



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 3 - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

UTE RIO ITABIRITO

VOLUME 5 - TOMO I - SEDE MUNICIPAL (MUNICÍPIO DE ITABIRITO)

JULHO - 2017



PRODUTO 3 - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR

UTE RIO ITABIRITO

VOLUME 5 - TOMO I

DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02

CONTRATO DE GESTÃO IGAM Nº 002/2012

ATO CONVOCATÓRIO Nº 004/2016

CONTRATO Nº 007/2016



DHF CONSULTORIA E ENGENHARIA EIRELI - ME.
MACEIÓ/AL - JULHO/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 Vorcara de Toledo

Engenheiro Civil

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)

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 3 (P3) - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – UTE RIO ITABIRITO (MUNICÍPIO DE ITABIRITO - SEDE)

Revisão	Data	Breve Descrição	Autor	Supervisor	Aprovador
03	15/07/2017	Aprovado	DHF Consultoria	ICP / DHF	DHF
02	10/07/2017	Minuta de Entrega	DHF Consultoria	ICP / DHF	DHF
01	15/04/2017	Minuta de Entrega	DHF Consultoria	ICP	DHF
00	23/01/2017	Minuta de Entrega	DHF Consultoria	ICP / DHF	FDL / DHF

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 3 – RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – UTE RIO ITABIRITO (MUNICÍPIO DE ITABIRITO –
SEDE MUNICIPAL)

Elaborado por: Davyd Henrique de Faria Felippe di Latella Helaine Lima Delboni	Supervisionado por: Irene Chaves Pimentel / Davyd Henrique de Faria		
Aprovado por: Davyd Henrique de Faria	Revisão	Finalidade	Data
	02	03	15/07/2017
Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação			

	DHF CONSULTORIA E ENGENHARIA Avenida Fernandes Lima, 1513, Sala 201, Pinheiro, CEP:57.057-450 – Maceió / AL Fone: (82) 99321-9836 e 99800-9171
---	--

APRESENTAÇÃO

Este Documento (**Produto 3 – P3**) apresenta o Relatório Técnico Preliminar (Estudo de Concepção e Viabilidade Técnica-econômica) nos 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 3 conforme detalhado a seguir, sendo que este **Volume 5 – Tomo I** aborda a solução para o Esgotamento Sanitário da Sede Municipal de Itabirito inserida na Unidade Territorial Estratégica (UTE) Rio Itabirito.

- ✓ 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);

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 3 (P3) - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – UTE RIO ITABIRITO (MUNICÍPIO DE ITABIRITO - SEDE)

- 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).
- ✓ VOLUME 4 – UTE RIO TAQUARAÇU E PODEROSO VERMELHO – MUNICÍPIO DE CAETÉ, NOVA UNIÃO e TAQUARAÇU DE MINAS (Projeto de Esgotamento Sanitário);
- ✓ **VOLUME 5 – UTE 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).

Além deste Relatório Técnico Preliminar a DHF Consultoria apresentará, ainda, o PROJETO BÁSICO DE SANEAMENTO (Produto 4 – P4).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. DIAGNÓSTICO COMPILADO	16
3. ESTUDO DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE TÉCNICA	23
3.1 Estimativa Populacional – Métodos de Crescimento	23
3.1.1. Método 1 - Crescimento Aritmético	24
3.1.2. Método 2 – Crescimento Geométrico	25
3.1.3. Método 3 - Decrescimento	27
3.1.4. Resultante da Projeção Populacional	29
3.2. Parâmetros e Cálculos de Projeto	30
3.2.1. Considerações Preliminares	30
3.2.2. Coeficientes de Variação de Vazão e de Retorno	31
3.2.3. Demanda Industrial	31
3.2.4. Índice de Atendimento	32
3.2.5. Taxa de Infiltração	32
3.2.6. Vazões de Projeto	33
3.3. Características da Área de Projeto	37
3.4. Regulamentação dos Serviços Prestados pelo SAAE	37
3.4.1. Agência Reguladora e Tarifação	40
4. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE CONCEPÇÃO E SOLUÇÃO E MELHORIAS NO SISTEMA EXISTENTE	43
4.1. Demanda pelo Sistema de Tratamento de Esgotos	44
4.2. Análise Ambiental	46
4.2.1. Identificação de Impactos Significativos	47
4.2.2. Impactos Ambientais com a não realização da ampliação da ETE	48
4.2.3. Recomendações	49
4.3. Características dos Sistemas de Tratamento de Esgotos	50
4.4. Melhorias Propostas para a ETE de Itabirito	55
4.4.1. Tratamento Preliminar Com Rastelo	55
4.4.1.1. Previsão Orçamentária	60

4.4.2.	Tanque de Equalização.....	61
4.4.2.1.	Previsão Orçamentária.....	64
4.4.3.	Avaliação do Sistema Coletor de Biogás.....	66
4.4.3.1.	Testes de Vazamento em Tubulações.....	66
4.4.3.2.	Verificação do Dimensionamento	67
4.4.4.	Materiais das Grades e das Passarelas Metálicas	68
4.4.4.1.	Principais Características do Perfil Pultrudado	69
4.4.5.	Sistema de Desinfecção de Patógenos.....	70
4.4.5.1.	Previsão Orçamentária.....	72
4.4.6.	Sistema de Secagem de Lodo Mecanizado - Centrífuga.....	73
4.4.6.1.	Previsão Orçamentária.....	78
4.5.	Alternativas de Tratamento Secundário para os Esgotos	79
4.5.1.	Tratamento de Esgotos com Lagoa Anaeróbia – Opção 1	80
4.5.2.	Tratamento de Esgotos com Lagoa Facultativa – Opção 2	80
4.5.3.	Tratamento de Esgotos com Filtro Biológico – Opção 3.....	81
4.5.4.	Tratamento de Esgotos com UASB – Opção 3	84
4.5.5.	Tratamento de Esgotos com Lodo Ativado – Opção 4.....	89
4.6.	Análise Econômica Geral das Alternativas	92
4.6.1.	Lagoa Anaeróbia e Lagoa Facultativa	95
4.6.2.	Lagoa Facultativa.....	98
4.6.3.	Filtro Biológico	101
4.6.4.	Reator UASB	104
4.6.5.	Reator UASB + Filtro Biológico de Alta Carga.....	107
4.6.6.	Lodo Ativado Convencional.....	110
4.6.7.	Despesas do SAAE Itabirito com o SES	113
4.6.8.	Análise da Melhor Viabilidade Técnica e Econômica	114
4.7.	Verificação Técnica e Econômica dos Materiais para as Alternativas Construtivas	117
4.7.1.	Unidades de Concreto Armado – Opção 1	118
4.7.2.	Unidade de ETE Pré-fabricada – Opção 2	125
4.7.3.	Orçamento	128
4.7.4.	Definição da melhor opção para a sede de Itabirito.....	132

4.7.5.	Resumo e Análise das Melhorias Propostas na ETE Existente	133
5.	OFICINA PARTICIPATIVA PARA CONSOLIDAÇÃO DA PROPOSTA DO PROJETO	135
5.1.	Mobilização Social	137
5.2.	Ações de Divulgação das Oficinas	138
5.3.	Metodologia Aplicada	140
5.4.	Resultado da Oficina da UTE Itabirito.....	144
6.	CONCLUSÃO	147
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
8.	ANEXOS	151
8.1.	Propostas Declinadas.....	152
8.2.	Proposta Atendida	158

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Unidades pertencentes ao Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) de Itabirito. ...	18
Figura 2.2 – Fluxograma de funcionamento da ETE Itabirito.	19
Figura 2.3 – Etapas de implantação da ETE Itabirito.	19
Figura 3.1 – Crescimento populacional da sede de Itabirito, segundo a projeção Aritmética.	25
Figura 3.2 – Crescimento populacional da sede de Itabirito, segundo a Projeção Geométrica. ...	27
Figura 3.3 – Crescimento populacional da sede de Itabirito, segundo a Projeção Decrescente...	29
Figura 3.4: Crescimento populacional segundo os três métodos de crescimento (Aritmético, Geométrico e Decrescente).	30
Figura 3.5 – Planta da ETE de Itabirito.	37
Figura 3.6: Tarifas praticadas pelo fornecimento de água na área urbana de Itabirito.	42
Figura 3.7: Tarifas praticadas pelo fornecimento de água na área rural de Itabirito.	42
Figura 4.1 – Layout da Estação de Tratamento de Esgotos.....	46
Figura 4.2 – Previsão orçamentária inicial para melhorias no pré-tratamento.	61
Figura 4.3 – Previsão orçamentária inicial para implantação do tanque de equalização.	65
Figura 4.4 – Previsão orçamentária inicial para implantação do sistema de desinfecção dos patógenos.....	73
Figura 4.5 – Previsão orçamentária de serviços para implantação do sistema de secagem de lodo mecanizado.	78
Figura 4.6 – Previsão orçamentária dos equipamentos para implantação do sistema de secagem de lodo mecanizado.....	78
Figura 4.7 - Desenho esquemático da lagoa anaeróbia.....	80
Figura 4.8 - Desenho esquemático da lagoa facultativa.....	81
Figura 4.9 - Arranjos Típicos de Sistemas de Filtros Biológicos.....	82
Figura 4.10 – Esquema de funcionamento do reator UASB.....	85
Figura 4.11 – Esquema de funcionamento do Sistema de Lodo Ativado.	92
Figura 5.1 – Exemplo de Divulgação de reuniões realizada no site do CBH Velhas.	139
Figura 5.2 – Convite digital enviado por mala direta (UTE Rio Itabirito).	139
Figura 5.3 – Público presente na apresentação dos estudos de concepção e viabilidade técnica (Produto 3) em Itabirito – UTE Rio Itabirito.	140
Figura 5.4 – Modelo do questionário aplicado para o eixo de Esgotamento Sanitário.....	143
Figura 5.5 – Reunião Pública realizada pela DHF Consultoria em Itabirito.	144
Figura 5.6 – Respostas dadas à pergunta nº 5.	146
Figura 8.1 – Localização do Aterro Sanitário de Itabirito – BR 356.	151
Figura 8.2 – Proposta declinada: MIZUMO.....	152

Figura 8.3 – Proposta declinada: Snatural (Parte 1).	153
Figura 8.4 – Proposta declinada: Snatural (Parte 2).	154
Figura 8.5 – Proposta Solicitada e Declinada: Hidrosul.	155
Figura 8.6 – Especificações Técnicas: Hidrosul (Parte 1).	156
Figura 8.7 – Especificações Técnicas: Hidrosul (Parte 2).	157
Figura 8.8 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 1).....	158
Figura 8.9 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 2).....	159
Figura 8.10 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 3)....	160
Figura 8.11 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 4)....	161
Figura 8.12 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 5)....	162
Figura 8.13 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 6)....	163
Figura 8.14 – Desenho Técnico – ALA – Reator em Aço Inox – ETE Pré Fabricada (Parte 1)...	164
Figura 8.15 – Desenho Técnico: ALA – Reator em Aço Inox – ETE Pré Fabricada (Parte 2).....	165

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Dimensionamento das vazões de projeto para o Crescimento Geométrico.....	35
Tabela 3.2: Projeções das Vazões do Sistema (estudo de demanda).	36
Tabela 4.1: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Lagoa Anaeróbia e Lagoa Facultativa.	97
Tabela 4.2: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Lagoa Facultativa.	100
Tabela 4.3: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Filtro Biológico de Alta Carga.....	103
Tabela 4.4: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Reator UASB.	106
Tabela 4.5: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga.....	109
Tabela 4.6: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Lodo Ativado Convencional.....	112
Tabela 4.7: Despesas com Implantação, Manutenção e Operação no horizonte de projeto.	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Principais aspectos técnicos identificados nas visitas de campo.....	20
Quadro 3.1 – Dados utilizados para projetar o crescimento populacional.	24
Quadro 3.2 – Estimativa do crescimento populacional aritmético da sede de Itabirito.	25
Quadro 3.3 – Estimativa do crescimento populacional geométrico da sede de Itabirito.	26
Quadro 3.4 – Projeção populacional da sede de Itabirito pelo método de decrescimento.....	28
Quadro 3.5 – Tarifa média de esgoto praticada pelo SAAE Itabirito.	43
Quadro 4.1 – Resumo das vazões de projeto.	45
Quadro 4.2 – Matriz de identificação de impactos.....	48
Quadro 4.3 – Características típicas dos sistemas de tratamento de esgotos domésticas, expressos em valores per capita e as eficiências de remoção dos poluentes.....	94
Quadro 4.4 – Despesas com a Operação do Sistema de Esgotamento Sanitário.....	114
Quadro 4.5 – Despesas Total com os Serviços de Esgotos.....	114
Quadro 4.6 – Principais características técnicas consideradas na definição da melhor alternativa para o tratamento dos esgotos da sede de Itabirito.	115
Quadro 4.7 – Resumo da Verificação Técnica das Opções.....	118
Quadro 4.8 - Classes de agressividade ambiental.....	123
Quadro 4.9 - Correspondência entre Classe de agressividade e Qualidade do Concreto.....	123
Quadro 4.10 - Correspondência entre Classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10\text{mm}$	125
Quadro 4.11 – Resumo orçamentário das opções técnicas.....	132
Quadro 4.12 – Resumo orçamentário das opções técnicas para melhoria da ETE existente.....	133
Quadro 5.1 – Calendário das oficinas realizadas durante a elaboração do P3.	137

LISTA DE SIGLAS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARSAE/MG – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais
CBH Rio das Velhas – Comitê do Rio das Velhas
CISAB-RC – Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico Região Central
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DHF Consultoria – DHF Consultoria e Engenharia
DN – Diâmetro Nominal
DQO – Demanda Química de Oxigênio
EEE – Estação Elevatória de Esgoto
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FUNASA – Fundação Nacional da Saúde
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCC – Índice Nacional da Construção Civil
IEF – Instituto Estadual de Florestas
NBR – Norma Técnica Brasileira
PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
P3 – Produto 3
P4 – Produto 4
RIV – Relatório de Impacto de Vizinhança
SAAE – Serviço Autônomo de Saneamento Básico
SCBH – Subcomitê da Bacia Hidrográfica
SEDRU – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana
SEPLAG – Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão
SES – Sistema de Esgotamento Sanitário
SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SUPRAM – Superintendência Regional de Meio Ambiente
TBOs – Tarifas Básicas Operacionais de Água e Esgotos
UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket
UTE – Unidade Territorial Estratégica

1. INTRODUÇÃO

Este Documento (Produto 3 – P3) apresenta o Relatório Técnico Preliminar da Sede Municipal de Itabirito, que foi visitada pela Equipe Técnica da DHF Consultoria no âmbito da UTE Rio Itabirito.

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, incluindo áreas urbanas e rurais.

O objetivo deste é apresentar a Agência Peixe Vivo o Estudo de Concepção e Viabilidade Técnica-econômica para solucionar os problemas relacionados ao esgotamento sanitário (ampliação da estação de tratamento de esgotos e melhorias no sistema de tratamento existente) que foram diagnosticados pela Equipe Técnica da DHF Consultoria no âmbito da UTE Rio Itabirito, Município de Itabirito (Sede Municipal). Nesse contexto, são apresentados 8 (oito) capítulos, a saber, Introdução, Diagnóstico Compilado, Estudo de Concepção e Viabilidade Técnica, Alternativas Técnicas de Concepção e Solução e Melhorias no Sistema de Tratamento de Esgoto Existente, Oficina Participativa para Consolidação das Propostas de Projeto, Conclusão, Bibliografia e Anexos.

2. DIAGNÓSTICO COMPILADO

Neste capítulo apresentam-se informações sobre a infraestrutura do esgotamento sanitário utilizada pelos beneficiários residentes na Sede de Itabirito, pertencente à UTE Rio Itabirito, relacionadas no Produto 2 (Diagnóstico).

Conforme apresenta o Termo de Referência (TR) deste contrato, a demanda do Serviço Autônomo de Saneamento Básico (SAAE) de Itabirito, aprovada pelo Comitê do Rio das Velhas (CBH Rio Velhas), consiste no “Aprimoramento do processo de tratamento atual da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Itabirito e implantação da segunda etapa da ETE, que prevê 04 reatores anaeróbios, 02 filtros biológicos, 02 decantadores e leitos de secagem de lodo”.

Para além da demanda expressamente descrita no Termo de Referência, a demanda do Serviço Autônomo de Saneamento Básico (SAAE) de Itabirito, consiste também, em projeto para reconstrução parcial e reativação plena de interceptores de esgoto que foram danificados pelas cheias dos anos de 2011/2012, conforme foi solicitado pelo Ofício Nº 008/2015 enviado pelo Subcomitê da Bacia Hidrográfica (SCBH) Rio Itabirito ao CBH Rio das Velhas. Entretanto, como esta demanda está fora do escopo dos trabalhos a serem desenvolvidos pela DHF Consultoria não foi possível ser abordado neste relatório.

A ETE Itabirito trata o efluente em nível secundário, pela associação de reatores anaeróbios de fluxo ascendente e de filtros biológicos percoladores. De acordo com SAAE Itabirito (2017) a vazão média tratada atualmente é de 50,00 L/s.

A Estação de Tratamento de Esgotos de Itabirito é composta pelas seguintes estruturas (Figura 2.1):

- Tratamento Preliminar: Gradeamento, desarenador e medidor de vazão;
- Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo;
- Filtros Biológicos Percoladores;
- Decantadores Secundários; e
- Leitões de Secagem do Lodo Proveniente dos Reatores e Decantadores.

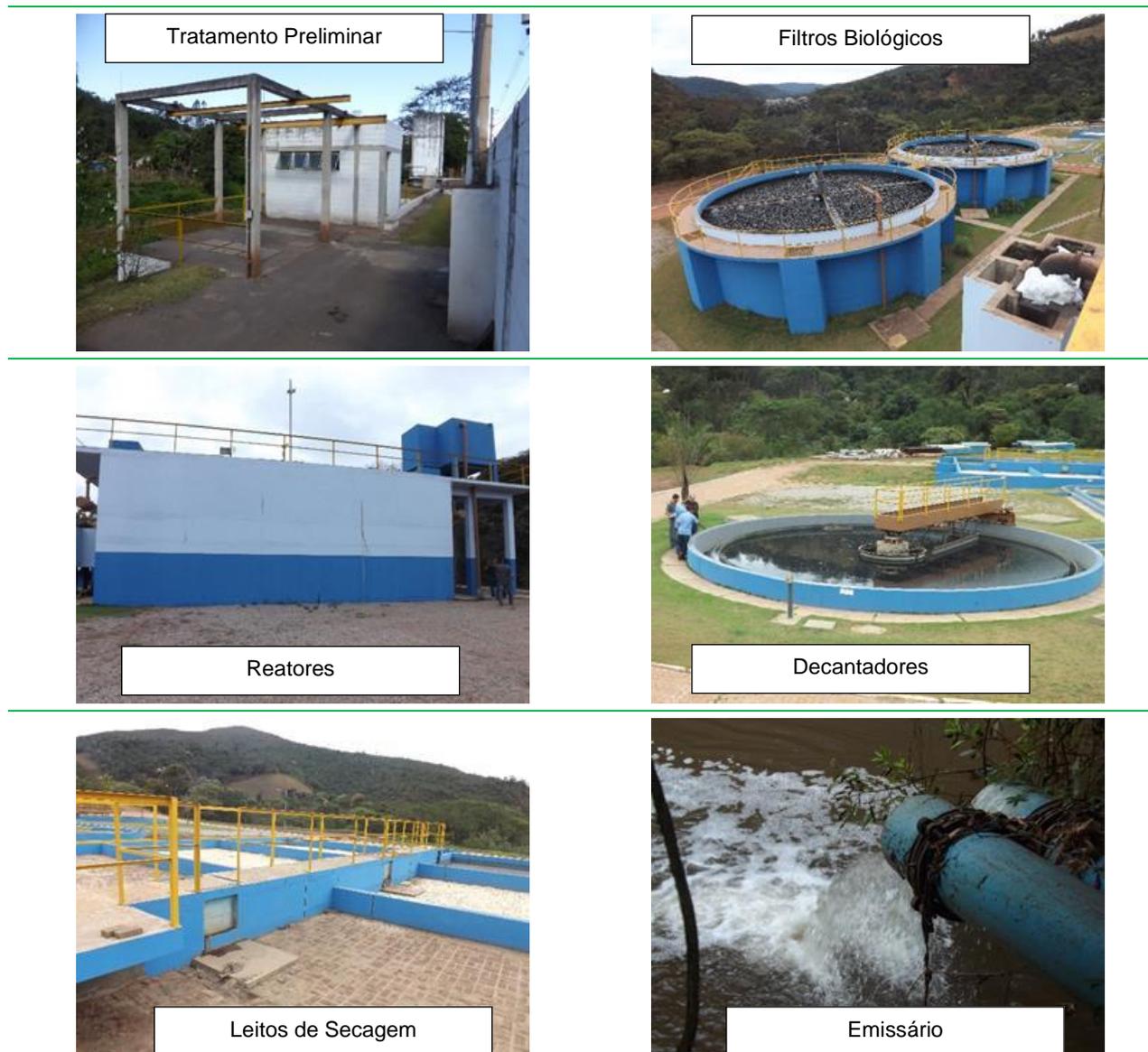


Figura 2.1 – Unidades pertencentes ao Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) de Itabirito.

Fonte: DHF Consultoria, 2016.

As etapas do tratamento do esgoto na ETE estão representadas pelo Fluxograma ilustrado na Figura 2.2.

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
 PRODUTO 3 (P3) - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – UTE RIO ITABIRITO (MUNICÍPIO DE ITABIRITO - SEDE)

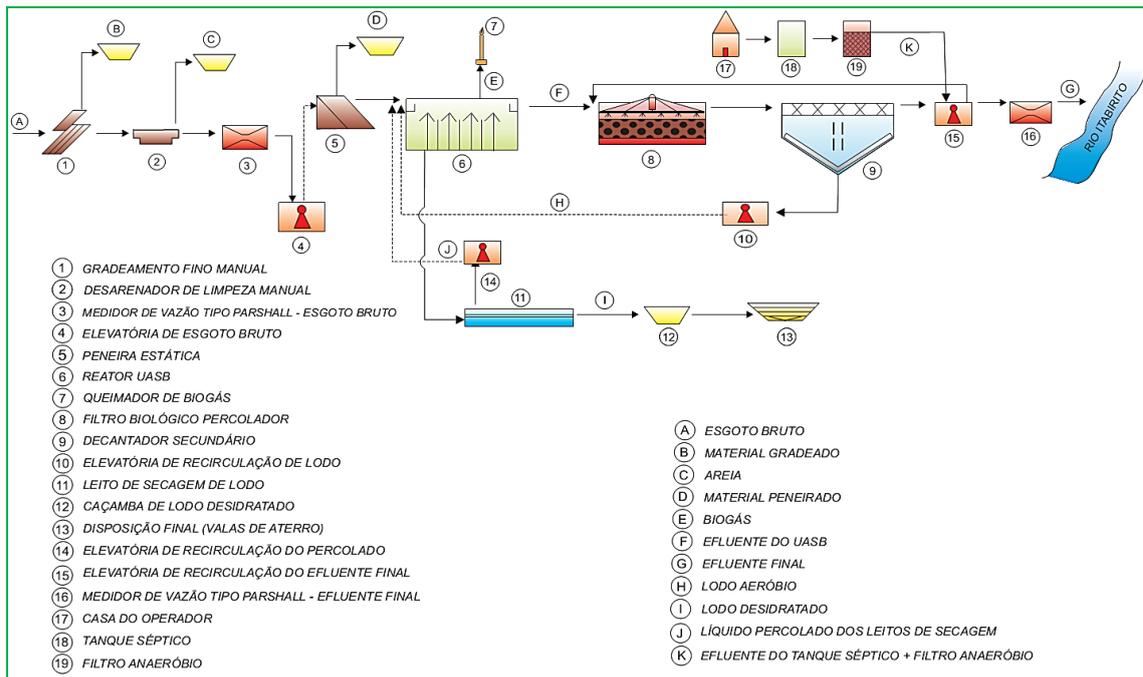


Figura 2.2 – Fluxograma de funcionamento da ETE Itabirito.

Fonte: ESSE Consultoria e Engenharia, 2007.

A ETE está localizada no bairro Marzagão, fora do perímetro urbano que fica a aproximadamente 1,5 km do portal de entrada da cidade na estrada para Rio Acima. O arranjo espacial da ETE, para a 1ª e 2ª etapas é apresentado na Figura 2.3. Em vermelho são as estruturas existentes (1ª etapa) e em branco as estruturas a serem construídas (2ª etapa).

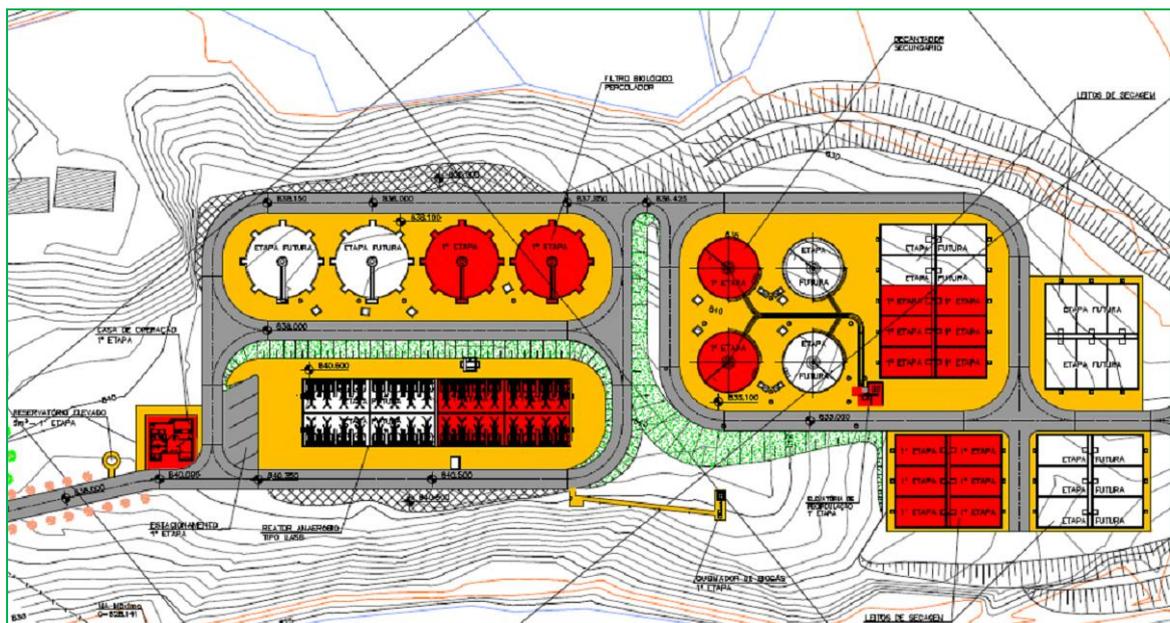


Figura 2.3 – Etapas de implantação da ETE Itabirito.

Fonte: ESSE Consultoria e Engenharia, 2007.

Ressalta-se que houve mudança na localização da Sala de Operação e do Queimador de Biogás em relação ao projeto e não foi elaborado as *built* dos mesmos.

Durante as visitas técnicas à ETE, e em reuniões, foram apontadas diversas questões operacionais, pelos funcionários do SAAE Itabirito, problemas, patologias e pontos de melhoria do processo de tratamento de esgoto. Estas demandas foram organizadas e são apresentadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Principais aspectos técnicos identificados nas visitas de campo.

Descrição (Patologia, Problemas e Pontos de Melhoria)	Local	Possíveis Soluções
Implantação da 2ª etapa da ETE (duplicação), para atender uma vazão de 205,91 l/s.	ETE	Projeto prevê início de operação da 2ª etapa em 2019.
Casa de Operação e Laboratório mal dimensionados para as análises e operações necessárias.	ETE	Construção de nova edificação independente para tal finalidade e adequação das edificações existentes.
Não funcionamento dos queimadores de biogás (metano).	ETE	Verificação in loco dos possíveis problemas a serem ajustados, verificação do dimensionamento do conduto de gás em relação ao gás produzido nos reatores, análise dos projetos das unidades de tratamento, verificação das vedações das tampas dos Reatores (RAFA).
Demanda por fonte de energia renovável na ETE (bombas e iluminação e instalações elétricas prediais). Intencionam aproveitar também o gás para geração de energia.	ETE	Sugestão do aproveitamento do biogás, para a iluminação e cozimento dos alimentos.
Defeito no equipamento medidor de altura na calha Parshall e calha foram mal executados e está inclinada.	ETE	Conserto reforma ou aquisição de novo equipamento.
Maior controle da vazão do afluente que chega até a ETE, para manter o volume constante, de chegada nas peneiras estáticas, unidades de tratamento.	ETE	Sugestão de um tanque de equalização a montante das peneiras estáticas, a fim de controlar a vazão, e controlando também o PH e a carga orgânica. Verificação da área para a implantação, dentro da ETE.
Demanda por utilização de materiais como revestimento para a impermeabilização das estruturas (ex: Zebron), da parte interna superior dos reatores.	ETE	Estudo de viabilidade técnico-econômica para incorporar novas tecnologias para a impermeabilização das unidades de tratamento. Realizado pelo SAAE orçamento para revestimento em Zebron em 2

Descrição (Patologia, Problemas e Pontos de Melhoria)	Local	Possíveis Soluções
		reatores, que custaria R\$ 1.300.000, a fim de impermeabilizar o concreto armado.
Necessário manter um sistema automatizado para manter a recirculação do efluente, a fim de mantê-los sempre em rotação.	ETE	Prever automatização do sistema.
A recirculação de lodo dos decantadores secundários não está funcionando (foi refeita a rede até o RAFA e trocada à bomba).	ETE	Rever projeto, em relação ao dimensionamento da tubulação da recirculação de lodo e prever automatização do sistema.
Aproveitamento dos subprodutos do tratamento da ETE, como o biogás e o efluente tratado.	ETE	Especificação de Irrigação com o efluente tratado e aproveitamento do Biogás.
Fazer um depósito no local, armazenamento de ferramentas, bombas, veículos, e para lavagem dos cestos.	Próximo à escada hidráulica de lançamento	Projetar edificação no local, melhorando a estrutura existente.
Precisa de uma frequência maior na limpeza manual do gradeamento.	Tratamento Preliminar	Aumento de frequência da limpeza, com equipamentos adequados e/ou inserir um rastelo mecanizado.
Defeito no equipamento medidor de altura na calha Parshall.	Tratamento Preliminar	Conserto ou aquisição de novo equipamento.
Defeito nos exaustores e falta de ventilação adequada no recinto – 5 inativos (em manutenção).	Tratamento Preliminar	Conserto e/ou substituição dos exaustores defeituosos.
Dificuldade no despejo manual do material grosseiro e areia da plataforma externa para o caminhão transportador. Realizado manualmente em baldes. A cada 15 dias limpam 1 lado do desarenador.	Tratamento Preliminar	Dragagem com bombeamento e elemento suporte para acondicionamento e transporte.
Criação de um cômodo, vestiário, com sanitário, para operadores.	Tratamento Preliminar	Construção sobre teto do cômodo principal do tratamento preliminar, prevendo o apoio para 5 (cinco), operadores.
Relatado mal dimensionamento do tratamento preliminar (transbordamento da elevatória 05 e desarenador). Mesmo após a limpeza do gradeamento, o nível de esgoto não abaixa muito e está quase sempre transbordando. Na época de chuva, devido aos lançamentos de águas pluviais na rede de esgoto, ocorre extravasão de esgoto para o rio.	Tratamento Preliminar	Mal funcionamento relatado foi decorrente de falta de energia e desligamento das bombas da EE-05. Previsão de mais três bombas de reservas. Verificação conforme o projeto se a estrutura existente atende ao fim de plano (2037).

