Deverão ser tomadas medidas prévias para evitar a perda prematura da água necessária à hidratação do concreto. Poderão ser utilizados os seguintes processos:
- Irrigação contínua das superfícies expostas;
- Cobertura das superfícies expostas com panos, sacaria molhada ou areia molhada;
- Cobertura com produtos impermeáveis.
- Qualquer dos processos a serem utilizados deverá obedecer a prévia autorização da Fiscalização.
- A cura deverá ser iniciada no máximo duas horas após o lançamento do concreto e se estender durante quatorze dias.
- Nas paredes verticais a cura deverá ser efetuada mediante irrigação ou outro processo aprovado pela Fiscalização, que deverá prolongar-se por no mínimo quatorze dias.
- Atenção: a cura do concreto deverá merecer especial cuidado da Empreiteira e Fiscalização, por tratar-se de estrutura destinada ao uso hidráulico, face a inconveniência do aparecimento de fissuras, com perigo de possíveis escamações superficiais, das quais poderão resultar uma redução da durabilidade das peças de concreto e vazamentos não admissíveis.

5.2.5.13 Serralheria

Deverão ser executadas de acordo com as indicações dos desenhos do projeto.

5.2.5.14 Pintura

Deverá ser executada de acordo com o que se segue:

- Das tampas, portões, grades e escadas metálicas: com zarcão e esmalte, na cor indicada em projeto ou de acordo com definição da Fiscalização.

5.2.6 Materiais

Os materiais a serem empregados no sistema estão indicados nos desenhos do projeto e orçamento.

- A substituição de qualquer um deles só poderá ser feita mediante justificativa técnica e econômica previamente aprovada pela Contratante.
- Tubos, peças, conexões, aparelhos e acessórios de ferro fundido conforme NBR 7663 e 7675 e tubos de PVC, PBA, rígido, conforme NBR 5647, da ABNT e relação de materiais que a acompanha.
- Tubos, peças, conexões, aparelhos e acessórios de CPVC conforme normas ASTM D 2846, ASTM F-439 e ASTM F-442.
- Elementos componentes das Fossas Sépticas (tanque séptico), Sumidouro conforme NBR 7.229/1993 e NBR 13.969/1997.

5.3 Cadastramento das redes e sistema implantado

- Será executado pela Empreiteira o cadastro (“como construído”) do sistema de saneamento básico implantado, poço de captação profunda, adutora, reservatório, rede de distribuição, redes de esgotos, interceptores e linhas de recalque, incluindo, se for o caso, modificações introduzidas em outras redes existentes no trecho. O cadastro será feito em obediência às normas para cadastramento da ABNT e aos respectivos desenhos do projeto.
- O pagamento das medições ficará condicionado à apresentação das fichas de cadastro e os desenhos, ambos visados pelo Engenheiro fiscal da obra.
- A ficha será preenchida conforme instruções e modelo fornecidos.

6 ORÇAMENTO E CRONOGRAMA

Os orçamentos do Projeto Básico, escopo do Produto 4 foram baseados nos preços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), da Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP), da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e têm referência de preço de Outubro de 2017 (desonerado).

Os custos de fornecimento dos equipamentos constituintes das fossas sépticas do tipo Fossa-sumidouro e estações de tratamento de esgotos pré-fabricadas, assim como equipamentos eletromecânicos e de PRFV foram obtidos através de cotações de mercado e são apresentadas em anexo.

Para a escolha do tipo de ETE a ser implantado, se pré-fabricada ou construída em Concreto Armado, foram cotados ETEs pré-fabricas de três empresas e foi orçado o projeto desenvolvido e calculado, conforme dimensionamento apresentado acima. O comparativo dos preços é apresentado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Comparativo preço ETEs avaliadas.

MÉTODO CONSTRUTIVO	EMPRESA	PREÇO
ETE PROJETADA - CONCRETO ARMADO	-	801 838,90
ETE PRÉ-FABRICADA - PRFV	SALUTA	1 493 196,00
ETE PRÉ-FABRICADA - AÇO CORTEN	HÍDRICA	1 550 000,00
ETE PRÉ-FABRICADA - PEAD	ALPHENZ	1 498 657,00

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Verifica-se que a diferença de preço entre a ETE construída *in loco* e os sistemas pré-fabricados é bastante significativa, sendo que essa representa 53% do valor médio das ETEs pré-fabricadas, ou cerca de R\$ 712.112,10 menor que a média.

Para o gerenciamento do lodo e o aproveitamento do gás, foram cotados sistemas de secagem térmica do lodo através da queima do biogás, no entanto o sistema seria insustentável para o local, já que a produção de biogás não é suficiente para a secagem do lodo, demandando tecnologia e custos adicionais, como a instalação de um desaguador de lodo, aquisição de energia elétrica ou gás para complementação do biogás ou ainda a construção de leitos de secagem. Na Tabela 6.2 são apresentados os preços de custo de três sistemas cotados no mercado.

Tabela 6.2 – Cotação equipamentos de Dasaguamento e Secagem Térmica do Lodo.

SISTEMA	EQUIPAMENTO	EMPRESA	PREÇO	PREÇO TOTAL
1	DESAGUADOR - PRENSA PARAFUSO	IEA - BRASIL	418 600,00	1 364 400,00
	SECADOR TÉRMICO	ALBRECHT	945 800,00	
2	DESAGUADOR + SECADOR TÉRMICO	JMS	905 000,00	905 000,00
3	DESAGUADOR + SECADOR TÉRMICO	ANDRITZ-ARCORI	5 306 000,00	5 306 000,00

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Ressalta-se que nesses custos não estão incluídos os custos energéticos adicionais (energia elétrica ou gás complementar para a secagem do lodo), construção dos galpões e infraestruturas necessários aos sistemas.

Comparativamente, os custos de implantação dos sistemas adotados neste Projeto Básico para Gerenciamento do Biogás e do Lodo, através do Queimador de Gás e dos Leitões de Secagem convencionais, são, respectivamente, R\$ 5.000,00 e R\$ 422.169,34, ou seja, economicamente mais viáveis.

Na Tabela 6.3, apresenta-se o orçamento do Sistema de Esgotamento Sanitário da ETAPA 1, incluindo tanto o Sistema Dinâmico com a ETE em concreto armado, as redes e interceptores dos bairros Santo Amaro e Centro, assim como os Sistemas Estáticos, concebidos para os locais e residências não atendíveis pela rede coletora (adotado Fossa-sumidouro Tipo A, para 5 usuários, que devem ser verificadas quando da elaboração do Projeto Executivo para através da conferência do número de habitantes por residência).

O cronograma físico-financeiro das obras de implantação do SES – Etapa 1, é apresentado na Tabela 6.4.

Nas tabelas seguintes (Tabela 6.5 a Tabela 6.9) são apresentados os orçamentos isolados dos Sistemas Estáticos do tipo Fossa-Sumidouro, concebidos (Tipos A, B, C, D e E).

Nos orçamentos foi utilizado o valor para Bonificações e Despesas Indiretas (BDI) correspondente a 26% do custo dos serviços.

Tabela 6.3 – Orçamento SES – SJA – ETAPA 1.

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
		1	SERVIÇOS PRELIMINARES E CANTEIRO DE OBRAS	S U B - T O T A L		53 367,99	
COPASA	65000016	1.1	ABRIGO PARA ARMAZENAMENTO DE TUBOS/SERVICOS GERAIS EM COBERTURA DE TELHAS DE FIBROCIMENTO	m²	60,00	123,58	7 414,80
COPASA	65002511	1.2	CANTEIRO DE OBRAS AREAS ABERTAS E COBERTAS	m²	50,00	114,93	5 746,50
COPASA	65002509	1.3	CANTEIRO DE OBRAS AREAS ABERTAS E DESCOBERTAS	m²	100,00	27,02	2 702,00
COPASA	65002510	1.4	CANTEIRO DE OBRAS AREAS FECHADAS E COBERTAS	m²	40,00	535,96	21 438,40
COPASA	65000007	1.5	PLACA DE IDENTIFICACAO DE OBRA PADRAO COPASA FORNECIMENTO E INSTALACAO	m²	4,00	210,55	842,20
SUDECAP	01.01.07	1.6	ESCRITORIO DA FISCALIZAÇÃO TIPO I	un	1,00	4 894,14	4 894,14
SUDECAP	01.01.11	1.7	ESCRITORIO DE EMPREITEIRA TIPO I	un	1,00	4 894,14	4 894,14
SUDECAP	01.02.06	1.8	VESTIARIO TIPO I	un	1,00	3 798,59	3 798,59
SUDECAP	01.06.01	1.9	PADRAO CEMIG - TRIFASICO ATE 30 KVA	un	2,00	643,56	1 287,12
SUDECAP	01.06.05	1.10	PADRAO COPASA - KIT CAVALTE METAL E REGISTRO 3/4"	un	1,00	336,91	336,91
SUDECAP	01.05.05	1.11	CERCA TIPO 1-PECA 8X8 CADA 2,00M E 5 FIOS ARAME FARPADO	m	1,00	13,19	13,19
		2	OBRAS INFRAESTRUTURA ETE, TRATAMENTO PRELIMINAR E LINHA DE RECALQUE			1 472 447,45	
ESTIMATIVA	-	2.1	AQUISIÇÃO DE TERRENO PARA IMPLANTAÇÃO DA ETE	m²	31 623,30	3,04	96 227,91
SUDECAP	03.01.02	2.2	DESMATAMENTO,DESTOC.E LIMPEZA,INCL TRANSP. ATE 50M	m²	8 970,00	0,47	4 215,90
SUDECAP	03.23.03	2.3	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE TERRENO COM PLACA VIBRATORIA	m²	783,32	3,47	2 718,12
SUDECAP	03.03.01	2.4	ESCAVAÇÃO MECANICA INCLUSIVE TRANSPORTE ATE 50 M EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	m³	3 685,06	3,32	12 234,40
SUDECAP	03.15.01	2.5	ATERRO COMPACTADO COM ROLO VIBRATORIO	m³	4 001,09	2,83	11 323,08
SUDECAP	03.17.01	2.6	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS H <= 1,5 M	m³	1 095,09	34,98	38 306,39
SUDECAP	03.22.02	2.7	REATERRO DE VALA COMPACTADO COM EQUIP. PLACA VIBRATORIA OU EQUIVALENTE	m³	877,18	16,72	14 666,42
SUDECAP	03.13.01	2.8	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA DMT <= 1 KM	m³	224,92	2,24	503,81
SUDECAP	03.13.01	2.8	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA DMT > 5 KM	m³ x km	2 943,43	1,07	3 149,47

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
SUDECAP	19.32.01	2.9	ESCORAMENTO DESCONTINUO DE VALAS - PADRAO SUDECAP TIPO A - MADEIRA ROLIÇA D= 6 A 10 CM	m²	73,12	9,03	660,27
SUDECAP	05.07.46	2.10	CONCRETO ESTRUTURAL, FORN. APLICAÇÃO E ADENSAMENTO FCK >= 30,0 MPA, USINADO	m³	244,43	361,86	88 448,40
SUDECAP	04.21.15	2.11	CONCRETO CONVENCIONAL B1,B2 LANÇADO EM FUNDAÇÃO FCK >= 15.0 MPa, BRITA CALCAREA	m³	5,62	352,75	1 982,10
SUDECAP	05.05.01	2.12	ARMAÇÃO INCLUSIVE CORTE, DOBRA E COLOCAÇÃO AÇO CA-50 OU CA-60	kg	24 442,71	6,51	159 122,06
SUDECAP	06.01.05	2.13	FORMA, ESCORAMENTO, DESFORMA E LIMPEZA - ESTRUTURA DE COMPENSADO RESINADO ESPESSURA >= 12MM	m²	863,71	60,65	52 384,01
COPASA	25019649	2.14	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN150 - M	m	206,40	15,47	3 193,01
COPASA	65000377	2.15	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150	m	206,40	4,13	852,43
ESTIMATIVA	-	2.16	CONEXÕES PVC DN 150	vb	1,00	478,95	478,95
COPASA	25002662	2.17	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN200X6M	m	42,37	23,95	1 014,68
COPASA	65000378	2.18	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200	m	42,37	4,27	180,91
ESTIMATIVA	-	2.19	CONEXÕES PVC DN 200	vb	1,00	152,20	152,20
COPASA	25002663	2.20	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN250X6M	m	431,49	39,98	17 251,03
COPASA	65000379	2.21	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 250	m	431,49	8,73	3 766,92
ESTIMATIVA	-	2.22	CONEXÕES PVC DN 250	vb	1,00	2 587,65	2 587,65
COPASA	25002534	2.23	TUBO PVC DEFOFO PB JEI DN200X6M	m	163,10	60,02	9 789,26
COPASA	65000394	2.24	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200	m	163,10	9,21	1 502,15
ESTIMATIVA	-	2.25	CONEXÕES PVC DN 200	vb	1,00	1 468,39	1 468,39
SUDECAP	10.12.01	2.26	TUBO PVC ESGOTO PONTA/BOLSA, SOLDA, INCL.CONEXOES D= 40 MM	m	179,00	10,95	1 960,05
ESTIMATIVA	-	2.27	TUBO PVC ESGOTO PONTA/BOLSA, SOLDA, INCL.CONEXOES D= 40 MM PERFURADO	m	563,00	13,14	7 397,82
COPASA	25004221	2.28	(B)TUBO FOFO ESG.PB 0,6MPA DN 300X6,00M	m	619,82	389,06	241 147,40
COPASA	65000396	2.29	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 300	m	619,82	13,83	8 572,12
ESTIMATIVA	-	2.30	CONEXÕES FOFO DN 300	vb	1,00	24 114,74	24 114,74

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
COPASA	25003300	2.31	REGISTRO FOFO CBOR.FC S14 PN16 DN250	un	2,00	1 581,96	3 163,92
COPASA	25003301	2.32	REGISTRO FOFO CBOR.FC S14 PN16 DN300	un	2,00	2 273,29	4 546,58
COTAÇÃO	-	2.33	COMPORTA SUPERFICIAL DE ACIONAMENTO MANUAL EM PRFV	un	10,00	475,00	4 750,00
COPASA	65000118	2.34	PORTINHOLAS E TAMPAS DE CHAPA DE FERRO	m²	24,20	171,22	4 143,52
COTAÇÃO	-	2.35	DEFLETOR EM PRFV PARA CAIXAS DE DISTRIBUIÇÃO	un	2,00	1 148,00	2 296,00
COTAÇÃO	-	2.36	FORNECIMENTO DE MEDIDOR DE VAZÃO TIPO CALHA PARSHALL - MODELO W 3"	un	2,00	1 000,00	2 000,00
COTAÇÃO	-	2.37	MEDIDOR DE VAZÃO ULTRASSÔNICO PARA CALHA PARSHALL W 3"	un	2,00	3 800,00	7 600,00
COTAÇÃO	-	2.38	SUPORTE PARA MEDIDOR DE VAZÃO ULTRASSÔNICO	un	2,00	70,00	140,00
ESTIMATIVA	-	2.39	FORNECIMENTO DE CONJUNTO MOTO-BOMBA SUBMERSÍVEL ABS, Q=21,63 l/s, Hm=15m,POTÊNCIA=15 cv. RENDIMENTO DO CONJUNTO=71%.	un	3,00	12 000,00	36 000,00
COPASA	65002364	2.40	INSTALACAO DE CONJUNTO MOTOBOMBA COM POTENCIA ACIMA DE 5CV ATE 25CV	un	2,00	975,68	1 951,36
ESTIMATIVA	-	2.41	FORNECIMENTO DE CONJUNTO MOTO-BOMBA SUBMERSÍVEL PARA POÇO DE RECIRCULAÇÃO	un	3,00	3 000,00	9 000,00
COPASA	65002363	2.42	INSTALACAO DE CONJUNTO MOTOBOMBA COM POTENCIA MENOR OU IGUAL A 5CV	un	2,00	731,76	1 463,52
SUDECAP	10.35.71	2.43	CX. D'AGUA EM FIBRA DE VIDRO COM TAMPA 8000L	un	8,00	2 648,30	21 186,40
COTAÇÃO	-	2.44	RESERVATÓRIO EM PRFV CAPAC. 20.000 LITROS COM ACESSÓRIOS	un	8,00	7 000,00	56 000,00
COPASA	65001137	2.45	GUARDA CORPO C/ CORRIMAO, FERRO GALVANIZADO, DIAMETRO = 1 1/2 "	un	43,40	196,04	8 508,14
ESTIMATIVA	-	2.46	CONJUNTO QUEIMADOR DE BIOGÁS - BASEADO NO MODELO COPASA (DVSR)	vb	1,00	5 000,00	5 000,00
ESTIMATIVA	-	2.47	FORNECIMENTO E MONTAGEM DE PENEIRA ESTÁTICA	un	1,00	10 000,00	10 000,00
COPASA	65000075	2.48	CERCA ARAME FARPADO COM MOUROES DE CONCRETO CONFORME PADRAO COPASA P.126	m	880,00	43,65	38 412,00
COPASA	65000079	2.49	PORTAO PARA VEICULOS CONFORME PADRAO COPASA P.012	un	2,00	3 038,74	6 077,48
COPASA	65000080	2.50	PORTAO PARA PEDESTRES CONFORME PADRAO COPASA P.013	un	2,00	1 231,68	2 463,36
COPASA	65000081	2.51	GRAMA EM PLACAS - FORNECIMENTO E PLANTIO	m²	1 060,00	12,37	13 112,20
COPASA	65000473	2.52	CALCAMENTO EM BRITA, E = 5 CM	m²	2 476,55	8,73	21 620,28
ESTIMATIVA	-	2.53	FOSSA SÉPTICA, FILTRO ANAERÓBIO PARA 10 USUÁRIOS	un	1,00	9 875,06	9 875,06

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
COPASA	65002834	2.54	POÇO DE VISITA ESPECIAL EM ANEIS PREMOLDADOS DE CONCRETO COM BOLSA INTERNA E DEGRAUS, ALTURA = 1,50 M (BALÃO: DIÂMETRO=1,00 M, ALTURA= 1,00 M), COM FUNDO PRÉFABRICADO COMPLETO DOTADO DE LUVAS JE E DE CANALETAS SELETIVAS, PARA REDES EM	un	1,00	1 494,64	1 494,64
SUDECAP	40.88.04	2.55	REDE TUBULAR EM PVC - RIB LOC/TIGRE DN= 400 MM	m	56,60	97,26	5 504,92
COPASA	65000338	2.56	CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA (0,60 X 0,60 X 0,60 M)	un	9,00	293,89	2 645,01
SINAPI	83450	2.57	CAIXA DE PASSAGEM 80X80X62 FUNDO BRITA COM TAMPA	un	10,00	331,83	3 318,30
SUDECAP	19.13.02	2.58	CONJUNTO QUADRO E GRELHA PARA BOCA DE LOBO TIPO B (CONCRETO) - PADRAO SUDECAP	un	21,00	248,40	5 216,40
SUDECAP	40.87.04	2.59	TUBO CONC.ARMADO JUNTA ELASTICA,NBR8890 CLASSE EA2 DN= 400 MM	m	269,80	137,65	37 137,97
SUDECAP	40.87.06	2.60	TUBO CONC.ARMADO JUNTA ELASTICA,NBR8890 CLASSE EA2 DN= 600 MM	m	95,80	203,59	19 503,92
SUDECAP	19.10.02	2.61	ALA DE REDE TUBULAR D= 500 MM	un	1,00	684,56	684,56
SUDECAP	19.10.03	2.62	ALA DE REDE TUBULAR D= 600 MM	un	1,00	750,28	750,28
SUDECAP	19.30.04	2.63	SARJETA - PADRAO SUDECAP TIPO A - (50X10)CM - DES-R01	m	593,80	18,98	11 270,32
SUDECAP	19.31.02	2.64	CANALETA - PADRAO SUDECAP TIPO 2 - D= 300 MM, PREMOLDADA DE CONCRETO	m	203,85	53,57	10 920,24
SUDECAP	21.03.03	2.65	MEIO FIO CONCRETO FCK>=18MPA TIPO A (12X16,7X35)CM	m	640,00	32,94	21 081,60
SUDECAP	21.03.16	2.66	CORDAO DE CONC. PREMOLDADO BOLEADO 10X10 COM BASE	m	73,50	25,73	1 891,16
SUDECAP	21.05.03	2.67	PASSEIO DE CONCRETO >=20MPA USINADO E=8CM MECANIZ.(INCL.TELA)	m ²	254,40	43,53	11 074,03
SUDECAP	02.11.07	2.68	DEMILOÇÃO DE REVESTIMENTO ASFALTICO COM EQUIP. PNEUMATICO	m ²	90,00	8,99	809,10
SUDECAP	02.27.02	2.69	CARGA MECÂNICA DE MATERIAL DEMOLIDO SOBRE CAMINHAO	m ³	40,50	1,70	68,85
SUDECAP	02.28.02	2.70	TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO EM CAMINHAO 1 KM < DMT <= 2 KM	m ³	40,50	4,10	166,05
SUDECAP	03.23.05	2.71	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE TERRENO COM ROLO VIBRATORIO	m ²	² 260,53	1,48	3 345,58
SUDECAP	20.04.01	2.72	SUB-BASE ESTAB. GRANUL. ENERGIA PROCTOR INTERMED. COM CANGA DE MINERIO DE FERRO	m ³	452,11	55,68	25 173,21
SUDECAP	20.06.01	2.73	BASE ESTAB. GRANUL.COMPACT.ENERG.PROCTOR INTERMED. COM CANGA DE MINERIO DE FERRO	m ³	452,11	60,58	27 388,52
SUDECAP	20.11.01	2.74	IMPRIMAÇÃO COM CM-30	m ²	² 260,53	7,71	17 428,65