Descrição (Patologia, Problemas e Pontos de Melhoria)	Local	Possíveis Soluções
Relatado necessidade de mais uma peneira estática no conjunto em operação. Realizadas melhorias nas peneiras, que não tinham tampas nem cantoneiras. Antes muito esgoto descia para as caçambas e respingava para fora das peneiras.	RAFA	Verificação do dimensionamento, e se justificada a necessidade, pode-se instalar mais uma unidade e acrescentar outra no projeto da 2ª etapa.
Detectadas trincas nas paredes externas do RAFA.	RAFA	Correção através de parada programada para correção.
Corrosão de partes metálicas.	RAFA e FBP	Realizar manutenção preventiva fazendo a pintura e substituições daquelas que estejam em piores condições. Orçado pelo SAAE em R\$ 24.372,00 para substituição das tampas metálicas dos 02 filtros por outras de PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro) ref: Empresa Enio Marcos Santos – 22/08/2016.
Acúmulo de Escuma nos RAFAs, soluções para redução da Escuma.	RAFA	Manutenção e limpeza como maneira de redução das Escuma nos RAFAs, ajustando a retirada deste material em intervalos menores.
Mal funcionamento da rotação dos raspadores de lodo. Entre as rodas e a parede do decantador.	Decantador Secundário	Lixar a parte de contato em concreto com a roldana, para que a roldana da ponte raspadora, tenha uma melhor eficiência.
Acumulo de lodo nos canais de distribuição do lodo para os leitos de secagem.	Leitos de secagem	Realizar aberturas laterais ou superiores ao canal/ passarela para possibilitar a limpeza.
Demanda por tecnologia mais rápida e controlada de secagem do lodo.	Leitos de secagem	Implantação de adensador de lodo acoplado a um desidratador, substituindo 16 leitos de secagem que seriam implantados na 2º (segunda) etapa.
Substituição das grades das passarelas, e todo guarda corpo, por outro material, apresentam corrosão.	ETE	Substituição dos gradeamentos externos das unidades por pultrudado, material resistente a corrosão por oxidação, e com alta resistência química, não se desgastando em ambiente agressivo, em fibra de vidro.
Presença de excesso de espuma e detritos na escada dissipadora. Montante do lançamento.	Escada do lançamento	Análise do tipo de material existente no efluente após a queda nos degraus, gerando a espuma, e tratá-lo.

Fonte: DHF Consultoria, 2016.

Contrato N° 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 22
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

3. ESTUDO DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE TÉCNICA

3.1 Estimativa Populacional – Métodos de Crescimento

As estimativas populacionais, dentro do escopo de atividades de Elaboração de Projeto Básico de Sistemas de Esgotamento Sanitário, são indispensáveis, pois para diferentes projetos dessa área é necessário o conhecimento da população de final de plano (população de projeto), bem como da sua evolução ao longo do tempo, para o estudo das etapas de implantação. Estes valores servem de “base” para o dimensionamento das partes integrantes das soluções a serem adotadas. A projeção populacional pode ser descrita como sendo uma estimativa da população de um determinado território (país, estado, município, etc) para certo momento futuro.

Diante do exposto, optou-se por estudar três métodos para o cálculo do crescimento populacional, com um horizonte de projeto de 20 (vinte) anos, para o desenvolvimento da sede urbana do município de Itabirito, localizada em Minas Gerais, sendo o início de projeto para os cálculos efetivos o ano de 2017, e o final de projeto o ano de 2037.

Estes métodos levaram em consideração o aumento da população da cidade com diferentes taxas de crescimentos populacionais, conforme descrito a seguir:

- Método 1 – Crescimento Aritmético:** Representa a continuidade do crescimento populacional da sede urbana do município de Itabirito;
- Método 2 – Crescimento Geométrico:** Representa um crescimento populacional mais intenso na sede, aumentando de forma exponencial; e
- Método 3 – Decrescimento:** Representa um método de crescimento populacional com taxa de evolução muito pequena ou mesmo decrescente, podendo haver um pequeno crescimento, estagnação ou redução populacional.

No Quadro 3.1 apresenta-se a população urbana do município de Itabirito, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os quais serão utilizados para projetar o crescimento populacional para fins de elaboração do projeto em tela.

Quadro 3.1 – Dados utilizados para projetar o crescimento populacional.

ANO	NÚMERO DE HABITANTES
1991	28.678
2000	35.245
2010	43.566

Fonte: Atlas Brasil, 2016 (PNUD).

A partir das informações apresentadas no quadro anterior, foram aplicadas as três tendências de crescimento populacionais, uma para cada método de crescimento, conforme demonstrado a seguir.

3.1.1. Método 1 - Crescimento Aritmético

A projeção da população da sede urbana de Itabirito foi estimada para um período de alcance de 20 anos iniciando em 2017 e finalizando no ano de 2037, por meio do crescimento aritmético, como ilustrado nas equações abaixo:

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

Onde: P é a população final com o crescimento aritmético, P_0 = população inicial (2000), T_x = taxa de crescimento, T_0 = ano de referência em relação à população inicial (2000) e T = ano que está sendo estimada a população.

A taxa de crescimento foi calculada de acordo com a equação abaixo, adotando-se os valores de referência de 2000 e 2010 para o crescimento populacional:

$$T_x = (P_{2010} - P_{2000}) / (2010 - 2000)$$

$$T_x = (43.566 - 35.245) / 10 = 832,1 \text{ hab/ano}$$

Assim tem-se o cálculo da população final em 2037:

$$P = 35.245 + 832,10 * (2037 - 2000)$$

$$P = 66.033 \text{ habitantes}$$

Dessa forma, o Quadro 3.2 apresenta o crescimento populacional estimado para a sede urbana de Itabirito, calculado através do método supramencionado.

Quadro 3.2 – Estimativa do crescimento populacional aritmético da sede de Itabirito.

ANO	POPULAÇÃO	ANO	POPULAÇÃO
2016	48.559	2027	57.712
2017	49.391	2028	58.544
2018	50.223	2029	59.376
2019	51.055	2030	60.208
2020	51.887	2031	61.040
2021	52.719	2032	61.872
2022	53.551	2033	62.704
2023	54.383	2034	63.536
2024	55.215	2035	64.368
2025	56.048	2036	65.201
2026	56.880	2037	66.033

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A Figura 3.1 foi elaborada a partir dos valores de crescimento populacional da sede de Itabirito, segundo o Método Aritmético.

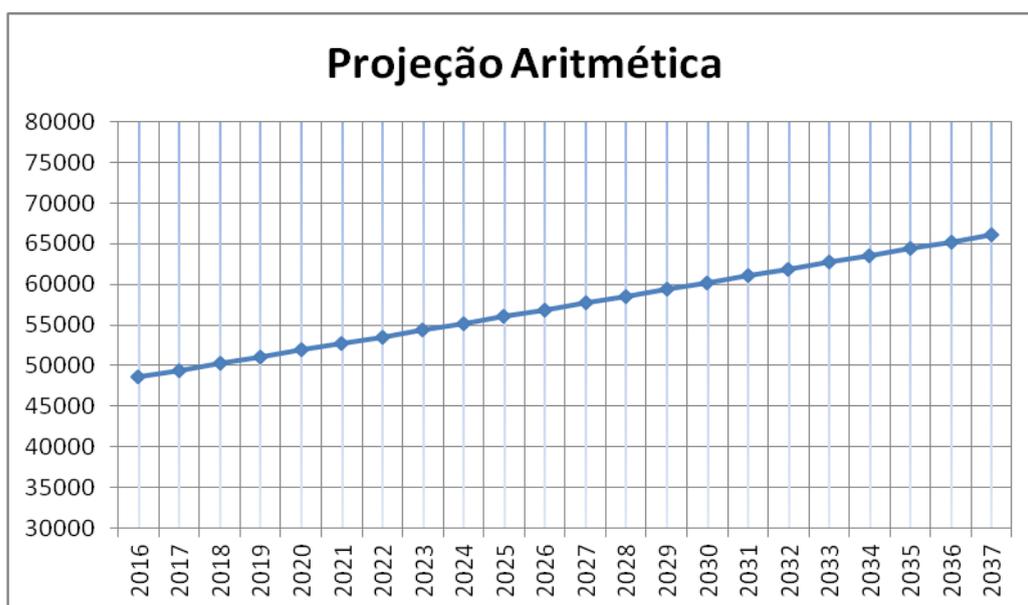


Figura 3.1 – Crescimento populacional da sede de Itabirito, segundo a projeção Aritmética.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

3.1.2. Método 2 – Crescimento Geométrico

Assim como no caso anterior, projetou-se a população da sede urbana de Itabirito para um período de 20 anos, iniciando-se em 2017 e seguindo até 2037 por meio do crescimento geométrico, como ilustrado nas equações a seguir:

$$P = P_0 * e^{K*(T-T_0)}$$

Onde: P é a população final com o crescimento geométrico, P₀ é a população inicial considerada (2000), K é a taxa geométrica de crescimento, T é o ano que está sendo estimada a população e T₀ é o ano inicial considerado (2000).

A taxa geométrica de crescimento foi calculada pela seguinte fórmula:

$$K = \frac{\ln(P) - \ln(P_0)}{T - T_0}$$

$$K = (\ln(43.566) - \ln(35.245)) / (2010 - 2000) = 0,0212 \text{ hab/ano}$$

Diante do exposto, verifica-se que o cálculo da população, através do método geométrico, é feito através da equação abaixo:

$$P = 35.245 * e^{0,0212 * (2037-2000)}$$

$$P = 77.225 \text{ habitantes}$$

O Quadro 3.3 apresenta a projeção do crescimento populacional da sede urbana de Itabirito calculado pelo Método Geométrico.

Quadro 3.3 – Estimativa do crescimento populacional geométrico da sede de Itabirito.

ANO	POPULAÇÃO	ANO	POPULAÇÃO
2016	49.478	2027	62.472
2017	50.538	2028	63.811
2018	51.621	2029	65.178
2019	52.727	2030	66.575
2020	53.857	2031	68.001
2021	55.010	2032	69.458
2022	56.189	2033	70.946
2023	57.393	2034	72.466
2024	58.623	2035	74.019
2025	59.879	2036	75.605
2026	61.162	2037	77.225

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A Figura 3.2 foi elaborada a partir dos valores de crescimento populacional da sede de Itabirito, segundo o Método de Crescimento Geométrico.

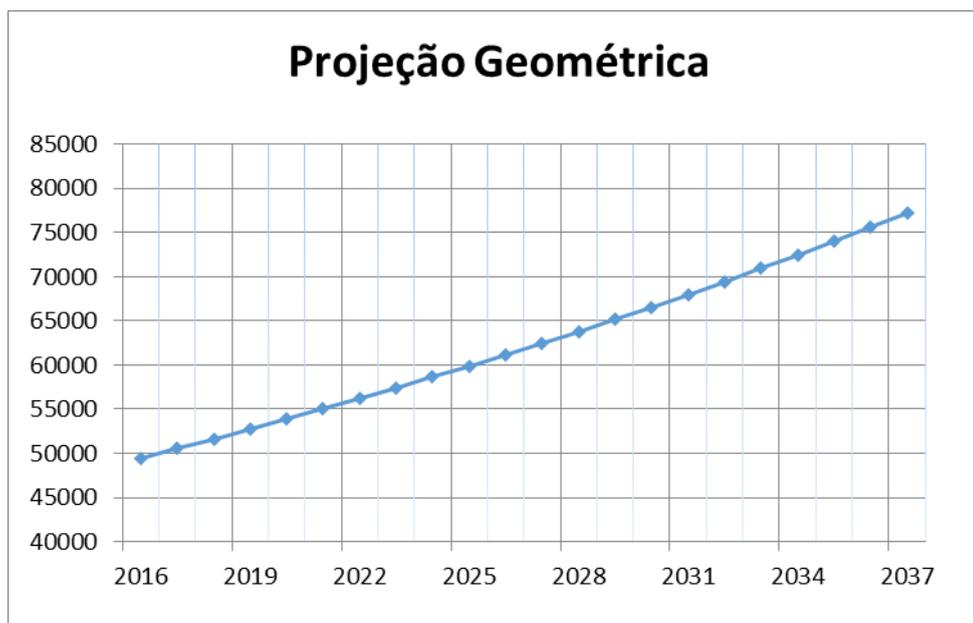


Figura 3.2 – Crescimento populacional da sede de Itabirito, segundo a Projeção Geométrica.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

3.1.3. Método 3 - Decrescimento

Por fim aplicou-se a metodologia que considera uma taxa de crescimento que, de modo geral, sempre é baixa ou negativa, para se efetuar a projeção populacional da sede de Itabirito. Neste caso, também para um período de 20 anos iniciando em 2017 e finalizando no ano de 2037, como ilustrado nas equações abaixo:

$$P = P_0 + \{ [P_s - P_0] * [1 - (e^{-K*(T-T_0)})] \}$$

Onde: P é a população final com o decrescimento, P₀ é a população inicial considerada (ano 2000), K é a taxa de decrescimento, P_s é a variável adotada para a estimativa, T é o ano referente ao resultado de cálculo da população e T₀ é o ano inicial considerado.

A taxa de decrescimento K e a variável P_s, utilizada para a estimativa, foram calculadas pelas fórmulas apresentadas a seguir.

$$K = \frac{-\ln[(P_s - P) / (P_s - P_0)]}{T - T_0}$$

$$P_s = \frac{2 * P_0 * P_1 * P - P_1^2 * (P_0 + P)}{P_0 * P - P_1^2}$$

Onde: P_0 é a população no ano inicial (ano 1991), P_1 é a população intermediária do ano T_1 (ano 2000) e P é a população no final do intervalo adotado (ano 2010).

$$P_s = [2 * 28.678 * 35.245 * 43.566 - 35.245^2 * (28.678 + 43.566)] / (28.678 * 43.566 - 35.245^2) = - 233.149,98 \text{ hab.}$$

$$K = \{ - \ln[(- 233.149,98 - 43.566) / (- 233.149,98 - 28.678)] \} / (2010 - 1991) = - 0,00291 \text{ hab/ano.}$$

Verifica-se que o cálculo da população, através do método de decrescimento, é feito através da equação abaixo:

$$P = 35.245 + \{ [-233.149,98 - 35.245] \times [1 - (e^{(-1 \times - 0,00291 \times (2037 - 2000))})] \}$$

P = 65.756 habitantes

O Quadro 3.4 apresenta a projeção populacional considerando-se o método de decrescimento para a sede urbana de Itabirito.

Quadro 3.4 – Projeção populacional da sede de Itabirito pelo método de decrescimento.

ANO	POPULAÇÃO	ANO	POPULAÇÃO
2016	48.037	2027	57.183
2017	48.856	2028	58.029
2018	49.678	2029	58.878
2019	50.502	2030	59.729
2020	51.329	2031	60.583
2021	52.158	2032	61.439
2022	52.990	2033	62.297
2023	53.823	2034	63.158
2024	54.660	2035	64.022
2025	55.499	2036	64.888
2026	56.340	2037	65.756

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A Figura 3.3 foi elaborada a partir dos valores da projeção populacional de Itabirito, segundo o Método de Decrescimento.

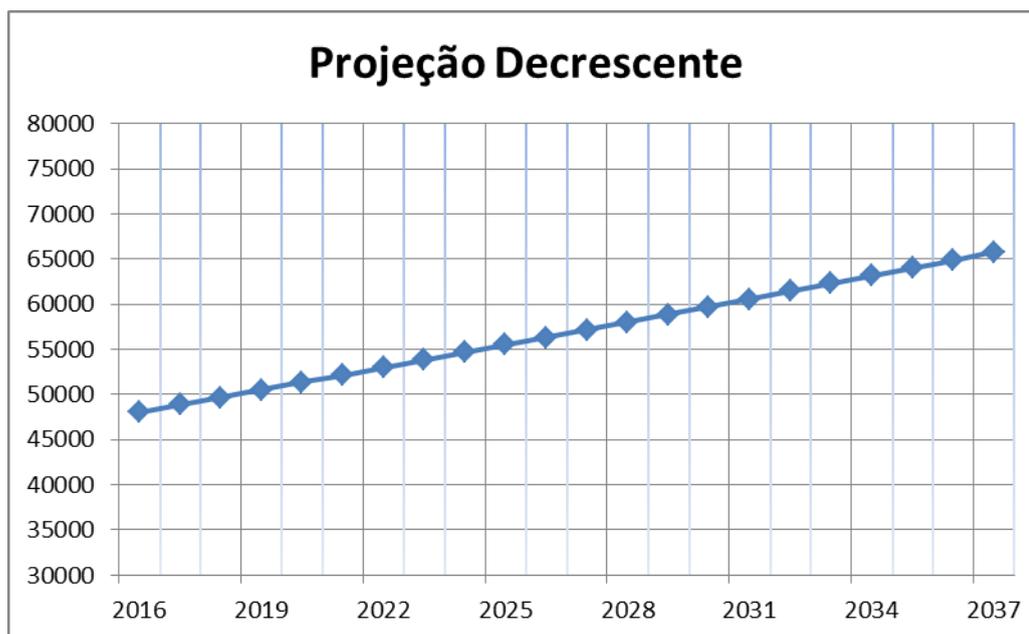


Figura 3.3 – Crescimento populacional da sede de Itabirito, segundo a Projeção Decrescente.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

3.1.4. Resultante da Projeção Populacional

Os métodos de evolução populacional Aritmético, Geométrico e Decrescente possuem os resultados muito próximos, como apresentados na Figura 3.4, onde observa-se que a diferença entre o método que apresentou a maior população (método geométrico) e a menor (método decrescente) para o ano de 2037 foi de 11.469 habitantes (77.225 – 65.756 habitantes). Nesse sentido, o mais importante para se definir qual a projeção populacional a ser considerada no dimensionamento das unidades pertencentes a ETE a ser ampliada para a Sede de Itabirito são as características da dinâmica populacional da região, conforme já mencionado neste P3 e também no P2.

Diante deste contexto a Equipe Técnica da DHF Consultoria optou por escolher a projeção populacional obtida por meio do Método Geométrico por entender que ele retrata de maneira mais adequada a dinâmica populacional da Sede de Itabirito, esta que foi calculada por dados de entrada oficiais obtidos nos Censos Demográficos do IBGE. Conforme demonstrado, a população foi projetada para um horizonte de 20 anos onde notou-se uma taxa de crescimento de aproximadamente 2,12% a.a., valor da tendência histórica na região.

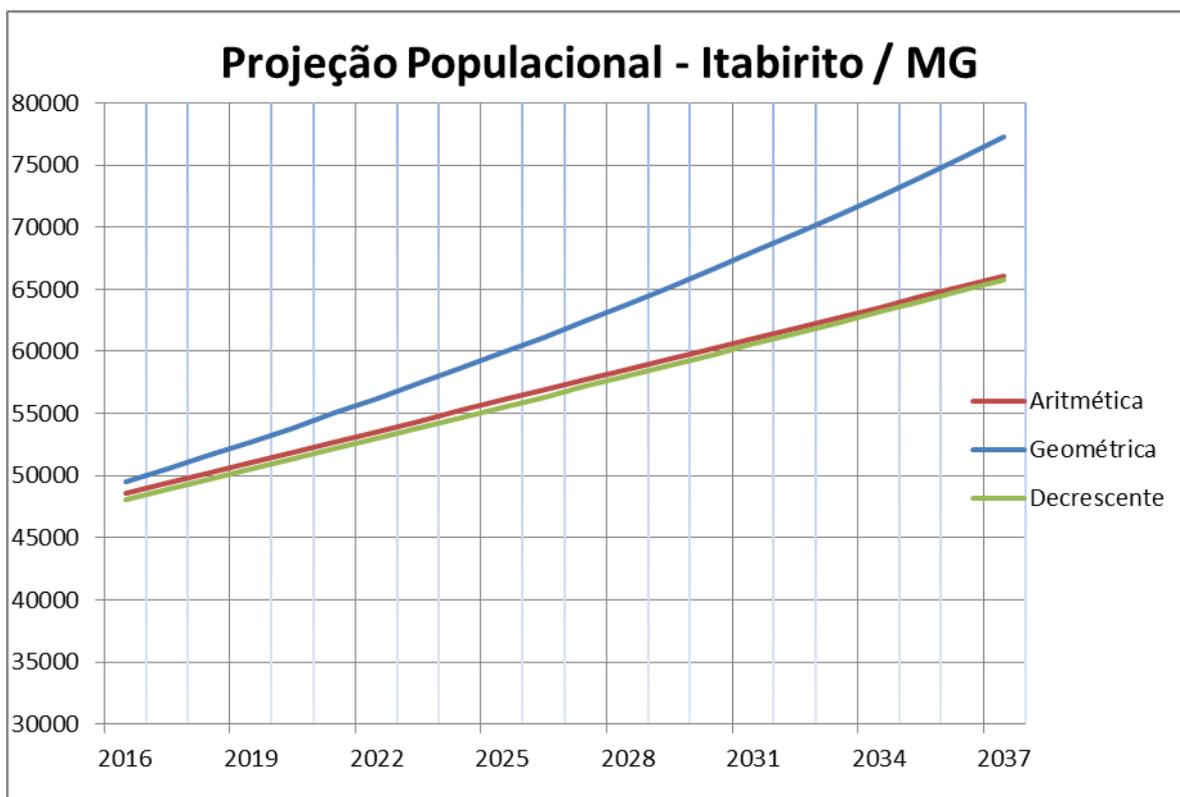


Figura 3.4: Crescimento populacional segundo os três métodos de crescimento (Aritmético, Geométrico e Decrescente).

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

3.2. Parâmetros e Cálculos de Projeto

3.2.1. Considerações Preliminares

No levantamento de parâmetros a serem adotados, a realidade local deve ser necessariamente observada em suas diversas dimensões, a saber, física, social, econômica, política e cultural, não perdendo de vista princípios fundamentais, como: visão integral do saneamento, universalização, equidade e participação comunitária, sob o risco de insucesso das intervenções.

Apesar das recomendações das Normas Técnicas Brasileiras (NBRs) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) serem, de certo modo, conservadoras na definição de alguns parâmetros para a sede urbana de Itabirito, não se pode fugir das suas prescrições, sendo estas respeitadas no dimensionamento das unidades pertencentes ao SES a ser ampliado.

3.2.2. Coeficientes de Variação de Vazão e de Retorno

Por não se dispor de dados específicos sobre a localidade, os valores adotados para estes coeficientes foram os definidos nas Normas Técnicas da ABNT. Estes são valores usuais adotados em projetos de sistemas semelhantes e que encontram suporte na bibliografia especializada, conforme listados a seguir:

Coeficiente relativo ao consumo máximo diário $K_1 = 1,2$
Coeficiente relativo ao consumo máximo horário $K_2 = 1,5$
Coeficiente relativo à vazão mínima horária $K_3 = 0,5$
Coeficiente de retorno $C = 0,8$
Consumo de água per capita..... $q_{pc}=150,0$ L/hab.dia

O índice de consumo per capita adotado para a sede urbana de Itabirito segue a Norma Brasileira (NBR) Nº 12.211/1992 – Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, com a recomendação de consumo determinado pela população na faixa de 50.000 a 250.000 habitantes.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Itabirito (PMSB ITABIRITO, 2013) o atual consumo médio per capita de água de Itabirito é de 153,5 L/hab.dia, e considerando os valores levantados no banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), dados Históricos de Itabirito, nos anos de 2010 à 2015, remete-se a um consumo médio per capita de 156,92 L/hab.dia, optou-se por adotar, para o cálculo de projeto da ampliação da ETE da sede de Itabirito, o consumo per capita de 150,0 L/hab.dia, por este ser o valor mais usual utilizado para o dimensionamento de SES em Minas Gerais.

3.2.3. Demanda Industrial

A atividade industrial está presente em diversos locais dentro do município de Itabirito. Entretanto, os efluentes produzidos pela indústria não são apresentados em geral na contribuição do cálculo de vazão, incorporado aos efluentes domésticos. Os efluentes Industriais apresentam características próprias em cada atividade Industrial, sendo de responsabilidade exclusivamente do empreendedor Industrial, o tratamento e o descarte destes efluentes tratados.

O tratamento ideal de efluentes industriais é indicado de acordo com a carga poluidora e presença de contaminantes nestes efluentes, sendo que cada indústria tem sua peculiaridade. Apenas através de várias coletas de amostras para análise de diversos parâmetros que representam a carga orgânica e a carga tóxica dos efluentes, é que pode ser orientado um processo de tratamento específico, enquadrando os efluentes aos parâmetros de descarte nos corpos hídricos, conforme a **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Ministério do Meio Ambiente – Resolução CONAMA n.º 357/2005** “ que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências”.

Os processos de tratamento são classificados em físicos, químicos e biológicos, conforme a natureza dos poluentes a serem removidos dos efluentes Industriais e das operações unitárias utilizadas para o tratamento.

Diante do exposto, não se pode considerar a contribuição de esgoto industrial no dimensionamento da ampliação da ETE Itabirito, ainda que parte deste seja direcionado de forma irregular para a Estação operada pelo SAAE Itabirito.

3.2.4. Índice de Atendimento

Conforme levantamento topográfico planialtimétrico, as condições locais revelam que a partir da profundidade mínima os imóveis foram ligados à rede coletora de esgoto e posteriormente aos interceptores. Nesse sentido, adotou-se o nível de adesão das ligações igual a 100% para final de plano.

3.2.5. Taxa de Infiltração

A NBR Nº 9649/1986 – Projetos de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário recomenda a adoção de um valor entre 0,05 e 1,0 L/s x km para a Taxa de Infiltração. Para a sede será adotado o valor de 0,1 L/s x km, considerando a qualidade da execução da rede e o material utilizado, que é de baixa permeabilidade. O tubo deve ser dimensionado com a taxa de infiltração para não ocorrer subdimensionamento da rede coletora. A vazão máxima total, para cálculo do tubo da rede coletora, é definida pela soma da vazão de

infiltração e a vazão máxima doméstica. Além disso, a vazão de infiltração não poderá ultrapassar 25% da vazão média de final de plano.

Para o cálculo da vazão de infiltração, será considerado um total de 128,5 km de extensão da rede da sede do município de Itabirito, sendo 18,2 km de extensão para a rede interceptora e 110,3 km de extensão para a rede coletora, conforme dados apresentados no Plano Municipal de Saneamento Básico de Itabirito (PMSB ITABIRITO, 2013).

3.2.6. Vazões de Projeto

O método de crescimento da população de projeto é um dos parâmetros mais importantes a serem considerados, pois está diretamente ligado à demanda pelos serviços objeto do presente trabalho. Na avaliação da população devem ser considerados dois itens fundamentais, ou seja, a população atual da área de abrangência e a evolução desta mesma população ao longo do alcance do projeto.

A determinação do consumo populacional foi efetuada baseando-se no consumo per capita e no número de habitantes da sede urbana de Itabirito ao final de plano. Para a população de final de projeto, estabeleceu-se o Consumo Médio Diário (CM) apresentado a seguir, para um consumo per capita de 150,0 L/hab.dia:

$$CM = 77.225 \times 150,00 = 11.583.750 \text{ L/dia} = 134,07 \text{ L/s}$$

Segundo prescrição normativa, adotaram-se as seguintes constantes para o dimensionamento da requerida ampliação da ETE Itabirito: coeficiente de reforço para o dia de maior consumo (k_1) igual a 1,2 e para a hora de maior consumo (k_2) igual a 1,5; coeficiente de infiltração (C) igual 0,1; e o coeficiente da hora de demanda mínima (k_3) igual 0,5.

As vazões de projeto foram calculadas com auxílio das seguintes expressões:

$$Q_{\text{máx.}} = \frac{P \times qpc \times K_1 \times K_2 \times C}{86.400} + Q_i + Q_{\text{ind}}$$

$$Q_{\text{méd.}} = \frac{P \times qpc \times C}{86.400} + Q_i + Q_{\text{ind}}$$

$$Q_{\text{mín.}} = \frac{P \times q_{\text{pc}} \times K3 \times C}{86.400} + Q_i + Q_{\text{ind}}$$

$$Q_i = L \times C_i$$

Onde: $Q_{\text{mín}}$ é a vazão contribuinte mínima (L/s), $Q_{\text{méd}}$ é vazão contribuinte média (L/s), $Q_{\text{máx}}$ é a vazão contribuinte máxima (L/s), P é população final atendida (hab), q_{pc} é o consumo per capita de água (L/hab x dia), $K1$ é o coeficiente do dia de maior consumo, $K2$ é o coeficiente da hora de maior consumo, $K3$ é o coeficiente de vazão mínima, C é coeficiente de retorno água/esgoto, Q_i é a vazão de infiltração (L/s), L é a extensão de rede da bacia (km), C_i é o coeficiente de infiltração (L/s x Km) e Q_{ind} é a vazão industrial (L/s).

Para o dimensionamento das vazões de projeto da ETE, segundo o método de Crescimento Geométrico, utilizou-se a população de final de plano projetada, os coeficientes e as equações supracitadas. Definiram-se as vazões mínimas, médias e a vazão de consumo máximo horário, bem como as vazões de infiltração, conforme o comprimento das redes coletoras e interceptores (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Dimensionamento das vazões de projeto para o Crescimento Geométrico.

MUNICÍPIO DE ITABIRITO / MG								
SEDE URBANA DE ITABIRITO								
POPULAÇÃO ATENDIDA	NÍVEL DE ATENDIMENTO (%)	VAZÕES (L/s)						
		DOMÉSTICA			Q _{infiltração}	TOTAL		
		Q _{mín}	Q _{média}	Q _{máx.hor}		Q _{mín}	Q _{média}	Q _{máx.hor}
77.225	100	53,63	107,26	193,06	12,85	66,48	120,11	205,91
C:	0,80				Q _{DOMÉSTICA} :			
K1:	1,2				Q _{mín} =	(Pop.atendida x qpc x C x K3 x At) / 86400		
K2:	1,5				Q _{média} =	(Pop.atendida x qpc x C x At) / 86400		
K3:	0,5				Q _{máx.hor} =	Q _{média} x K1 x K2		
qpc:	150,0	L/hab x dia			Q _{TOTAL} :			
CI:	0,10	L/s x km			Q _{mín} =	((Pop.atendida x qpc x C x K3 x At) / 86400) + Q _{inf}		
					Q _{média} =	((Pop.atendida x qpc x C x At) / 86400) + Q _{inf}		
					Q _{máx.hor} =	(Q _{média} x K1 x K2) + Q _{inf}		
					Q _{inf} =	Ext. rede x CI		
Vazão de Infiltração (Q _{inf})	inf.(L/sxkm) x	rede(Km)						
	0,10000	128,5			12,85 L/s			
LEGENDA								
C	Coeficiente de Retorno				CI	Coeficiente de Infiltração		
K1	Coeficiente relativo ao consumo máximo diário				Q _{mín}	Vazão mínima		
K2	Coeficiente relativo ao consumo máximo horário				Q _{média}	Vazão média		
K3	Coeficiente relativo à vazão mínima				Q _{máx.hor.}	Vazão máxima horária		
qpc	Consumo de água per capita				Q _{inf}	Vazão de infiltração		
At	Nível de Atendimento							
Q _{DOMÉSTICA} :	Vazão doméstica				Q _{TOTAL} :	Vazão total		

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

O projeto de ampliação ou adequação da segunda etapa de implantação da ETE de Itabirito atenderá toda a sede do município, com população estimada para o final de horizonte de projeto (ano de 2037) de 77.225 habitantes. A capacidade final para tratamento de esgotos é de 205,91 L/s. De acordo com o Método Geométrico, adotado para o crescimento populacional, verificaram-se no início e no final de plano as seguintes populações e vazões (Tabela 3.2).

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 3 (P3) - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – UTE RIO ITABIRITO (MUNICÍPIO DE ITABIRITO)

Tabela 3.2: Projeções das Vazões do Sistema (estudo de demanda).

Alcance	Ano	Pop. total (hab)	Nível de atendimento (%)	Pop. atendida (hab)	Per capita (L/hab x dia)	Vazão doméstica (l/s)			Vazão infiltr. (L/s)	Vazão total (L/s)		
						Mínima	Média	Máxima		Mínima	Média	Máxima
1	2017	50.538	80	40.430	150,0	28,08	56,15	101,08	12,85	40,93	69,00	113,93
2	2018	51.621	80	41.297	150,0	28,68	57,36	103,24	12,85	41,53	70,21	116,09
3	2019	52.727	80	42.182	150,0	29,29	58,59	105,45	12,85	42,14	71,44	118,30
4	2020	53.857	90	48.471	150,0	33,66	67,32	121,18	12,85	46,51	80,17	134,03
5	2021	55.010	90	49.509	150,0	34,38	68,76	123,77	12,85	47,23	81,61	136,62
6	2022	56.189	100	56.189	150,0	39,02	78,04	140,47	12,85	51,87	90,89	153,32
7	2023	57.393	100	57.393	150,0	39,86	79,71	143,48	12,85	52,71	92,56	156,33
8	2024	58.623	100	58.623	150,0	40,71	81,42	146,56	12,85	53,56	94,27	159,41
9	2025	59.879	100	59.879	150,0	41,58	83,17	149,70	12,85	54,43	96,02	162,55
10	2026	61.162	100	61.162	150,0	42,47	84,95	152,91	12,85	55,32	97,80	165,76
11	2027	62.472	100	62.472	150,0	43,38	86,77	156,18	12,85	56,23	99,62	169,03
12	2028	63.811	100	63.811	150,0	44,31	88,63	159,53	12,85	57,16	101,48	172,38
13	2029	65.178	100	65.178	150,0	45,26	90,53	162,95	12,85	58,11	103,38	175,80
14	2030	66.575	100	66.575	150,0	46,23	92,47	166,44	12,85	59,08	105,32	179,29
15	2031	68.001	100	68.001	150,0	47,22	94,45	170,00	12,85	60,07	107,30	182,85
16	2032	69.458	100	69.458	150,0	48,23	96,47	173,65	12,85	61,08	109,32	186,50
17	2033	70.946	100	70.946	150,0	49,27	98,54	177,37	12,85	62,12	111,39	190,22
18	2034	72.466	100	72.466	150,0	50,32	100,65	181,17	12,85	63,17	113,50	194,02
19	2035	74.019	100	74.019	150,0	51,40	102,80	185,05	12,85	64,25	115,65	197,90
20	2036	75.605	100	75.605	150,0	52,50	105,01	189,01	12,85	65,35	117,86	201,86
21	2037	77.225	100	77.225	150,0	53,63	107,26	193,06	12,85	66,48	120,11	205,91

Taxa de infiltração - 0,1 L/s x km

Entensão de Rede Coletora Projetada - 128,5 km

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

3.3. Características da Área de Projeto

Para a ampliação da Estação de Tratamento de Esgotos da sede urbana de Itabirito, foram adotadas as seguintes diretrizes:

- Implantação da segunda etapa unificando o sistema operacional das unidades de tratamento, na mesma área onde está instalada e operando a Estação de Tratamento de Esgotos de Itabirito;
- Levantamento “in loco”, com o cadastramento da área disponível a ser utilizada para a ampliação dentro da área da Estação de Tratamento de Esgotos da sede urbana de Itabirito, como apresentado na Figura 3.5.



Figura 3.5 – Planta da ETE de Itabirito.

Fonte: DHF Consultoria e Engenharia, 2017.

3.4. Regulamentação dos Serviços Prestados pelo SAAE

O Regulamento dos serviços públicos de água e esgoto prestados pelo Serviço Autônomo de Saneamento Básico de Itabirito foi estabelecido pelo Decreto Municipal nº 9.219 de 07 de abril de 2011. De acordo com seu Artigo 1, o Regulamento dispõe sobre a prestação dos serviços públicos de água e esgotos sanitários pelo SAAE e estabelece

as normas que regulamentam as relações decorrentes de tais serviços, entre o SAAE e os clientes/usuários.

Em seu Artigo 3, este importante Regulamento, destaca que compete ao SAAE exercer, com exclusividade, todas as atividades administrativas e técnicas que se relacionam com os serviços públicos de abastecimento de água e esgotos sanitários, no município de Itabirito/MG. Portanto, o SAAE é o responsável pela elaboração de projetos e/ou obras que envolvam o assentamento de redes adutoras e de distribuição de água e seus respectivos ramais, redes coletoras e ramais de esgotos, instalação de equipamentos e outras obras correlatas, podendo terceirar os serviços que lhe cabem, mas sem prejuízo do que dispões as posturas municipais e as legislações aplicáveis.

Em relação a classificação e cobrança dos serviços merece destaque o Artigo 78 que classifica os serviços prestados, conforme apresentado a seguir:

Art. 78 – Os serviços de água e esgotos sanitários são classificados em 05 (cinco) categorias, obedecendo aos seguintes critérios.

- a) Categoria A (Residencial) – Economia ocupada exclusivamente para o fim de moradia. Estão incluídos nesta categoria aqueles que consomem pequenas quantidades de água e outras que não enquadram no exercício de atividades de categorias Comercial, Industrial, Pública ou Social;
- b) Categoria B (Comercial) - Quando a água é usada em estabelecimento comercial ou prestador de serviços ou por profissionais liberais, como: hotéis, pensões, pousadas, lojas comerciais, bares, armazéns, restaurantes, farmácia, verdureiros (sacolões), oficinas mecânicas e elétricas, depósitos de bebidas, cinema, teatros escolas particulares, circos, parques de diversões, confecções, escritórios (advocacia, engenharia, assessorias e outros), consultórios (médico, dentista e outros), laboratórios, estéticas, salões de beleza, entre outros estabelecimentos considerados pela Prefeitura ou pelo SAAE como comerciais;

- c) Categoria C (Industrial) - Quando a água é usada em estabelecimentos industriais como: postos de combustíveis, sorveterias, padarias, lavanderias, cerâmicas, marmorarias, indústrias em geral, fábricas em geral, ou ainda, fábrica de bebidas, frigoríficos, granjas, pocilgas, minerações, lavanderias, clubes de recreações aquáticas e outros estabelecimentos industriais que utilizam a água como parte ou insumo do processo industrial;
- d) Categoria D (Pública) – Economia ocupada para o exercício de atividade de órgãos de administração direta ou indireta do poder público. São ainda incluídos nesta categoria repartições/unidades públicas como: hospitais e unidades de saúde, escolas, creches, albergues, praças/jardins, prédios públicos, entre outros em que sua utilização não vise lucros comerciais ou industriais; e
- e) Categoria E (Social) - Quando a água é usada para fins domésticos em residências ocupadas por famílias enquadradas no Programa Social do Governo Federal - Bolsa Família, ou outro que venha substituí-lo. O SAAE usará o cadastro socioeconômico do Programa Bolsa Família, ou o que o substituirá e, será atualizado no máximo a cada 06 (seis) meses.

Tendo em vista a característica de cada um dos seus clientes, conforme detalhado anteriormente, o SAAE Itabirito realiza a emissão de faturas onde materializa-se a cobrança pelos serviços prestados, dentre outras formas. Segundo o Artigo 80 do Regulamento – a contraprestação dos serviços de água e de esgotos sanitários será a cobrança de faturas aos clientes/usuários, de sorte a cobrir os custos de operação, manutenção, ampliação, modernização e investimentos dos serviços que compreenderão:

- a) As despesas de funcionamento/operação e manutenção;
- b) As quotas de depreciação, provisão para devedores e amortização de empréstimos;
- c) A constituição de fundo de reserva para investimentos;

- d) Eventuais cobranças ou tributos que venham incidir sobre os serviços; e
- e) Os investimentos para ampliação e modernização dos sistemas.

De acordo com o Artigo 88 – os valores das faturas referentes às tarifas de acordo com a sua categoria e taxas dos serviços de abastecimento de água e de esgotos sanitários serão aprovados por Decreto pelo Prefeito Municipal ou pela Diretoria Presidência da Autarquia, quando esta estiver devidamente autorizada pelo Prefeito; que o fará por Decreto. Convém expor que as Tarifas Básicas Operacionais de Água e Esgotos (TBOs), anexa ao regulamento supramencionado, são os balizadores para a cobrança dos serviços em cada uma da tipologia da ligação estas que podem ser reajustadas anualmente, diante de requerimento específico emitido pelo SAAE ao órgão Fiscalizador/Regulamentador.

3.4.1. Agência Reguladora e Tarifação

Em Itabirito, o Ente de Regulação e Fiscalização dos serviços de água e esgotos prestados pelo SAAE Itabirito é o CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO REGIÃO CENTRAL (CISAB-RC) que é um consórcio público de direito público, na forma de associação pública, criado nos moldes da Lei Federal nº 11.107/2005 (Lei dos consórcios públicos) para atendimento aos preceitos da Lei Federal nº 11.445, de 05/01/2007 e de seu Decreto regulamentador nº 7.217.

Conforme a Cláusula 8ª do Protocolo de Intenções do CISAB-RC, convertido em Contrato de Consórcio Público, o CISAB-RC tem, dentre os seus objetivos, a função de realizar a gestão associada de serviços públicos, plena ou parcialmente, através do exercício das atividades de regulação e fiscalização de serviços públicos de Água e Esgoto dos municípios consorciados e/ou conveniados. Dentre suas competências, a fixação, o reajuste, a revisão dos valores das taxas, tarifas e outras formas de contraprestação dos serviços públicos de saneamento básico.

O documento mais recente que trata das questões tarifárias para a cobrança pelos serviços de abastecimento de água e esgotos sanitários prestados pelo SAAE Itabirito é a RESOLUÇÃO DE FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO – CISAB-RC Nº 021, DE 06 DE JANEIRO DE 2017.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 40
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

Através do Ofício N° 065/2016 PRES, o SAAE solicitou a realização de estudos visando um reajuste dos valores das Tarifas de Água e Esgoto e dos Preços Públicos dos demais serviços praticados pela autarquia, encaminhando ainda os documentos e informações necessárias para os estudos relativos a esta solicitação. O último reajuste foi de 10,97% (dez vírgula noventa e sete pontos percentuais) e passou a vigorar a partir de fevereiro de 2016, através da Resolução de Fiscalização e Regulação – CISAB-RC n° 008 de 29 de dezembro de 2015 (CISAB-RC, 2016).

O CISAB-RC, adota como metodologia a análise das Despesas de Exploração, a necessidade de aporte de recursos para investimentos, a arrecadação total e a influência inflacionária. Para análise de todos estes parâmetros levam-se em consideração os 12 meses anteriores ao do pedido de reajuste, em conformidade com a legislação vigente (CISAB-RC, 2016).

De acordo com a Resolução CISAB-RC n° 021/2017, conforme Artigo 1º, o Consórcio decidiu reajustar linearmente em 7,39% (sete vírgula trinta e nove pontos percentuais) os atuais valores das Tarifas de Água praticadas pelo SAAE, em todas as suas categorias de consumo, passando a vigorar as que são apresentadas nas Figura 3.6 e Figura 3.7. Além disso, o CISAB-RC definiu que permanecesse o percentual em relação às Tarifas de Água, de 60% (sessenta por cento) para a cobrança das tarifas de Esgoto, conforme versa o Artigo 3º da resolução supramencionada.

Contrato N° 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 41
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

Valores Área Urbana								
Valores por Faixas de consumo e suas categorias (R\$)								
Faixas de			Social (E)	Residencial (A)	Comercial (B)	Industrial (C)	Pública (D)	
1	a	5	R\$ 0,7304	R\$ 1,1030	R\$ 1,4906	R\$ 1,7588	R\$ 1,2818	
6	a	10	R\$ 0,8347	R\$ 1,2968	R\$ 1,7142	R\$ 2,0272	R\$ 1,4608	
11	a	15	R\$ 1,6546	R\$ 2,5488	R\$ 3,4283	R\$ 4,0693	R\$ 2,9215	
16	a	20	R\$ 2,4330	R\$ 3,7503	R\$ 5,0856	R\$ 6,0004	R\$ 4,3174	
21	a	25	R\$ -	R\$ 4,1162	R\$ 5,5797	R\$ 6,5858	R\$ 4,7565	
26	a	30	R\$ -	R\$ 4,5368	R\$ 6,1285	R\$ 7,2626	R\$ 5,2136	
31	a	40	R\$ -	R\$ 4,9759	R\$ 6,7321	R\$ 7,9943	R\$ 5,7443	
41	a	50	R\$ -	R\$ 5,5064	R\$ 7,4091	R\$ 8,7810	R\$ 6,3114	
51	a	75	R\$ -	R\$ 6,0368	R\$ 8,1590	R\$ 9,6775	R\$ 6,9334	
76	a	100	R\$ -	R\$ 6,6407	R\$ 8,9639	R\$ 10,6287	R\$ 7,6468	
101	a	200	R\$ -	R\$ 7,2992	R\$ 9,8237	R\$ 11,7079	R\$ 8,3969	
Acima de 200			R\$ -	R\$ 8,0310	R\$ 10,8481	R\$ 12,8604	R\$ 9,2566	

Figura 3.6: Tarifas praticadas pelo fornecimento de água na área urbana de Itabirito.

Fonte: CISAB-RC, 2017.

Valores Área Rural								
Valores por Faixas de consumo e suas categorias (R\$)								
Faixas de			Residencial (A)	Comercial (B)	Industrial (C)	Pública (D)		
1	a	5	R\$ 1,0284	R\$ 1,4459	R\$ 1,7886	R\$ 1,2818		
6	a	10	R\$ 1,1775	R\$ 1,6099	R\$ 1,9228	R\$ 1,4608		
11	a	15	R\$ 2,1911	R\$ 2,9514	R\$ 3,5178	R\$ 2,9215		
16	a	20	R\$ 3,4942	R\$ 4,7198	R\$ 5,6162	R\$ 4,3174		
21	a	25	R\$ 3,7136	R\$ 4,9942	R\$ 6,0004	R\$ 4,7565		
26	a	30	R\$ 3,9513	R\$ 5,3052	R\$ 6,3479	R\$ 5,2136		
31	a	40	R\$ 4,4271	R\$ 6,0004	R\$ 7,2078	R\$ 5,7443		
41	a	50	R\$ 5,4149	R\$ 7,2810	R\$ 8,6530	R\$ 6,3114		
51	a	75	R\$ 5,7626	R\$ 7,7748	R\$ 9,3298	R\$ 6,9334		
76	a	100	R\$ 6,2565	R\$ 8,4334	R\$ 10,0616	R\$ 7,6468		
101	a	200	R\$ 6,7688	R\$ 9,0737	R\$ 10,9214	R\$ 8,3969		
Acima de 200			R\$ 7,2992	R\$ 9,8785	R\$ 11,7446	R\$ 9,2566		

Figura 3.7: Tarifas praticadas pelo fornecimento de água na área rural de Itabirito.

Fonte: CISAB-RC, 2017.

Diante deste contexto percebe-se que a base legal para a realização da cobrança pelos serviços de esgotamento sanitário está plenamente constituída no âmbito do Município

de Itabirito. Entretanto, caberá ao órgão que será responsável por administrar o SES aqui projetado, provavelmente o SAAE Itabirito, a realização de um estudo detalhado sobre a viabilidade econômico-financeira para operacionalização do Sistema, uma vez que não há sentido de se realizar um estudo de diferentes tarifas a serem aplicadas, uma vez que isto não terá legalidade.

Por fim, vale a pena apresentar algumas informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) que publica anualmente indicadores técnicos, econômicos, financeiros, administrativos, dentre outros. No contexto deste projeto merece destaque a publicação da tarifa média de esgoto praticada pelo SAAE Itabirito para Sede Municipal, conforme apresentado no Quadro 3.5, uma vez que estes valores poderão servir como referência futuramente.

Quadro 3.5 – Tarifa média de esgoto praticada pelo SAAE Itabirito.

ANO	TARIFA MÉDIA DE ESGOTO (R\$/M ³)	TARIFA MÉDIA DE ÁGUA (R\$/M ³)	TARIFA MÉDIA PRATICADA (R\$/M ³)
2015	-	2,61	2,57
2014	5,09	2,62	2,42
2013	1,33	2,22	1,82
2012	1,79	2,09	1,98
2011	1,61	1,88	1,79

Fonte: SNIS, 2017.

A tarifa de esgoto é cobrada dentro da conta de tarifação de Água Tratada da Sede Urbana, conforme regulamentação apresentada neste relatório.

4. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE CONCEPÇÃO E SOLUÇÃO E MELHORIAS NO SISTEMA EXISTENTE

Neste capítulo serão formuladas alternativas para a ampliação da Estação de Tratamento de Esgotos, as quais serão analisadas do ponto de vista técnico-financeiro, para que se possa indicar a mais viável. De modo geral, SES Dinâmico é formado por unidades de coleta (redes coletoras e interceptores), unidades de transporte (estações elevatórias e emissários) e por unidades de tratamento. Embora as unidades citadas formem um conjunto coeso, seu estudo pode ser feito por partes. Uma vez determinada a vazão de contribuição gerada da unificação das bacias de contribuição, a concepção

das redes de cada uma delas depende quase que exclusivamente do traçado das ruas a serem atendidas conforme o relevo local, o que determina o seu ponto de unificação.

Desta forma, em geral, a rede coletora de esgotos de uma bacia e os interceptores não admitem mais de uma alternativa de traçado. Uma localidade com vários desses pontos de reunião necessita de unidades de transporte e Estações Elevatórias de Esgotos, que recolham os esgotos ali concentrados e os encaminhem para o tratamento unificado. Baseada nesta explicação, é claro que a concepção das unidades de coleta e de transporte de um sistema de esgotamento sanitário dinâmico não depende do tipo de Unidade de Tratamento a ser utilizada, mas apenas da localização da Estação de Tratamento de Esgotos. Sendo assim, não serão apresentadas as alternativas referentes à rede coletora, interceptores e Estações Elevatórias de Esgotos, uma vez que estas já estão implantadas, e não são objeto do escopo deste contrato.

A seguir, serão descritas as alternativas para a concepção das Unidades de Tratamento de Esgotos, verificando a viabilidade técnica de cada concepção, conforme o espaço para a implantação, licenças ambientais, manutenção, durabilidade, emissão de odores, sustentabilidade e estanqueidade, dentre outras.

4.1. Demanda pelo Sistema de Tratamento de Esgotos

Uma das bases de dados para o desenvolvimento deste trabalho foi o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Itabirito, que apresenta a existência de, aproximadamente, 128,5 km de redes coletoras de esgotos. O Sistema de Esgotamento Sanitário do município conta ainda com 06 interceptores de esgoto, 08 estações elevatórias e suas respectivas linhas de recalque em direção à ETE de Itabirito. Todas estas estruturas foram projetadas pela empresa ESSE Engenharia e Consultoria (2007).

Conforme solicitação feita pelo SAAE Itabirito, a Estação de Tratamento de Esgotos da sede urbana de Itabirito precisa ser ampliada para atender ao crescimento populacional e as peculiaridades da Sede. Nesse contexto, para atender às demandas do tratamento de esgotos com uma vazão no ano de 2037 no valor de 205,91 L/s, atendendo a projeção final de horizonte de projeto de 20 anos (Quadro 4.1), é preciso ampliar o

atendimento das unidades de tratamento de esgotos, implantando a Segunda Etapa do Projeto, elaborado pela empresa ESSE Engenharia e Consultoria, em 2007.

Quadro 4.1 – Resumo das vazões de projeto.

ANO	POPULAÇÃO	Q Média (L/s)	Q Máx. (L/s)
2017	50.538 (início de plano)	69,00	113,93
2037	77.225 (fim de plano)	120,11	205,91

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A meta a ser alcançada com esta ampliação operacional da segunda etapa da Estação de Tratamento de Esgoto de Itabirito será atingir a capacidade de tratamento de efluentes de 205,91 L/s, capacidade esta essencial para atender 100% da demanda populacional da sede urbana de Itabirito de final de plano, ou seja, no ano de 2037.

A importância da eficiência no tratamento dos efluentes coletados na sede urbana, no que diz respeito à preservação dos recursos hídricos e do meio ambiente, é a manutenção da qualidade das águas do rio das Velhas e seus afluentes, o qual possui grande relevância para o abastecimento humano da região metropolitana de Belo Horizonte. O rio Itabirito, que recebe os esgotos tratados de Itabirito, se configura como o principal afluente do Alto Rio das Velhas.

A Figura 4.1 apresenta as unidades de tratamento dos efluentes instaladas na Estação de Tratamento de Esgotos da sede urbana de Itabirito, atualmente.



Figura 4.1 – Layout da Estação de Tratamento de Esgotos.

Fonte: SAAE Itabirito, foto 2015.

4.2. Análise Ambiental

Deverá ser observada durante a execução do projeto executivo a melhor maneira de reduzir ao máximo os impactos ambientais que por ventura possam ocorrer em virtude desta ampliação do sistema.

As áreas de implantação das unidades de tratamento para a ampliação do sistema de esgotamento sanitário já estão dentro do perímetro da Estação de Tratamento de Esgotos da sede urbana do município de Itabirito, não sendo necessário ocorrer desapropriação para a utilização do terreno.

De acordo com a localização desta ETE, não existem edificações nas imediações, a localização é fora do aglomerado urbano, não exercendo impacto significativo a vizinhança urbana. Entretanto, futuramente, esta área do entorno da área da ETE, poderá ser ocupada com construções de edificações, tornando a elaboração do Relatório de Impacto de Vizinhança (RIV), necessário ao licenciamento ambiental, apresentando as características dos confrontantes deste empreendimento .

Convém expor que quando do pedido de licenciamento ambiental este deverá ser protocolado juntamente com todos os documentos de registro da propriedade, o projeto de engenharia das unidades do SES a serem licenciadas, além do levantamento planialtimétrico com a localização do empreendimento. O pedido deve ser realizado junto a Superintendência Regional de Meio Ambiente (SUPRAM) e a Regularização junto ao Instituto Estadual de Florestas (IEF), se houver alguma supressão de espécies arbóreas.

Com a ampliação dessas unidades de tratamento, sem dúvida ocorrerá um impacto positivo decorrente das melhorias sociais, econômicas e ambientais, particularmente no aspecto relativo à qualidade da água do rio.

Para o subsídio da escolha e desenvolvimento das alternativas, foram analisados possíveis impactos gerados em decorrência da ampliação do sistema de esgotamento sanitário.

Os impactos positivos e negativos advindos da ampliação do empreendimento são aqueles comuns a praticamente qualquer obra de infraestrutura, estando associado às seguintes ações:

- Implantação e desmobilização do canteiro de obras;
- Transtornos no que se refere ao aumento do tráfego de veículos de passeio e caminhões, como também na geração de poeira e ruídos; e
- Aumento da população temporária, contratada para a execução das obras, impactando positivamente no comércio local.

As ações preventivas e mitigadoras para os impactos advindos da ampliação das Unidades de Tratamento da ETE devem ser sempre utilizadas como norteadoras.

4.2.1. Identificação de Impactos Significativos

Para a identificação dos impactos significativos, foram utilizadas matrizes que permitem a interação entre os fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico e as características impactantes, positivas ou negativas, de cada alternativa de solução técnica para a implantação do sistema de esgotamento sanitário. O Quadro 4.2

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 47
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

apresenta a Matriz de Identificação de Impactos com a ampliação do SES, onde são assinaladas as interferências entre os fatores ambientais selecionados.

Quadro 4.2 – Matriz de identificação de impactos.

Fatores Ambientais	Intervenções	Impactos	Estação de Tratamento	
Meio Físico	Solo	Contaminação	X	
		Erosão	X	
		Instabilidade	X	
	Rocha	Instabilidade	X	
	Água	Poluição	X	
		Alteração do Lençol Freático	X	
		Assoreamento	X	
		Ruído	X	
	Atmosfera	Material Particulado		
		Odores	X	
	Paisagem	Alteração de Relevo	X	
	Meio Biótico	Fauna	Suspensão de Vegetação (Terrestre)	X
			Alteração de População (Aquática)	X
Flora		Suspensão de Vegetação (Terrestre)	X	
		Alteração de População (Aquática)	X	
Meio Antrópico	Renda	Incremento de Salário	X	
	Fatores Psicológicos	Qualidade de Vida	X	
		Cidadania	X	
	Saúde	Salubridade		

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

4.2.2. Impactos Ambientais com a não realização da ampliação da ETE

São pequenos os impactos negativos previsíveis sobre os meios físico e biótico, desde que se faça uso das alternativas de soluções técnicas adequadas para a ampliação do sistema de esgotamento sanitário da sede de Itabirito. Além do mais, os impactos negativos são em sua grande maioria, temporários e reversíveis. Por outro lado, o fato da população da localidade descartar seus esgotos domésticos de forma inadequada traz à tona uma situação insalubre e comprometedora dos meios físico, biótico e antrópico, gradualmente agravada com o crescimento da população local ou com o fortalecimento do desenvolvimento do turismo na região. Em contraponto, os impactos

positivos sobre o meio antrópico com a implantação/operação da ampliação da ETE são inúmeros. Com a ampliação da ETE espera-se um forte impacto positivo sobre os níveis de salubridade, refletindo-se mais adiante nas estatísticas e indicadores sociais do conjunto da população local.

A não realização da ampliação da ETE, atendendo às prescrições das Normas Técnicas Brasileiras, assim como a Lei do Saneamento Básico, para a sede de Itabirito, provocaria grande degradação sobre os recursos hídricos e o meio ambiente, uma vez que com o esgotamento da capacidade de tratamento dos esgotos domésticos pela ETE existente não haveria o tratamento adequado da totalidade dos esgotos gerados na Sede, poluindo, conseqüentemente, o rio Itabirito.

4.2.3. Recomendações

A identificação dos impactos ambientais, que se espera que ocorram com a realização do empreendimento, foi realizada aqui com base na concepção de alternativas de soluções técnicas propostas para a ampliação do sistema de esgotamento sanitário, apresentando recomendações que possam ajudar na definição de alternativas compatíveis com a qualidade ambiental, elemento norteador desta ampliação das Unidades de Tratamento da ETE. Recomenda-se, desta forma, a escolha de alternativas de soluções técnicas que busquem:

- Minimizar o consumo de energia elétrica;
- Reduzir ao mínimo (observados os limites de segurança) as extensões e profundidades dos dutos e tubulações de interligação;
- Interferir minimamente nas funções urbanas fundamentais, tais como: atividades produtivas, institucionais, sistema viário, áreas residenciais, etc.;
- Respeitar as áreas de preservação ambiental, de vegetação permanente, áreas de vegetação em estágios normais ou primitivos e em estágios avançados e médios de regeneração;
- Ações para minimizar e prevenir a geração de ruídos e poeira durante as obras, estabelecendo horários para ocorrer o tráfego de veículos;
- Reposição das eventuais remoções de vegetação arbórea, com espécies nativas da região;

- Cuidados com relação à utilização da água a ser usada nas obras, verificando a capacidade de abastecimento ou a solicitação de outorga; e
- Regularização das licenças ambientais, junto ao IEF e junto a SUPRAM, quando houver necessidade.

4.3. Características dos Sistemas de Tratamento de Esgotos

Em termos genéricos, o objetivo principal de um sistema de esgotamento sanitário é garantir o afastamento dos resíduos líquidos decorrentes da atividade humana, assim como de seu metabolismo, sem provocar agressões ao meio ambiente, de um modo geral, nem a sua degradação, principalmente no que se refere aos corpos d'água da região, tanto os de superfície quanto os subterrâneos. Com isto procura-se assegurar, entre outros benefícios, um ambiente salubre, com a conseqüente melhoria da qualidade de vida das pessoas, e a redução das doenças de veiculação hídrica. Isto se deve ao fato de, na maioria das vezes, o destino final dos efluentes urbanos ser o seu encaminhamento a um corpo hídrico.

Tais lançamentos, se não forem devidamente tratados, podem trazer vários inconvenientes, como, por exemplo, o desprendimento de maus odores, o sabor estranho na água que for captada desse corpo hídrico, mortandade de peixes, etc. Além disto, a saúde pública pode ser ameaçada pelas águas captadas para o abastecimento humano, dos balneários e irrigação dos gêneros alimentícios. É possível até que as águas de um rio se tornem impróprias para uso agrícola ou industrial.

A finalidade principal de um sistema de tratamento de esgotos é, portanto, manter os corpos hídricos livres de inconvenientes desse gênero e melhorar a qualidade de vida da população atendida.

O afastamento dos resíduos líquidos da área onde eles são gerados é feito por meio de unidades de coleta e de transporte dos esgotos, tais como redes coletoras, interceptores, emissários e estações elevatórias, enquanto que a proteção do meio físico, na quase totalidade dos casos, somente pode ser garantida através de unidades de tratamento e de disposição final, adequadas a cada situação.

Segundo Von Sperling (2014), os níveis de tratamento convencional dos esgotos podem ser classificados da seguinte forma:

- Tratamento preliminar ou pré-tratamento: objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros por meio de processos físicos;
- Tratamento primário: visa à remoção de sólidos sedimentáveis a partir de mecanismos físicos de remoção de poluentes;
- Tratamento secundário: tem como principal objetivo a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutriente como nitrogênio e fósforo, utilizando-se processos biológicos; e
- Tratamento terciário: objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário.

O tratamento preliminar destina-se principalmente a remoção de sólidos grosseiros, por meio de grades e peneiras, e areia, que ocorre nos desarenadores através da sedimentação dos grãos. Além do gradeamento e do desarenador, o tratamento preliminar possui também um medidor de vazão, sendo utilizada usualmente uma calha parshall. Portanto, tem-se que os mecanismos básicos de remoção nessa etapa do tratamento são de ordem física.

Os sólidos em suspensão sedimentáveis e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em suspensão são removidos no tratamento primário, por processo simples, como a sedimentação. Os tanques de decantação, ou decantadores primários, constituem o tipo de sistema utilizado nessa etapa do tratamento, em que o esgoto flui vagarosamente através destes, permitindo que os sólidos em suspensão sedimentem gradualmente no fundo.

O tratamento secundário visa remover por mecanismos biológicos os sólidos não sedimentáveis (constituídos por DBO solúvel e DBO suspensa), que não foram retirados no tratamento anterior, nutrientes como nitrogênio e fósforo e eventualmente alguns patógenos. Os microrganismos (bactérias, protozoários, fungos e outros) convertem a

matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular (crescimento e reprodução dos microrganismos).

O tratamento terciário será para o nível de tratamento do efluente no final do lançamento do esgoto no corpo receptor, às vezes é necessário proceder à desinfecção das águas residuais tratadas para a remoção dos organismos patogênicos ou, em casos especiais, à remoção de determinados nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo, que podem potencializar a eutrofização das águas receptoras.

É importante observar que, embora existam opções diversificadas para tratamento de esgoto, podendo propiciar, em termos teóricos pelo menos, qualquer grau de depuração que se deseje, há fatores limitantes de várias naturezas que dificultam tal escolha. Isto é mais evidente quando se deseja um efluente de melhor qualidade. Dentre estes fatores, podem ser citados os seguintes:

- **Área:** nas maiores cidades os terrenos desocupados estão cada vez mais escassos e caros, o que desestimula o uso de processos com a solicitação de áreas extensas, tais como sistemas de lagoas de estabilização (facultativas seguidas de maturação). É importante ressaltar que este processo tem uma alta eficiência e seu custo operacional é quase nulo. Porém, a despeito dessas vantagens, seu uso chega a ser praticamente proibido em áreas com urbanização já consolidada e em locais onde o custo do terreno venha a ser muito elevado. Um outro fator que torna essa opção inviável é a disponibilidade de áreas com baixa capacidade de suporte, como, por exemplo, terrenos de mangue e com solo turfoso, impróprios para a implantação desta unidade de tratamento.
- **Custo:** em muitos casos, para adaptar as unidades de tratamento às disponibilidades de área, quando esta área é muito distante da rede coletora, tornando necessário o uso de unidades mais sofisticadas que necessitam de equipamentos para o bombeamento dos esgotos com o sistema automatizado para o funcionamento, geralmente caros, o que elevam o custo final da unidade, tanto em termos de implantação, quanto de operação e de manutenção.

- **Operação:** quanto maior o grau de sofisticação de uma unidade de tratamento, maior a qualificação técnica requerida para a equipe de operação, o que significa maior dificuldade de se formarem boas equipes e maiores salários a serem pagos a seus integrantes. Em relação à manutenção ocorrerá a mesma análise, quanto mais sofisticado e automatizado o sistema das unidades do SES, mais caro a manutenção e a reposição de peças.

Na análise das opções adotadas, será dada preferência às opções que correspondem a processos mais eficientes com melhores resultados. Dentre estes podem ser destacados os seguintes: Sistemas Anaeróbios, com as Lagoas Anaeróbias, Lagoas Facultativas e com os Reatores Anaeróbios, e os Sistemas Aeróbios, com os Filtro Biológicos e Lodos Ativados Convencionais. Esses processos podem ser combinados para aumentar a eficiência do tratamento, e caracterizam-se como tratamento de esgotos a nível secundário.

Como informação apenas, é interessante citar que, no Brasil, os padrões de eficiência a serem adotados nos lançamentos são definidos e regulamentados por força da legislação ambiental, em função dos usos previstos para as águas onde se farão esses lançamentos. Nesse sentido, o Governo Federal, através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou a Resolução nº 357, de 17/03/05, que estabelece uma classificação para as águas doces, salinas e salobras em todo o território nacional, sendo quatro classes para as águas doces, duas para as salinas e mais duas para as salobras; a cada uma dessas classes corresponde uma determinada qualidade a ser mantida no corpo d'água, expressa em termos de padrões. Quanto mais baixa a classe do curso d'água, melhor a sua qualidade. Além desses padrões relativos aos corpos receptores, a Resolução CONAMA nº 430, de 13/05/2011, estabelece também os padrões de qualidade dos lançamentos de efluentes nesses corpos receptores. É evidente que esses dois padrões estão inter-relacionados, pois o real objetivo dos dois é a preservação da qualidade da água.

Para os lançamentos de efluentes, a Resolução do CONAMA estabelece que os mesmos devam obedecer a uma série de condições relativas às suas características

físico-químicas e que tais efluentes não deverão conferir ao corpo receptor características em desacordo com seu enquadramento.

É importante observar que este procedimento, via de regra, conduz ao superdimensionamento das unidades de tratamento dos sistemas, pois não leva em conta o poder de autodepuração de quase todos os corpos receptores perenes. Isto pode ser feito através do estudo do comportamento desses cursos d'água sob a influência dos lançamentos, quando é possível determinar as zonas de segurança, dentro das quais a água apresenta padrões de qualidade compatíveis com seu enquadramento. Também é possível definir as zonas críticas de poluição, nas quais deverão ser tomadas medidas para melhorar a qualidade da água, ou para coibir seu uso.