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
SUDECAP	20.12.01	2.75	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	m²	2 260,53	1,74	3 933,31
SUDECAP	20.15.01	2.76	CONCRETO PRE-MISTURADO A FRIO RL-1C-ESP.MANUAL PLACA VIBRAT	t	271,26	261,42	70 913,57
SUDECAP	20.10.03	2.77	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA DMT > 10KM	tXkm	16 275,78	0,53	8 626,16
ESTIMATIVA	-	2.78	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	vb	1,00	40 000,00	40 000,00
ESTIMATIVA	-	2.79	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	vb	1,00	20 000,00	20 000,00
ESTIMATIVA	-	2.80	INTALAÇÕES DE APOIO E LABORATÓRIO	vb	1,00	30 000,00	30 000,00
ESTIMATIVA	-	2.81	FORNECIMENTO DE CAÇAMBA TIPO BROOKS	un	2,00	2 900,00	5 800,00
COPASA	65002369	2.82	CERCA VIVA - FORNECIMENTO E PLANTIO (CEDRINHO OU CIPRESTE-PORTUGUES)	un	1 280,00	4,39	5 619,20
		3	ETE				1 224 008,24
		3.1	REATOR UASB - ETAPA 1 - Qmed = 14,64 l/s				315 963,51
SUDECAP	03.23.03	3.1.1	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE TERRENO COM PLACA VIBRATORIA	m²	112,36	3,47	389,89
SUDECAP	05.07.46	3.1.2	CONCRETO ESTRUTURAL, FORN. APLICAÇÃO E ADENSAMENTO FCK >= 30,0 MPA, USINADO	m³	156,85	361,86	56 757,74
SUDECAP	04.21.15	3.1.3	CONCRETO CONVENCIONAL B1,B2 LANÇADO EM FUNDAÇÃO FCK >= 15.0 MPa, BRITA CALCAREA	m³	112,61	352,75	39 723,18
SUDECAP	05.05.01	3.1.4	ARMAÇÃO INCLUSIVE CORTE, DOBRA E COLOCAÇÃO AÇO CA-50 OU CA-60	kg	15 685,00	6,51	102 109,35
SUDECAP	06.01.05	3.1.5	FORMA, ESCORAMENTO, DESFORMA E LIMPEZA - ESTRUTURA DE COMPENSADO RESINADO ESPESSURA >= 12MM	m²	669,88	60,65	40 628,22
SINAPI	73798/3	3.1.6	DUTO ESPIRAL FLEXIVEL SINGELO PEAD D=75MM(3") REVESTIDO COM PVC COM FIO GUIA DE ACO GALVANIZADO, LANCADO DIRETO NO SOLO, INCL CONEXOES	m	270,00	32,13	8 675,10
COPASA	25002534	3.1.7	TUBO PVC DEFOFO PB JEI DN200X6M	m	24,00	60,02	1 440,48
COPASA	65000394	3.1.8	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200	m	24,00	9,21	221,04
ESTIMATIVA	-	3.1.9	CONEXÕES PVC DN 200	vb	1,00	216,07	216,07
COPASA	25002536	3.1.10	TUBO PVC DEFOFO PB JEI DN250X6M	m	70,00	86,48	6 053,60
COPASA	65000379	3.1.11	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 250	m	70,00	8,73	611,10
ESTIMATIVA	-	3.1.12	CONEXÕES PVC DN 250	vb	1,00	908,04	908,04

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
SINAPI	94449	3.1.13	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBRA DE VIDRO E = 0,6 MM, PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_06/2016	m²	108,00	35,42	3 825,36
ESTIMATIVA	-	3.1.14	CANTONEIRA DE ABAS IGUAIS DE ALUMÍNIO PARA SUPORTE DAS TELHAS (2" E 3")	m	60,00	15,00	900,00
ESTIMATIVA	-	3.1.15	TUBO RETANGULAR DE ALUMÍNIO PARA SUPORTE DAS TELHAS (2" E 3"), e= 3mm	m	60,00	25,00	1 500,00
ESTIMATIVA	baseado em SINAPI	3.1.16	TUBO DE AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MÉDIA, CONEXÃO ROSQUEADA, DN 2", INSTALADO EM RAMAIS E SUB-RAMAIS DE GÁS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	119,00	50,00	5 950,00
ESTIMATIVA	baseado em SINAPI	3.1.17	TUBO DE AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MÉDIA, CONEXÃO ROSQUEADA, DN 3", INSTALADO EM RAMAIS E SUB-RAMAIS DE GÁS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	20,00	80,00	1 600,00
COTAÇÃO	-	3.1.18	COMPORTA VERTEDEDORA TRIANGULAR EM PRFV	un	18,00	247,00	4 446,00
ESTIMATIVA	-	3.1.19	TAMPA DE INSPEÇÃO DN700	un	1,00	4 000,00	4 000,00
ESTIMATIVA	-	3.1.20	ALÇAPÃO ACESSO (0,6 x 0,6m) - DECANTADOR EM PRFV COM VEDAÇÃO EM BORRACHA E BORBOLETAS	un	32,00	400,00	12 800,00
ESTIMATIVA	-	3.1.21	ALÇAPÃO ACESSO (0,3 x 0,6m) - C. BIOGAS EM PRFV COM VEDAÇÃO EM BORRACHA E BORBOLETAS	un	6,00	270,00	1 620,00
ESTIMATIVA	-	3.1.22	TERMINAL DOS TUBOS DE DISTRIBUIÇÃO EM PRFV	un	36,00	170,00	6 120,00
COPASA	65001137	3.1.23	GUARDA CORPO C/ CORRIMAO, FERRO GALVANIZADO, DIAMETRO = 1 1/2 "	un	58,50	196,04	11 468,34
ESTIMATIVA	-	3.1.24	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	vb	1,00	4 000,00	4 000,00
		3.2	FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR - ETAPA 1				308 092,36
SUDECAP	03.23.03	3.1.1	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE TERRENO COM PLACA VIBRATORIA	m²	356,33	3,47	1 236,46
SUDECAP	03.17.01	3.1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS H <= 1,5 M	m³	32,20	34,98	1 126,46
SUDECAP	03.22.02	3.1.3	REATERRO DE VALA COMPACTADO COM EQUIP. PLACA VIBRATORIA OU EQUIVALENTE	m³	26,48	16,72	442,66
SUDECAP	05.07.46	3.1.4	CONCRETO ESTRUTURAL, FORN. APLICAÇÃO E ADENSAMENTO FCK >= 30,0 MPA, USINADO	m³	68,45	361,86	24 769,32
SUDECAP	04.21.15	3.1.5	CONCRETO CONVENCIONAL B1,B2 LANÇADO EM FUNDAÇÃO FCK >= 15,0 MPa, BRITA CALCAREA	m³	17,82	352,75	6 284,72
SUDECAP	05.05.01	3.1.6	ARMAÇÃO INCLUSIVE CORTE, DOBRA E COLOCAÇÃO AÇO CA-50 OU CA-60	kg	6 845,00	6,51	44 560,95
SUDECAP	06.01.05	3.1.7	FORMA, ESCORAMENTO, DESFORMA E LIMPEZA - ESTRUTURA DE COMPENSADO RESINADO ESPESSURA >= 12MM	m²	895,80	60,65	54 330,27

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
COPASA	25002662	3.1.8	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN200X6M	m	56,50	23,95	1 353,18
COPASA	65000378	3.1.9	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200	m	56,50	4,27	241,26
ESTIMATIVA	-	3.1.10	CONEXÕES PVC DN 200	vb	1,00	202,98	202,98
COPASA	25002663	3.1.11	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN250X6M	m	0,00	39,98	0,00
SINAPI	75029/1	3.1.12	TUBO PVC CORRUGADO RIGIDO PERFURADO DN 150 PARA DRENAGEM - FORNECIMENTO E INSTALACAO	m	108,00	34,83	3 761,64
ESTIMATIVA	-	3.1.13	TAMPA DE INSPEÇÃO DN700	un	1,00	4 000,00	4 000,00
COTAÇÃO	-	3.1.14	DISTRIBUIDOR ROTATIVO PARA FBP, OPERA COMO MOLINETE HIDRÁULICO, DIÂMETRO DE 19.000mm, EM AÇO INOXIDÁVEL.	un	1,00	112 800,00	112 800,00
SINAPI	73873/2	3.1.15	LEITO FILTRANTE - FORN.E ENCHIMENTO C/ BRITA NO. 4	M3	280,67	133,59	37 495,33
COPASA	65001137	3.1.16	GUARDA CORPO C/ CORRIMAO, FERRO GALVANIZADO, DIAMETRO = 1 1/2 "	un	79,00	196,04	15 487,16
		3.3	DECANTADOR SECUNDÁRIO - ETAPA 1				177 783,02
SUDECAP	03.23.03	3.3.1	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE TERRENO COM PLACA VIBRATORIA	m ²	109,36	3,47	379,48
SUDECAP	03.17.01	3.3.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS H <= 1,5 M	m ³	319,44	34,98	11 174,00
SUDECAP	03.22.02	3.3.3	REATERRO DE VALA COMPACTADO COM EQUIP. PLACA VIBRATORIA OU EQUIVALENTE	m ³	90,79	16,72	1 517,93
SUDECAP	19.32.01	3.3.4	ESCORAMENTO DESCONTINUO DE VALAS - PADRAO SUDECAP TIPO A - MADEIRA ROLIÇA D= 6 A 10 CM	m ²	105,60	9,03	953,57
SUDECAP	05.07.46	3.3.5	CONCRETO ESTRUTURAL, FORN. APLICAÇÃO E ADENSAMENTO FCK >= 30,0 MPA, USINADO	m ³	49,55	361,86	17 930,16
SUDECAP	04.21.15	3.3.6	CONCRETO CONVENCIONAL B1,B2 LANÇADO EM FUNDAÇÃO FCK >= 15.0 MPa, BRITA CALCAREA	m ³	2,85	352,75	1 005,34
SUDECAP	05.05.01	3.3.7	ARMAÇÃO INCLUSIVE CORTE, DOBRA E COLOCAÇÃO AÇO CA-50 OU CA-60	kg	4 955,00	6,51	32 257,05
SUDECAP	06.01.05	3.3.8	FORMA, ESCORAMENTO, DESFORMA E LIMPEZA - ESTRUTURA DE COMPENSADO RESINADO ESPESSURA >= 12MM	m ²	285,00	60,65	17 285,25
COPASA	25019649	3.3.9	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN150 - M	m	38,10	15,47	589,41
COPASA	65000377	3.3.10	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150	m	38,10	4,13	157,35
ESTIMATIVA	-	3.3.11	CONEXÕES PVC DN 150	vb	1,00	88,41	88,41

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
COPASA	25002662	3.3.12	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN200X6M	m	38,35	23,95	918,48
COPASA	65000378	3.3.13	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200	m	38,35	4,27	163,75
ESTIMATIVA	-	3.3.14	CONEXÕES PVC DN 200	vb	1,00	137,77	137,77
COTAÇÃO	-	3.3.15	COMPORTA VERTEDOURA TRIANGULAR EM PRFV	un	1,00	247,00	247,00
COTAÇÃO	-	3.3.16	PLACA VERTEDOURA EM PRFV	m	25,13	64,00	1 608,50
ESTIMATIVA	-	3.3.17	BAFLE PARA REMOÇÃO DE ESCUMA	m	24,03	120,00	2 883,98
COPASA	65000118	3.3.18	PORTINHOLAS E TAMPAS DE CHAPA DE FERRO	m ²	7,60	171,22	1 301,27
COTAÇÃO	-	3.3.19	MECANISMO PARA REMOÇÃO DE LODO DECANTADO E ESCUMA PARA DECANTADOR SECUNDÁRIO, DIÂMETRO DE 8.000mm, ALTURA DA PAREDE LATERAL DE 3.500mm E INCLINAÇÃO DO FUNDO CONFORME PROJETO, TIPO TRAÇÃO PERIFÉRICA, COM PONTE RADIAL.	un	1,00	80 500,00	80 500,00
COPASA	65001137	3.3.20	GUARDA CORPO C/ CORRIMAO, FERRO GALVANIZADO, DIAMETRO = 1 1/2 "	un	12,00	196,04	2 352,48
SINAPI	83450	3.3.21	CAIXA DE PASSAGEM 80X80X62 FUNDO BRITA COM TAMPA	un	1,00	331,83	331,83
ESTIMATIVA	-	3.3.22	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	vb	1,00	4 000,00	4 000,00
		3.4	LEITO DE SECAGEM - ETAPA 1				422 169,34
SUDECAP	03.23.03	3.4.1	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE TERRENO COM PLACA VIBRATORIA	m ²	1 031,62	3,47	3 579,70
SUDECAP	03.17.01	3.4.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS H <= 1,5 M	m ³	22,54	34,98	788,45
SUDECAP	05.07.46	3.4.3	CONCRETO ESTRUTURAL, FORN. APLICAÇÃO E ADENSAMENTO FCK >= 30,0 MPA, USINADO	m ³	216,00	361,86	78 161,76
SUDECAP	04.21.15	3.4.4	CONCRETO CONVENCIONAL B1,B2 LANÇADO EM FUNDAÇÃO FCK >= 15,0 MPa, BRITA CALCAREA	m ³	159,12	352,75	56 129,58
SUDECAP	05.05.01	3.4.5	ARMAÇÃO INCLUSIVE CORTE, DOBRA E COLOCAÇÃO AÇO CA-50 OU CA-60	kg	17 280,00	6,51	112 492,80
SUDECAP	06.01.05	3.4.6	FORMA, ESCORAMENTO, DESFORMA E LIMPEZA - ESTRUTURA DE COMPENSADO RESINADO ESPESSURA >= 12MM	m ²	643,73	60,65	39 042,22
SINAPI	83651	3.4.7	TUBO PVC CORRUGADO PERFURADO 100 MM C/ JUNTA ELASTICA PARA DRENAGEM	m	98,00	26,05	2 552,90
COPASA	25004308	3.4.8	(B)TUBO FOFO ESG.PB 0,6MPA DN 150X6,00M	m	57,50	199,02	11 443,65

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
COPASA	65000393	3.4.9	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 150	m	57,50	6,83	392,73
ESTIMATIVA	-	3.4.10	CONEXÕES FOFO DN 150	vb	1,00	1 144,37	1 144,37
COPASA	25003292	3.4.11	REGISTRO FOFO CBOR.FC S14 PN10/16 DN150	un	1,00	509,89	509,89
COTAÇÃO	-	3.4.12	COMPORTA SUPERFICIAL DE ACIONAMENTO MANUAL EM PRFV	un	11,00	475,00	5 225,00
COPASA	65000118	3.4.13	PORTINHOLAS E TAMPAS DE CHAPA DE FERRO	m ²	3,43	171,22	587,28
COPASA	65001137	3.4.14	GUARDA CORPO C/ CORRIMAO, FERRO GALVANIZADO, DIAMETRO = 1 1/2 "	un	67,20	196,04	13 173,89
COPASA	65003279	3.4.15	MEIO SUPORTE PARA LEITO - AREIA GROSSA - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	M3	85,00	140,30	11 925,50
COPASA	65003281	3.4.16	MEIO SUPORTE PARA LEITO - BRITA N°1 - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	M3	79,20	151,76	12 019,39
COPASA	65003282	3.4.17	MEIO SUPORTE PARA LEITO - BRITA N°2 - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	M3	158,40	122,15	19 348,56
COPASA	65003284	3.4.18	MEIO SUPORTE PARA LEITO - BRITA N°3 - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	M3	158,40	123,41	19 548,14
COPASA	65003302	3.4.19	MEIO SUPORTE PARA LEITO - TIJOLOS MACICOS REQUEIMADOS (20 X 10 X 5)CM - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	M2	792,00	43,06	34 103,52
		4	SISTEMA ESTÁTICO - FOSSA FILTRO E SUMIDOURO				988 026,03
SINAPI	COMPOSIÇÃO	4.1	FOSSA E SUMIDOURO PADRÃO PARA 5 HABITANTES	un	148,00	6 675,85	988 026,03
		5	SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOS PARTE DO BAIRRO SANTO AMARO				124 057,21
		5.1	REDE COLETORA PARTE DO BAIRRO SANTO AMARO				39 618,01
COPASA	65000160	5.1.1	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M	m ³	433,07	6,62	2 866,95
COPASA	65000172	5.1.2	ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS	m ²	412,45	5,82	2 400,47
SINAPI	73964/6	5.1.3	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	152,83	36,12	5 520,33
SINAPI	93374	5.1.4	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	268,09	16,45	4 410,14
COPASA	25019649	5.1.5	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN150 - M	m	687,42	15,47	10 634,39
COPASA	65000377	5.1.6	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150	m	687,42	4,13	2 839,04

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
COPASA	65000316	5.1.7	POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/-	un	13,00	421,66	5 481,58
COPASA	65000317	5.1.8	ADICIONAL DE PRECO P/ ACRESCIMO NA ALTURA DE POCO DE VISITA EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO (BALAO: DIAMETRO = 0,60 M)	m	0,65	244,72	159,07
SINAPI	83627	5.1.9	TAMPAO FOFO ARTICULADO, CLASSE B125 CARGA MAX 12,5 T, REDONDO TAMPA 600 MM, REDE PLUVIAL/ESGOTO, P = CHAMINE CX AREIA / POCO VISITA ASSENTADO COM ARG CIM/AREIA 1:4, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	UN	13,00	382,95	4 978,35
SINAPI	65001148	5.1.10	CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS (RCE)	km	0,69	476,69	327,69
		5.2	INTERCEPTOR PARTE DO BAIRRO SANTO AMARO				37 546,43
COPASA	65000160	5.2.1	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M	m³	253,56	6,62	1 678,55
COPASA	65000161	5.2.2	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE MAIOR QUE 1,50 M ATE 4,00 M	m³	77,40	8,94	691,96
SINAPI	94049	5.2.3	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 0 A 1,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	258,00	24,63	6 354,54
COPASA	65000172	5.2.4	ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS	m²	275,40	5,82	1 602,83
SINAPI	73964/6	5.2.5	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	95,74	36,12	3 458,13
SINAPI	93374	5.2.6	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	149,88	16,45	2 465,49
SINAPI	93376	5.2.7	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	57,15	8,91	509,21
COPASA	25002662	5.2.8	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN200X6M	m	459,00	23,95	10 993,05
COPASA	65000378	5.2.9	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200	m	459,00	4,27	1 959,93
COPASA	65000316	5.2.10	POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/-	un	9,00	421,66	3 794,94

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
COPASA	65000317	5.2.11	ADICIONAL DE PRECO P/ ACRESCIMO NA ALTURA DE POCO DE VISITA EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO (BALAO: DIAMETRO = 0,60 M)	m	1,52	244,72	372,46
SINAPI	83627	5.2.12	TAMPAO FOFO ARTICULADO, CLASSE B125 CARGA MAX 12,5 T, REDONDO TAMPA 600 MM, REDE PLUVIAL/ESGOTO, P = CHAMINE CX AREIA / POCO VISITA ASSENTADO COM ARG CIM/AREIA 1:4, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	UN	9,00	382,95	3 446,55
SINAPI	65001148	5.2.13	CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS (RCE)	km	0,46	476,69	218,80
		5.3	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO 2 - EEB 2 - PARTE DO BAIRRO SANTO AMARO				46 892,76
COPASA	65000160	5.3.1	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M	m³	84,38	6,62	558,62
COPASA	65000161	5.3.2	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE MAIOR QUE 1,50 M ATE 4,00 M	m³	7,20	8,94	64,37
SINAPI	94051	5.3.3	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 M A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	9,60	20,39	195,74
COPASA	65000172	5.3.4	ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS	m²	72,57	5,82	422,36
SINAPI	73964/6	5.3.5	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	23,36	36,12	843,81
SINAPI	93374	5.3.6	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	50,40	16,45	829,08
SINAPI	93376	5.3.7	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	1,19	8,91	10,62
ESTIMATIVA	baseado em 25004280	5.3.8	TUBO FOFO ESG.PB 0,6MPA DN 75X6,00M	M	112,00	157,13	17 598,56
SINAPI	73887/1	5.3.9	ASSENTAMENTO SIMPLES DE TUBOS DE FERRO FUNDIDO (FOFO) C/ JUNTA ELASTICA - DN 75 MM - INCLUSIVE TRANSPORTE	m	112,00	2,78	311,36
COPASA	65000316	5.3.10	POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/-	un	0,00	421,66	0,00

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
SINAPI	83627	5.3.11	TAMPAO FOFO ARTICULADO, CLASSE B125 CARGA MAX 12,5 T, REDONDO TAMPA 600 MM, REDE PLUVIAL/ESGOTO, P = CHAMINE CX AREIA / POCO VISITA ASSENTADO COM ARG CIM/AREIA 1:4, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	UN	2,00	382,95	765,90
SINAPI	65001148	5.3.12	CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS (RCE)	km	0,11	476,69	54,10
SINAPI	92832	5.3.13	ASSENTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 1500 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_12/2015	m	3,20	153,41	490,91
SUDECAP	05.07.46	5.3.14	CONCRETO ESTRUTURAL, FORN. APLICAÇÃO E ADENSAMENTO FCK >= 30,0 MPA, USINADO	m³	4,55	361,86	1 646,39
SUDECAP	04.21.15	5.3.15	CONCRETO CONVENCIONAL B1,B2 LANÇADO EM FUNDAÇÃO FCK >= 15.0 MPa, BRITA CALCAREA	m³	0,34	352,75	119,71
SUDECAP	05.05.01	5.3.16	ARMAÇÃO INCLUSIVE CORTE, DOBRA E COLOCAÇÃO AÇO CA-50 OU CA-60	kg	454,98	6,51	2 961,93
SUDECAP	06.01.05	5.3.17	FORMA, ESCORAMENTO, DESFORMA E LIMPEZA - ESTRUTURA DE COMPENSADO RESINADO ESPESSURA >= 12MM	m²	20,12	60,65	1 220,23
ESTIMATIVA	-	5.3.18	FORNECIMENTO DE CONJUNTO MOTO-BOMBA SUBMERSÍVEL ABS, Q=0,0535 l/s, Hm=16m,POTÊNCIA=5,6 cv. RENDIMENTO DO CONJUNTO=71%.	un	3,00	4 000,00	12 000,00
COPASA	65002364	5.3.19	INSTALACAO DE CONJUNTO MOTOBOMBA COM POTENCIA ACIMA DE 5CV ATE 25CV	un	2,00	975,68	1 951,36
COPASA	65001770	5.3.20	KIT DE CONEXOES COMPLETO P/ INSTALACAO DE BOMBA SUBMERSA, DIAMETRO = 3"	un	2,00	1 287,95	2 575,90
COPASA	25002865	5.3.21	REGISTRO FOFO RAU PN6 DN 75	UN	3,00	650,54	1 951,62
COPASA	25002959	5.3.22	VALVULA RET.FOFO PORT.DUP.WAF.PN10 DN 75	UN	2,00	160,09	320,18
		6	SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOS PARTE DO CENTRO				1 036 094,95
		6.1	REDE COLETORA DE PARTE DO BAIRRO CENTRO				915 717,28
SUDECAP	02.11.07	6.1.1	DEMILOÇÃO DE REVESTIMENTO ASFALTICO COM EQUIP. PNEUMATICO	m²	2 821,20	8,99	25 362,59
SUDECAP	02.27.02	6.1.2	CARGA MECÂNICA DE MATERIAL DEMOLIDO SOBRE CAMINHAO	m³	1 269,54	1,70	2 158,22
SUDECAP	02.28.02	6.1.3	TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO EM CAMINHAO 1 KM < DMT <= 2 KM	m³	1 269,54	4,10	5 205,11
COPASA	65000160	6.1.4	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M	m³	4 375,43	6,62	28 965,37
COPASA	65000161	6.1.5	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE MAIOR QUE 1,50 M ATE 4,00 M	m³	3 658,51	8,94	32 707,07