Tais impactos podem ser avaliados de forma abrangente com modelos matemáticos de simulação de qualidade da água. Há vários tipos de modelos disponíveis, com vários níveis de precisão de análise, desde aqueles que são empregados apenas como uma primeira aproximação da realidade, até os que são suficientemente completos para representar uma situação real com pequena margem de erro. Dentre os mais simples, destaca-se o modelo de Streeter-Phelps, precursor entre os modelos numéricos de qualidade de água. Foi primeiramente aplicado em 1925, em um estudo sobre o Rio Ohio, com o objetivo de aumentar a eficiência das ações a serem tomadas no controle da poluição. Tal modelo é constituído por duas equações diferenciais ordinárias: uma modela a oxidação da parte biodegradável da matéria orgânica e a outra o fluxo de oxigênio proveniente da dinâmica da reaeração atmosférica. Essas equações são nomeadas equações de demanda bioquímica de oxigênio e equação de reaeração, respectivamente. O oxigênio dissolvido tem sido utilizado tradicionalmente para a determinação do grau de poluição e de autodepuração em cursos d'água, sendo seu teor expresso em concentrações quantificáveis e passíveis de modelagem matemática (VON SPERLING, 2014).

Atualmente já são utilizados modelos baseados em equações de transporte tridimensionais. O uso de uma ferramenta dessas permite definir melhor o padrão de lançamento de efluentes em corpos receptores, em função de suas características,

considerando seu poder de autodepuração, o que pode tornar as unidades de tratamento mais econômicas.

No caso de não haver curso d'água perene na região do projeto, há várias opções de destinação final para os efluentes tratados das estações. Dentre essas, as mais indicadas parecem ser seu lançamento diretamente nos talwegues intermitentes ou seu uso na irrigação, o que vem sendo reconhecido como uma forma econômica e muito produtiva de destinação final de esgotos.

A seguir é feita uma breve descrição dos processos de tratamento que poderão ser utilizados como opção na requerida ampliação da ETE de Itabirito, assim como dos critérios de escolha que serão utilizados para definir o processo que será adotado. É importante ressaltar que, nesta etapa dos trabalhos, a ênfase maior foi dada às operações principais de cada processo, pois as operações preliminares, consideradas auxiliares, como o Tratamento Preliminar (gradeamento, desarenação, etc.), são praticamente comuns a todos eles.

4.4. Melhorias Propostas para a ETE de Itabirito

Neste item serão discutidas possíveis melhorias para a ETE Itabirito (existente), uma vez que esta foi uma das solicitações realizadas pelo SAAE, tendo em vista as dificuldades encontradas ao longo de sua operação. Neste caso a vazão de referência para os dimensionamentos serão sempre a de final de plano, conforme calculado neste relatório.

Convém expor, desde já, que algumas das situações Diagnosticadas não carecem de novos projetos, mas sim de testes operacionais que precisam ser realizados a fim de diagnosticar a situação de maneira plena, para então se tomar a decisão adequada.

4.4.1. Tratamento Preliminar Com Rastelo

O Tratamento Preliminar (TP) será avaliado, conforme o seu dimensionamento, se atenderá as especificações para ser adaptado a um tipo mecanizado com gradeamento tipo rastelo rotativo e tendo por finalidade a melhoria no seu funcionamento, evitando transbordo, aumentando sua vida útil, e sua capacidade operacional, visando atender a retirada de sólidos grosseiros, medição da vazão, retirada de óleo e areia, no

desarenador e desengraxador, fazendo com que as operações de tratamentos subsequentes, encontrem o efluente com as características favoráveis aos procedimentos. A medição das vazões será feita através de calha Parshall.

Medidor de Vazão - Calha Parshall

Objetivo

Dispositivo para leitura de vazão, Calha Parshall, a ser aplicado na estação de tratamento de esgotos, cuja função é o controle de fluxo e medição de vazão afluente à ETE.

Localização

A calha Parshall e o dispositivo para leitura de vazão devem ser instalados no canal à jusante da caixa de areia.

O dispositivo para leitura das vazões será instalado a montante da garganta da Calha Parshall, constituído de uma haste metálica (fabricada em aço inoxidável), graduada em milímetros e em escala de vazão correspondente (l/s), acompanhada dos acessórios necessários à sua fixação.

Especificações Técnicas

Os medidores deverão ser construídos em resinas plásticas reforçadas com fibra de vidro, formando carcaça única.

A resina sintética deverá ser resistente à agressividade natural dos esgotos. Devem ter rigidez suficiente para evitar qualquer deformação durante o funcionamento, manutenção, transporte e movimentação.

Serão construídos para serem envolvidos externamente com concreto, formando estrutura única com o canal. Deve ter dimensões precisas e incluirá numa só peça moldada à entrada, a garganta e a saída. Deverá apresentar superfície interna lisa e sem irregularidade. A superfície externa deverá possuir saliências para ancoragem firme ao concreto, sendo sua fixação no concreto alinhada e com prumo, sem desnível.

A instalação de piezômetros no medidor Parshall, pode ser substituído por um sensor acompanhado de medidor de vazão, Medidor Ultra-Sônico.

Medidor de Vazão – Ultra- Sônico

Objetivo

Esta especificação fixa as características para se adquirir a medição da vazão do efluente, por um medidor Ultra-Sônico com indicador e totalizador.

Localização

Este medidor será instalado na Calha Parshall, localizada no tratamento preliminar.

Características do Equipamento

Este equipamento, Ultra-Sônico, deve apresentar as seguintes características:

- Líquido a ser medido: esgoto bruto;
- Vazão de trabalho neste contexto:
 - ∴ Vazão mínima (2017): 40,93 l/s;
 - ∴ Vazão máxima (2037): 205,91 l/s;

Grade Mecanizada – Fina

Objetivo

Retirada de sólidos grosseiros, existentes no efluente a ser tratado, sendo necessário atender as características para o recebimento de grade mecanizada e de rastelo rotativo, a serem utilizados no Tratamento Preliminar da ETE de Itabirito.

Características Operacionais

Este sistema será formado por uma grade de rastelo rotativo, que descarregará os sólidos retidos, com descarga final dirigida para o cesto de coleta.

O sistema gradeará esgotos sanitários, para retenção de sólidos finos, e será instalado na unidade de tratamento preliminar da ETE.

A grade será do tipo rastelo rotativo, com barras retangulares e com formato circular, com dimensões de barra de 3/8" x 2", com espaçamento livre entre barras de 20 mm, e com perda de carga máxima admissível de 0,1 m.

Características Construtivas Gerais - Para as Melhorias

O sistema de gradeamento operará de forma automática, controlado por um temporizador regulável e por nível líquido a montante da grade.

O temporizador regulará o intervalo de tempo entre limpezas e será ajustável numa faixa de 1 a 150 minutos. O medidor de nível acionará a grade, independente do temporizador caso ocorra um nível a montante das grades superior ao máximo.

O quadro de controle, será do tipo para trabalho ao tempo e contemplará todos os dispositivos de chaveamento, proteção, comando, sinalização e automatismo necessário ao funcionamento automático e manual.

Este equipamento será composto pelos seguintes elementos básicos: grade de barras; mecanismo de rastelamento; mecanismo de limpeza e conjunto de acionamento.

A grade de barras será constituída por barras de aço curvas. A curvatura das barras será precisa e uniforme de modo a garantir um perfeito ajuste com o mecanismo de rastelamento. As barras serão posicionadas igualmente espaçadas por meio de espaçadores dispostos convenientemente, de forma a não interferirem com o movimento do rastelo. As grades serão montadas em seções de larguras convenientes para maior facilidade de manuseio durante a montagem. A grade existente no Tratamento Preliminar deverá ser substituída, por barras com as especificações de espaçamento adequada.

O rastelo deverá ser limpo por um raspador de aço suportado por braços articulados, operados por amortecedores hidráulicos. O mecanismo de limpeza terá ação positiva, limpando completamente os rastelos quando estes atingem a posição de limpeza e cairão de volta à posição original após a passagem da lâmina raspadora. O material gradeado será descarregado numa caixa de aço disposta de modo a conduzi-lo ao cesto coletor, ou caçamba.

Dados Gerais

- Largura da Grade: 1.500 mm
- Raio de curvatura: 2.500 mm

Dados Construtivas e Materiais

- Espaçamento entre barras: 15 mm
- Dimensões da barra: 3/8" x 2"
- Grade de Barras: Aço. ASTM-A-36
- Placa articulada: Aço. ASTM-A-36
- Braços Rotativos: Aço. ASTM-A-36
- Rastelos de Limpeza: Aço. ASTM-A-36
- Estrutura de Sustentação: Aço. ASTM-A-36
- Penetração dos dentes: 30 mm
- Limpador do rastelo: Polipropileno e braços articulados.
- Amortecedores: Hidráulicos de dupla ação.
- Pintura: Partes emersas Jateamento pintura epoxi, alcatrarrão de hulha bicomponentes, espessura máxima por demão 100 µm, espessura final 200 µm.
- Pintura: Partes imersas Jateamento pintura epoxi, alcatrarrão de hulha bicomponentes, espessura máxima por demão 200 µm, espessura final 400 µm.

Caixa de Areia

Objetivo

Remoção da areia por sedimentação, na etapa de desarenamento. Este mecanismo ocorre da seguinte maneira: os grãos de areia, devido às suas maiores dimensões e densidade, vão para o fundo do tanque, enquanto a matéria orgânica, de sedimentação bem mais lenta, permanece em suspensão, seguindo para as unidades seguintes.

As finalidades básicas da remoção de areia são: evitar abrasão nos equipamentos e tubulações; eliminar ou reduzir a possibilidade de obstrução em tubulações, tanques, orifícios, sifões, e facilitar o transporte do líquido, principalmente a transferência de lodo, em suas diversas fases.

Melhorias

A remoção de areia pode ser realizada manualmente ou mecanizada. A remoção manual exige a paralisação da unidade. Para tanto, pode ser utilizado sistemas extras ou desvios por meio de tubulações (*by-pass*). A remoção por bombeamento é realizada por dutos transportadores de areia, que removem continuamente a areia acumulada, até as caçambas revestidas com lonas. Os dispositivos mais comuns mecanizados são: raspadores, “air lift”, de parafusos sem fim e as bombas especiais.

O material coletado pelas caçambas, será lançada a um Tanque de Equalização, decantando a areia para o fundo deste tanque.

4.4.1.1. Previsão Orçamentária

Conforme a Planilha Orçamentária (Figura 4.2) os cálculos para se obter os Valores Totais para Implantação (R\$), do equipamento e materiais para a melhoria no Tratamento Preliminar da ETE de Itabirito, foram calculados com base nos valores obtidos em orçamento licitado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), referente ao mês de Maio do ano de 2011, onde optou-se por realizar a atualização dos itens de mercado para Abril de 2017 por meio do Índice Nacional da Construção Civil (INCC), por guardar relação direta com o escopo do projeto em tela, foi o escolhido para tal atualização.

Segundo a FGV (2017) o INCC é um dos componentes das três versões do Índice Geral de Preços, sendo o de menor peso. Dentre suas principais características pode-se destacar a apuração da evolução dos custos no setor da construção que é um dos termômetros do nível da atividade econômica. Sua abrangência engloba materiais, equipamentos, serviços e mão-de-obra, sendo sua apuração realizada mensalmente. Os valores adotados como referência para a implantação dos materiais e equipamento

para a melhoria dos serviços do Tratamento Preliminar, unidade de tratamento da ETE de Itabirito, foram atualizados por meio de ferramenta web de “Atualização Monetária de Valor” disponibilizada pela própria Fundação Getúlio Vargas (http://www14.fgv.br/novo_fgvdados/default.aspx). Assim, obteve-se um índice de correção de 1,503627, a ser multiplicado com o valor (R\$) de mercado, obtido em Maio de 2011, para a correção dos valores para Abril de 2017.

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
PRÉ-TRATAMENTO							
		1	SERVIÇOS	S U B - T O T A L		1.258.915,27	
MERCADO	MERCADO	1.1	GRADEAMENTO MECANIZADO	un	2,00	188.254,10	376.508,20
MERCADO	MERCADO	1.2	CAIXA DE AREIA MECANIZADA	un	2,00	214.567,57	429.135,15
MERCADO	MERCADO	1.3	PONTE RODANTE PARA BOMBA DE AREIA EM AÇO CARBONO, LARGURA = 800MM, COMPRIMENTO = 3600MM, ALTURA DE PROTEÇÃO = 1000MM, COM RASPADOR DE GRAXAS E MOTO-REDUTOR DE 1/2 CV	un	2,00	73.854,68	147.709,37
MERCADO	MERCADO	1.4	CONCENTRADOR DE GRAXAS TIPO CD 015, LARGURA = 500 MM, COMPRIMENTO = 1000 MM, ALTURA = 2000 MM, COM MOTO-REDUTOR DE 3/4 CV	un	1,00	44.774,09	44.774,09
MERCADO	MERCADO	1.5	SOPRADOR DE AR COM EMBOLOS ROTATIVOS EMPR OU SIMILAR, MODELO CEM10TR, MONTAGEM HORIZONTAL, PARA VAZÃO DE 400 M3/H, DIFERENÇA DE PRESSÃO DE 350 MBAR, VELOCIDADE = 3221 RPM, ACIONADO POR MOTOR ELÉTRICO DE 15 CV, ACOPLAMENTO CORREIA-POLIA	un	2,00	128.369,15	256.738,30
MERCADO	MERCADO	1.6	DIFUSOR DE AR TIPO MICROBOLHA, DIÂMETRO = 200 MM	un	52,00	77,89	4.050,17
TOTAL SEM BDI							1.258.915,27
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							327.317,97
TOTAL COM BDI							1.586.233,24

Figura 4.2 – Previsão orçamentária inicial para melhorias no pré-tratamento.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

4.4.2. Tanque de Equalização

Objetivo da Equalização

O objetivo da equalização é minimizar ou controlar as flutuações das características dos efluentes. No caso da equalização de vazão o que está em ênfase é a vazão dos despejos. A equalização promove boas condições para os tratamentos subsequentes, ajustados com o processo de aeração e de decantação. No caso dos sistemas físico-químicos mudança de vazão repentina pode causar dentre outras coisas, muitas melhorias.

Melhorias

A alteração nos tempos de retenção, portanto alterando os gradientes de velocidade e em consequência as condições do efluente. Existem casos em que o efluente não flocula no tanque de floculação devido ao baixo tempo de retenção e flocula no decantador perdendo-se flocos para os efluentes e aumentando o teor de sólidos deste.

Um maior ajuste na qualidade do pH dos efluentes, com a aeração, obtendo um tempo maior para o operador acertar o sistema devido ao pH estar na faixa ótima nos efluentes. Controle de uma operação com um regime de nível de vazão constante, evitando picos de altos e baixos no sistema de tratamento dos efluentes, evitando afogamento de calhas, transbordamentos de tanques, alterações na velocidade do escoamento, alteração das condições de floculação, podendo até mesmo quebrar os flocos formados.

Os esgotos sanitários da quase maioria dos estabelecimentos tem um grau de variação que pode chegar a valores mínimos durante a noite e ter valores máximos, próximo ao meio dia, sendo assim o tanque de equalização deve ser dimensionado para absorver as flutuações causadas pela variação de produção dos efluentes.

Tanto a equalização de vazão quanto a de carga tem por objetivos principais:

- Promover adequada absorção das flutuações orgânicas de modo a prevenir os choques de carga no sistema biológico;
- Promover o controle adequado do pH permitindo minimizar a quantidade de produto químico para a neutralização;
- Minimizar o uso de instrumentação para controlar as variações do processo, minimizando também a manutenção de instrumentos de controle;
- Facilitar a operação dos sistemas; e
- Minimizar os picos nas concentrações de poluentes tóxicos ao sistema biológico.

Pré-Dimensionamento

Como parte das melhorias para a ampliação da ETE, aumentando a vida útil do sistema para mais (20) vinte anos de projeto, propõe-se o Tanque de Equalização com Aerador.

Cálculo para o volume do Tanque de Equalização pode ser feito através da equação a seguir:

$$V_t = V_{eq} + V_{min}$$

$$V_{eq} = (Q_e - Q_s) \times t$$

Onde: V_t é o volume total do tanque (L), V_{eq} é o volume de equalização (L), V_{min} é o volume mínimo (L), Q_e é a vazão na entrada (L/s), Q_s é a vazão na saída (L/s) e t é o número de horas

Conforme a vazão de projeto, identificada no crescimento populacional no horizonte do projeto, que é de 205,91 l/s foi verificado que a dimensão final para o Tanque de Equalização, conforme equação matemática é de:

$$V_{eq} = L^2 \times H$$

H = altura adotada de 5 m

L = lado (quadrado)

$$L^2 = V_{eq} / 5$$

$$L = 28 \text{ m.}$$

Conforme a área da ETE atual e levantamento do dimensionamento das unidades de tratamento “as built” do projeto, foi verificado que ocorrendo a ampliação das Unidades de Tratamento de Esgoto, necessárias ao tratamento de 205,91 l/s, de efluentes unificados na ETE, não existirá naquele local, área suficiente para a implantação de um tanque de equalização com as dimensões conforme o cálculo acima (28 m x 5 m x 28 m).

Sendo assim, o tanque de equalização com aerador, importante ao sistema para equalizar e coletar amostras do efluente, para análise laboratorial, terá que ser implantado fora da área atual da ETE de Itabirito.

4.4.2.1. Previsão Orçamentária

Conforme a Planilha orçamentária (Figura 4.3), os cálculos para se obter os Valores Totais para Implantação (R\$), de um tanque de equalização para compor a ETE de Itabirito, foram calculados com base nos valores obtidos em orçamento licitado pela FUNASA, referente ao mês de Maio do ano de 2011, onde procedeu-se a sua atualização por meio do INCC para aqueles itens que se fez necessário, do mesmo modo que se demonstrou para as intervenções indicadas para o tratamento preliminar.

Contrato N° 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 64
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 3 (P3) - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – UTE RIO ITABIRITO (MUNICÍPIO DE ITABIRITO - SEDE)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
TANQUE DE AERAÇÃO (EQUALIZAÇÃO)							
		1	SERVIÇOS	S U B - T O T A L			1.682.984,13
SINAPI	74077/002	1.1	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 10 VEZES	m ²	1.393,05	4,01	5.586,13
SINAPI	73965	1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA EM ARGILA OU PEDRA SOLTA DO TAMANHO MÉDIO DE PEDRA DE MAO, ATÉ 1,5M, EXCLUINDO ESGOTAMENTO/ESCORAMENTO.	m ³	1.452,00	136,40	198.052,80
SINAPI	72917	1.3	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 2,01 ATÉ 4,00M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZAÇÃO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA	m ³	3.146,00	11,05	34.763,30
SINAPI	73599	1.4	ESCAVAÇÃO MECÂNICA VALAS EM QUALQUER TIPO DE SOLO EXCETO ROCHA, PROF. 0 < H < 4 M	m ³	242,00	6,22	1.505,24
SINAPI	94097	1.5	ACERTO E VERIFICAÇÃO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS	m ²	2.419,45	4,21	10.185,88
SINAPI	73964/6	1.6	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	m ³	1.986,00	40,92	81.267,12
SINAPI	72897	1.7	CARGA MANUAL DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3	m ³	2.854,00	18,16	51.828,64
COPASA	65000195	1.8	CACAMBA PARA DEPOSITO DE ENTULHO, INCLUSIVE TRANSPORTE ATÉ O BOTA FORA	m ³	3.710,00	39,40	146.174,00
SINAPI	89198	1.9	FORNECIMENTO E EXECUÇÃO DE ESTACA PRE-MOLDADA - 20 TONELADAS	m	250,00	54,13	13.532,50
COPASA	65000270	1.10	CORTE E REPARO EM CABECA DE ESTACA	un	25,00	46,63	1.165,75
COPASA	65000269	1.11	EMENDAS DE ESTACAS PRE-MOLDADAS DE CONCRETO	un	25,00	58,77	1.469,25
COPASA	65000229	1.12	DRENAGEM COM TUBOS PERFURADOS DE CERÂMICA, DIÂMETRO = 100 MM	m	80,00	25,24	2.019,20
COPASA	65000232	1.13	DRENAGEM COM PEDRA BRITADA	m ³	30,00	96,21	2.886,30
MERCADO	MERCADO	1.14	EXECUÇÃO DE CAIXA SECA EM MANILHA DE CONCRETO, DN 0,50 X 0,50 M - H = 1,00 METROS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM.	un	2,00	340,87	681,74
SINAPI	5651	1.15	FORMA PLANA PARA CONCRETO	m ²	4.915,00	34,15	167.847,25
COPASA	65003743	1.16	DESFORMA DE ESTRUTURAS, QUALQUER ALTURA OU PROFUNDIDADE	m ²	4.915,00	15,69	77.116,35
SINAPI	94968	1.17	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L.	m ³	70,00	223,81	15.666,70
SINAPI	11145	1.18	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=35MPA, INCLUSIVE COLOCAÇÃO, ESPALHAMENTO E ACABAMENTO.	m ³	746,00	294,01	219.331,46
SINAPI	74157/4	1.19	LANÇAMENTO OU BOMBEAMENTO E ADENSAMENTO DE CONCRETO-ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1.50 M	m ³	746,00	90,54	67.542,84
SINAPI	34460	1.20	ARMADURA DE AÇO CA 60, DOBRADO E CORTADO	Kg	89.520,00	4,18	374.193,60
COPASA	65000466	1.21	PASSEIO CIMENTADO COM REVESTIMENTO DE ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:3, E = 2 CM, INCLUSIVE BASE DE CONCRETO COM CONSUMO MÍNIMO DE CIMENTO DE 150KG/M², E = 6 CM	m ²	116,00	45,24	5.247,84
SINAPI	87878	1.22	CHAPISCO EM PAREDES TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA), ESPESSURA 0,5CM, PREPARO MECANICO	m ²	1.116,00	2,96	3.303,36
COPASA	65000122	1.23	REBOCO PAULISTA	m ²	1.116,00	24,73	27.598,68
SINAPI	74245/1	1.24	PINTURA LATEX ACRILICA AMBIENTES INTERNOS/EXTERNOS, TRES DEMAS	m ²	750,00	11,38	8.535,00
SINAPI	73872/1	1.25	PINTURA IMPERMEABILIZANTE COM TINTA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO, UMA DEMA0	m ²	1.115,00	25,78	28.744,70
MERCADO	MERCADO	1.26	AERADOR MECÂNICO TIPO FLUTUANTE, DE FLUXO ASCENDENTE, COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA 15 CV, 3500 RPM. COM TAXA DE TRANSFERÊNCIA MÍNIMA DE 1,1 KG DE OXIGÊNIO POR 02 CAVALO VAPOR POR HORA	un	3,00	33.989,49	101.968,47
COPASA	35000580	1.27	CABO DE AÇO SAE 1045 GALV/ZINC D = 6,4 MM	m	114,00	3,47	395,58
SINAPI	73631	1.28	GUARDA-CORPO EM TUBO DE AÇO GALVANIZADO 1 1/2"	m ²	110,00	300,91	33.100,10
COPASA	65001126	1.29	PINTURA DE TUBULAÇÕES EM FERRO FUNDIDO	m ²	10,00	15,79	157,90
MERCADO	MERCADO	1.30	CAIXA DE REGISTRO, EM ALVENARIA DE TIJOLOS MACIÇOS, E = 20 CM, REVESTIDA INTERNAMENTE E EXTERNAMENTE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM IMPERMEABILIZANTE, COM AS SEGUINTE DIMENSÕES INTERNAS 1.00 X 1,00 X 0,80 M	un	1,00	1.116,44	1.116,44
TOTAL SEM BDI							1.682.984,13
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							437.575,87
TOTAL COM BDI							2.120.560,00

Figura 4.3 – Previsão orçamentária inicial para implantação do tanque de equalização.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

4.4.3. Avaliação do Sistema Coletor de Biogás

Conforme visita técnica efetuada por técnicos da empresa DHF Consultoria (2017), foi verificado o mau funcionamento do sistema de queimador de gás.

Os seguintes testes, Hidrostáticos e Testes Pneumáticos, e verificação do dimensionamento, são recomendados para a verificação de possíveis vazamentos e problemas na tubulação, após a execução dos testes e da verificação do dimensionamento, será possível um diagnóstico do sistema de coleta de gás e sobre a verificação do funcionamento do sistema de queimador de gás.

4.4.3.1. Testes de Vazamento em Tubulações

Testes hidrostáticos

Nenhuma linha que funcione em carga poderá entrar em pré-operação sem estar convenientemente testada contra vazamentos.

Em geral, todos os elementos de um sistema de tubulações, independentemente do fluido ou serviço, deverão ser testados hidrostaticamente a uma pressão igual a 1,5 vezes a pressão de operação do mesmo.

A pressão de teste hidrostático para um sistema de tubulações será a maior pressão admissível para o elemento mais fraco do sistema.

A pressão de teste deverá ser mantida durante o tempo necessário para se verificar todos os possíveis vazamentos. Entretanto, este tempo nunca deverá ser inferior a 2 horas. A linha que necessitar reparos ou edições após o teste deverá ser novamente testada.

Todas as válvulas do sistema a ser testado deverão estar completamente abertas, à exceção das válvulas de bloqueio de instrumentos, que deverão estar fechadas. Os equipamentos que não devam ser testados hidrostaticamente deverão ser isolados da linha em teste.

Todos os flanges e ligações rosqueadas e soldadas deverão ser deixados expostos sem revestimentos ou pintura, de modo a permitir a fácil verificação de possíveis vazamentos. Quanto às ligações das tubulações enterradas, deverão ser deixadas a descoberto. Deverá ser evitado durante o teste que os suportes das tubulações sejam sobrecarregados.

O teste Hidrostático é recomendado para a verificação de possíveis vazamentos nas tubulações, conexões, válvulas, flanges, e ligações rosqueadas, devendo ser realizado para esta finalidade.

Testes pneumáticos

Testes pneumáticos deverão ser usados para linhas de ar, gás e ar de instrumentação, especificamente.

Todos estes sistemas, independente da construção, deverão ser capazes de resistir, sem falhas, vazamentos ou distorções permanentes, a uma pressão de teste igual ou maior do que a pressão de trabalho dos mesmos. Os testes pneumáticos deverão ser feitos com ar comprimido e com soluções de sabão aplicadas sobre todas as ligações ou pontos onde possam ocorrer vazamentos.

A pressão final de teste deverá ser atingida por etapas, a fim de que o material tenha tempo para se deformar. Os demais cuidados e medidas, expostos para o teste hidrostático, onde não conflitarem com os itens específicos do teste pneumático, se aplicam também a este.

O teste Pneumático é recomendado para a verificação da resistência do material, das tubulações, conexões, válvulas, flanges, e ligações rosqueadas, quando submetido a pressão, verificando possíveis fissuras, por onde seria possível ocorrer o vazamento do gás, devendo ser realizado para esta finalidade.

4.4.3.2. Verificação do Dimensionamento

Os reatores anaeróbios, mediante as várias rotas metabólicas dos microrganismos presentes, podem gerar diferentes gases, dependendo do substrato que é submetido ao

tratamento (PROSAB, 2003). Os principais gases (em termos de porcentagem na composição do biogás) gerados nesses reatores são: metano (CH₄); gás carbônico (CO₂); gás amoníaco (NH₃), gás sulfídrico (H₂S); hidrogênio (H₂) e nitrogênio (N₂). A produção de biogás, por pessoa, atendida em uma ETE, pode variar predominantemente, na faixa de 5 a 20 L/pessoa/dia, sendo que a participação de metano, em volume, pode variar na faixa de 50% a 70%, na maior parte dos casos (ENEGEP, 2011). Em Itabirito foi em relação ao Biogás, conforme o projeto, foi adotada uma taxa de 0,48 m³ de biogás por DQO aplicada, a produção de Biogás foi estimada considerando um teor de 70% de Metano no Biogás, conforme dados apresentados em projeto básico e executivo do sistema de Esgotamento Sanitário da sede urbana de Itabirito, elaborado pela empresa ESSE Engenharia e Consultoria (2006). Durante a visita técnica da empresa DHF Consultoria (2017), os operadores da ETE, apresentaram o sistema de tratamento, com todas as unidades em operação e foi verificado durante a visita o mau funcionamento do queimador de gás, não sendo possível a medição do volume de gás gerado nos Reatores UASB, no queimador de gás.

Os dados coletados em visita técnica na ETE de Itabirito, pela equipe da DHF Consultoria em 2017, com os técnicos do SAAE de Itabirito, são:

- Canal com a secção retangular (projeto)..... 35 x 45 cm;

A velocidade do gás nesta área deve ser alta para evitar o acúmulo de espuma, e baixa o suficiente para que não ocorra à turbulência excessiva provocando o arraste de sólidos para as tubulações de saída de gás.

A velocidade deverá ser de $V = 1 \text{ m}^3 \text{ gás} / \text{m}^2 \times \text{h}$.

Se não for possível este valor, deve-se prover o reator com sistema de retirada de espuma com uma frequência maior.

4.4.4. Materiais das Grades e das Passarelas Metálicas

Conforme visita técnica efetuada por técnicos da empresa DHF Consultoria em maio de 2017, foi analisada a estrutura dos materiais de todas as grades e passarelas da área da ETE de Itabirito, sendo indicada a sua substituição por perfil pultrudado, material mais

durável e resistente ao meio altamente agressivo que estes materiais são submetidos. Os materiais metálicos atuais, apresentam aparente corrosão.

PERFIL PULTRUDADO

Indicação de substituição de todas as grades e passarelas, de estrutura metálica em grades e passarelas em perfil pultrudado.

A Pultrusão é um processo contínuo de fabricação de perfis de plástico de alto desempenho, que utiliza resinas termofixas (contendo cargas e aditivos específicos) e reforços flexíveis de fibras de vidro (roving, manta, véu). O processo consiste em puxar estas fibras impregnadas com resina através de um molde de aço pré-aquecido usando um dispositivo de tracionamento contínuo. Quando o material impregnado com resina passa através do molde aquecido ocorre o processo de polimerização (cura/endurecimento), tomando assim a forma definitiva. Cada perfil tem seu molde específico. No final do processo acontece o corte do perfil pultrudado dentro dos comprimentos pré-definidos, (PULTRUSÃO DO BRASIL, 2017).

4.4.4.1. Principais Características do Perfil Pultrudado

Segundo Pultrusão do Brasil (2017) as principais características dos pultrudados são:

- **ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA:** comparável ao aço, podendo substituir com vantagem materiais metálicos, madeira e concreto em estruturas e em componentes industriais;
- **IMUNE À CORROSÃO:** por não ser metálico, não sofre corrosão por oxidação;
- **ALTA RESISTÊNCIA QUÍMICA:** não desgasta em ambientes agressivos quimicamente e ambientalmente;
- **ISOLANTE ELÉTRICO:** possui resistência dielétrica considerável, o que o torna ideal para aplicações na área elétrica;
- **RESISTÊNCIA TÉRMICA:** pode ser especificado para produtos que são expostos a altas temperaturas;
- **BAIXO PESO:** 75% mais leve que o aço e 30% mais que o alumínio;

- **RESISTENTE AOS RAIOS UV:** formulação e pintura especial tornam o perfil resistente à radiação ultravioleta;
- **DURABILIDADE:** tem longa vida útil e tintas poliuretânicas dão sobrevida de décadas ao produto;
- **GRANDE ESTABILIDADE DIMENSIONAL:** tem baixo coeficiente de expansão térmica;
- **RADIOTRANSARENTE:** permite a passagem de radiofrequência;
- **NÃO METÁLICO:** ideal para ambientes sensíveis à ação magnética;
- **ABSORÇÃO DE IMPACTOS:** é resistente a impactos, não rompendo com facilidade;
- **BOM ACABAMENTO:** a superfície é lisa e homogênea, sendo livre de bolhas, rachaduras, fissuras e outros defeitos;
- **COR:** a coloração é uniforme, podendo ser pigmentado na formulação ou pintado depois de pronto;
- **IMPERMEÁVEL:** Não absorve água, podendo ser instalado dentro de ambientes aquáticos (piscina, mar);
- **ISOLANTE TÉRMICO E ACÚSTICO:** ambientes revestidos com chapas pultrudadas têm boa proteção térmica e acústica; e
- **FÁCIL INSTALAÇÃO E USINAGEM:** não requer equipamento especial na manufatura (serra elétrica e furadeira são as mais usadas). A instalação é fácil em função da leveza do material pultrudado e por usar basicamente parafusos e adesivos.

4.4.5. Sistema de Desinfecção de Patógenos

A utilização da radiação Ultravioleta – UV, mostra-se muito competitiva com outras desinfecções para a eliminação de patógenos, tendo a vantagens de não gerar nenhum subproduto como a comparação da desinfecção por Cloração e Descloração, que gera subprodutos tóxicos, como exemplo os organoclorados, trihalometanos e outros. Em relação à desinfecção por Ozonização, a desvantagem deste tratamento, é que o

o sistema utiliza uma tecnologia mais complexa, comparando ao Ultravioleta, ou cloro, o O₃ é muito reativo e corrosivo, extremamente irritante, e possivelmente tóxico, em baixas dosagens não inativam esporos, vírus e cistos. O tratamento de desinfecção por Membranas, provoca uma ultrafiltração, ou seja, uma nanofiltração, formando uma barreira física contra os microrganismos patogênicos, os quais em geral são maiores que os micrósoros, porém os custos deste tipo de tratamento para desinfecção ainda são muito elevados, e os resultados apresentam uma eficiência variável e inespecífica em relação a remoção de patógenos (VON SPERLING, 2014).