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
SINAPI	94049	6.1.6	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 0 A 1,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	4 995,32	24,63	123 034,73
SINAPI	94051	6.1.7	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 M A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	976,23	20,39	19 905,41
COPASA	65000172	6.1.8	ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS	m²	5 677,40	5,82	33 042,47
SINAPI	73964/6	6.1.9	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	2 117,53	36,12	76 485,13
SINAPI	93374	6.1.10	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	2 213,08	16,45	36 405,13
SINAPI	93376	6.1.11	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	2 562,49	8,91	22 831,75
COPASA	25019649	6.1.12	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN150 - M	m	8 254,00	15,47	127 689,38
COPASA	65000377	6.1.13	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150	m	8 254,00	4,13	34 089,02
COPASA	25002662	6.1.14	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN200X6M	m	241,00	23,95	5 771,95
COPASA	65000378	6.1.15	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200	m	241,00	4,27	1 029,07
COPASA	65000316	6.1.16	POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/-	un	154,00	421,66	64 935,64
COPASA	65000317	6.1.17	ADICIONAL DE PRECO P/ ACRESCIMO NA ALTURA DE POCO DE VISITA EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO (BALAO: DIAMETRO = 0,60 M)	m	37,65	244,72	9 213,95
COPASA	65000319	6.1.18	TUBO DE QUEDA (MANILHA CERAMICA DIAMETRO = 150 MM) ALTURA = 1,00 M	un	17,00	57,53	978,01
COPASA	65000320	6.1.19	ADICIONAL DE PRECO P/ ACRESCIMO NA ALTURA DE TUBO DE QUEDA (MANILHA CERAMICA DIAMETRO = 150 MM)	m	9,36	50,10	468,94

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 4 – PROJETO BÁSICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA UTE JABÓ/ BALDIM (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
SINAPI	83627	6.1.20	TAMPAO FOFO ARTICULADO, CLASSE B125 CARGA MAX 12,5 T, REDONDO TAMPA 600 MM, REDE PLUVIAL/ESGOTO, P = CHAMINE CX AREIA / POCO VISITA ASSENTADO COM ARG CIM/AREIA 1:4, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	UN	154,00	382,95	58 974,30
SUDECAP	20.01.02	6.1.21	REGULARIZAÇÃO, COMPACT.DO SUBLEITO C/PLACA VIBRAT	m ²	² 821,20	3,47	9 789,56
SUDECAP	20.04.01	6.1.22	SUB-BASE ESTAB. GRANUL. ENERGIA PROCTOR INTERMED. COM CANGA DE MINERIO DE FERRO	m ³	564,24	55,68	31 416,88
SUDECAP	20.06.01	6.1.23	BASE ESTAB. GRANUL.COMPACT.ENERG.PROCTOR INTERMED. COM CANGA DE MINERIO DE FERRO	m ³	564,24	60,58	34 181,66
SUDECAP	20.11.01	6.1.24	IMPRIMAÇÃO COM CM-30	m ²	² 821,20	7,71	21 751,45
SUDECAP	20.12.01	6.1.25	PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	m ²	² 821,20	1,74	4 908,89
SUDECAP	20.15.01	6.1.26	PRE-MISTURADO A FRIO RL-1C-ESP.MANUAL PLACA VIBRAT	t	473,96	206,46	97 854,11
SUDECAP	20.10.03	6.1.27	TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA DMT > 10KM	t x km	⁴ 739,62	0,53	2 512,00
SINAPI	65001148	6.1.28	CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS (RCE)	km	8,50	476,69	4 049,48
		6.2	INTERCEPTOR SÃO JOSÉ - PRINCIPAL - BAIRRO CENTRO				120 377,67
COPASA	65000160	6.2.1	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M	m ³	155,97	6,62	1 032,52
COPASA	65000161	6.2.2	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE MAIOR QUE 1,50 M ATE 4,00 M	m ³	806,93	8,94	7 213,96
SINAPI	94049	6.2.3	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 0 A 1,5 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	¹ 559,04	24,63	38 399,06
COPASA	65000172	6.2.4	ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS	m ²	595,00	5,82	3 462,90
SINAPI	73964/6	6.2.5	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	196,62	36,12	7 101,89
SINAPI	93374	6.2.6	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	199,18	16,45	3 276,54

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)		
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL	
SINAPI	93376	6.2.7	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	495,97	8,91	4 419,08	
COPASA	25002663	6.2.8	TUBO PVC OCRE LISO PB JEI DN250X6M	m	843,00	39,98	33 703,14	
COPASA	65000379	6.2.9	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 250	m	843,00	8,73	7 359,39	
COPASA	65000316	6.2.10	POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/-	un	15,00	421,66	6 324,90	
COPASA	65000317	6.2.11	ADICIONAL DE PRECO P/ ACRESCIMO NA ALTURA DE POCO DE VISITA EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO (BALAO: DIAMETRO = 0,60 M)	m	7,92	244,72	1 938,18	
SINAPI	83627	6.2.12	TAMPAO FOFO ARTICULADO, CLASSE B125 CARGA MAX 12,5 T, REDONDO TAMPA 600 MM, REDE PLUVIAL/ESGOTO, P = CHAMINE CX AREIA / POCO VISITA ASSENTADO COM ARG CIM/AREIA 1:4, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	UN	15,00	382,95	5 744,25	
SINAPI	65001148	6.2.13	CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS (RCE)	km	0,84	476,69	401,85	
TOTAL SEM BDI							4 898 001,87	
BDI ADOTADO		(ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)						1 273 480,49
TOTAL COM BDI							6 171 482,35	

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Tabela 6.4 – Cronogram Físico Financeiro Implantação SES - Etapa 1.

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	VALOR (R\$)	% ITEM	MÊS												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	SERVIÇOS PRELIMINARES E CANTEIRO DE OBRAS	53 367,99	1,09%	100,0%												
				53 367,99												
2	OBRAS INFRAESTRUTURA ETE, TRATAMENTO PRELIMINAR E LINHA DE RECALQUE	1 472 447,45	30,06%	5,0%	7,5%	10,5%	12,5%	12,5%	12,5%	10,5%	7,5%	7,5%	7,5%	5,0%	1,5%	
				73 622,37	110 433,56	154 606,98	184 055,93	184 055,93	184 055,93	154 606,98	110 433,56	110 433,56	110 433,56	73 622,37	22 086,71	
3	ETE	1 224 008,24	24,99%						5,0%	10%	15%	25%	15%	15%	10%	5%
				-	-	-	-	61 200,41	122 400,82	183 601,24	306 002,06	183 601,24	183 601,24	122 400,82	61 200,41	
4	SISTEMA ESTÁTICO - FOSSA FILTRO E SUMIDOURO	988 026,03	20,17%	5,0%	7,5%	10,0%	12,5%	10,0%	12,5%	10,0%	7,5%	8,5%	8,5%	5,5%	2,5%	
				49 401,30	74 101,95	98 802,60	123 503,25	98 802,60	123 503,25	98 802,60	74 101,95	83 982,21	83 982,21	54 341,43	0,00	
5	SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOS PARTE DO BAIRRO SANTO AMARO	124 057,21	2,53%				5%	10,0%	15,0%	25,0%	15,0%	10,0%	10,0%	5,0%	5,0%	
				-	-	-	6 202,86	12 405,72	18 608,58	31 014,30	18 608,58	12 405,72	12 405,72	6 202,86	6 202,86	
6	SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOS PARTE DO CENTRO	1 036 094,95	21,15%		5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	10,0%	15,0%	15,0%	20,0%	10,0%	5,0%	5,0%	
				-	51 804,75	51 804,75	51 804,75	51 804,75	103 609,49	155 414,24	155 414,24	207 218,99	103 609,49	51 804,75	51 804,75	
Custo Total (R\$)		4 898 001,87		176 391,66	236 340,26	305 214,33	365 566,79	408 269,41	552 178,09	623 439,37	664 560,39	597 641,72	494 032,22	308 372,24	141 294,73	
BDI 26% (R\$)		1 273 480,49		45 861,83	61 448,47	79 355,73	95 047,37	106 150,05	143 566,30	162 094,24	172 785,70	155 386,85	128 448,38	80 176,78	36 736,63	
Preço Total (R\$)		6 171 482,35		222 253,50	297 788,73	384 570,06	460 614,16	514 419,46	695 744,39	785 533,60	837 346,10	753 028,56	622 480,60	388 549,02	178 031,36	
Percentual Total Simples (%)		----		3,60%	4,83%	6,23%	7,46%	8,34%	11,27%	12,73%	13,57%	12,20%	10,09%	6,30%	2,88%	
Preço Total Acumulado (R\$)		----		222 253,50	520 042,22	904 612,28	1 365 226,44	1 879 645,90	2 575 390,29	3 360 923,89	4 198 269,99	4 951 298,55	5 573 779,15	5 962 328,17	6 140 359,53	
Percentual Acumulado (%)		----		3,60%	8,43%	14,66%	22,12%	30,46%	41,73%	54,46%	68,03%	80,23%	90,32%	96,61%	99,50%	

Fonte: DHF Consultoria, 2017

Tabela 6.5 – Orçamento unitário Fossa-sumidouro – TIPO A (5 pessoas).

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNI D.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
		1	SERVIÇOS PRELIMINARES	S U B - T O T A L			891,54
SINAPI	85422	1.1	PREPARO MANUAL DO TERRENO SEM RASPAGEM SUPERFICIAL	m ²	7,10	4,62	32,80
SINAPI	93358	1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS, AF 03/2016	m ³	10,42	45,74	476,50
SINAPI	94045	1.3	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	11,31	10,12	114,45
SINAPI	94046	1.4	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	0,00	15,13	0,00
SINAPI	94048	1.5	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	13,32	12,88	171,57
SINAPI	94060	1.6	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	0,00	22,36	0,00
SINAPI	94097	1.7	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA, AF 06/2016	m ²	3,55	3,69	13,10
SINAPI	73994/1	1.8	ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-138, AÇO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	kg	9,24	5,89	54,40
SINAPI	74157/4	1.9	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES	m ³	0,15	79,26	12,20
SINAPI	94962	1.10	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016	m ³	0,08	214,55	16,51
		2	INSTALAÇÃO DE FOSSA SUMIDOURO PRÉ-MOLDADA	S U B - T O T A L			2 781,30
COTAÇÃO	MÉDIA	2.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO FOSSA E SUMIDOURO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, VOLUME 1.991 L	CJ	1,00	1 891,67	1 891,67
CPU	2.540.8.3	2.2	ASSENTAMENTO DE PEÇA PRÉ-MOLDADA - FOSSA SÉPTICA (POR PEÇA)	un	2,00	303,56	607,12
CPU	2.720.8.5.1	2.3	LASTRO DE AREIA APLICADO ENTRE AS PEÇAS PRÉ-MOLDADAS E A PAREDE DE ESCAVAÇÃO	m ³	2,01	140,51	282,51
SUDECAP	63.01.03	2.4	BRITA COM FRETE (BRITA 0,1,2,3)	m ³	0,00	62,43	0,00
		3	CAIXAS DE INSPEÇÃO E DE GORDURA/TUBOS E CONEXÕES DE PVC	S U B - T O T A L			1 625,46
SUDECAP	10.70.13	3.1	CAIXA DE GORDURA EM ALVENARIA, 40x40x60 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	1,00	208,94	208,94
SUDECAP	10.70.11	3.2	CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	3,00	152,85	458,55
SUDECAP	10.70.11	3.3	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	0,00	152,85	0,00
SINAPI	89714	3.4	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	m	13,00	34,96	454,48
SINAPI	89744	3.5	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	2,00	15,53	31,06
SINAPI	72295	3.6	CAP PVC ESGOTO 100MM (TAMPÃO) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	2,00	10,24	20,48
SINAPI	89796	3.7	TE, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	0,00	25,53	0,00
SINAPI	91792	3.8	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	35,95	179,75
SINAPI	91793	3.9	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES PARA, PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	54,44	272,20
TOTAL SEM BDI							5 298,29
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							1 377,56
TOTAL COM BDI							6 675,85

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Tabela 6.6 – Orçamento unitário Fossa-sumidouro – TIPO B (10 pessoas).