Conforme a avaliação dos tipos de tratamento de desinfecção, para a eliminação de patógenos, a desinfecção por Ultravioleta - UV, é tecnicamente a mais indicada, tendo por objetivo promover uma desinfecção eficaz, controlada, econômica e segura do efluente final da ETE, e está baseada na tecnologia de lâmpadas de amalgama tipo baixa pressão, alta intensidade.

O sistema UV é projetado para possibilitar a dosagem máxima ultravioleta, usando lâmpadas de alta intensidade e baixa pressão, para o pico de vazão até o final da vida útil da lâmpada, utilizado no final da linha de tratamento do efluente, onde este não apresenta a turbidez é os sólidos suspensos totais.

As lâmpadas de UV, para a desinfecção, são instaladas horizontalmente. Assim, o efluente passará no sentido paralelo às lâmpadas.

Um controlador de nível manterá o nível do efluente. Uma comporta forçará o efluente a estar em contato com as lâmpadas e fará a exposição do efluente à máxima dosagem de UV.

O sistema UV possui um processo de limpeza automático incorporado. Este processo de limpeza é operado através de linha de ar comprimido ou com um compressor de ar específico determinado. Um pistão pneumático empurrará o sistema limpeza do tubo de quartzo sobre o comprimento da lâmpada.

Um sensor monitorará uma lâmpada no canal. A intensidade relativa daquela lâmpada será indicada em um medidor analógico de 1 a 100%. A queda ou a falta de leitura de

UV pode indicar que a intensidade da lâmpada falhou, que o tubo de quartzo está sujo, que a transmissão do efluente mudou ou que algum componente do sistema está com problemas.

Para eventuais trocas, a fim de manter o sistema em operação permanente, deverão ser mantidas em estoque 2 lâmpadas UV, 2 tubos de quartzo, 10 selos de proteção das lâmpadas e 1 reator.

Para garantir a segurança dos operadores, o sistema deverá dispor de um Kit de Operação que contém máscara de proteção anti UV, luvas de proteção e solução de limpeza.

4.4.5.1. Previsão Orçamentária

O cálculo orçamentário preliminar (Figura 4.4) para execução das obras e aquisição dos equipamentos visando a desinfecção de patógenos a ser incorporado a ETE de Itabirito foi elaborado base em valores obtidos em orçamento licitado pela FUNASA referente ao mês de maio do ano de 2011, onde optou-se por realizar a atualização dos itens de mercado para abril de 2017.

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 3 (P3) - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – UTE RIO ITABIRITO (MUNICÍPIO DE ITABIRITO - SEDE)

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
DESINFECÇÃO POR ULTRA VIOLETA							
		1	SERVIÇOS	S U B - T O T A L			373.545,18
SINAPI	74077/002	1.1	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 10 VEZES	m ²	26,25	4,01	105,26
SINAPI	79475	1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL CAMPO ABERTO P/TUBULAO - FUSTE E/OU BASE (PARA TODAS AS PROFUNDIDADES)	m	4,24	339,40	1.439,06
SINAPI	94963	1.3	CONCRETO FCK=15MPA (1:2,5:3), INCLUIDO PREPARO MECANICO, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	m ³	4,24	241,05	1.022,05
SINAPI	73599	1.4	ESCAVAÇÃO MECANICA VALAS EM QUALQUER TIPO DE SOLO EXCETO ROCHA, PROF 0 < H < 4 M	m ³	21,60	6,22	134,35
SINAPI	94097	1.5	ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS	m ²	13,50	4,21	56,84
SINAPI	74010/001	1.6	CARGA E DESCARGA MECANICA DE SOLO UTILIZANDO CAMINHÃO BASCULANTE 5,0M3 /11T E PA CARREGADEIRA SOBRE PNEUS * 105 HP * CAP. 1,72M3	m ³	27,00	1,46	39,42
SINAPI	72899	1.7	TRANSPORTE DE ENTULHO COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTADA, DMT ATE 0,5 KM	m ³	27,00	4,31	116,37
SINAPI	83344	1.8	ESPALHAMENTO DE SOLO EM BOTA FORA	m ³	27,00	0,96	25,92
SINAPI	94968	1.9	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L.	m ³	1,35	223,81	302,14
SINAPI	5651	1.10	FORMA PLANA PARA CONCRETO	m ²	39,90	34,15	1.362,59
SINAPI	11145	1.11	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=35MPA, INCLUSIVE COLOCAÇÃO, ESPALHAMENTO E ACABAMENTO.	m ³	13,35	294,01	3.925,03
SINAPI	34449	1.12	ARMAÇÃO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%)/ DOBRA/ COLOCAÇÃO	Kg	1.602,00	3,93	6.295,86
MERCADO	MERCADO	1.13	EQUIPAMENTOS PARA DESINFECÇÃO COM ULTRAVIOLETA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un.	1,00	351.578,07	351.578,07
MERCADO	MERCADO	1.14	EXTREMIDADE FLANGE E PONTA C/ ABA DE VEDAÇÃO FOFO - DN 350 MM	pç	1,00	1.804,35	1.804,35
MERCADO	MERCADO	1.15	LUVA COM BOLSAS JGS FOFO - DN 350 MM	pç	1,00	1.353,26	1.353,26
MERCADO	MERCADO	1.16	EXTREMIDADE FLANGE E PONTA C/ ABA DE VEDAÇÃO FOFO - DN 400 MM	pç	1,00	2.180,26	2.180,26
MERCADO	MERCADO	1.17	LUVA COM BOLSAS JGS FOFO - DN 400 MM	pç	1,00	1.804,35	1.804,35
TOTAL SEM BDI							373.545,18
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							97.121,75
TOTAL COM BDI							470.666,93

Figura 4.4 – Previsão orçamentária inicial para implantação do sistema de desinfecção dos patógenos.
DHF Consultoria, 2017.

4.4.6. Sistema de Secagem de Lodo Mecanizado - Centrífuga.

Objetivo é a secagem do lodo, retirado da linha de tratamento da ETE de Itabirito, pelo método mecanizado de centrífuga.

Descrição do funcionamento

Esta especificação fixa as características exigíveis para o recebimento do Decanter Centrífugo a ser instalado na Desidratação do Lodo da ETE.

Após ser submetido ao tratamento preliminar e ao peneiramento o esgoto passa por uma linha de tratamento para a redução da concentração do teor de sólidos voláteis e a concentração de microrganismos, o lodo digerido e o lodo decantado, deverão ser

descartados através de abertura de válvulas as quais permitirão a passagem do fluxo para suas respectivas tubulações de descarte, que por sua vez alimentarão um Tanque de Equalização, localizado na desidratação. Este tanque deverá ser dotado de dois misturadores verticais lentos e servirão como poço de sucção de duas bombas do tipo cavidade progressiva, dotadas de inversores de frequência, que farão a alimentação das centrífugas. O lodo será desidratado por centrifugação.

A centrífuga deve atingir concentrações de sólidos na torta de, pelo menos, 23 a 25%, e para que a desidratação seja possível, será necessária a adição de polieletrólito com concentração de 0,05 a 0,5%. Esta injeção deverá ser feita por bombas dosadoras, dotadas de inversores de frequência, as quais injetaram a emulsão preparada no tanque. Devendo ser previsto um barrilete que permita a sucção da bomba do tanque e um barrilete no recalque que possibilite a alimentação da centrífuga.

A torta será descarregada pela centrífuga em caçambas e daí, para a área de disposição final de sólidos, no Aterro Sanitário de Itabirito.

Especificação técnica das centrífugas

A concepção básica da centrífuga deverá ser um conjunto eletromecânico composto de uma parte estacionária, composta de carcaça e base metálica, e uma parte girante, composta de acionador, redutor, mancais e eixo solidário ao subconjunto tambor/rosca transportadora.

Para a preparação da mistura e dosagem de polieletrólito, cada centrífuga será alimentada por um sistema de injeção de polieletrólito, que deverá estar sob a forma de emulsão, e será injetado em linha na tubulação de lodo que alimentará a centrífuga, passando antes da entrada da máquina por um equipamento de mistura rápida (*Quick Mixer*) do tipo estático, devendo o sistema possuir seu próprio sistema de diluição e bombas dosadoras.

Tanque de preparação da mistura de polieletrólito

O sistema é construído em Polipropileno reforçado e dividido internamente em três tanques, sendo um para preparação, um para maturação e outro para estocagem da solução pronta.

Cada tanque deverá possuir um agitador elétrico de baixa rotação, sendo que os agitadores dos tanques 01 e 02 operam simultaneamente e o do 03 independente. A alimentação de água e pó é efetuada no tanque 01, o qual abastece os tanques 02 e 03 por meio de transbordamento.

Cada tanque deverá possuir uma saída independente para lavagem e esgotamento de produto (se necessário) e uma janela de inspeção, sendo que, a dosagem é efetuada a partir do tanque 03.

O tanque 03 deverá possuir um sensor de nível de 3 estágios, sendo que os estágios mínimo e máximo determinam o início e fim respectivamente da preparação, promovendo a finalização da dosagem de pó, fechamento da válvula solenóide que aciona a tampa de saída da rosca dosadora de pó e o fechamento da válvula solenóide de entrada de água.

O equipamento deve possuir os seguintes itens:

- Tanque de estocagem de emulsão, dotado de agitador suporte para fixação e bomba dosadora microprocessada, tubulações, mangueiras e acessórios para dosagem no tanque de preparação;
- Silo de estocagem de pó deverá ser fabricado em chapas de aço inox AISI 304 escovado, com tampa superior basculante sensor de nível e capacidade de estocagem de 60 Kg;
- Dosador volumétrico, dotado de inversor de frequência e acionado por moto redutor;
- Bomba de cavidade progressiva com inversor de frequência, válvula de alívio e demais acessórios para aplicação de polímero;
- Resistência de aquecimento do pó controlada por termostato;

- Válvula de esfera para fechamento da entrada de água para manutenção do sistema;
- Válvula reguladora de pressão com elemento filtrante para o ajuste de uma pressão na linha de alimentação de água;
- Válvula solenóide para abrir e fechar a entrada de água para as linhas principal e secundária determinando o início e fim do processo de preparação;
- Medidor de vazão para enviar um sinal para o microprocessador que o converterá para um sinal a ser enviado para o inversor de frequência do motor de acionamento da rosca dosadora de pó ou para a bomba dosadora da solução concentração de polieletrólito;
- Válvulas tipo agulha para regulação das vazões dos fluxos principal e secundário;
- Sistema de pré-diluição do polieletrólito através da linha secundária que conduz a água até o cone de pré-diluição onde é dosado o pó, para posterior injeção na linha principal;
- Cone dotado de sensor capacitivo de nível máximo;
- Válvula de injeção.

Sistema de transferência de pó e emulsão

O sistema de transferência deverá ser constituído de uma rosca helicoidal e coroa acionados por motor elétrico trifásico. A rosca helicoidal conduzirá o Polieletrólito através de um tubo de aço inox, o qual, é envolvido por uma jaqueta de resistência elétrica para manter o sistema sempre aquecido evitando a formação de grumos em função da umidade.

Na saída deste tubo, há uma tampa acionada por uma válvula solenóide comandada pelo microprocessador, com o objetivo de evitar a deposição de pequenas quantidades de pó no cone quando o equipamento finaliza o processo de preparação.

O Polieletrólito deverá ser acondicionado em um silo com capacidade de estocagem de até 60 Kg. Este silo deverá possuir sensores de níveis de pó, sendo um superior para

indicar nível mínimo de pó e acionamento do alarme do sistema, porém, mantendo o equipamento em operação, e o inferior que desligará o equipamento e também alarmará o sistema indicando a falta de pó.

O sistema de transferência de emulsão será feito do tanque de estocagem, através de bomba dosadora micro processada, tubulações, mangueiras e acessórios interligados ao tanque de preparação.

Misturador de lodo

Misturador de Lodo, mecânico tipo Turbina Fluxi Axial, é um equipamento que promove a agitação de um meio líquido onde estará sendo feito o processo de mistura mecânica. O equipamento é montado sobre o tanque de mistura e com a geometria da turbina de fluxo axial e sua velocidade devidamente projetadas, ele promove uma intensa agitação ao líquido formando e, principalmente, conservando os flocos.

Partes do Misturador:

O equipamento é composto dos seguintes componentes:

- Acionamento: é o componente da motorização do equipamento, composto por um moto-redutor de velocidades (vertical de engrenagens helicoidais) com fator de serviço mínimo de 1,5. O motor elétrico é do tipo TFVE (totalmente fechado com ventilador externo) tem proteção IPW55 e tensão 220/440V;
- Conversor de frequência: componente eletrônico que faz variar a velocidade da turbina e conseqüentemente o gradiente de velocidade introduzido ao sistema;
- Base de assentamento: é o componente de assentamento da motorização. Fabricada em aço carbono com pintura a base de epóxi;
- Mancal superior: é um acessório ao acionamento, montado ao moto-redutor de maneira a dar mais robustez ao mesmo, e minimizar ao máximo forças de reações no eixo do moto redutor. Fabricado em aço carbono com pintura à base de epóxi, composto por carretel com eixo de torque e rolamento blindado;
- Eixo motriz: é o componente de ligação entre o acionamento e a haste de agitação. Fabricada em aço carbono com pintura à base de epóxi;

- Haste: é o componente de sustentação da turbina. Fabricada em perfil tubular de aço carbono com pintura à base de epóxi; e
- Turbina de fluxo axial: é o componente que faz o trabalho de agitação. Fabricada em aço carbono com pintura à base de epóxi, com 06 pás inclinadas à 45°.

4.4.6.1. Previsão Orçamentária

Na Figura 4.5 e Figura 4.6 apresenta-se uma previsão preliminar de investimentos necessários para implantação do sistema de secagem de lodo mecanizado onde tomou-se como referências um orçamento licitado pela FUNASA referente ao mês de maio do ano de 2011, optando-se por realizar a atualização dos itens de mercado para abril de 2017 utilizando-se o INCC.

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
TANQUE DE PREPARO DE SOLUÇÃO (3 UNID)							
		1	SERVIÇOS	S U B - T O T A L		5.911,51	
SINAPI	5651	1.1	FORMA PLANA PARA CONCRETO	m ²	49,00	34,15	1.673,35
SINAPI	34460	1.2	ARMADURA DE AÇO CA 60, DOBRADO E CORTADO	Kg	370,00	4,18	1.546,60
SINAPI	11145	1.3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=35MPA, INCLUSIVE COLOCAÇÃO, ESPALHAMENTO E ACABAMENTO.	m ³	5,00	294,01	1.470,05
SINAPI	74157/4	1.4	LANÇAMENTO OU BOMBEAMENTO E ADENSAMENTO DE CONCRETO-ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1.50 M	m ³	5,00	90,54	452,70
COPASA	65003743	1.5	DESFORMA DE ESTRUTURAS, QUALQUER ALTURA OU PROFUNDIDADE	m ²	49,00	15,69	768,81
TOTAL SEM BDI (3 UNID)							17.734,53
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							4.610,98
TOTAL COM BDI							22.345,51

Figura 4.5 – Previsão orçamentária de serviços para implantação do sistema de secagem de lodo mecanizado.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
DESIDRATAÇÃO DO LODO							
		1	SERVIÇOS	S U B - T O T A L		400.904,55	
MERCADO	MERCADO	1.1	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO PRENSA DESAGUADORA MARCA DEGREMONT MODELO SL-01 COM LARGURA DE ESTEIRA DE 1,0 M E MOTOR DE 1,0 C.V.	un	2,00	190.167,47	380.334,93
MERCADO	MERCADO	1.2	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE MISTURADOR TIPO VERTICAL ACIONADO POR MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA 1,0 CV 1.750 RPM 220/380 VOLTS, 60 HZ , COM HASTE EM AÇO INOXIDÁVEL 1.500 MM DE COMPRIMENTO E HÉLICE EM " FIBER GLASS " COM DIÂMETRO 150 MM	un	2,00	6.315,23	12.630,47
MERCADO	MERCADO	1.3	CAÇAMBA ESTACIONARA CAPACIDADE DE 4,0 M3, CONFECCIONADA EM CHAPA DE AÇO 3/16", REFORÇADA E PINTADA COM ESMALTE SINTÉTICO	un	2,00	3.969,58	7.939,15
TOTAL SEM BDI							400.904,55
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							104.235,18
TOTAL COM BDI							505.139,73

Figura 4.6 – Previsão orçamentária dos equipamentos para implantação do sistema de secagem de lodo mecanizado.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

4.5. Alternativas de Tratamento Secundário para os Esgotos

Na literatura técnico-científica que aborda soluções para o tratamento de esgotos domésticos existem inúmeras soluções capazes de efetuar a remoção, desde impurezas grosseiras, passando pela remoção de matéria orgânica, patógenos ou até mesmo os poluentes presentes nos esgotos domésticos. A escolha da melhor solução depende do conhecimento aprofundado de cada caso a ser solucionado, pois fatores como localização geográfica, áreas disponíveis para implantação da estação de tratamento de esgoto, local de descarte do efluente tratado, população a ser atendida, operador do sistema projetado e níveis de tratamento requeridos influenciam de maneira determinante na escolha das soluções.

Neste estudo de concepção e viabilidade técnico-econômica optou-se por comparar soluções usualmente utilizadas nos estados brasileiros, principalmente em Minas Gerais, que poderão atender de maneira satisfatória o que determinam as legislações ambientais e dos recursos hídricos vigentes no país, conforme listadas a seguir:

- ✓ Lagoa Anaeróbia;
- ✓ Lagoa Facultativa;
- ✓ Filtro Biológico;
- ✓ Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente; e
- ✓ Lodo Ativado.

Convém expor que buscou-se explicitar a física dos processos relacionadas a forma de funcionamento de cada uma das alternativas, sendo importante destacar, também, que é muito comum e, em algumas vezes fundamental, associar estas alternativas para obtenção de melhores resultados no tratamento dos esgotos domésticos gerados em localidades, povoados, distritos ou grandes centros urbanos.

4.5.1. Tratamento de Esgotos com Lagoa Anaeróbia – Opção 1

A principal finalidade das lagoas anaeróbias é a remoção de DBO, tendo eficiência na remoção de 50-70% e eficiência em torno de 70% na remoção de sólidos em suspensão. Estes sólidos são sedimentados no fundo da lagoa, sendo digeridos, posteriormente, pela ação das bactérias anaeróbias. A redução de DBO somente ocorre após a formação de ácidos produzidos pelos microrganismos acidogênicos, sendo posteriormente convertidos em metano, gás carbônico e água pelos microrganismos metanogênicos. Neste tipo de lagoa, a redução de coliformes não é significativa, quando comparadas com as lagoas facultativas. Este tipo de lagoa possui pequena área (1,5-3,0 m²/hab) e grande profundidade (3,5-5,0 m) (VON SPERLING, 2014). A Figura 4.7 apresenta um desenho esquemático da lagoa anaeróbia.

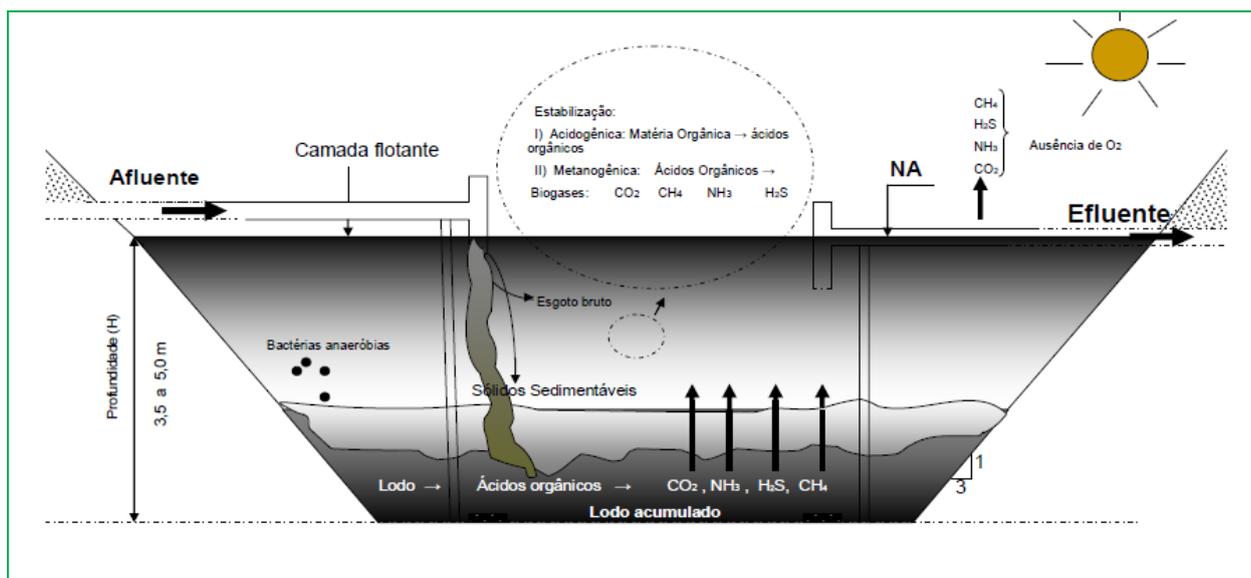


Figura 4.7 - Desenho esquemático da lagoa anaeróbia.

Fonte: SILVA FILHO (2007).

4.5.2. Tratamento de Esgotos com Lagoa Facultativa – Opção 2

A função das lagoas facultativas é a remoção de DBO e patógenos. O processo de estabilização da matéria orgânica ocorre em três zonas distintas: zonas aeróbia, facultativa e anaeróbia. A presença de oxigênio nessas lagoas é suprida pelas algas, que produzem, por meio da fotossíntese, oxigênio durante o dia e o consomem durante a noite. Na zona fótica, parte superior, a matéria orgânica dissolvida é oxidada pela

respiração aeróbia, enquanto na afótica, zona inferior, a matéria orgânica sedimentada é convertida em gás carbônico água e metano.

As principais reações biológicas que ocorrem nas lagoas facultativas incluem a decomposição da matéria orgânica carbonácea por bactérias facultativas (DBO solúvel e finamente particulada); nitrificação da matéria orgânica nitrogenada por bactérias; produção de oxigênio na camada superior através da fotossíntese das microalgas e redução da matéria orgânica carbonácea (parte da DBO em suspensão que sedimenta) por bactérias anaeróbias no fundo da lagoa. As principais vantagens e desvantagens das lagoas facultativas estão associadas, portanto, à predominância dos fenômenos naturais (VON SPERLING, 2014). A Figura 4.8 apresenta um desenho esquemático da lagoa facultativa.

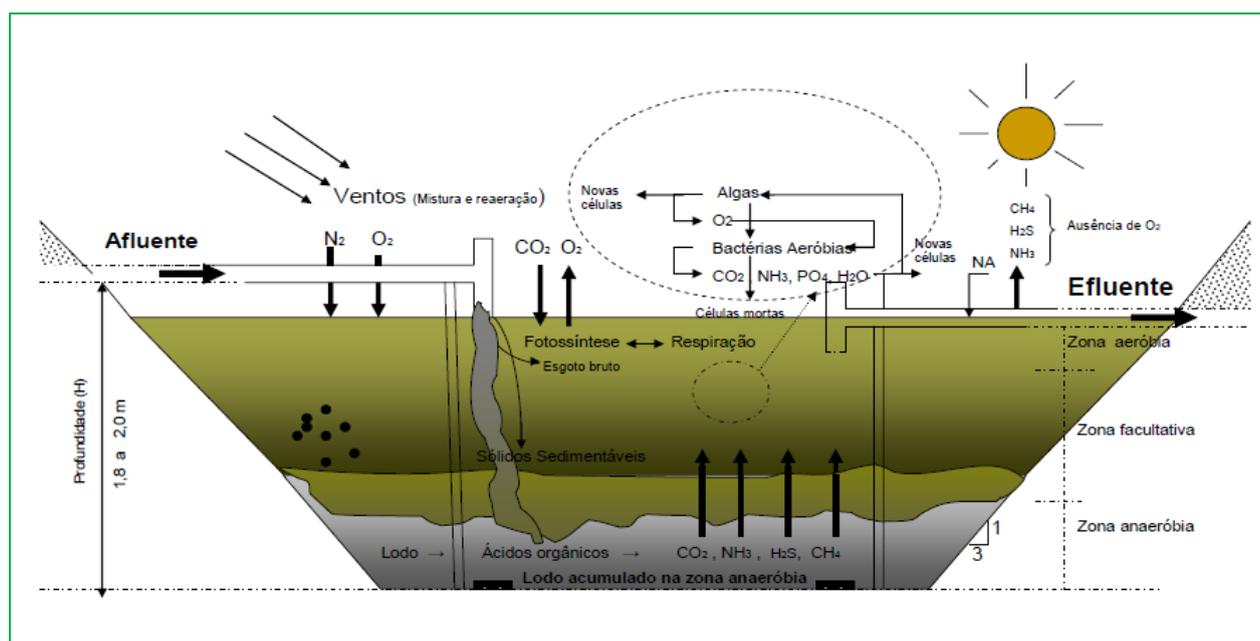


Figura 4.8 - Desenho esquemático da lagoa facultativa.

Fonte: SILVA FILHO (2007).

4.5.3. Tratamento de Esgotos com Filtro Biológico – Opção 3

Um filtro biológico é um leito de material grosseiro (pedras, plástico, madeira, etc.), de alta permeabilidade, geralmente no interior de um tanque, sobre o qual os esgotos são espalhados uniformemente sob a forma de gotas ou jatos. Após essa aplicação o esgoto percola em direção aos drenos, no fundo do tanque. O contato contínuo dos esgotos com o leito propicia o crescimento bacteriano na superfície do material de enchimento,

sob a forma de uma película gelatinosa fixa (zoogléia). Deste modo, embora o líquido escoe rapidamente pelo meio suporte, a matéria orgânica é adsorvida por essa película e fica retida por um tempo suficiente para sua estabilização.

Este sistema constitui-se, pois, de um processo aeróbio, uma vez que o ar pode circular nos espaços vazios entre as pedras, fornecendo o oxigênio necessário à respiração dos microrganismos que participam da estabilização da matéria orgânica dos esgotos. Normalmente, esse ar provém diretamente da atmosfera, não havendo necessidade de fornecimento artificial do mesmo (Figura 4.9).

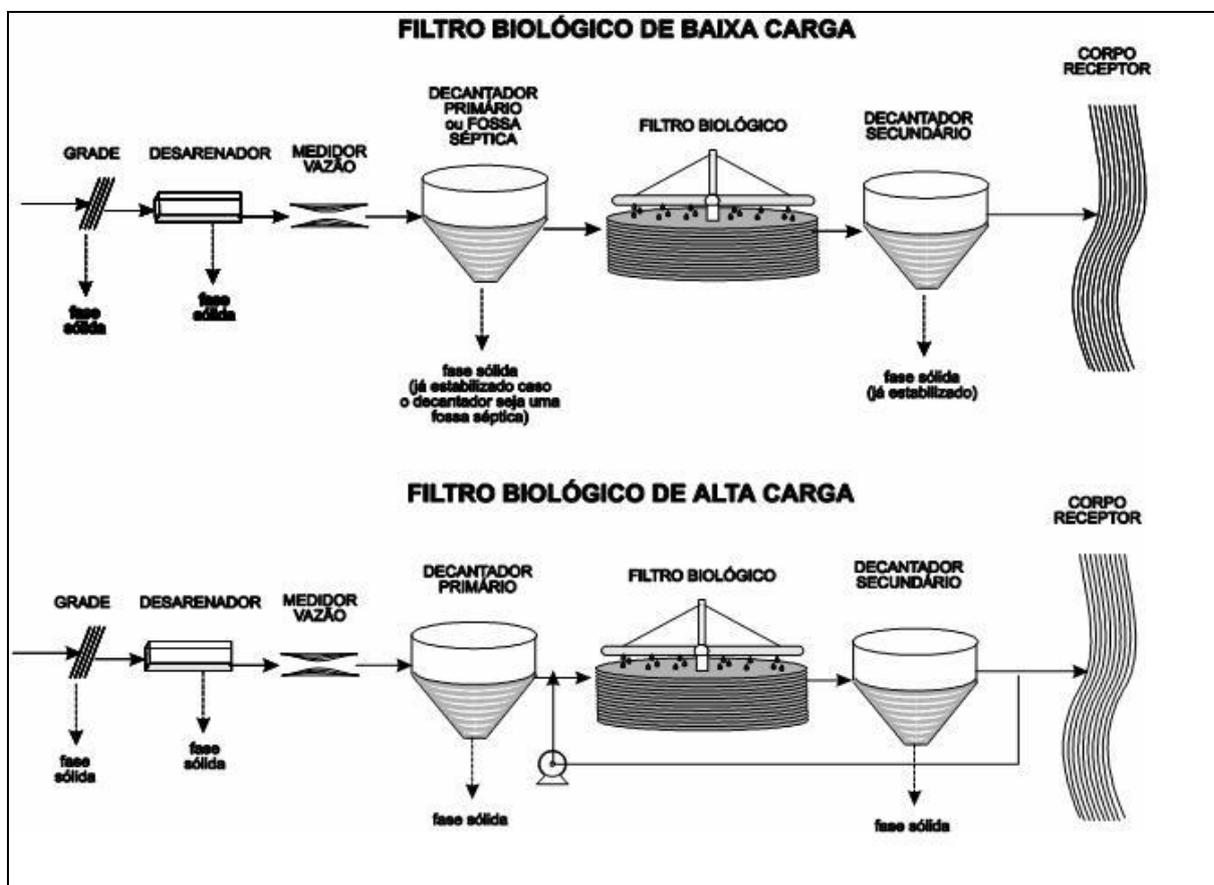


Figura 4.9 - Arranjos Típicos de Sistemas de Filtros Biológicos.

Fonte: VON SPERLING (2014).

A DBO é estabilizada aerobiamente por bactérias, que crescem aderidas a um meio suporte. Os filtros podem ser classificados como de baixa ou de alta carga, dependendo da quantidade de carga de DBO aplicada em cada filtro, se maior for a carga aplicada, o filtro é considerado Filtro Biológico de Alta Carga. Nos filtros de alta carga, o lodo não se

estabiliza no seu interior, sobrecarregando o decantador secundário, e há necessidade de se promover a recirculação do efluente líquido.

Uma outra diferença entre essas variantes de alta carga e baixa carga, é com respeito ao lodo do decantador secundário. Com efeito, enquanto no Filtro de Baixa Carga o lodo é estabilizado no próprio decantador, no Filtro de Alta Carga há necessidade de uma unidade a mais para remover tal estabilização. Normalmente são empregados biodigestores para esta finalidade. Este sistema, em ambas as variantes, necessita de decantação primária.

A eficiência deste processo chega a ser aceitável em relação a remoção de sólidos suspensos e a remoção do meio bacteriano, porém para maior eficiência, o ideal é a combinação com outra unidade de tratamento, para não haver a necessidade de cloração do efluente final. Em termos de requisitos para implantação e operação, do Filtro Biológico de Alta Carga, opção adotada pela eficiência, podemos considerar as seguintes faixas de valores médios (VON SPERLING, 2014):

- Área necessária:0,12 a 0,25 m²/hab
- Quantidade de lodo líquido a ser tratado por ano:500 a 1900 L/hab.x ano

Esses valores serão utilizados e apresentados na comparação a outros processos, o que será feito adiante.

Parâmetros de Projeto da Unidade de Tratamento (Filtro Biológico de Alta Carga)

Quando da utilização de Filtro Biológico de Alta Carga é importante manter o leito biológico sempre molhado. Como forma de se garantir esta situação, é recomendável a recirculação do efluente tratado, principalmente nos períodos de baixa ocorrência de vazão afluente à ETE (durante a noite). Está prevista a recirculação de 50% da vazão média afluente à estação de tratamento

Apresentam-se a seguir os principais critérios e parâmetros que são utilizados no dimensionamento do Filtro:

- Taxa de Aplicação Superficial:

Contrato N ^o 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 83
---	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

- Para Q média: 15 a 18 m³/m².dia
- Para Q máx dia: 18 a 22 m³/m².dia
- Para Q máx hora:..... 25 a 30 m³/m².dia
- Carga Orgânica Volumétrica..... 0,85 kg DBO/m³
- Profundidade do meio suporte..... 2,5 m
- Concentração de lodo no descarte 0,7%
- Densidade do lodo 1.020 kg/m³
- Coeficientes cinéticos e estequiométricos:
 - $Y = 0,90 \text{ kg SSV/kg DBO}_5$ (produção de SSV (Sólidos em Suspensão Voláteis) por DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxigênio) removida)
 - $SSV/SS = 0,75 \text{ g SSV/g SS}$ (relação SSV/SS (Sólidos em Suspensão Totais) no reator)

4.5.4. Tratamento de Esgotos com UASB – Opção 3

O Sistema de tratamento anaeróbico para os esgotos com os Reatores anaeróbios de Fluxo Ascendente, ou utilizando as siglas originais reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), estabiliza a matéria orgânica por meio de bactérias dispersas no próprio reator. O fluxo do líquido é ascendente e sua parte superior é dividida em uma zona de coleta dos gases formados devido à atividade anaeróbia (principalmente metano e gás carbônico) e outra de sedimentação. Esta permite a saída do efluente clarificado e o retorno dos sólidos ao sistema, aumentando sua concentração no reator. Seu funcionamento é mostrado no esquema da Figura 4.10.

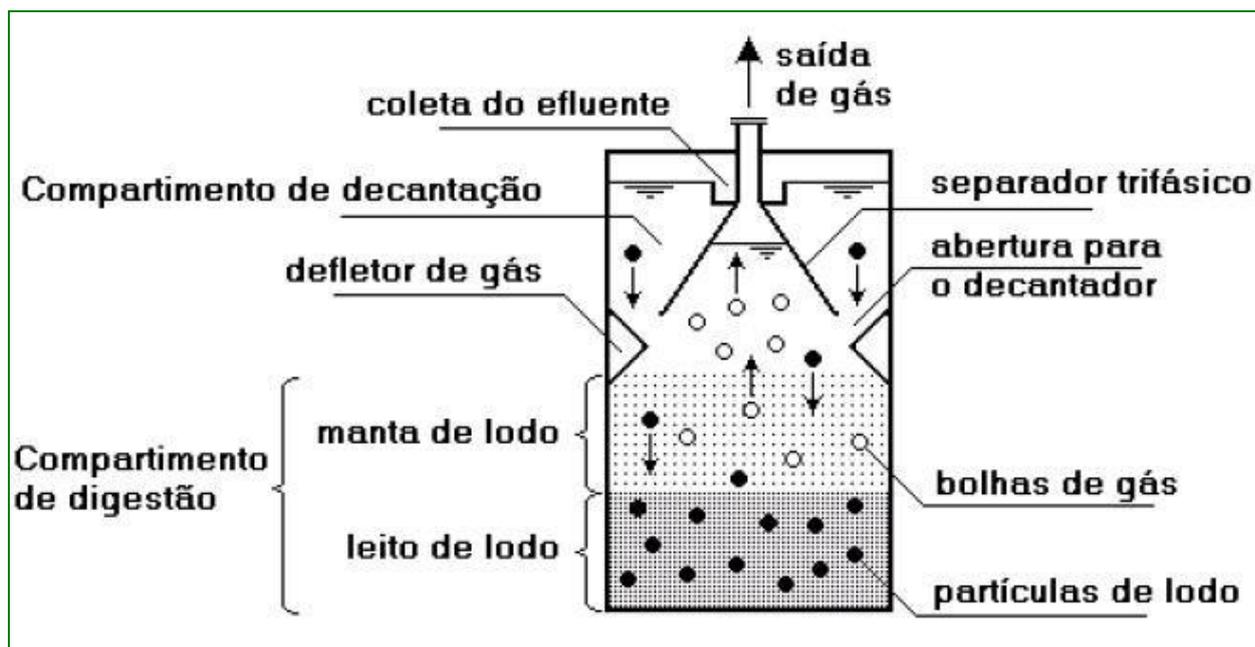


Figura 4.10 – Esquema de funcionamento do reator UASB.

Fonte: Revista TAE, 2015.

Nesses sistemas anaeróbios a produção de lodo é baixa e, além disto, o mesmo já sai estabilizado, podendo ser encaminhado diretamente para um leito de secagem comum. Pelas suas características, dispensa decantação primária. Entretanto, por ser um sistema anaeróbio, existe sempre o risco de produção de maus odores, o que pode ser reduzido por meio de procedimentos operacionais e de projetos.

Em termos de requisitos para implantação e operação, segundo Von Sperling (2014), podem ser consideradas as seguintes faixas de valores médios:

- Área necessária:0,03 a 0,10 m²/hab
- Quantidade de lodo líquido a ser tratado por ano:70 a 220 L/hab. x ano

Em resumo, as principais vantagens decorrentes do emprego dos reatores UASB, como primeira etapa do tratamento de esgotos domésticos, são as seguintes:

- Ausência de equipamentos mecânicos para a degradação do esgoto;
- Simplicidade operacional, quando o reator é bem projetado e instalado;
- Custo operacional, de energia e de manutenção menores;

- Remoção de cerca de 65% a 80% dos sólidos em suspensão do esgoto, sendo a eficiência de remoção de nutrientes como fósforo no efluente, em média 35%, e a remoção de nitrogênio, em média 60%;
- Menor formação de lodo, o qual já se encontra adensado e estabilizado, eliminando a necessidade de adensamento mecânico e digestão posterior do lodo, e reduzindo equipamentos e energia para a desidratação dos lodos; e
- Possibilidade de estabilização dos lodos gerados no processo de pós-tratamento nos próprios reatores UASB, sem necessidade de adensamento e estabilização separada do lodo secundário.

É notório atualmente que a alternativa de menor custo total é o sistema anaeróbio simples. No entanto, não é recomendável seu emprego como sistema único, ainda mais para tratamento com as características e porte para atender as grandes vazões de efluentes, e não atinge aos índices de lançamento de efluentes estabelecidos pela Resolução CONAMA. Quando isto ocorre, geralmente, são analisadas variantes do uso desse sistema anaeróbio, as quais são bastante utilizadas em projetos similares a este, a saber, reator anaeróbio (UASB) seguido de filtro biológico e leitos de secagem. Tais unidades de tratamento vêm sendo utilizadas atualmente como tratamento, substituindo, com vantagens, os decantadores primários nas estações mais completas, buscando maior eficiência na remoção bacteriana.

No caso do reator UASB seguido de filtro biológico, seu funcionamento pode ser comparado ao do sistema de filtros biológicos descrito acima, porém com uma maior eficiência em termos de redução da carga orgânica. Além do mais, essa configuração elimina a necessidade de recirculação, uma vez que a DBO_5 efluente do reator é da ordem de 100 mg/l e o lodo gerado no processo é estabilizado em seu interior. Apenas o lodo do decantador secundário, que representa menos de 1% da vazão média diária, é que retorna para a entrada do UASB para completar seu processo de estabilização, de onde é retirado para desaguamento. Deste modo, a configuração deste sistema passa a ser semelhante à do sistema de filtros biológicos de alta carga, conforme mostrado no esquema acima, com um reator UASB no lugar do decantador primário.

Parâmetros de Projeto para a Unidade de Tratamento (UASB)

O sistema de tratamento somente com reator UASB apresenta as seguintes características (VON SPERLING, 2014):

- Remoção do DBO₅ do efluente: 60 a 75%;
- Remoção do SS do efluente: 65 a 80%;
- N-amoniaco do efluente: < 50%; e
- Lodo produzido desidratado: 10 - 35 L/hab.ano

Tempo de Detenção

O Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) adotado deve ser de 8 horas para a vazão média de projeto, com temperaturas do esgoto até 21°C, e de aproximadamente 6 horas para as vazões de pico, com temperatura do esgoto até 25°C, conforme indicado pela NBR N° 12209/2011 – Elaboração de Projetos Hidráulicos-sanitários de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários.

Carga Orgânica

Para esgotos domésticos, a carga orgânica máxima aplicada (15 a 20 kg Demanda Química de Oxigênio/m³ x dia) não é fator limitante, mas sim a carga hidráulica, expressa pela velocidade superficial no decantador (NBR N° 12209:2011).

Temperatura

A temperatura para a digestão no sistema anaeróbio, para uma maior eficiência, deve permanecer entre 30 a 35°C, dentro do digestor (NBR N° 12209:2011).

Altura do Reator

A altura recomendada para o reator é de no mínimo 3 m, com o diâmetro superior a 3 m e um tempo máximo de detenção hidráulica até 24 horas (NBR N° 12209:2011).

Produção de Gás

Para a avaliação do volume de metano produzido, foi assumida uma taxa de produção de 0,48 m³ de biogás por Demanda Química de Oxigênio (DQO) aplicada. A produção de biogás foi, então, estimada considerando-se um teor de metano no biogás que vai de 50 % a 75% (CASSINI, 2003).

Defletores de Gás

O defletor de gás na entrada do decantador deverá ter uma inclinação que favoreça a queda de sólidos e uma superposição de 15 a 20 cm com a parede do decantador.

Coletores de Gás

Na parte superior do reator deve existir uma área para liberar o gás produzido. A velocidade do gás nesta área deve ser alta para evitar o acúmulo de espuma e baixa o suficiente para que não ocorra a turbulência excessiva provocando o arraste de sólidos para as tubulações de saída de gás.

Sistema de Alimentação

A alimentação deve possibilitar uma perfeita distribuição e homogeneização possibilitando boas condições de contato entre o substrato e a biomassa.

Para afluentes de baixa carga (esgotos domésticos), recomenda-se um tubo de entrada para cada máximo de 4 m² de área de fundo. A possibilidade de verificação de entupimento, facilidade de manutenção de cada ponto é fator também a ser considerado.

Uma boa solução é a instalação de uma caixa de distribuição de alimentação no topo do reator, dotada de vertedores para uma boa distribuição do esgoto. Devem-se tomar as precauções necessárias para se evitar a entrada de ar no sistema.

Forma e Material do Reator

- O reator pode ser circular ou retangular, não interferindo no processo de digestão;

- O tipo de material escolhido para a construção poderá influir na forma. Os materiais usuais são: aço, concreto e fibra de vidro;
- Os reatores em concreto têm na forma retangular maior facilidade de modulação.
- O decantador interno pode ser circular ou retangular, acompanhando o formato do reator.
- O reator pode ser totalmente fechado, ou então, fechado no compartimento de digestão e aberto na parte superior do decantador.
- O fechamento do digestor é importante para o controle dos gases, evitando-se os odores desagradáveis.

As grandezas aqui consideradas para os requisitos de implantação e operação de todos os sistemas abordados foram baseadas em Critérios e Dados para uma Seleção Preliminar de Sistemas de Tratamento de Esgotos de Marcos Von Sperling, publicado na Revista BIO da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) e em Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios, editado pelo Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), em 2001, e em seu livro – Volume 1, Princípios do Tratamento Biológico das Águas Residuárias, (2014).

4.5.5. Tratamento de Esgotos com Lodo Ativado – Opção 4

O Tratamento de Esgoto pelo Processo de Lodo Ativado é o princípio da microbiologia no tratamento de esgotos, como o próprio nome indica, ocorre inteiramente por mecanismos biológicos. Estes processos biológicos reproduzem, de certa maneira, o processo natural que ocorre em um corpo d'água, a matéria orgânica é convertida em produtos mineralizados, inertes por mecanismos puramente naturais, caracterizando o assim chamado fenômeno da autodepuração. Em uma estação de tratamento de esgotos os mesmos fenômenos básicos ocorrem, mas a diferença é que há em paralelo a introdução da tecnologia. Essa tecnologia tem como objetivo fazer com que o processo de depuração se desenvolva em condições controladas, e eficientes (solução mais compacta).

A principal finalidade dos tratamentos com Lodo Ativado Convencional é a remoção de DBO, tendo eficiência na remoção de 80-93% e possibilidade da remoção biológica de **N**

e **P**, obtenção usualmente de nitrificação. Os sólidos são sedimentados no fundo do Reator Biológico, formando uma biomassa.

O crescimento desta biomassa é disperso no meio líquido, sem nenhuma estrutura de sustentação. Apesar desta estrutura de crescimento, estes organismos se concentram formando uma unidade estrutural mais ampla: os flocos. Estes flocos por simples mecanismos físicos são capazes de ser separados do líquido e de se sedimentarem, agregados a matéria orgânica, esta sedimentação permite que o efluente final saia clarificado, com reduzidas concentrações de matéria orgânica em suspensão.

Os principais organismos envolvidos no tratamento dos esgotos são as bactérias, protozoários, fungos, algas e vermes. A proliferação de vida biológica, mantida e fomentada a partir do farto alimento fornecido pelo esgoto, bem como pelo oxigênio necessário à sua sobrevivência, denomina-se ativação do lodo, e a combinação harmônica das variáveis, alimento e microorganismos, garante a eficácia do processo.

A quantificação da vida biológica efetua-se a partir do nível dos sólidos em suspensão voláteis (S_{sv}).

Objetivos:

- Estabilização da matéria orgânica;
- Aumento da população bacteriana;e
- Aumento da Retirada do Lodo Excedente.

Aproveitando da capacidade de absorção dos lodos previamente ativados, são apresentadas duas etapas:

- O contato: O efluente do decantador primário mistura-se com o lodo ativado no tanque de contato. A matéria orgânica dissolvida e a matéria orgânica coloidal integram-se ao floco ativado. Esta é a fase do contato ou de absorção da matéria orgânica no lodo ativado. Isto ocorre em 30 a 90 min;e

- A estabilização: A mistura alcançada no contato é submetida a uma sedimentação no decantador secundário. O lodo retirado do decantador secundário tem 2 caminhos: o descarte ou retorno ao tanque de estabilização.

No tanque de estabilização ou reator biológico, a matéria orgânica absorvida e integrada aos flocos decantados, é oxidada e assimilada. Para tanto, a unidade exige uma abundante aeração durante um período que varia de 3 a 5 horas.

O principal benefício é a possibilidade de alcançar a estabilização da matéria orgânica sem a participação do digestor anaeróbio.

Desvantagens:

- Volume maior para o tanque de estabilização ou reator biológico, com aeração (aproximadamente 3 vezes superior a uma área de um tanque de estabilização convencional);
- Volume maior para o decantador primário e secundário, (aproximadamente 2 vezes superior a uma área de um decantador convencional);
- Acréscimo no suprimento de ar: 2,5 vezes mais;
- Baixa eficiência na remoção de coliformes;
- Elevado custo de Implantação e Operação;
- Elevado consumo de Energia Elétrica;
- Elevado índice de Mecanização;
- Necessidade de Operação Sofisticada; e
- Operação com a necessidade de outras unidades de Tratamento do Efluente, trabalhando em sequência (Tratamento Preliminar, Decantador Primário, Tanque de Estabilização ou Reator Biológico e Decantador Secundário), como apresentado na Figura 4.11.

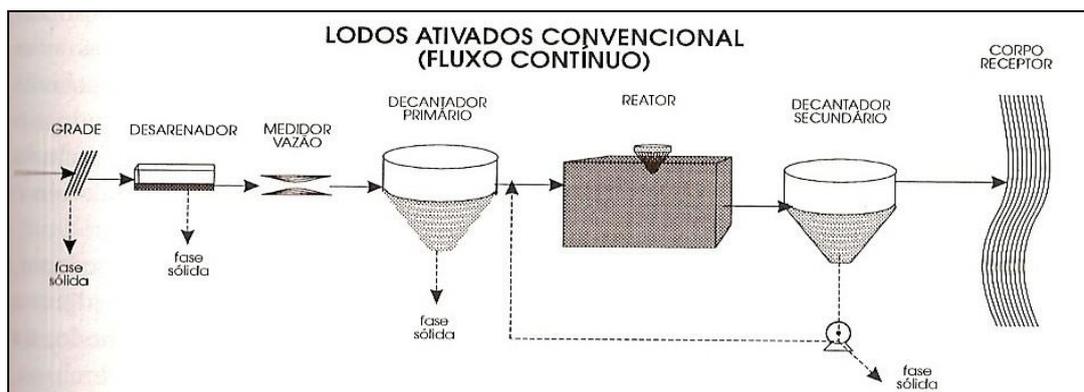


Figura 4.11 – Esquema de funcionamento do Sistema de Lodo Ativado.

Fonte: Von Sterling, (2014).

4.6. Análise Econômica Geral das Alternativas

No estudo de concepção e viabilidade técnica-econômica de quaisquer sistemas de esgotamento sanitário é fundamental realizar-se uma análise econômica das possíveis soluções que poderão ser adotadas, ou seja, realizar uma comparação entre os principais investimentos necessários com a implantação dos sistemas ao longo do horizonte de projeto, assim como outros custos relevantes que influenciarão na manutenção e operação dos mesmos. Tal análise, fundamenta-se, de modo geral, em dados da literatura técnica que foram obtidos e mapeados em experiências pregressas.

Nesse estudo optou-se por usar os dados disponibilizados por VON SPERLING (2014), Volume 1 - Princípios do Tratamento Biológico das Águas Residuárias, a fim de traçar diretrizes para as análises comparativas dos principais tipos de tratamento dos efluentes apresentados anteriormente (assim como possíveis associações), estes que orientarão a decisão a ser tomada sobre a melhor opção, conforme os critérios técnicos e econômicos, tendo como apreciação os quantitativos e as características qualitativas de cada alternativa de tratamento.

O Quadro 4.3 ilustra os dados comparativos das principais unidades de tratamento utilizadas como parâmetro para o direcionamento de escolha da melhor opção na elaboração do projeto de ampliação da Estação de Tratamento de Esgotos de Itabirito, com o quantitativo de cada característica e as eficiências de remoção dos poluentes.

Entretanto, desde já, é importante salientar que a análise econômica de forma individualizada não faz sentido, pois para a escolha da melhor alternativa de tratamento

a ser utilizado, deve-se verificar além dos aspectos técnicos e econômicos, a acessibilidade, a área disponível para o tratamento, a localização do aglomerado urbano em relação a proximidade da área de tratamento, a localização da rede elétrica e a capacidade de abastecimento de energia elétrica no sistema, características estas vinculadas às condições locais específicas.

A melhor opção adotada ocorrerá com a ponderação entre os critérios técnicos e econômicos e as condições vinculadas à localização das obras a serem executadas futuramente. Embora o lado econômico seja fundamental, nem sempre a melhor alternativa é a que apresenta o menor custo econômico, e sim a alternativa que melhor se adequa à realidade local.

Quadro 4.3 – Características típicas dos sistemas de tratamento de esgotos domésticas, expressos em valores per capita e as eficiências de remoção dos poluentes.

Sistema de Tratamento	Eficiência na Remoção				Coliformes Termotolerantes (unid. Log)	Área Requerida (m ² /hab)	Volume de Lodo		Custos	
	DBO ₅ (%)	N (Total) (%)	P (Total) (%)	Sólidos em Suspensão (%)			Lodo Líquido a Ser Tratado (L/hab.ano)	Lodo Desidratado a Ser Disposto (L/hab.ano)	Implantação (R\$/hab)	Operação e Manutenção (R\$/hab.ano)
Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa	75 – 85	< 60	< 35	70 – 80	1 – 2	1,50 – 3,00	55 – 160	20 – 60	90 - 140	5 - 8
Lagoa Facultativa	75 – 85	< 60	< 35	70 – 80	1 – 2	2,00 – 4,00	35 – 90	15 – 30	100 - 160	5 - 8
Reator UASB	60 – 75	< 60	< 35	65 – 80	1	0,03 – 0,10	70 – 220	10 – 35	40 - 120	6 -10
Filtro Biológico de Alta Carga	80 – 90	< 60	< 35	87 – 93	1 – 2	0,12 – 0,25	500 –1.900	35 – 80	150 - 300	20 – 30
Reator UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	80 – 93	< 60	< 35	87 – 93	1 – 2	0,1 – 0,20	180 – 400	15 – 55	150 – 250	12 – 18
Lodo Ativado Convencional	80 – 93	< 60	< 35	87 – 93	1 - 2	0,12 – 0,25	1100-3000	35-90	240 – 300	20 - 40

Notas: Nitrogênio (N) e Fósforo (P).
Fonte: Adaptado de VON SPERLING (2014).

4.6.1. Lagoa Anaeróbia e Lagoa Facultativa

De acordo com o Quadro 4.3, apresentado anteriormente, os custos para implantação da Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos, composta por Lagoa Anaeróbia trabalhando em sequência com a Lagoa Facultativa, variam entre R\$ 90,00 e R\$ 140,00 por habitante. Nesse estudo adotou-se o valor médio deste intervalo como referência, a saber, R\$ 115,00 por habitante. Já os custos com manutenção e operação, incluindo gastos com pessoal, dentre outros, variam entre R\$ 5,00 e R\$ 8,00 por habitante, sendo adotado para fins de análise o valor médio de R\$ 6,50 por habitante.

A Tabela 4.1 apresenta os principais dados de custos tanto para a implantação das unidades pertencentes a ETE, composta por Lagoa Anaeróbia trabalhando em sequência com a Lagoa Facultativa, quanto para a operação e manutenção desse sistema. Com isto busca-se um parâmetro financeiro que permitirá a comparação econômica entre esta alternativa e as demais que serão apresentadas, visando definir a melhor opção para o SES da Sede de Itabirito. A análise econômica pautou-se também no crescimento populacional obtido através do método geométrico, onde se observa um aumento populacional gradativo a cada ano, conforme já justificado neste relatório.

Importante ressaltar que, conforme exposto na Tabela 4.1, os cálculos para se obter os Valores Totais para Implantação (R\$), Operação e Manutenção (R\$) da ETE, foram calculados com base na população projetada. Além disso, como os valores utilizados foram obtidos na literatura técnica referente ao ano de 2014 optou-se por realizar a sua atualização para abril de 2017. O Índice Nacional da Construção Civil (INCC), por guardar relação direta com o escopo do projeto em tela, foi o escolhido para tal atualização.

Segundo a FGV (2017) o INCC é um dos componentes das três versões do Índice Geral de Preços, sendo o de menor peso. Dentre suas principais características pode-se destacar a apuração da evolução dos custos no setor da construção que é um dos termômetros do nível da atividade econômica. Sua abrangência engloba materiais, equipamentos, serviços e mão-de-obra, sendo sua apuração realizada mensalmente.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 95
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

Os valores adotados como referência para a implantação (R\$ 115,00), manutenção e operação (R\$ 6,50) da ETE composta por Lagoa Anaeróbia associada com Lagoa Facultativa foram atualizados por meio de ferramenta *web* de “Atualização Monetária de Valor” disponibilizada pela própria Fundação Getúlio Vargas (http://www14.fgv.br/novo_fgvdados/default.aspx). Assim, obteve-se um valor de R\$ 140,74 para a implantação da ETE e R\$ 7,95 para sua manutenção e operação.

Nesta análise financeira necessita-se que fique claro que a comparação dos custos totais deve ser realizada para a totalidade do horizonte de projeto, ou seja, 20 anos. Nesse ínterim, é preciso destacar o diferente comportamento dos investimentos necessários a implantação da ETE com os custos anuais com manutenção/operação, pois uma vez que estes incidem sobre a população atendida anualmente (gastos R\$/hab.ano), aqueles são realizados, no caso de pequenos sistemas, de uma única vez quando da contratação das obras e aquisição de equipamentos, mas considerando a população de final de plano (2037). De modo geral, alternativas que apresentam maiores custos com implantação são aquelas com maior simplicidade operacional e de manutenção o que reflete em menores custos operacionais. Nesse sentido, pode acontecer casos em que alternativas que tem um valor de implantação mais elevado seja economicamente mais recomendada quando analisado todo o horizonte de projeto, devido ao seu baixo custo operacional.

No caso da ETE composta por Lagoa Anaeróbia associada a Lagoa Facultativa percebe-se, conforme ilustrado na Tabela 4.1, que o custo total para implantação da ETE considerando a projeção populacional para 2037 é de R\$ 10.868.646,50 a ser realizado no início de plano, quando da contratação das obras. Já o custo total com manutenção e operação variou entre R\$ 401.777,10 (em 2017) e R\$ 613.938,75 (em 2037) totalizando um gasto estimado de aproximadamente R\$ 10.515.902,25. Portanto, no horizonte de planejamento de longo prazo, 20 anos, previsto para o SES da Sede de Itabirito, serão investidos em torno de R\$ 21.384.548,75 com a implantação, manutenção e operação da ETE composta pela Lagoa Anaeróbia funcionando conjuntamente com a Lagoa Facultativa.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 96
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

Tabela 4.1: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Lagoa Anaeróbia e Lagoa Facultativa.

ANO	PROJEÇÃO POPULACIONAL (HAB)	ÍNDICE DE ATENDIMENTO (HAB)	POPULAÇÃO ATENDIDA EM 2017 E INCREMENTO POPULACIONAL (HAB)	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO INCREMENTAL (R\$) *	CUSTO TOTAL COM MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO (R\$ / ANO)**
2017	50.538	100,00	50.538	7.112.718,12	401.777,10
2018	51.621	100,00	1.083	152.421,42	410.386,95
2019	52.727	100,00	1.106	155.658,44	419.179,65
2020	53.857	100,00	1.130	159.036,20	428.163,15
2021	55.010	100,00	1.153	162.273,22	437.329,50
2022	56.189	100,00	1.179	165.932,46	446.702,55
2023	57.393	100,00	1.204	169.450,96	456.274,35
2024	58.623	100,00	1.230	173.110,20	466.052,85
2025	59.879	100,00	1.256	176.769,44	476.038,05
2026	61.162	100,00	1.283	180.569,42	486.237,90
2027	62.472	100,00	1.310	184.369,40	496.652,40
2028	63.811	100,00	1.339	188.450,86	507.297,45
2029	65.178	100,00	1.367	192.391,58	518.165,10
2030	66.575	100,00	1.397	196.613,78	529.271,25
2031	68.001	100,00	1.426	200.695,24	540.607,95
2032	69.458	100,00	1.457	205.058,18	552.191,10
2033	70.946	100,00	1.488	209.421,12	564.020,70
2034	72.466	100,00	1.520	213.924,80	576.104,70
2035	74.019	100,00	1.553	218.569,22	588.451,05
2036	75.605	100,00	1.586	223.213,64	601.059,75
2037	77.225	100,00	1.620	227.998,80 (Total R\$ 10.868.646,50)	613.938,75 (Total R\$ 10.515.902,25)
CUSTO TOTAL COM IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO NO HORIZONTE DE PROJETO (20 ANOS)					R\$ 21.384.548,75

* Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 4 e R\$ 140,74 / habitante. ** Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 2 e R\$ 7,95 / habitante.

Fonte: DHF Consultoria e Engenharia, 2017, Von Sperling, 2014 e FGV, 2017.

Finalizando a análise de viabilidade econômica é importante trazer a luz das discussões os investimentos necessários para aquisição da área onde será implantada a ETE, uma vez que há uma variação muito significativa de requerimento de área para cada alternativa considerada. Conforme citado no Quadro 4.3, para implantação de Lagoa Anaeróbia com Lagoa Facultativa, necessita-se de uma área que varia entre 1,5 e 3 m²/hab. Adotando-se o intervalo médio de requerimento de área (2,25 m²/hab) e o valor médio de R\$ 19,00/m² para aquisição de terrenos na região, pesquisado com quatro imobiliárias de Itabirito, verifica-se a necessidade do seguinte investimento adicional:

$$\checkmark \text{ Valor} = 77.225 \text{ hab} \times 2,25 \text{ m}^2/\text{hab} \times 19,00 \text{ R\$/m}^2 = \text{R\$ } 3.301.368,70.$$

Portanto, para implantação, manutenção e operação da ETE composta por Lagoas (Anaeróbia e Facultativa), ao longo dos 20 anos do horizonte deste projeto, haverá gastos da ordem de R\$ 24.685.917,45.

4.6.2. Lagoa Facultativa

De acordo com o Quadro 4.3, os custos para implantação da Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos, composta por Lagoa Facultativa, variam entre R\$ 100,00 e R\$ 160,00 por habitante. Nesse estudo adotou-se o valor médio deste intervalo como referência, a saber, R\$ 130,00 por habitante. Já os custos com manutenção e operação, incluindo gastos com pessoal, dentre outros, variam entre R\$ 5,00 e R\$ 8,00 por habitante, sendo adotado, para fins de análise o valor médio de R\$ 6,50 por habitante.

Na Tabela 4.2 ilustram-se os principais dados de custos tanto para a implantação das unidades pertencentes a ETE composta por Lagoa Facultativa, quanto para a operação e manutenção desse sistema. Com isto busca-se um parâmetro financeiro que permitirá a comparação econômica entre esta alternativa e as demais estudadas, conforme já discutido.

Importante ressaltar que, conforme exposto na Tabela 4.2, os cálculos para se obter os Valores Totais para Implantação (R\$), Operação e Manutenção (R\$) da ETE, foram calculados com base na população projetada. Além disso, como os valores utilizados foram obtidos na literatura técnica referente ao ano de 2014 optou-se por realizar a sua atualização para abril de 2017 por meio do INCC. Assim, os valores adotados como

referência para a implantação (R\$ 130,00), manutenção e operação (R\$ 6,50) da ETE composta por Lagoa Facultativa foram atualizados obtendo-se um valor de R\$ 159,10 para a implantação da ETE e R\$ 7,95 para sua manutenção e operação.

Diante destes dados o custo total estimado para implantação da ETE composta por Lagoa Facultativa, considerando a projeção populacional para 2037, é de R\$ 12.286.497,50. Já o custo total com manutenção e operação variou entre R\$ 401.777,10 (em 2017) e R\$ 613.938,75 (em 2037) totalizando um gasto estimado de R\$ 10.515.902,25. Portanto, no horizonte de planejamento de longo prazo, 20 anos, previsto para o SES da Sede de Itabirito, serão investidos em torno de R\$ 22.802.399,75 com a implantação, manutenção e operação da ETE composta por Lagoa Facultativa, conforme apresenta-se na Tabela 4.2.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 99
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------

Tabela 4.2: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Lagoa Facultativa.

ANO	PROJEÇÃO POPULACIONAL (HAB)	ÍNDICE DE ATENDIMENTO (HAB)	POPULAÇÃO ATENDIDA EM 2017 E INCREMENTO POPULACIONAL (HAB)	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO INCREMENTAL (R\$) *	CUSTO TOTAL COM MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO (R\$ / ANO)**
2017	50.538	100,00	50.538	8.040.595,80	401.777,10
2018	51.621	100,00	1.083	172.305,30	410.386,95
2019	52.727	100,00	1.106	175.964,60	419.179,65
2020	53.857	100,00	1.130	179.783,00	428.163,15
2021	55.010	100,00	1.153	183.442,30	437.329,50
2022	56.189	100,00	1.179	187.578,90	446.702,55
2023	57.393	100,00	1.204	191.556,40	456.274,35
2024	58.623	100,00	1.230	195.693,00	466.052,85
2025	59.879	100,00	1.256	199.829,60	476.038,05
2026	61.162	100,00	1.283	204.125,30	486.237,90
2027	62.472	100,00	1.310	208.421,00	496.652,40
2028	63.811	100,00	1.339	213.034,90	507.297,45
2029	65.178	100,00	1.367	217.489,70	518.165,10
2030	66.575	100,00	1.397	222.262,70	529.271,25
2031	68.001	100,00	1.426	226.876,60	540.607,95
2032	69.458	100,00	1.457	231.808,70	552.191,10
2033	70.946	100,00	1.488	236.740,80	564.020,70
2034	72.466	100,00	1.520	241.832,00	576.104,70
2035	74.019	100,00	1.553	247.082,30	588.451,05
2036	75.605	100,00	1.586	252.332,60	601.059,75
2037	77.225	100,00	1.620	257.742,00 (Total R\$ 12.286.497,50)	613.938,75 (Total R\$ 10.515.902,25)
CUSTO TOTAL COM IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO NO HORIZONTE DE PROJETO (20 ANOS)					R\$ 22.802.399,75

* Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 4 e R\$ 159,10 / habitante. ** Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 2 e R\$ 7,95 / habitante.

Fonte: DHF Consultoria e Engenharia, 2017. Von Sperling, 2014 e FGV, 2017.

No quesito requerimento de área, conforme citado no Quadro 4.3, para implantação da Lagoa Facultativa, necessita-se de uma área que varia entre 2,0 e 4,0 m²/hab. Adotando-se o intervalo médio de requerimento de área (3,0 m²/hab) e o valor médio de R\$ 19,00/m² para aquisição de terrenos na região, pesquisado com quatro imobiliárias de Itabirito, verifica-se a necessidade do seguinte investimento adicional:

$$✓ \text{ Valor} = 77.225 \text{ hab} \times 3,0 \text{ m}^2/\text{hab} \times 19,00 \text{ R}\$/\text{m}^2 = \text{R}\$ 4.401.825,00.$$

Portanto, para implantação, manutenção e operação da ETE composta por Lagoa Facultativa, ao longo dos 20 anos do horizonte deste projeto, haverá gastos da ordem de R\$ 27.204.224,75.