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNI D.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
		1	SERVIÇOS PRELIMINARES	S U B - T O T A L			1 528,80
SINAPI	85422	1.1	PREPARO MANUAL DO TERRENO SEM RASPAGEM SUPERFICIAL	m ²	11,58	4,62	53,48
SINAPI	93358	1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS, AF 03/2016	m ³	17,46	45,74	798,66
SINAPI	94045	1.3	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	0,00	10,12	0,00
SINAPI	94046	1.4	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	14,33	15,13	216,75
SINAPI	94048	1.5	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	26,64	12,88	343,13
SINAPI	94060	1.6	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	0,00	22,36	0,00
SINAPI	94097	1.7	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA, AF 06/2016	m ²	5,79	3,69	21,36
SINAPI	73994/1	1.8	ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-138, AÇO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	kg	10,60	5,89	62,45
SINAPI	74157/4	1.9	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES	m ³	0,18	79,26	14,01
SINAPI	94962	1.10	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016	m ³	0,09	214,55	18,96
		2	INSTALAÇÃO DE FOSSA SUMIDOURO PRÉ-MOLDADA	S U B - T O T A L			4 600,22
COTAÇÃO	MÉDIA	2.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO FOSSA E SUMIDOURO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, VOLUME 2.925 L	CJ	1,00	3 329,33	3 329,33
CPU	2.540.8.3	2.2	ASSENTAMENTO DE PEÇA PRÉ-MOLDADA - FOSSA SÉPTICA (POR PEÇA)	un	3,00	303,56	910,68
CPU	2.720.8.5.1	2.3	LASTRO DE AREIA APLICADO ENTRE AS PEÇAS PRÉ-MOLDADAS E A PAREDE DE ESCAVAÇÃO	m ³	2,56	140,51	360,20
SUDECAP	63.01.03	2.4	BRITA COM FRETE (BRITA 0,1,2,3)	m ³	0,00	62,43	0,00
		3	CAIXAS DE INSPEÇÃO E DE GORDURA/TUBOS E CONEXÕES DE PVC	S U B - T O T A L			1 883,19
SUDECAP	10.70.13	3.1	CAIXA DE GORDURA EM ALVENARIA, 40x40x60 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	1,00	208,94	208,94
SUDECAP	10.70.11	3.2	CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	3,00	152,85	458,55
SUDECAP	10.70.11	3.3	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	1,00	152,85	152,85
SINAPI	89714	3.4	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	m	16,00	34,96	559,36
SINAPI	89744	3.5	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	2,00	15,53	31,06
SINAPI	72295	3.6	CAP PVC ESGOTO 100MM (TAMPÃO) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	2,00	10,24	20,48
SINAPI	89796	3.7	TE, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	0,00	25,53	0,00
SINAPI	91792	3.8	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	35,95	179,75
SINAPI	91793	3.9	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES PARA, PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	54,44	272,20
TOTAL SEM BDI							8 012,21
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							2 083,17
TOTAL COM BDI							10 095,38

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Tabela 6.7 – Orçamento unitário Fossa-sumidouro – TIPO C (15 pessoas).

ORÇAM. PADRÃO	REFERENCIA CÔD	ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNI D.	QUAN T.	PREÇO (R\$)	
						UNITÁRIO	TOTAL
		1	SERVIÇOS PRELIMINARES	S U B - T O T A L			2 095,50
SINAPI	85422	1.1	PREPARO MANUAL DO TERRENO SEM RASPAGEM SUPERFICIAL	m²	16,60	4,62	76,71
SINAPI	93358	1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS, AF 03/2016	m³	24,30	45,74	1 111,35
SINAPI	94045	1.3	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m²	0,00	10,12	0,00
SINAPI	94046	1.4	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m²	15,83	15,13	239,56
SINAPI	94048	1.5	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m²	39,96	12,88	514,70
SINAPI	94060	1.6	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m²	0,00	22,36	0,00
SINAPI	94097	1.7	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA, AF 06/2016	m²	8,30	3,69	30,63
SINAPI	73994/1	1.8	ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-138, AÇO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	kg	13,62	5,89	80,21
SINAPI	74157/4	1.9	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES	m³	0,23	79,26	17,99
SINAPI	94962	1.10	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016	m³	0,11	214,55	24,35
		2	INSTALAÇÃO DE FOSSA SUMIDOURO PRÉ-MOLDADA	S U B - T O T A L			6 296,15
COTAÇÃO	MÉDIA	2.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO FOSSA E SUMIDOURO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, VOLUME 3.820 L	CJ	1,00	4 679,33	4 679,33
CPU	2.540.8.3	2.2	ASSENTAMENTO DE PEÇA PRÉ-MOLDADA - FOSSA SÉPTICA (POR PEÇA)	un	4,00	303,56	1 214,24
CPU	2.720.8.5.1	2.3	LASTRO DE AREIA APLICADO ENTRE AS PEÇAS PRÉ-MOLDADAS E A PAREDE DE ESCAVAÇÃO	m³	2,87	140,51	402,58
SUDECAP	63.01.03	2.4	BRITA COM FRETE (BRITA 0,1,2,3)	m³	0,00	62,43	0,00
		3	CAIXAS DE INSPEÇÃO E DE GORDURA/TUBOS E CONEXÕES DE PVC	S U B - T O T A L			2 013,78
SUDECAP	10.70.14	3.1	CAIXA DE GORDURA EM ALVENARIA, 40x40x70 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	1,00	234,65	234,65
SUDECAP	10.70.11	3.2	CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	3,00	152,85	458,55
SUDECAP	10.70.11	3.3	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	1,00	152,85	152,85
SINAPI	89714	3.4	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	m	19,00	34,96	664,24
SINAPI	89744	3.5	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	2,00	15,53	31,06
SINAPI	72295	3.6	CAP PVC ESGOTO 100MM (TAMPÃO) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	2,00	10,24	20,48
SINAPI	89796	3.7	TE, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	0,00	25,53	0,00
SINAPI	91792	3.8	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	35,95	179,75
SINAPI	91793	3.9	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES PARA, PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	54,44	272,20
TOTAL SEM BDI							10 405,44
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							2 705,41
TOTAL COM BDI							13 110,85

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Tabela 6.8 – Orçamento unitário Fossa-sumidouro – TIPO D (60 pessoas).

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNI D.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
		1	SERVIÇOS PRELIMINARES	S U B - T O T A L			9 601,75
SINAPI	85422	1.1	PREPARO MANUAL DO TERRENO SEM RASPAGEM SUPERFICIAL	m²	61,89	4,62	285,93
SINAPI	93358	1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS, AF 03/2016	m³	119,67	45,74	5 473,54
SINAPI	94045	1.3	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m²	0,00	10,12	0,00
SINAPI	94046	1.4	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m²	0,00	15,13	0,00
SINAPI	94048	1.5	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m²	23,75	12,88	305,91
SINAPI	94060	1.6	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m²	142,13	22,36	3 177,93
SINAPI	94097	1.7	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA, AF 06/2016	m²	30,94	3,69	114,19
SINAPI	73994/1	1.8	ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-138, AÇO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	kg	27,14	5,89	159,87
SINAPI	74157/4	1.9	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES	m³	0,45	79,26	35,86
SINAPI	94962	1.10	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016	m³	0,23	214,55	48,53
		2	INSTALAÇÃO DE FOSSA SUMIDOURO PRÉ-MOLDADA	S U B - T O T A L			26 423,23
COTAÇÃO	MÉDIA	2.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO FOSSA E SUMIDOURO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, VOLUME 9.140 L	CJ	1,00	24 285,67	24 285,67
CPU	2.540.8.3	2.2	ASSENTAMENTO DE PEÇA PRÉ-MOLDADA - FOSSA SÉPTICA (POR PEÇA)	un	5,00	303,56	1 517,80
CPU	2.720.8.5.1	2.3	LASTRO DE AREIA APLICADO ENTRE AS PEÇAS PRÉ-MOLDADAS E A PAREDE DE ESCAVAÇÃO	m³	4,41	140,51	619,76
SUDECAP	63.01.03	2.4	BRITA COM FRETE (BRITA 0,1,2,3)	m³	0,00	62,43	0,00
		3	CAIXAS DE INSPEÇÃO E DE GORDURA/TUBOS E CONEXÕES DE PVC	S U B - T O T A L			2 188,58
SUDECAP	10.70.14	3.1	CAIXA DE GORDURA EM ALVENARIA, 40x40x70 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	1,00	234,65	234,65
SUDECAP	10.70.11	3.2	CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	3,00	152,85	458,55
SUDECAP	10.70.11	3.3	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	1,00	152,85	152,85
SINAPI	89714	3.4	TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	m	24,00	34,96	839,04
SINAPI	89744	3.5	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	2,00	15,53	31,06
SINAPI	72295	3.6	CAP PVC ESGOTO 100MM (TAMPÃO) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	2,00	10,24	20,48
SINAPI	89796	3.7	TE, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	0,00	25,53	0,00
SINAPI	91792	3.8	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	35,95	179,75
SINAPI	91793	3.9	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES PARA, PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	54,44	272,20
TOTAL SEM BDI							38 213,56
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							9 935,53
TOTAL COM BDI							48 149,09

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Tabela 6.9 – Orçamento unitário Fossa-sumidouro – TIPO E (80 pessoas).