4.6.3. Filtro Biológico

De acordo com o Quadro 4.3, os custos para implantação da Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos, composta por Filtro Biológico de Alta Carga, variam entre R\$ 150,00 e R\$ 300,00 por habitante. Nesse estudo adotou-se o valor médio deste intervalo como referência, a saber, R\$ 225,00 por habitante. Já os custos com manutenção e operação, incluindo gastos com pessoal, dentre outros, variam entre R\$ 20,00 e R\$ 30,00 por habitante, sendo adotado para fins de análise o valor médio de R\$ 25,00 por habitante.

Na Tabela 4.3 ilustram-se os principais dados de custos tanto para a implantação das unidades pertencentes a ETE composta por Filtro Biológico de Alta Carga, quanto para a operação e manutenção desse sistema. Com isto busca-se um parâmetro financeiro que permitirá a comparação econômica entre esta alternativa e as demais estudadas, conforme já discutido.

Importante ressaltar que, conforme exposto na Tabela 4.3, os cálculos para se obter os Valores Totais para Implantação (R\$), Operação e Manutenção (R\$) da ETE, foram calculados com base na população projetada. Além disso, como os valores utilizados foram obtidos na literatura técnica referente ao ano de 2014 optou-se por realizar a sua atualização para abril de 2017 por meio do INCC. Assim, os valores adotados como referência para a implantação (R\$ 225,00), manutenção e operação (R\$ 25,00) da ETE

composta por Filtro Biológico de Alta Carga foram atualizados obtendo-se um valor de R\$ 275,36 para a implantação da ETE e R\$ 30,60 para sua manutenção e operação.

Diante destes dados o custo total estimado para implantação da ETE composta por Filtro Biológico de Alta Carga, considerando a projeção populacional para 2037, é de R\$ 21.264.676,00. Já o custo total com manutenção e operação variou entre R\$ 1.546.462,80 (em 2017) e R\$ 2.363.085,00 (em 2037) totalizando um gasto estimado de R\$ 40.476.303,00. Portanto, no horizonte de planejamento de longo prazo, 20 anos, previsto para o SES da Sede de Itabirito, serão investidos em torno de R\$ 61.740.979,00 com a implantação, manutenção e operação da ETE composta por Filtro Biológico de Alta Carga, conforme apresenta-se na Tabela 4.3.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV01	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 102
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

Tabela 4.3: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Filtro Biológico de Alta Carga.

ANO	PROJEÇÃO POPULACIONAL (HAB)	ÍNDICE DE ATENDIMENTO (HAB)	POPULAÇÃO ATENDIDA EM 2017 E INCREMENTO POPULACIONAL (HAB)	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO INCREMENTAL (R\$) *	CUSTO TOTAL COM MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO (R\$ / ANO)**
2017	50.538	100,00	50.538	13.916.143,68	1.546.462,80
2018	51.621	100,00	1.083	298.214,88	1.579.602,60
2019	52.727	100,00	1.106	304.548,16	1.613.446,20
2020	53.857	100,00	1.130	311.156,80	1.648.024,20
2021	55.010	100,00	1.153	317.490,08	1.683.306,00
2022	56.189	100,00	1.179	324.649,44	1.719.383,40
2023	57.393	100,00	1.204	331.533,44	1.756.225,80
2024	58.623	100,00	1.230	338.692,80	1.793.863,80
2025	59.879	100,00	1.256	345.852,16	1.832.297,40
2026	61.162	100,00	1.283	353.286,88	1.871.557,20
2027	62.472	100,00	1.310	360.721,60	1.911.643,20
2028	63.811	100,00	1.339	368.707,04	1.952.616,60
2029	65.178	100,00	1.367	376.417,12	1.994.446,80
2030	66.575	100,00	1.397	384.677,92	2.037.195,00
2031	68.001	100,00	1.426	392.663,36	2.080.830,60
2032	69.458	100,00	1.457	401.199,52	2.125.414,80
2033	70.946	100,00	1.488	409.735,68	2.170.947,60
2034	72.466	100,00	1.520	418.547,20	2.217.459,60
2035	74.019	100,00	1.553	427.634,08	2.264.981,40
2036	75.605	100,00	1.586	436.720,96	2.313.513,00
2037	77.225	100,00	1.620	446.083,20 (Total R\$ 21.264.676,00)	2.363.085,00 (Total R\$ 40.476.303,00)
CUSTO TOTAL COM IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO NO HORIZONTE DE PROJETO (20 ANOS)					R\$ 61.740.979,00

* Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 4 e R\$ 275,36 / habitante. ** Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 2 e R\$ 30,60 / habitante.

Fonte: DHF Consultoria e Engenharia, 2017. Von Sperling, 2014 e FGV, 2017.

No quesito requerimento de área, conforme citado no Quadro 4.3, para implantação do Filtro Biológico de Alta Carga, necessita-se de uma área que varia entre 0,12 e 0,25 m²/hab. Adotando-se o intervalo médio de área (0,185 m²/hab) e o valor médio de R\$ 19,00 / m² para aquisição de terrenos, pesquisado com quatro imobiliárias de Itabirito, verifica-se a necessidade do seguinte investimento adicional:

✓ Valor = 77.225 hab X 0,185 m²/hab X 19,00 R\$/m² = R\$ 271.445,87.

Portanto, para implantação, manutenção e operação da ETE composta por Filtro Biológico de Alta Carga, ao longo dos 20 anos do horizonte deste projeto, haverá gastos da ordem de R\$ 62.012.424,87.

4.6.4. Reator UASB

De acordo com o Quadro 4.3, os custos para implantação da Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos, composta por Reator UASB, variam entre R\$ 40,00 e R\$ 120,00 por habitante. Nesse estudo adotou-se o valor médio deste intervalo como referência, a saber, R\$ 80,00 por habitante. Já os custos com manutenção e operação, incluindo gastos com pessoal, dentre outros, variam entre R\$ 6,00 e R\$ 10,00 por habitante, sendo adotado para fins de análise o valor médio de R\$ 8,00 por habitante.

Na Tabela 4.4 ilustram-se os principais dados de custos tanto para a implantação das unidades pertencentes a ETE composta por Reator UASB, quanto para a operação e manutenção desse sistema.

Importante ressaltar que, conforme exposto na Tabela 4.4, os cálculos para se obter os Valores Totais para Implantação (R\$), Operação e Manutenção (R\$) da ETE, foram calculados com base na população projetada. Além disso, como os valores utilizados foram obtidos na literatura técnica referente ao ano de 2014 optou-se por realizar a sua atualização para abril de 2017 por meio do INCC. Assim, os valores adotados como referência para a implantação (R\$ 80,00), manutenção e operação (R\$ 8,00) da ETE composta por Reator UASB foram atualizados obtendo-se um valor de R\$ 97,91 para a implantação da ETE e R\$ 9,79 para sua manutenção e operação.

Diante destes dados o custo total estimado para implantação da ETE composta por Reator UASB, considerando a projeção populacional para 2037, é de R\$ 7.561.099,75. Já o custo total com manutenção e operação variou entre R\$ 494.767,02 (em 2017) e R\$ 756.032,75 (em 2037) totalizando um gasto de aproximadamente R\$ 12.949.771,45. Portanto, no horizonte de planejamento de longo prazo, 20 anos, previsto para o SES da Sede de Itabirito, serão investidos em torno de R\$ 20.510.871,20 com a implantação, manutenção e operação da ETE composta por Reator UASB, conforme apresenta-se na Tabela 4.4.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV01	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 105
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

Tabela 4.4: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Reator UASB.

ANO	PROJEÇÃO POPULACIONAL (HAB)	ÍNDICE DE ATENDIMENTO (HAB)	POPULAÇÃO ATENDIDA EM 2017 E INCREMENTO POPULACIONAL (HAB)	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO INCREMENTAL (R\$) *	CUSTO TOTAL COM MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO (R\$ / ANO)**
2017	50.538	100,00	50.538	4.948.175,58	494.767,02
2018	51.621	100,00	1.083	106.036,53	505.369,59
2019	52.727	100,00	1.106	108.288,46	516.197,33
2020	53.857	100,00	1.130	110.638,30	527.260,03
2021	55.010	100,00	1.153	112.890,23	538.547,90
2022	56.189	100,00	1.179	115.435,89	550.090,31
2023	57.393	100,00	1.204	117.883,64	561.877,47
2024	58.623	100,00	1.230	120.429,30	573.919,17
2025	59.879	100,00	1.256	122.974,96	586.215,41
2026	61.162	100,00	1.283	125.618,53	598.775,98
2027	62.472	100,00	1.310	128.262,10	611.600,88
2028	63.811	100,00	1.339	131.101,49	624.709,69
2029	65.178	100,00	1.367	133.842,97	638.092,62
2030	66.575	100,00	1.397	136.780,27	651.769,25
2031	68.001	100,00	1.426	139.619,66	665.729,79
2032	69.458	100,00	1.457	142.654,87	679.993,82
2033	70.946	100,00	1.488	145.690,08	694.561,34
2034	72.466	100,00	1.520	148.823,20	709.442,14
2035	74.019	100,00	1.553	152.054,23	724.646,01
2036	75.605	100,00	1.586	155.285,26	740.172,95
2037	77.225	100,00	1.620	158.614,20 (Total R\$ 7.561.099,75)	756.032,75 (Total R\$ 12.949.771,45)
CUSTO TOTAL COM IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO NO HORIZONTE DE PROJETO (20 ANOS)					R\$ 20.510.871,20

* Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 4 e R\$ 97,91 / habitante. ** Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 2 e R\$ 9,79 / habitante.

Fonte: DHF Consultoria e Engenharia, 2017. Von Sperling, 2014 e FGV, 2017.

No quesito requerimento de área, conforme citado no Quadro 4.3, para implantação do Reator UASB, necessita-se de uma área que varia entre 0,03 e 0,10 m²/hab. Adotando-se o valor médio deste intervalo (0,065 m²/hab) e o valor médio de R\$ 19,00/m² para aquisição de áreas, pesquisado com quatro imobiliárias de Itabirito, verifica-se a necessidade do seguinte investimento adicional:

$$✓ \text{ Valor} = 77.225 \text{ hab} \times 0,065 \text{ m}^2/\text{hab} \times 19,00 \text{ R}\$/\text{m}^2 = \text{R}\$ 95.372,88.$$

Portanto, para implantação, manutenção e operação da ETE composta por Reator UASB, ao longo dos 20 anos do horizonte deste projeto, haverá gastos da ordem de R\$ 20.606.244,08.

4.6.5. Reator UASB + Filtro Biológico de Alta Carga

De acordo com o Quadro 4.3 os custos para implantação da ETE composta por Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga variam entre R\$ 150,00 e R\$ 250,00 por habitante. Nesse estudo adotou-se o valor médio deste intervalo como referência, a saber, R\$ 200,00 por habitante. Já os custos com manutenção e operação variam entre R\$ 12,00 e R\$ 18,00 por habitante, sendo adotado para fins de análise o valor médio de R\$ 15,00 por habitante. Na Tabela 4.5 ilustram-se os principais dados de custos tanto para a implantação das unidades pertencentes a ETE composta Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga, quanto para a operação e manutenção desse sistema.

Importante ressaltar que, conforme exposto na Tabela 4.5, os cálculos para se obter os Valores Totais para Implantação (R\$), Operação e Manutenção (R\$) da ETE, foram calculados com base na população projetada. Além disso, como os valores utilizados foram obtidos na literatura técnica referente ao ano de 2014 optou-se por realizar a sua atualização para abril de 2017 por meio do INCC. Assim, os valores adotados como referência para a implantação (R\$ 200,00), manutenção e operação (R\$ 15,00) da ETE composta por Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga foram atualizados obtendo-se um valor de R\$ 244,77 para a implantação da ETE e R\$ 18,36 para sua manutenção e operação.

Diante destes dados o custo total estimado para implantação da ETE composta por

Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga, considerando a projeção populacional para 2037, é de R\$ 18.902.363,25. Já o custo total com manutenção e operação variou entre R\$ 927.877,68 (em 2017) e R\$ 1.417.851,00 (em 2037) totalizando um gasto estimado de aproximadamente R\$ 24.285.781,80. Portanto, no horizonte de planejamento de longo prazo, 20 anos, previsto para o SES da Sede de Itabirito, serão investidos em torno de R\$ 43.188.145,05 com a implantação, manutenção e operação da ETE composta por Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga, conforme apresenta-se na Tabela 4.5.

Tabela 4.5: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga.

ANO	PROJEÇÃO POPULACIONAL (HAB)	ÍNDICE DE ATENDIMENTO (HAB)	POPULAÇÃO ATENDIDA EM 2017 E INCREMENTO POPULACIONAL (HAB)	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO INCREMENTAL (R\$) *	CUSTO TOTAL COM MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO (R\$ / ANO)**
2017	50.538	100,00	50.538	12.370.186,26	927.877,68
2018	51.621	100,00	1.083	265.085,91	947.761,56
2019	52.727	100,00	1.106	270.715,62	968.067,72
2020	53.857	100,00	1.130	276.590,10	988.814,52
2021	55.010	100,00	1.153	282.219,81	1.009.983,60
2022	56.189	100,00	1.179	288.583,83	1.031.630,04
2023	57.393	100,00	1.204	294.703,08	1.053.735,48
2024	58.623	100,00	1.230	301.067,10	1.076.318,28
2025	59.879	100,00	1.256	307.431,12	1.099.378,44
2026	61.162	100,00	1.283	314.039,91	1.122.934,32
2027	62.472	100,00	1.310	320.648,70	1.146.985,92
2028	63.811	100,00	1.339	327.747,03	1.171.569,96
2029	65.178	100,00	1.367	334.600,59	1.196.668,08
2030	66.575	100,00	1.397	341.943,69	1.222.317,00
2031	68.001	100,00	1.426	349.042,02	1.248.498,36
2032	69.458	100,00	1.457	356.629,89	1.275.248,88
2033	70.946	100,00	1.488	364.217,76	1.302.568,56
2034	72.466	100,00	1.520	372.050,40	1.330.475,76
2035	74.019	100,00	1.553	380.127,81	1.358.988,84
2036	75.605	100,00	1.586	388.205,22	1.388.107,80
2037	77.225	100,00	1.620	396.527,40 (Total R\$ 18.902.363,25)	1.417.851,00 (Total R\$ 24.285.781,80)
CUSTO TOTAL COM IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO NO HORIZONTE DE PROJETO (20 ANOS)					R\$ 43.188.145,05

* Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 4 e R\$ 244,77 / habitante. ** Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 2 e R\$ 18,36 / habitante.

Fonte: DHF Consultoria e Engenharia, 2017. Von Sperling, 2014 e FGV, 2017.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 109
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

No quesito requerimento de área, conforme citado no Quadro 4.3, para implantação do Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga, necessita-se de uma área que varia entre 0,10 e 0,20 m²/hab. Adotando-se o valor médio de 0,15 m²/hab e o valor médio de R\$ 19,00/m² para aquisição de terrenos na região, pesquisado com quatro imobiliárias de Itabirito, verifica-se a necessidade do seguinte investimento adicional:

✓ Valor = 77.225 hab X 0,15 m²/hab X 19,00 R\$/m² = R\$ 220.091,25 reais.

Portanto, para implantação, manutenção e operação da ETE composta por Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga, ao longo dos 20 anos do horizonte deste projeto, haverá gastos da ordem de R\$ 43.408.236,30.

4.6.6. Lodo Ativado Convencional

De acordo com o Quadro 4.3, os custos para implantação da Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos, composta por Unidade de Tratamento de Lodo Ativado, variam entre R\$ 240,00 e R\$ 300,00 por habitante. Nesse estudo adotou-se o valor médio deste intervalo como referência, a saber, R\$ 270,00 por habitante. Já os custos com manutenção e operação, incluindo gastos com pessoal, dentre outros, variam entre R\$ 20,00 e R\$ 40,00 por habitante, sendo adotado, para fins de análise o valor médio de R\$ 30,00 por habitante.

Na Tabela 4.26 ilustram-se os principais dados de custos tanto para a implantação das unidades pertencentes à ETE composta por Lodo Ativado Convencional, quanto para a operação e manutenção desse sistema. Com isto busca-se um parâmetro financeiro que permitirá a comparação econômica entre esta alternativa e as demais estudadas, conforme já discutido.

Importante ressaltar que, conforme exposto na Tabela 4.2, os cálculos para se obter os Valores Totais para Implantação (R\$), Operação e Manutenção (R\$) da ETE, foram calculados com base na população projetada. Além disso, como os valores utilizados foram obtidos na literatura técnica referente ao ano de 2014 optou-se por realizar a sua atualização para abril de 2017 por meio do INCC. Assim, os valores adotados como

referência para a implantação (R\$ 270,00), manutenção e operação (R\$ 30,00) da ETE composta por Lodo Ativado Convencional, foram atualizados obtendo-se um valor de R\$ 330,44 para a implantação da ETE e R\$ 36,72 para sua manutenção e operação.

Diante destes dados o custo total estimado para implantação da ETE composta por Lodo Ativado Convencional, considerando a projeção populacional para 2037, é de R\$ 25.518.229,00. Já o custo total com manutenção e operação variou entre R\$ 1.855.755,36 (em 2017) e R\$ 2.835.702,00 (em 2037) totalizando um gasto estimado de R\$ 48.571.563,60. Portanto, no horizonte de planejamento de longo prazo, 20 anos, previsto para o SES da Sede de Itabirito, serão investidos em torno de R\$ 74.089.792,60 com a implantação, manutenção e operação da ETE composta por Lodo Ativado, conforme apresenta-se na Tabela 4.26.

Tabela 4.6: Custos de referência para implantação, operação e manutenção com Lodo Ativado Convencional.

ANO	PROJEÇÃO POPULACIONAL (HAB)	ÍNDICE DE ATENDIMENTO (HAB)	POPULAÇÃO ATENDIDA EM 2017 E INCREMENTO POPULACIONAL (HAB)	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO INCREMENTAL (R\$) *	CUSTO TOTAL COM MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO (R\$ / ANO)**
2017	50.538	100,00	50.538	16.699.776,72	1.855.755,36
2018	51.621	100,00	1.083	357.866,52	1.895.523,12
2019	52.727	100,00	1.106	365.466,64	1.936.135,44
2020	53.857	100,00	1.130	373.397,20	1.977.629,04
2021	55.010	100,00	1.153	380.997,32	2.019.967,20
2022	56.189	100,00	1.179	389.588,76	2.063.260,08
2023	57.393	100,00	1.204	397.849,76	2.107.470,96
2024	58.623	100,00	1.230	406.441,20	2.152.636,56
2025	59.879	100,00	1.256	415.032,64	2.198.756,88
2026	61.162	100,00	1.283	423.954,52	2.245.868,64
2027	62.472	100,00	1.310	432.876,40	2.293.971,84
2028	63.811	100,00	1.339	442.459,16	2.343.139,92
2029	65.178	100,00	1.367	451.711,48	2.393.336,16
2030	66.575	100,00	1.397	461.624,68	2.444.634,00
2031	68.001	100,00	1.426	471.207,44	2.496.996,72
2032	69.458	100,00	1.457	481.451,08	2.550.497,76
2033	70.946	100,00	1.488	491.694,72	2.605.137,12
2034	72.466	100,00	1.520	502.268,80	2.660.951,52
2035	74.019	100,00	1.553	513.173,32	2.717.977,68
2036	75.605	100,00	1.586	524.077,84	2.776.215,60
2037	77.225	100,00	1.620	535.312,80	2.835.702,00
				(Total R\$ 25.518.229,00)	(Total R\$ 48.571.563,60)
CUSTO TOTAL COM IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO NO HORIZONTE DE PROJETO (20 ANOS)					R\$ 74.089.792,60

* Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 4 e R\$ 330,44 / habitante. ** Resultado obtido pela multiplicação da Coluna 2 e R\$ 36,72 / habitante.

Fonte: DHF Consultoria e Engenharia, 2017. Von Sperling, 2014 e FGV, 2017.

No quesito requerimento de área, conforme citado no Quadro 4.3, para implantação do Lodo Ativado convencional, necessita-se de uma área que varia entre 0,12 e 0,25 m²/hab. Adotando-se o valor médio deste intervalo (0,185 m²/hab) e o valor médio de R\$ 19,00/m² para aquisição de áreas, pesquisado com quatro imobiliárias de Itabirito, verifica-se a necessidade do seguinte investimento adicional:

$$\checkmark \text{ Valor} = 77.225 \text{ hab} \times 0,185 \text{ m}^2/\text{hab} \times 19,00 \text{ R\$/m}^2 = \text{R\$ } 271.445,88.$$

Portanto, para implantação, manutenção e operação da ETE composta por Reator UASB, ao longo dos 20 anos do horizonte deste projeto, haverá gastos da ordem de R\$ 74.361.238,48.

4.6.7. Despesas do SAAE Itabirito com o SES

Conforme discutido anteriormente, a análise econômica, em um estudo de concepção e viabilidade, geralmente é pautada em dados da literatura, que foram compilados através de inúmeras experiências pregressas, e neste relatório esta abordagem também foi realizada.

Entretanto, como o SAAE de Itabirito já realiza a manutenção e operação do seu Sistema de Esgotamento Sanitário, é importante que estes dados sejam apresentados, pois estes poderão ser balizadores no conhecimento dos custos, inclusive, após a requerida ampliação da ETE de Itabirito projetada neste relatório. Nesse ínterim, apresentam-se, nos Quadro 4.4 e Quadro 4.5, alguns índices técnicos, financeiros e econômicos disponibilizados pelo SNIS, na série histórica da sede urbana de Itabirito. Os indicadores utilizados, como apresentados, são calculados a partir de informações passadas pelo SAAE Itabirito para o Ministério das Cidades anualmente.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 113
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

Quadro 4.4 – Despesas com a Operação do Sistema de Esgotamento Sanitário.

ANO	Despesa Total acumulada por m ³ faturado (R\$/ m ³)	Despesas por m ³ faturado (R\$/m ³)	Índice de consumo Energia Elétrica no Sistema de Esgotamento Sanitário - Bombeamento (kWh/m ³)	Índice de Consumo de Produtos Químicos no Tratamento (%)
2015	2,43	2,40	0,11	2,29
2014	2,41	2,41	0,07	1,28
2013	1,73	1,73	0,05	1,10
2012	1,51	1,50	0,00	1,41

Fonte: SNIS, 2017.

Quadro 4.5 – Despesas Total com os Serviços de Esgotos.

ANO	Despesa Total de Exploração por m ³ faturado (R\$/m ³)	Despesa de Exploração por m ³ faturado (R\$/m ³)	Índice de atendimento de esgoto como referência (%)
2015	2,43	2,40	88,51
2014	2,41	2,41	89,53
2013	1,73	1,73	80,00
2012	1,51	1,50	83,92

Fonte: SNIS, 2017.

4.6.8. Análise da Melhor Viabilidade Técnica e Econômica

No estudo de viabilidade técnica e econômica foram analisados os principais tipos de unidades para o tratamento dos esgotos da sede de Itabirito, considerando suas principais características técnicas e os gastos com investimentos na implantação, manutenção e operação das diferentes unidades de tratamento, estas que poderão ser incorporadas ao sistema de esgotamento sanitário existente na sede urbana de Itabirito.

No Quadro 4.6 apresenta-se algumas das principais características técnicas que influenciam na decisão da melhor alternativa técnica a ser utilizada no contexto da sede urbana de Itabirito. Avaliando-se as informações do quadro supramencionado fica claro que as melhores opções técnicas, dentre as estudadas, são as do Reator UASB associado ao Filtro Biológico por apresentar maior eficiência na remoção de DBO₅ e sólidos suspensos, e o tratamento por Lodo Ativado Convencional, que apresentam os mesmos parâmetros de eficiência acima mencionados, sendo que ambos os tratamentos requererem uma área bem pequena para sua implantação. No que diz respeito às

questões operacionais e de manutenção deste sistema, pode-se afirmar que atualmente, devido à utilização do UASB com Filtro Biológico em inúmeros municípios brasileiros, inclusive na Sede Municipal de Itabirito, as técnicas são bem conhecidas.

Quadro 4.6 – Principais características técnicas consideradas na definição da melhor alternativa para o tratamento dos esgotos da sede de Itabirito.

Sistema de Tratamento	Eficiência na Remoção		Área Requerida (m ² /hab)
	DBO ₅ (%)	Sólidos em Suspensão (%)	
Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa	75 – 85	70 – 80	1,50 – 3,00
Lagoa Facultativa	75 – 85	70 – 80	2,00 – 4,00
Reator UASB	60 – 75	65 – 80	0,03 – 0,10
Filtro Biológico de Alta Carga	80 – 90	87 – 93	0,12 – 0,25
Reator UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	80 – 93	87 – 93	0,1 – 0,20
Lodo Ativado Convencional	80 – 93	87 – 93	0,12 – 0,25

Fonte: VON SPERLING, 2014.

Segundo Von Sperling (2014) ao se avaliar tecnicamente as unidades de tratamento, em termos de eficiência nos resultados, o tratamento com a utilização de reatores UASB e filtros biológicos de alta carga, possui uma maior eficiência no tratamento em relação às lagoas, podendo ser interligados em sequência como um único sistema de tratamento, com o objetivo de reduzir a carga de DBO₅ em 93% e a DQO em 88%, atingindo valores superiores com a recirculação do efluente, já as lagoas anaeróbias e lagoas facultativas, mesmo interligadas formando um único sistema, obtêm uma redução da carga de DBO₅ em 85% e da DQO em 80%.

Para verificar a melhor opção econômica é necessário analisar as referências de custos apresentadas no Quadro 4.3, assim como nas tabelas subsequentes. Os custos da implantação, manutenção e operação serão o diferencial para cada unidade de tratamento, determinando a melhor opção no que diz respeito ao critério econômico, precisando ser confrontada com as principais características técnicas de cada sistema, assim como as peculiaridades regionais, como também quem irá operar o SES futuramente, pois só assim será possível definir-se a melhor solução.

No Tabela 4.7 apresenta-se um resumo dos custos levantados para implantação, manutenção e operação para cada uma das soluções estudadas, considerando-se o horizonte de 20 anos. A análise exploratória das informações ilustra que a solução economicamente mais viável é aquela que contempla a utilização do Reator UASB.

Tabela 4.7: Despesas com Implantação, Manutenção e Operação no horizonte de projeto.

Sistema de Tratamento	Custo de Implantação (R\$)	Custo com Manutenção e Operação (R\$)	Custo com Área para ETE (R\$)	Valor Total dos Investimentos (R\$)
Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa	10.868.646,50	10.515.902,25	3.301.368,70	24.685.917,45
Lagoa Facultativa	12.286.497,50	10.515.902,25	4.401.825,00	27.204.244,75
Reator UASB	7.561.099,75	12.949.771,45	95.372,88	20.606.244,08
Filtro Biológico de Alta Carga	21.264.676,00	40.476.303,00	271.445,87	62.012.424,87
Reator UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	18.902.363,25	24.285.781,80	220.091,25	43.408.236,30
Lodo Ativado Convencional	25.518.229,00	48.571.563,60	271.445,88	74.361.238,48

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Apresentadas as características técnicas e econômicas de cada uma das soluções estudadas chega-se o momento de se definir qual a melhor alternativa no que diz respeito à ampliação da ETE do SES da Sede de Itabirito.

Dentre as seis alternativas apresentadas descarta-se de imediato a utilização apenas do Reator UASB devido, principalmente, a sua baixa eficiência na remoção da DBO₅, apesar desta requerer o menor investimento.

Em seguida, analisou-se a utilização do sistema com Lagoas (quaisquer das duas alternativas) estas que apresentam uma eficiência efetivamente elevada. Além disso, tendo em vista a área indicada pelo representante do SAAE Itabirito para a ampliação da ETE verifica-se que esta é de aproximadamente 5.313 m², ou seja, menor que a área requerida entre os sistemas de Lagoas que é de 231.675,00 m² (77.225 hab X 3,00 m²/hab). Conforme análise da área requerida para a implantação dos sistemas de Lagoas, verifica-se que é inviável a implantação nesta área destinada a ampliação do sistema de tratamento da ETE, além do odor fétido em decorrência da liberação do gás

sulfídrico trazendo transtornos aos operadores da ETE. Desta maneira esta opção para o tratamento dos efluentes, é descartada.

Em análise ao sistema de Lodo Ativado, tecnicamente sendo uma das melhores opção , com altos índices de remoção de sólidos suspensos, e de remoção de DBO 5, com uma pequena área de implantação do reator biológico, porém tendo o sistema que operar integrado a um decantador primário e um decantador secundário , e além disto economicamente sendo o sistema operacional mais oneroso dentre os analisados , conforme Tabela 4.6, apresentando os valores de implantação , operação e manutenção, superiores a todos os outros sistemas, o tornando inviável economicamente.

No âmbito deste contexto, a Equipe Técnica da DHF Consultoria indica, como a melhor solução para a ampliação da estação de tratamento dos esgotos domésticos da Sede de Itabirito, a associação do Reator UASB com o Filtro Biológico Percolador de Alta Carga, por apresentar melhores eficiências e custos quando comparado com a utilização do Filtro Biológico Percolador de Alta Carga, individualmente, e a utilização do Lodo Ativado.

4.7. Verificação Técnica e Econômica dos Materiais para as Alternativas Construtivas

Conforme verificado anteriormente, a melhor alternativa de tratamento a ser utilizada, adequando-se à realidade local, será a utilização do Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga, verificando os aspectos técnicos e econômicos e a área disponível para implantação das unidades de tratamento.

Definido quais os tipos de unidades de tratamento a serem utilizadas, ocorre a necessidade de ser definido o material a ser empregado na construção destas unidades, tendo em mente um período de vida útil superior ao horizonte de projeto de 20 anos.

Para estabelecer o material a ser empregado na construção das unidades, é utilizada a seguinte análise: construir na área da ETE unidades de tratamento de efluentes

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 117
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

modulares independente, em concreto armado; ou utilizar uma Estação de Tratamento de Esgotos, compacta pré-fabricada em aço inox. O Quadro 4.7 apresenta o resumo das opções técnicas para suprir a demanda da sede urbana no final de plano no ano de 2037, com uma vazão de efluente em 205,91 L/s.

Quadro 4.7 – Resumo da Verificação Técnica das Opções.

OPÇÕES	MODELO	MATERIAL
1	Implantação de Unidades de Tratamento Modulares	Concreto Armado
2	ETE Pré-fabricada	Aço Inox

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

4.7.1. Unidades de Concreto Armado – Opção 1

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento das unidades de tratamento foram definidos com base na NBR Nº 12209/2011, NBR Nº 6118/2003 e nos Volumes 1, 2 e 3 da série Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, de Marcos Von Sperling.

A Estação de Tratamento da sede urbana de Itabirito necessita das seguintes unidades complementares para a ampliação da sua capacidade de tratamento:

- reatores UASB (Anaeróbios de Fluxo Ascendente);
- Filtro Biológico de Alta Carga;
- Decantador Secundário; e
- Leito de Secagem.

A operação da ETE deve atender às seguintes demandas:

Ano 2017 (início de plano) 50.538 hab.

Ano 2037 (final de plano de 20 anos) 77.225 hab.

Para a Estação de Tratamento de Esgotos operar atendendo 100% da população da sede urbana é necessária a construção das unidades modulares, ampliando a capacidade do tratamento atual da sede urbana de Itabirito.

4.7.1.1. Unidades de Tratamento a Serem Construídas na ETE de Itabirito – Opção 01

Unidade de Tratamento (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – UASB)

O Reator UASB é um reator, que faz a separação física e a recirculação dentro da própria unidade. Apresenta câmaras superpostas de decantação e de digestão anaeróbia.

As condições hidráulicas impostas com base nos parâmetros de projeto possibilitam a formação de um lodo com boas condições de sedimentação e alta atividade metanogênica favorecendo a retenção da biomassa no seu interior. A própria biomassa ao crescer pode formar pequenos grânulos, correspondente a aglutinação de diversas espécies microbianas dentro do Reator.

Queimador de Gás (Reator UASB)

O Biogás, subproduto da Unidade de Tratamento do Reator UASB, pode ser utilizado como biocombustível, como determina a Norma Brasileira ABNT NBR N° 12209/2011, que especifica que toda Estação de Tratamento de Esgotos, com a capacidade de vazão média para tratamento acima de 250 L/s, pode dispor da utilização do sistema de Biogás. No sistema proposto a vazão média total no final de plano é no valor 120,11 L/s, aproximadamente 50% do valor solicitado para o aproveitamento deste gás, sendo opcional o seu aproveitamento.

Como sugestão, uma das maneiras de aproveitamento deste biocombustível é o direcionando para o cozimento de alimentos, canalizado na saída do queimador de gás, na laje superior do Reator UASB e adequando o encaminhamento até a cozinha da Casa de Controle já existente na ETE de Itabirito.

Para este sistema, é esperado os seguintes limites para os parâmetros básicos, em atendimento à Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008:

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 119
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

- DBO do efluente < 60 mg/l
- SST < 100 mg/l
- N-amoniaco do efluente < 20 mg/l

Unidade de Tratamento (Filtro Biológico de Alta Carga)

O Filtro Biológico trabalha recebendo o efluente do Reator UASB, e consiste, basicamente, de um tanque preenchido com material de alta permeabilidade, tal como pedras, ripas ou material plástico, sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jatos. Após a aplicação, os esgotos percolam em direção aos drenos do fundo.