ORÇAM. PADRÃO	REFERENCIA CÔD	ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNI D.	QUAN T.	PREÇO (R\$)	
						UNITÁRIO	TOTAL
		1	SERVIÇOS PRELIMINARES	S U B - T O T A L			12 605,59
SINAPI	85422	1.1	PREPARO MANUAL DO TERRENO SEM RASPAGEM SUPERFICIAL	m ²	76,67	4,62	354,22
SINAPI	93358	1.2	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS, AF 03/2016	m ³	157,79	45,74	7 217,51
SINAPI	94045	1.3	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	0,00	10,12	0,00
SINAPI	94046	1.4	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	0,00	15,13	0,00
SINAPI	94048	1.5	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	25,45	12,88	327,76
SINAPI	94060	1.6	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	m ²	191,32	22,36	4 277,98
SINAPI	94097	1.7	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA, AF 06/2016	m ²	38,34	3,69	141,46
SINAPI	73994/1	1.8	ARMAÇAO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-138, AÇO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	kg	31,86	5,89	187,63
SINAPI	74157/4	1.9	LANÇAMENTO/APLICACAO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES	m ³	0,53	79,26	42,08
SINAPI	94962	1.10	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016	m ³	0,27	214,55	56,96
		2	INSTALAÇÃO DE FOSSA SUMIDOURO PRÉ-MOLDADA	S U B - T O T A L			34 869,68
COTAÇÃO	MÉDIA	2.1	FORNECIMENTO DE CONJUNTO FOSSA E SUMIDOURO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, VOLUME 9.140 L	CJ	1,00	32 380,89	32 380,89
CPU	2.540.8.3	2.2	ASSENTAMENTO DE PEÇA PRÉ-MOLDADA - FOSSA SÉPTICA (POR PEÇA)	un	6,00	303,56	1 821,36
CPU	2.720.8.5.1	2.3	LASTRO DE AREIA APLICADO ENTRE AS PEÇAS PRÉ-MOLDADAS E A PAREDE DE ESCAVAÇÃO	m ³	4,75	140,51	667,43
SUDECAP	63.01.03	2.4	BRITA COM FRETE (BRITA 0,1,2,3)	m ³	0,00	62,43	0,00
		3	CAIXAS DE INSPEÇÃO E DE GORDURA/TUBOS E CONEXÕES DE PVC	S U B - T O T A L			2 293,46
SUDECAP	10.70.14	3.1	CAIXA DE GORDURA EM ALVENARIA, 40x40x70 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	1,00	234,65	234,65
SUDECAP	10.70.11	3.2	CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	3,00	152,85	458,55
SUDECAP	10.70.11	3.3	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP	un	1,00	152,85	152,85
SINAPI	89714	3.4	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	m	27,00	34,96	943,92
SINAPI	89744	3.5	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	2,00	15,53	31,06
SINAPI	72295	3.6	CAP PVC ESGOTO 100MM (TAMPÃO) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	2,00	10,24	20,48
SINAPI	89796	3.7	TE, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	un	0,00	25,53	0,00
SINAPI	91792	3.8	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	35,95	179,75
SINAPI	91793	3.9	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBO DE PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM (INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES PARA, PRÉDIOS. AF 10/2015	m	5,00	54,44	272,20
TOTAL SEM BDI							49 768,74
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							12 939,87
TOTAL COM BDI							62 708,61

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

7 CUSTO DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

Os custos mensais de operação, de manutenção e de administração do Sistema de Esgotamento Sanitário de São José de Almeida foram estimados levando-se em consideração os custos de mão-de-obra, veículo e combustível, insumos de laboratório, materiais de consumo e despesas eventuais e ainda os custos de limpeza/retirada do lodo dos tanques sépticos, dos sistemas estáticos previstos para os bairros e edificações desprovidas de rede coletora (na 1ª e 2ª etapas) para todo o horizonte de projeto. Considerou-se portanto, novos recursos, humanos e financeiros para operar e manter o novo Sistema de Esgotamento Sanitário, mesmo sabendo-se que o serviço público de esgotamento sanitário, realizado pela Associação dos Moradores de São José de Almeida, já dispõe de alguma mão-de-obra e até equipamentos e veículo.

Adicionalmente, sobre o gerenciamento do lodo gerado nos sistemas estáticos, é importante destacar que considerou-se a contratação de empresa especializada para a retirada, transporte e disposição final do lodo das Fossas Sépticas (tanques sépticos), ao custo médio anual de: R\$ 675,00/viagem em caminhão de 8.000 L de volume. Para essas composição foram cotados preços com empresas da região de Belo Horizonte (conforme Anexos) que dão uma noção do montante a ser dispendido com essa manutenção dos sistemas estáticos, que é essencial para o bom funcionamento dos sistemas propostos. Entretanto, ressalta-se que a responsabilidade pela realização desses serviços vai depender do que for acordado entre a respectiva Prefeitura Municipal (titular dos serviços de saneamento através da Associação de Moradores) e os futuros beneficiários. A realidade operacional, levando-se em conta os recursos do município, e da concessionária, poderá alterar significativamente os preços, como por exemplo, possuir um caminhão limpa-fossa e leitos de secagem próprios, e ainda, se tiver como aterrar ou dispor o lodo gerado dentro dos próprios processos. Sugere-se que esta avaliação seja realizada na fase de Projeto Executivo.

Para a composição da estimativa de custo mensal do serviço de limpeza dos tanques sépticos, dividiu-se o valor anual por 12. Considerou-se ainda a retirada do material de forma combinada entre todas fossas da localidade, de forma a aproveitar toda a capacidade dos caminhões de 8.000 L, a fim de baratear os custos de manutenção.

No caso dos materiais de consumo mensal e despesas eventuais, considerou-se um aumento de quantitativo de 5% ao ano, uma vez que ocorre uma maior depreciação e desgaste dos materiais e equipamentos com o passar dos anos. Estimou-se um valor de R\$ 1.000,00 mensais para o início de plano.

O quantitativo de mão-de-obra é constante ao longo dos 20 anos, tendo sido estimado quatro funcionários, sendo um técnico em saneamento, um pedreiro, um ajudante de operação e um servente. Além disso, considerou-se o aluguel de um veículo, que consumirá combustível para um deslocamento médio diário de 7 km. Considerou-se que os funcionários trabalharão 22 dias por mês e 8 horas por dia, ao preço de R\$ 30,70, R\$ 16,84, R\$ 12,74 e R\$ 12,04 a hora, respectivamente, conforme SINAPI.

Para estimativa do custo com energia elétrica, considerou-se os custos de operação diária das bombas de recalque, tanto da EB 1 (2 bombas de 15 cv) quanto da EB 2 (2 bombas de 5,6 cv) e as bombas do sistema de recirculação da ETE (estimado também com bombas de 5,6 cv), além da iluminação das instalações da ETE. Outras bombas elevatórias de esgoto, que a Etapa 2 possa vir demandar quando da elaboração de seus projetos, não foram aqui consideradas.

Para a projeção dos custos ao longo dos 20 anos, considerou-se um reajuste anual de 6%. Tal percentual foi baseado no Índice Nacional da Construção Civil (INCC), adotando-se a média mensal dos anos de 2015, 2016 e 2017 (até o mês de maio).

A Tabela 7.1 apresenta os valores, individuais ao longo dos anos assim como os totais.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P4-AGBPV-04.03TV-REV01	Data de Emissão 22/12/2017	Status Aprovado	Página 138
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

Tabela 7.1 - Estimativa de Custo de Manutenção e Operação do SES.

ANO	POPULAÇÃO (hab.)	CUSTO MENSAL																		TOTAL ANUAL			
		CUSTO ENERGIA ELÉTRICA			MÃO-DE-OBRA PARA OPERAÇÃO					VEÍCULO	CUSTO DE COMBUSTÍVEL VEÍCULO			INSUMOS DE LABORATÓRIO	MATERIAIS DE CONSUMO E DESPESAS EVENTUAIS	LIMPEZA DAS FOSSAS (SISTEMA FS)			TOTAL MENSAL				
		CONSUMO ENERGIA ELÉTRICA	PREÇO ENERGIA ELÉTRICA	CUSTO MENSAL DE ENERGIA ELÉTRICA	HORAS MENSAIS	PREÇO HH SERVENTE	PREÇO HH AJUDANTE OPERAÇÃO	PREÇO HH PEDREIRO	PREÇO HH TÉCNICO		CUSTO MENSAL DE MÃO-DE-OBRA	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	PREÇO COMBUSTÍVEL			CUSTO COMBUSTÍVEL	VOLUME DE LIMPEZA ANUAL ETEs (L)	PREÇO LIMPEZA POR 8.000 L			CUSTO MENSAL DE LIMPEZA FOSSAS		
2021	2 150	1279,92	0,91	1 170,98	176	12,04	12,74	16,84	30,70	12 728,32	1 800,00	15,40	4,40	67,76	500,00	1 000,00	294 665,68	675,00	2 071,87	19 338,93	232 067,18		
2022	2 250	1324,81	0,93	1 236,29	176	12,76	13,50	17,85	32,54	13 492,02	1 908,00	15,40	4,66	71,83	530,00	1 113,00	294 665,68	715,50	2 196,18	20 547,32	246 567,79		
2023	2 355	1371,96	0,95	1 305,90	176	13,53	14,31	18,92	34,49	14 301,54	2 022,48	15,40	4,94	76,14	561,80	1 238,77	294 665,68	758,43	2 327,95	21 834,57	262 014,86		
2024	2 464	1430,80	0,97	1 389,14	176	14,34	15,17	20,06	36,56	15 159,63	2 143,83	15,40	5,24	80,70	595,51	1 378,75	294 665,68	803,94	2 467,63	23 215,19	278 582,33		
2025	8 584	7813,29	0,99	7 737,52	176	15,20	16,08	21,26	38,76	16 069,21	2 272,46	15,40	5,55	85,55	631,24	1 534,55	294 665,68	852,17	2 615,69	30 946,21	371 354,51		
2026	8 720	7948,33	1,01	8 028,67	176	16,11	17,05	22,54	41,08	17 033,36	2 408,81	15,40	5,89	90,68	669,11	1 707,95	294 665,68	903,30	2 772,63	32 711,21	392 534,56		
2027	8 861	8087,89	1,03	8 333,04	176	17,08	18,07	23,89	43,55	18 055,37	2 553,33	15,40	6,24	96,12	709,26	1 900,95	294 665,68	957,50	2 938,98	34 587,05	415 044,66		
2028	9 004	8230,47	1,05	8 649,54	176	18,10	19,16	25,32	46,16	19 138,69	2 706,53	15,40	6,62	101,89	751,82	2 115,76	294 665,68	1 014,95	3 115,32	36 579,55	438 954,57		
2029	9 148	8374,56	1,07	8 976,99	176	19,19	20,31	26,84	48,93	20 287,01	2 868,93	15,40	7,01	108,00	796,92	2 354,84	294 665,68	1 075,85	3 302,24	38 694,93	464 339,15		
2030	9 295	8522,42	1,09	9 318,20	176	20,34	21,52	28,45	51,87	21 504,23	3 041,06	15,40	7,43	114,48	844,74	2 620,94	294 665,68	1 140,40	3 500,38	40 944,02	491 328,24		
2031	9 443	8672,55	1,12	9 671,99	176	21,56	22,82	30,16	54,98	22 794,48	3 223,53	15,40	7,88	121,35	895,42	2 917,10	294 665,68	1 208,82	3 710,40	43 334,27	520 011,23		
2032	9 593	8825,69	1,14	10 039,63	176	22,86	24,18	31,97	58,28	24 162,15	3 416,94	15,40	8,35	128,63	949,15	3 246,73	294 665,68	1 281,35	3 933,02	45 876,26	550 515,11		
2033	9 745	8981,85	1,16	10 421,62	176	24,23	25,64	33,89	61,77	25 611,88	3 621,95	15,40	8,85	136,35	1 006,10	3 613,62	294 665,68	1 358,23	4 169,01	48 580,52	582 966,22		
2034	9 899	9141,03	1,18	10 818,44	176	25,68	27,17	35,92	65,48	27 148,59	3 839,27	15,40	9,38	144,53	1 066,46	4 021,95	294 665,68	1 439,73	4 419,15	51 458,39	617 500,72		
2035	10 555	9653,27	1,21	11 653,16	176	27,22	28,80	38,07	69,41	28 777,51	4 069,63	15,40	9,95	153,20	1 130,45	4 476,44	294 665,68	1 526,11	4 684,29	54 944,68	659 336,17		
2036	10 793	9877,32	1,23	12 162,11	176	28,85	30,53	40,36	73,57	30 504,16	4 313,80	15,40	10,54	162,39	1 198,28	4 982,27	294 665,68	1 617,68	4 965,35	58 288,37	699 460,44		
2037	11 030	10104,40	1,26	12 690,54	176	30,59	32,36	42,78	77,99	32 334,41	4 572,63	15,40	11,18	172,13	1 270,18	5 545,27	294 665,68	1 714,74	5 263,27	61 848,44	742 181,28		
2038	11 268	10333,73	1,28	13 238,15	176	32,42	34,31	45,35	82,67	34 274,47	4 846,99	15,40	11,85	182,46	1 346,39	6 171,88	294 665,68	1 817,62	5 579,07	65 639,42	787 673,02		
2039	11 505	10565,33	1,31	13 805,54	176	34,37	36,36	48,07	87,63	36 330,94	5 137,81	15,40	12,56	193,41	1 427,17	6 869,31	294 665,68	1 926,68	5 913,81	69 677,99	836 135,94		
2040	11 743	10799,95	1,33	14 394,35	176	36,43	38,55	50,95	92,89	38 510,80	5 446,08	15,40	13,31	205,01	1 512,80	7 645,54	294 665,68	2 042,28	6 268,64	73 983,23	887 798,74		
2041	11 980	11036,83	1,36	15 004,27	176	38,61	40,86	54,01	98,46	40 821,45	5 772,84	15,40	14,11	217,32	1 603,57	8 509,49	294 665,68	2 164,82	6 644,76	78 573,69	942 884,34		
2042	12 218	11275,98	1,39	15 635,97	176	40,93	43,31	57,25	104,37	43 270,73	6 119,21	15,40	14,96	230,35	1 699,78	9 471,06	294 665,68	2 294,71	7 043,45	83 470,56	1 001 646,72		
2043	12 456	11518,14	1,41	16 291,20	176	43,39	45,91	60,68	110,63	45 866,98	6 486,37	15,40	15,86	244,18	1 801,77	10 541,29	294 665,68	2 432,39	7 466,05	88 697,83	1 064 374,00		
2044	12 693	11762,56	1,44	16 969,65	176	45,99	48,66	64,32	117,27	48 619,00	6 875,55	15,40	16,81	258,83	1 909,87	11 732,45	294 665,68	2 578,33	7 914,02	94 279,37	1 131 352,45		
2045	12 931	12010,00	1,47	17 673,17	176	48,75	51,58	68,18	124,30	51 536,14	7 288,08	15,40	17,82	274,36	2 024,47	13 058,22	294 665,68	2 733,03	8 388,86	100 243,29	1 202 919,45		
TOTAL				256 616,09						698 333,07	98 756,12			3 717,62	27 432,26	119 768,12			113 672,03			1 318 295,30	15 819 543,64
				19,2%						52,3%	7,4%			0,3%	2,1%	9,1%			8,5%				

HH = Homem-hora; já incluem encargos sociais.

Fonte: DHF Consultoria, 2017

8 DESENHOS DE ENGENHARIA

8.1 DESENHOS ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

8.1.1 FOLHA 1/13

Conteúdo: LOCAÇÃO ETE

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-01-REV00

8.1.2 FOLHA 2/13

Conteúdo: TRATAMENTO PRELIMINAR – GRADEAMENTO, CAIXA DESARENADORA, ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 1 E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 2 - PLANTA, CORTE

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-02-REV00

8.1.3 FOLHA 3/13

Conteúdo: REATOR UASB – PLANTAS NÍVEIS SUPERIOR E INTERMEDIÁRIO E CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO 1

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-03-REV00

8.1.4 FOLHA 4/13

Conteúdo: REATOR UASB – PLANTA NÍVEL INFERIOR E DETALHES CAIXAS DISTRIBUIDOAS DE VAZÃO E CÂMARA DE COLETA DO BIOGÁS

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-04-REV00

8.1.5 FOLHA 5/13

Conteúdo: FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR E CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO 2

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-05-REV00

8.1.6 FOLHA 6/13

Conteúdo: FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-06-REV00

8.1.7 FOLHA 7/13

Conteúdo: DECANTADOR SECUNDÁRIO – PLANTA, SEÇÃO TRANSVERSAL, VISTA E DETALHE

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-07-REV00

8.1.8 FOLHA 8/13

Conteúdo: LEITOS DE SECAGEM – PLANTA E DETALHES

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-08-REV00

8.1.9 FOLHA 9/13

Conteúdo: QUEIMADOR DE BIOGÁS

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-09-REV00

8.1.10 FOLHA 10/13

Conteúdo: PORTÃO DE PEDESTRES

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-10-REV00

8.1.11 FOLHA 11/13

Conteúdo: PORTÃO DE VEÍCULOS

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-11-REV00

8.1.12 FOLHA 12/13

Conteúdo: CERCA

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-12-REV00

8.1.13 FOLHA 13/13

Conteúdo: LABORATÓRIO

Código do Desenho: DHF-P4-V0TV-DESENHO-SES-13-REV00

8.2 DESENHOS REDES COLETORAS E INTERCEPTORES DE ESGOTOS

8.2.1 FOLHA 1/8

Conteúdo: PLANTA REDE COLETORA CENTRO E INTERCEPTOR SÃO JOSÉ

8.2.2 FOLHA 2/8

Conteúdo: PLANTA REDE COLETORA E INTERCEPTOR PARTE BAIRRO SANTO AMARO

8.2.3 FOLHAS 3/8 A 7/8

Conteúdo: PERFIS REDES COLETORAS CENTRO E SANTO AMARO

8.2.4 FOLHA 8/8

Conteúdo: PERFIS INTERCEPTORES SÃO JOSÉ E SANTO AMARO

9 ANEXOS

- 9.1 Anexo 1 - Cotação Fossa-filtro-sumidouro – Empresa: Eco System
- 9.2 Anexo 2 - Cotação Fossa-filtro-sumidouro – Empresa: Concreton
- 9.3 Anexo 3 - Cotação Fossa-filtro-sumidouro – Empresa: Lage e Filhos
- 9.4 Anexo 4 - Cotação ETE – Empresa: Saluta
- 9.5 Anexo 5 - Cotação ETE – Empresa: Hidrica
- 9.6 Anexo 6 - Cotação ETE – Empresa: Alphenz
- 9.7 Anexo 7 - Cotação Equipamentos e Peças ETE – Empresa: Sigma
- 9.8 Anexo 7A - Cotação Equipamentos e Peças ETE – Empresa: Sanecon
- 9.9 Anexo 8 - Cotação Prensa Parafuso – Empresa: IEA
- 9.10 Anexo 9 - Cotação Secador Térmico – Empresa: Albrecht
- 9.11 Anexo 10 - Cotação Secador Térmico – Empresa: JMS
- 9.12 Anexo 11 - Cotação Secador Térmico – Empresa: Andritz
- 9.13 Anexo 12 - Cotação Limpa-fossa – Empresa: Betel
- 9.14 Anexo 13 - Cotação Limpa-fossa – Empresa: Minas Limp

10 BIBLIOGRAFIA

- ABNT (1993) – NBR 7229:1993. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos
- ABNT (1997) – NBR 13969:1997. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação
- ABNT (1992) NBR 12207:1992. Projeto de interceptores de esgoto sanitário
- ABNT (2001) – NBR 12209:2011. Elaboração de projetos hidráulicos-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários
- Cardão, C (1966) Instalações Domiciliares – 5ª edição – Belo Horizonte: Edições Arquitetura e Engenharia, 1966. 339 p.
- Chernicharo, C. A. L. (2016) Reatores Anaeróbios – Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Volume 5 – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2016. 379 p.
- Delft T.U. (201?) Wastewater Treatment – Department of Water Management Section of Sanitary Engineering - Faculty of Civil Engineering and Geosciences, TUDelft, 2010. 76 p.
- Desa (2017) Relatório Prosperity Project – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2017 - Em elaboração.
- Jordão, E. P. (1995) Tratamento de Esgotos Domésticos – 3ª edição – Rio de Janeiro: ABES, 1995. 720 p.
- Matos, A. T.; Matos, M. P. (2017) Disposição de Águas Residuárias no Solo e em Sistemas Alagados Construídos – Viçosa/MG – Editora UFV, 2017. 371 p
- PMSB (2014) Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboticatubas – Prefeitura Municipal de Jaboticatubas, 2014.
- Plano Diretor (2016) Plano Diretor Municipal de Jaboticatubas – LEI 2.464, 2016.

Prosab (2001) Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios – PROSAB – Belo Horizonte: PROSAB, 2001. 544 p.

Von Sperling, M (2016) Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos - Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Volume 2 – 2ª Edição - Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2016.

ABNT NBR 9649 (1986) Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário – Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 1986

ABNT NBR 7229 (1993) Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos – Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 1993

ABNT NBR 13969 (1997) Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação – Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 1997

BRASIL. Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.776, de 19 de dezembro de 1979, 8.306, de 11 de maio de 1990, 2.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 5.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

Cardão, C (1966) Instalações Domiciliares – 5ª edição – Belo Horizonte: Edições Arquitetura e Engenharia, 1966. 339 p.

CBH VELHAS - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Disponível em: <<http://cbhvelhas.org.br/events/subcomites-ribeirao-da-mata-e-carste-realizarao-reuniao-conjunta-em-lagoa-santa-mg/>>. Acesso em março de 2017.

Chernicharo, C. A. L. (1997) Reatores Anaeróbios – Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Volume 5 – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1997. 246 p.

Copasa (2010), Especificações Técnicas de Obras, Materiais e Equipamentos da Elevatória e ETE, pertencentes ao Sistema de Esgotos Sanitários de Vila Amanda,

distrito do Município de Baldim – MG – Volume III – Documento: YC Engenharia LTDA. - Copasa, 2010.

Costa, P. S. de A. Desenvolvimento de uma opção de saneamento rural para pequenos agricultores de Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Fluminense. Niterói/RJ, 2014. 71 p.

Galbiati, A. F. (2009) Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração – Campo Grande: Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, UFMS, 2009. 38 p.

GRUPO HIDROSED. Biorremediação vegetal do esgoto domiciliar em comunidades rurais do semiárido: ‘água limpa, saúde terra fértil’. Disponível em: <<http://www.hidrosed.ufc.br/tmp/infoverde.pdf>> Acesso em: 15 de março de 2017.

Jordão, E. P. (1995) Tratamento de Esgotos Domésticos – 3ª edição – Rio de Janeiro: ABES, 1995. 720 p.

Kleiton Xavier (2016) <http://kleitonxavier.blogspot.com.br/2014/05/o-passo-passo-da-construcao-de-um.html> - Acessado em 18/11/2016

Leal, J. T. P. (2014) Tanque de Evapotranspiração. Belo Horizonte: Emater-MG, 2014. 15 p.

Leal, J. T. P. (2016) Círculo de Bananeiras: Emater-MG, 2016

Master Ambiental (2016) <https://www.masterambiental.com.br/noticias/agua-saneamento/alternativas-individuais-para-tratar-esgoto-sao-cada-vez-mais-viaveis/> - Acessado em 18/11/2016

Naturaltec (2016) <http://www.naturaltec.com.br/Caixa-Gordura.html> - Acessado em 18/11/2016

PIRES, F. J. Construção participativa de sistemas de tratamento de esgoto doméstico no Assentamento Rural Olga Benário - MG. Dissertação de Mestrado – Viçosa, MG, 2012.

Von Sperling, M. (2005) Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos – Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Volume 1 – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2005. 452 p.

Rocha, D. P.; Costa, J. M. B.; Sales, L.L.N.; Silva, D. D. S. Tanque de Evapotranspiração para o Tratamento de Esgoto Domiciliar – Estudo de Caso em São Luís – MA. Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB, São Luís / MA, v. 1, n. 4, 2016.

SAMBIENTAL (2016) <http://www.sambiental.com.br/noticias/fosse-s%C3%A9ptica-biodigestora-ajuda-57-mil-pessoas> - Acessado em 20/12/2016.



ELABORAÇÃO





AV. FERNANDES LIMA, 1513 - Sala 201 - PINHEIRO - MACEIÓ/AL - CEP 57.057-450
TELEFONE: (82) 99321-9836 / 98140-8143