Esta percolação permite o crescimento bacteriano na superfície do material de enchimento (no caso pedra), na forma de uma película fixa denominada biofilme. O esgoto passa sobre o biofilme, promovendo o contato entre os microrganismos e o material orgânico, ficando este retido um tempo suficiente para sua estabilização.

A medida que a biomassa cresce na superfície das pedras, o espaço vazio tende a diminuir, fazendo com que a velocidade de escoamento nos poros aumente. Ao atingir um determinado valor, esta velocidade causa uma tensão de cisalhamento, que desaloja parte do material aderido. Esta é uma forma natural de controle da população microbiana no meio. O lodo desalojado deve ser removido nos decantadores secundários, de forma a diminuir o nível de sólido em suspensão no efluente final.

Unidade de Tratamento (Decantador Secundário)

O Decantador Secundário trabalha recebendo o efluente do Filtro Biológico, possui uma geometria cilíndrica, com fundo cônico, uma canaleta periférica de coleta e uma coluna central rodeada por um poço central de coleta. É também conhecido como clarificador, pois além de remover o lodo, ele libera o efluente isento de lodos, denominado efluente clarificado.

O efluente é conduzido para o interior do tanque através de uma tubulação de entrada embutida na coluna central. Nesta coluna existem janelas na extremidade superior para que o efluente tenha acesso à bacia do tanque. Ainda na região das janelas da coluna

central, está o *baflle* (cilindro tranquilizador), que isola a agitação de chegada na área onde o efluente deverá ter pouca movimentação.

O lodo mais pesado sedimenta, isto é, vai para o fundo da bacia, onde é conduzido para o poço central de remoção, que possui uma tubulação de descarte. O lodo mais leve flota, isto é, vai para a superfície do efluente, onde é retido por um sistema de cortina contínua e conduzido a caixas coletoras posicionadas na periferia interna do tanque, que possuem uma tubulação de descarte.

O efluente clarificado é conduzido a uma calha contínua periférica externa ao tanque, controlado por um sistema de vertedores lineares, e encaminhado ao sistema por uma tubulação.

O equipamento compreende basicamente:

- Ponte suporte com comprimento superior ao raio do tanque;
- Passadiço e guarda-corpos tubular sobre a ponte suporte;
- Vertedores periféricos;
- Raspador do poço central; e
- Raspador de fundo.

Unidade de Tratamento (Leito de Secagem)

O destino final adequado para o lodo gerado nas Unidades de Tratamento da Estação de Tratamento de Esgotos é o Leito de Secagem, um dos itens mais importantes no tratamento dos esgotos sanitários. Independentemente de sua composição, quanto melhor for sua consistência (% de sólidos), tanto mais econômico será seu manuseio, aproveitamento ou disposição final.

Na seleção do sistema de desidratação adotado, consideraram-se os seguintes aspectos:

- Quantidade e tipo de lodo;
- Simplicidade operacional;

- Custos de implantação e operação;
- Concentração de sólidos na torta; e
- Disponibilidade de área para a disposição final do lodo.

O lodo produzido no Reator UASB, no Filtro Biológico e no Decantador Secundário será encaminhado para os leitos de secagem, onde ocorrerá a desidratação do lodo, e o posterior encaminhamento desta torta de lodo desidratado para o Aterro Sanitário de Itabirito, localizado na BR 356, a 5 km do centro urbano de Itabirito.

4.7.1.2. Material Utilizado para a Construção das Unidades de Tratamento em Concreto Armado – Opção 01

A opção a ser utilizada para a construção destas unidades é o concreto armado, seguindo as diretrizes da Norma ABNT NBR 6118/2003, que permitem considerar a plasticidade do material aço na transmissão dos esforços e cargas atuantes nas estruturas, levando em consideração a rigidez do conjunto das paredes externas e paredes internas das unidades de tratamento dos efluentes, absorvendo o momento fletor, como um único bloco antes de transmitir as cargas para a fundação, reduzindo desta forma, o valor deste momento fletor transmitido.

Para o controle de fissuração quanto à aceitabilidade sensorial, é previsto o mínimo de cobertura entre as armaduras de aço, conforme a agressividade do ambiente. A agressividade do ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto.

Nos projetos das estruturas, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com o apresentado no Quadro 4.8 e pode ser avaliada, simplificada, segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes. As unidades de tratamento possuem as suas estruturas enquadradas na Classe de Agressividade Ambiental III, agressividade forte e risco de deterioração grande.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 122
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

Quadro 4.8 - Classes de agressividade ambiental.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1), 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1), 2)}	
IV	Muito forte	Industrial ^{1), 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

¹⁾ Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

²⁾ Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

³⁾ Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: Norma ABNT NBR 6118/2003.

Atendidas as demais condições estabelecidas, a durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto e do cobrimento das armaduras. No Quadro 4.9, apresentam-se as classes de agressividade previstas em norma. Neste caso, a Classe de Agressividade III, em estrutura de Concreto Armado – CA, e a Classe de Concreto > C30.

Quadro 4.9 - Correspondência entre Classe de agressividade e Qualidade do Concreto.

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

NOTAS

1 O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

2 CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

3 CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: Norma ABNT NBR 6118:03.

Para atender aos requisitos estabelecidos na Norma, o cobrimento mínimo da armadura é o menor valor que deve ser respeitado ao longo de toda a Estrutura considerada e que se constitui num critério de aceitação. Para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}) o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Quadro 4.10, para $\Delta c = 10$ mm. Nas obras correntes o valor de Δc deve ser maior ou igual a 10 mm. Quando houver um adequado controle de qualidade e rígidos limites de tolerância da variabilidade das medidas durante a execução pode ser adotado o valor $\Delta c = 5$ mm, mas a exigência de controle rigoroso deve ser explicitada nos desenhos de projeto. Permite-se, então, a redução dos cobrimentos nominais prescritos no Quadro 4.10 em 5 mm. Os cobrimentos nominais e mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo.

As Diretrizes da Especificação Técnica para os projetos das unidades modulares de concreto se enquadra à Classe de Agressividade Ambiental IV, com as seguintes descrições:

- O Aço CA 50A e CA 60B com Diâmetros entre 5.0 e 16.0 mm, especificados em detalhes no projeto estrutural;
- Concreto com Peso Específico de 2.500 Kgf/m³, Fck = 30 Mpa;
- Cimento resistente a Sulfato;
- Cobrimentos das armaduras nas Paredes, Vigas e Cortinas = 5,0 cm;
- Cobrimentos das armaduras nas Lajes = 4,5 cm; e
- Cobrimentos das armaduras nas Sapatas = 10,0 cm.

Quadro 4.10 - Correspondência entre Classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10\text{mm}$.

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ³⁾
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ²⁾	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido ¹⁾	Todos	30	35	45	55

¹⁾ Cobrimento nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão.

²⁾ Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

³⁾ Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: Norma ABNT NBR 6118/2003.

4.7.2. Unidade de ETE Pré-fabricada – Opção 2

O projeto da estação de tratamento de esgoto pré-fabricada deve atender às exigências do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão ligado ao Ministério do Meio Ambiente. Também devem atender às normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como a NBR N° 7.229/1993 – Projeto, Construção e Operação de Tanques Sépticos e a NBR N° 13.969/1997 – Tanques Sépticos: Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos.

Em geral, várias tecnologias podem ser associadas dentro de uma ETE Pré-fabricada compacta, entre elas, processos anaeróbios, aeróbios, reatores e decantadores secundários e lamelares. Em uma sequência padrão, o efluente dentro da Estação de Tratamento de Esgotos é conduzido por uma estação elevatória para a ETE Pré-fabricada. Em seguida, dentro da ETE, o efluente passa pelo Reator, Filtro Biológico e tratamento de lodo. A partir desse ponto, o efluente tratado segue para um corpo hídrico receptor.

O sistema de controle e operação pode ser adaptado à disponibilidade de instalações nos empreendimentos, considerando desde a automação simples até um sistema de armazenamento e envio de dados por telemetria para monitoramento remoto.

No dimensionamento do sistema são considerados, dentre outros, os seguintes aspectos:

- Caracterização da origem do esgoto gerado e sua vazão diária;
- Definição do destino final do efluente tratado;
- Dimensionamento do sistema com a identificação de pico de vazão horária;
- Área de implantação e local de acesso;
- Perfil hidráulico da rede de esgoto de coleta unificada do efluente dentro da Estação de Tratamento de Esgotos da sede urbana de Itabirito.

4.7.2.1. Material Utilizado para a Construção da ETE Pré-fabricada – Opção 2

Execução da Estação Pré-fabricada

No mercado Nacional e Internacional existem várias opções de materiais que são utilizados para a fabricação das ETEs Pré-fabricadas. Com base na experiência de seus projetistas a DHF Consultoria recomenda a utilização do aço inoxidável para o sistema de tratamento de esgoto de da sede de Itabirito.

A ETE é executada inteiramente em aço inoxidável, sendo os tanques construídos com chapas de aço inox AISI 304, estas chapas são unidas por parafusos em aço inox AISI 304 de alta resistência mecânica e a corrosão. Apresenta em sua estrutura tubulações de entrada e saída de efluente. Os equipamentos eletromecânicos como bombas e aeradores também são executados inteiramente em aço inox. Atende vazões a partir de 2 L/s até + 200 L/s, em sistema modulado.

O transporte, o posicionamento e a instalação do sistema também são de responsabilidade do fabricante ou de seus prepostos credenciados. Estes procedimentos são realizados após o término das obras de infraestrutura, como por

exemplo, fundações para apoio dos reservatórios, casa de máquinas e alimentação elétrica, conforme o dimensionamento e as especificações fornecidas pelo departamento de engenharia e instalação da fabricante. A área de instalação varia de acordo com o sistema (ETE), e a vazão de esgoto a ser tratado.

Outra recomendação é o controle de qualidade, por meio de:

- Ensaio de recebimento para análise de conformidade de matérias-primas;
- Certificados de procedência de matérias-primas;
- Controle de procedência e recebimento de materiais de terceiros;
- Controle dimensional, entre outros.

Controle da qualidade

As referências normativas adotadas para o sistema são as seguintes:

- ABNT NBR Nº 7229/1993 Versão Corrigida: 1997 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos;
- ABNT NBR Nº 13969/1997 - Tanques Sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, Construção e operação;
- ABNT NBR Nº 12209/2011 - Elaboração de Projetos Hidráulico-Sanitários de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários.

Durante o processo, o controle da qualidade engloba os seguintes aspectos:

- Ensaio de recebimento para análise de conformidade de matérias-primas;
- Certificados de procedência de matérias-primas;
- Controle de procedência e recebimento de materiais de terceiros;
- Inspeção visual conforme a ASTM D-2563;
- Controle dimensional, que consiste na verificação das principais dimensões e da localização dos acessórios internos e externos; e
- Medição de espessura.

Avaliações Técnicas

O fabricante oferece garantia de desempenho, ou seja, o efluente tratado apresenta eficiência na remoção de matéria orgânica (compostos poluidores), e índice de pureza que possibilita o reuso para fins que exijam qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, ou seu retorno sem riscos ao meio ambiente e aos usuários.

De acordo com a fabricante, o tanque que compõe o sistema pré-fabricado de tratamento de esgoto sanitário possui dez anos de garantia. Para os equipamentos eletromecânicos, a garantia é de um ano. Em ambos os casos, a garantia é contada a partir da entrega do produto ao cliente e abrange partes, peças e componentes que, por defeito de fabricação, construção ou montagem, impeçam o funcionamento do sistema.

O fabricante orienta sobre os principais cuidados e a operação do sistema instalado, e realiza treinamento operacional para os clientes. Entre os serviços prestados, estão ajustes diversos no equipamento e verificação da necessidade de remoção do lodo.

A fabricante informa que o cliente pode solicitar uma análise laboratorial à equipe técnica da empresa, que terá a incumbência de fazer coleta, conservação e encaminhamento da amostra para laboratórios responsáveis pela análise físico-química e emissão do laudo sobre os parâmetros analisados.

4.7.3. Orçamento

Neste capítulo é apresentado um resumo dos orçamentos que serviram como norteadores para a análise da melhor opção a ser adotada, a saber, unidades modulares de Concreto Armado ou ETE Pré-fabricada de Aço Inox.

Para verificar a viabilidade econômica das duas opções indicadas tecnicamente, foi necessário a coleta de preços conforme planilha do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) de Minas Gerais, planilha da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e preços de MERCADO-MG, sendo tais informações utilizadas para elaboração das planilhas orçamentárias apresentadas a seguir. As referências de datas foram de janeiro de 2017.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 128
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

4.7.3.1. Orçamento ETE de Concreto

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
PLANILHA DE ORÇAMENTO							
UTE:							
SERVIÇO:		ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
MUNICÍPIO:		ITABIRITO					
LOCALIDADE:		ITABIRITO - SEDE					
REFERÊNCIA DO ORÇAMENTO:		SINAPI JANEIRO 2017 (NÃO DESONERADO)					
SERVIÇOS PRELIMINARES							
		1	OBRA	S U B - T O T A L		44.450,48	
SINAPI	4813	1.1	PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUÇÃO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZADA *N. 22", DE *2,0 X 1,125* M	M²	2,25	240,00	540,00
SINAPI	73805/001	1.2	BARRAÇÃO DE OBRA PARA ALOJAMENTO/ESCRITÓRIO, PISO EM PINHO 3A, PAREDES EM COMPENSADO 10MM, COBERTURA EM TELHA AMIANTO 6MM, INCLUSIVE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ESQUADRIAS	UN	1,00	36.322,00	36.322,00
SINAPI	41598	1.3	ENTRADA PROVISÓRIA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA TRIFÁSICA	UN	1,00	1.092,49	1.092,49
COPASA	65001718	1.4	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS P/ CANTEIRO DE OBRAS	UN	1,00	5.959,83	5.959,83
SINAPI	73822/2	1.5	LIMPEZA DO TERRENO - DESMATAMENTO E LIMPEZA MECÂNICA	M²	1.117,00	0,48	536,16
ETE - CONCRETO							
		2	SERVIÇOS	S U B - T O T A L		8.261.578,98	
		2.1	DECANTADOR SECUNDÁRIO	UN	2,00	632.423,77	1.264.847,55
SINAPI	74077/3	2.1.1	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS	M²	2.130,00	5,08	10.820,40
SINAPI	73965/9	2.1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA EM LODO, ATÉ 1,5M, EXCLUINDO ESGOTAMENTO/ESCORAMENTO.	M³	319,15	132,10	42.159,72
SINAPI	72917	2.1.3	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 2,01 ATÉ 4,00 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZAÇÃO DE ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	M³	744,68	11,05	8.228,71
SINAPI	74005/2	2.1.4	COMPACTAÇÃO MECÂNICA C/ CONTROLE DO GC >= 95% DO PN (ÁREAS) (C/MONIVELADORA 140 HP E ROLO COMPRESSOR VIBRATORIO 80 HP	M²	251,45	4,61	1.159,18
SINAPI	5651	2.1.5	FORMA PLANA PARA CONCRETO	M²	1.195,14	34,15	40.814,03
COPASA	65000251	2.1.6	DESFORMA DE ESTRUTURAS, ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M	M²	1.195,14	14,11	16.863,43
SINAPI	94968	2.1.7	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L.	M³	50,87	223,81	11.385,21
SINAPI	11145	2.1.8	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=35MPA, INCLUSIVE COLOCAÇÃO, ESPALHAMENTO E ACABAMENTO.	M³	535,66	294,01	157.489,40
SINAPI	74157/4	2.1.9	LANÇAMENTO OU BOMBEAMENTO E ADENSAMENTO DE CONCRETO-ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M	M³	586,63	90,54	53.113,48
SINAPI	34460	2.1.10	ARMADURA DE AÇO CA 60, DOBRADO E CORTADO	KG	59.961,92	4,18	250.640,83
SINAPI	73872/1	2.1.11	PINTURA IMPERMEABILIZANTE COM TINTA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO, UMA DEMAO	M²	815,24	25,78	21.016,89
SINAPI	74245/1	2.1.12	PINTURA LATEX ACRILICA AMBIENTES INTERNOS/EXTERNOS, DUAS DEMAOS	M²	1.580,92	11,38	17.990,87
SINAPI	94963	2.1.13	CONCRETO ARMADO FCK = 15 MPA, PREPARO C/ BETONEIRA, INCLUI LANÇAMENTO (ESCADA DE ACESSO AO QUEIMADOR)	M³	3,00	247,21	741,63
		2.2	FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR	UN	2,00	1.163.450,05	2.326.900,10
SINAPI	74077/3	2.2.1	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS	M²	1.484,00	5,08	7.538,72
SINAPI	73965/9	2.2.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA EM LODO, ATÉ 1,5M, EXCLUINDO ESGOTAMENTO/ESCORAMENTO.	M³	1.030,92	132,10	136.184,53
SINAPI	72917	2.2.3	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 2,01 ATÉ 4,00 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZAÇÃO DE ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	M³	2.405,49	11,05	26.580,68
SINAPI	74005/2	2.2.4	COMPACTAÇÃO MECÂNICA C/ CONTROLE DO GC >= 95% DO PN (ÁREAS) (C/MONIVELADORA 140 HP E ROLO COMPRESSOR VIBRATORIO 80 HP	M²	372,28	4,61	1.716,21
SINAPI	5651	2.2.5	FORMA PLANA PARA CONCRETO	M²	2.754,19	34,15	94.055,59
COPASA	65000251	2.2.6	DESFORMA DE ESTRUTURAS, ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M	M²	2.754,19	14,11	38.861,62
SINAPI	94968	2.2.7	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L.	M³	69,24	223,81	15.496,60
SINAPI	11145	2.2.8	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=35MPA, INCLUSIVE COLOCAÇÃO, ESPALHAMENTO E ACABAMENTO.	M³	818,36	294,01	240.606,02
SINAPI	74157/4	2.2.9	LANÇAMENTO OU BOMBEAMENTO E ADENSAMENTO DE CONCRETO-ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M	M³	887,60	90,54	80.363,30
SINAPI	34441	2.2.10	ARMADURA DE AÇO CA 50, DOBRADO E CORTADO	KG	91.706,16	3,76	344.815,16
SINAPI	73872/1	2.2.11	PINTURA IMPERMEABILIZANTE COM TINTA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO, UMA DEMAO	M²	2.524,05	25,78	65.070,01
SINAPI	6514	2.2.12	FORNECIMENTO E LANÇAMENTO DE BRITA N. 4	M³	1.017,36	83,64	85.091,99
SINAPI	74245/1	2.2.13	PINTURA LATEX ACRILICA AMBIENTES INTERNOS/EXTERNOS, DUAS DEMAOS	M²	2.378,70	11,38	27.069,61

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 3 (P3) - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – UTE NASCENTES (MUNICÍPIO DE ITABIRITO - SEDE)

		2.3	REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE	UN	4,00	1.167.457,83	4.669.831,33
SINAPI	74077/3	2.3.1	LOCALIZAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS	M²	881,50	5,08	4.478,02
SINAPI	73965/9	2.3.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA EM LODO, ATÉ 1,5M, EXCLUINDO ESGOTAMENTO/ESCORAMENTO.	M³	396,00	132,10	52.311,60
SINAPI	72917	2.3.3	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 2,01 ATÉ 4,00 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZAÇÃO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA	M³	4.401,00	11,05	48.631,05
SINAPI	74005/2	2.3.4	COMPACTAÇÃO MECÂNICA C/ CONTROLE DO GC >= 95% DO PN (ÁREAS) (C/MONIVELADORA 140 HP E ROLO COMPRESSOR VIBRATORIO 80 HP	M³	1.396,30	4,61	6.436,94
SINAPI	5651	2.3.5	FORMA PLANA PARA CONCRETO	M²	3.892,40	34,15	132.925,46
COPASA	65000251	2.3.6	DESFORMA DE ESTRUTURAS, ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M	M²	3.892,40	14,11	54.921,76
COPASA	65000237	2.3.7	CIMBRAMENTO DE MADEIRA	M³	3.593,70	19,34	69.502,16
SINAPI	94968	2.3.8	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L.	M³	54,45	223,81	12.186,45
SINAPI	11145	2.3.9	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=35MPA, INCLUSIVE COLOCAÇÃO, ESPALHAMENTO E ACABAMENTO.	M³	822,18	294,01	241.729,14
SINAPI	74157/4	2.3.10	LANÇAMENTO OU BOMBEAMENTO E ADENSAMENTO DE CONCRETO-ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1.50 M	M³	876,63	90,54	79.370,08
SINAPI	34441	2.3.11	ARMADURA DE AÇO CA 50, DOBRADO E CORTADO	KG	90.761,60	3,76	341.263,62
SINAPI	34460	2.3.12	ARMADURA DE AÇO CA 60, DOBRADO E CORTADO	KG	7.900,00	4,18	33.022,00
SINAPI	73872/1	2.3.13	PINTURA IMPERMEABILIZANTE COM TINTA A BASE DE RESINA EPOXI ALCATRAO, UMA DEMAOS	M²	2.881,46	25,78	74.284,04
SINAPI	74245/1	2.3.14	PINTURA LATEX ACRILICA AMBIENTES INTERNOS/EXTERNOS, DUAS DEMAOS	M²	1.440,73	11,38	16.395,51
LEITO DE SECAGEM							
		3	SERVIÇOS	S U B - T O T A L			26.256,81
				x16 LEITOS DE SECAGEM			420.108,96
SINAPI	73992/1	3.1	LOCAÇÃO DE ESTRUTURAS (GABARITO/TABEIRA) - OBRAS	M²	109,00	10,08	1.098,72
SINAPI	72915	3.2	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATÉ 1.50 M	M³	12,00	9,67	116,04
SINAPI	94097	3.3	ACERTO E VERIFICAÇÃO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M²	8,00	4,21	33,68
SINAPI	73964/6	3.4	ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDAÇÃO, C/ AVALIAÇÃO VISUAL DA COMPACTAÇÃO	M³	54,00	39,62	2.139,48
SINAPI	94968	3.5	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L.	M³	4,90	223,81	1.096,67
SINAPI	5651	3.6	FORMA PLANA PARA CONCRETO	M²	8,40	34,15	286,86
COPASA	65000251	3.7	DESFORMA DE ESTRUTURAS, ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M	M²	8,40	14,11	118,54
SINAPI	34441	3.8	ARMADURA DE AÇO CA 50, DOBRADO E CORTADO	KG	1.418,00	3,76	5.331,68
SINAPI	34460	3.9	ARMADURA DE AÇO CA 60, DOBRADO E CORTADO	KG	158,00	4,18	660,44
SINAPI	38409	3.10	CONCRETO ESTRUTURAL (FCK = 30 MPA) - PREPARO EM BETONEIRA	M³	20,00	330,43	6.608,60
SINAPI	74157/4	3.11	LANÇAMENTO OU BOMBEAMENTO E ADENSAMENTO DE CONCRETO-ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1.50 M	M³	20,00	90,54	1.810,80
SINAPI	90733	3.12	ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXÕES PVC JE DN 100	M	14,00	2,17	30,38
SINAPI	72131	3.13	ALVENARIA EM TIJOLOS MACIÇOS REQUEIMADOS (20 X 10 X 5,5 CM) E = 20 CM	M2	62,00	105,82	6.560,84
SINAPI	87878	3.14	CHAPISCADO COMUM, COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA	M²	123,00	2,96	364,08
TOTAL SEM BDI							8.726.138,42
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							2.268.795,99
TOTAL COM BDI							10.994.934,41

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 130
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

4.7.3.2. Orçamento ETE Pré-fabricada

ORÇAM. REFERÊNCIA		ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)	
PADRÃO	CÓD					UNITÁRIO	TOTAL
PLANILHA DE ORÇAMENTO							
UTE:							
SERVIÇO:		ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
MUNICÍPIO:		ITABIRITO					
LOCALIDADE:		ITABIRITO - SEDE					
REFERÊNCIA DO ORÇAMENTO: SINAPI JANEIRO 2017 (NÃO DESONERADO)							
SERVIÇOS PRELIMINARES							
		1	OBRA	S U B - T O T A L			44.450,48
SINAPI	4813	1.1	PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUCAO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZADA *N. 22", DE *2,0 X 1,125* M	M²	2,25	240,00	540,00
SINAPI	73805/001	1.2	BARRACAO DE OBRA PARA ALOJAMENTO/ESCRITORIO, PISO EM PINHO 3A, PAREDES EM COMPENSADO 10MM, COBERTURA EM TELHA AMIANTO 6MM, INCLUSO INSTALACOES ELETRICAS E ESQUADRIAS	UN	1,00	36.322,00	36.322,00
SINAPI	41598	1.3	ENTRADA PROVISORIA DE ENERGIA ELETRICA AEREA TRIFASICA	UN	1,00	1.092,49	1.092,49
COPASA	65001718	1.4	INSTALACOES ELETRICAS P/ CANTEIRO DE OBRAS	UN	1,00	5.959,83	5.959,83
SINAPI	73822/2	1.5	LIMPEZA DO TERRENO - DESMATAMENTO E LIMPEZA MECÂNICA	M²	1.117,00	0,48	536,16
ETE - PRÉ FABRICADA							
		2	SERVIÇOS	S U B - T O T A L			15.038.067,40
SINAPI	73992/1	2.1	LOCAÇÃO DE ESTRUTURAS (GABARITO/TABEIRA) - OBRAS	M²	200,00	10,08	2.016,00
SINAPI	94968	2.2	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L.	M³	40,00	223,81	8.952,40
SINAPI	34460	2.3	ARMADURA DE AÇO CA 60, DOBRADO E CORTADO	KG	1.740,00	4,18	7.273,20
SINAPI	38409	2.4	CONCRETO ESTRUTURAL (FCK = 30 MPA) - PREPARO EM BETONEIRA	M³	60,00	330,43	19.825,80
MERCADO	ALA	2.5	ETE COM A CAPACIDADE DE 100l/s, PRÉ-FABRICADA EM AÇO INÓX	UN	1,00	15.000.000,00	15.000.000,00
SERVIÇOS COMPLEMENTARES							
		3	SERVIÇOS	S U B - T O T A L			105.260,09
COPASA	70302001	3.1	ESTRADAS DE ACESSO INCLUINDO ENCASCALHAMENTO DE PISTA	M	150,00	31,21	4.681,80
COPASA	70323023	3.2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA ETE, COMPREENDENDO: INSTALAÇÃO DE FORÇA, CONTROLE, ILUMINAÇÃO, SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, INCLUSIVE FORNECIMENTO DE TODOS OS MATERIAIS E MÃO-DE-OBRA NECESSÁRIOS	UN	1,00	20.240,00	20.240,00
SINAPI	85172	3.3	ALAMBRADO EM MOUROES DE CONCRETO "T", ALTURA LIVRE 2M, ESPACADOS A CADA 2M, COM TELA DE ARAME GALVANIZADO, FIO 14 BWG E MALHA QUADRADA 5X5CM	M	144,00	86,75	12.492,00
SINAPI	85189	3.4	PORTAO EM TUBO DE AÇO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 4,0X1,2M, INCLUSIVE CADEADO	UN	2,00	1.110,44	2.220,88
SINAPI	74236/1	3.5	PLANTIO DE GRAMA BATATAIS EM PLACAS - URBANIZAÇÃO.	M²	144,00	9,45	1.360,80
SINAPI	83344	3.6	ESPALHAMENTOS DE SOLO EMBOTA FORA	M²	525,00	0,97	509,25
SINAPI	10541	3.7	CANALETAS DE CONCRETO, DIÂMETRO = 300 MM	M	144,00	26,09	3.756,96
SINAPI	5651	3.8	FORMA EM TÁBUA P/ ESTRUTURAS	M²	1.117,00	34,15	38.145,55
COPASA	65000251	3.9	DESFORMAS DE ESTRUTURAS, ALTURA OU PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M	M²	1.117,00	14,11	15.760,87
SINAPI	73710	3.10	CALÇAMENTO EM BRITA, E = 5 CM	M²	30,00	86,69	2.600,70
SINAPI	84863	3.11	GUARDA CORPO C/ CORRIMÃO, TUBO AÇO GALVANIZADO, DIÂMETRO = 3/4"	M	36,00	96,98	3.491,28
TOTAL SEM BDI							15.187.777,97
BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)							3.948.822,27
TOTAL COM BDI							19.136.600,24

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

4.7.4. Definição da melhor opção para a sede de Itabirito

Na comparação anterior foram analisados os principais tipos de materiais a serem utilizados na construção destas unidades que farão parte da ETE proposta. Consideraram-se os gastos com investimentos na ampliação das Unidades de Tratamento que pertencerão à Estação de Tratamento de Esgotos proposta para o a sede de Itabirito, assim como outras partes integrantes do SES, como por exemplo, a rede coletora de esgotos, pavimentação, mobilização, dentre outros, incorporadas ao sistema de esgotamento sanitário existente na sede urbana de Itabirito.

Tendo em vista que quaisquer dos materiais utilizados permitirão a eficiência ao nível de tratamento para o qual a ETE foi projetada a melhor opção é aquela que apresentou o menor custo. No Quadro 4.11 apresentam-se os preços para implantação de cada uma das alternativas.

Quadro 4.11 – Resumo orçamentário das opções técnicas.

OPÇÕES	MODELO	PREÇO (R\$)
1	Unidades de Concreto Armado	10.994.934,41
2	ETE Pré-fabricada	19.136.600,24

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Conforme já mencionado, tecnicamente, ambos os modelos com os diferentes materiais adotados atendem as exigências requeridas em meio agressivo para o tratamento do esgoto doméstico. Neste caso a opção econômica, será a norteadora para a escolha do melhor material a ser utilizado nas unidades de tratamento, objetivando a ampliação da capacidade de tratamento da Estação de Tratamento de Esgotos da sede urbana de Itabirito. Portanto, a Opção 01, com as Unidades de Tratamento em Concreto Armado se configura como a melhor solução.

Convém expor, que a conclusão deste estudo de concepção e viabilidade técnico-econômica independe da inserção nos orçamentos elaborados dos custos com a infraestrutura, urbanização, ligações domiciliares, calçamento das vias de acesso de veículos e pedestres, dentre outros, uma vez que estas despesas serão comuns as duas opções estudadas.

4.7.5. Resumo e Análise das Melhorias Propostas na ETE Existente

Conforme discutido anteriormente a melhor alternativa para execução da segunda etapa da ETE de Itabirito é executá-la com características técnicas semelhantes a estrutura já existente, ou seja, de maneira geral, em estrutura convencional de concreto armado. Entretanto, há de se observar as melhorias propostas no sistema existente para que estas sejam também introduzidas, sempre que possível, as novas obras que virão a ser implantadas.

Nesse sentido, neste capítulo, reapresenta-se de maneira resumida as principais melhorias que foram indicadas no capítulo 4.4, assim como as suas estimativas orçamentárias iniciais, conforme Quadro 4.12.

Quadro 4.12 – Resumo orçamentário das opções técnicas para melhoria da ETE existente.

UNIDADE INSERIDA PARA MELHORIA	ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA (R\$)
Tratamento Preliminar com Rastelo	1.586.233,24
Tanque de Equalização	2.120.560,00
Modificação do Material das Grades e Passarelas (metálicas por pultrudado)	***
Sistema de Desinfecção de Patógenos	470.666,93
Sistema de Secagem de Lodo Mecanizado	527.485,24
TOTAL	4.704.945,41

* Nota: Orçamento será apresentado no projeto básico para a segunda etapa, pois não foi obtido preço de referência em experiências pregressas. Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Tendo em vista que a área para a implantação da segunda etapa da ETE já está definida é preciso tecer alguns comentários a respeito da adaptação e/ou utilização das unidades supramencionadas seja no que diz respeito a readequação das unidades existentes ou ainda na implantação das novas unidades, conforme detalha-se a seguir:

TRATAMENTO PRELIMINAR COM RASTELO: Na visita técnica a ETE pôde-se perceber que é totalmente possível realizar essa melhoria sugerida sem necessitar de obras consideráveis para realização da adaptação do sistema com rastelo ao existente, pois trata-se basicamente da mecanização com a inserção do rastelo.

TANQUE DE EQUALIZAÇÃO: O tanque de equalização proposto é uma unidade que está localizada a jusante da estrutura do tratamento preliminar. Desse modo será

preciso que o SAAE Itabirito defina e obtenha uma área específica para a implantação desta unidade uma vez que na área da planta da ETE, tendo em vista suas dimensões, não será possível sua implantação. Diante disto será necessário redirecionar as instalações hidráulicas de saída da estrutura do tratamento preliminar para o tanque e ainda projetar tubulações que conduzam os esgotos de volta aos reatores. Cabe destacar, assim, que os custos apresentados são apenas para a construção do tanque de equalização sendo necessário na fase de projeto executivo a elaboração do orçamento e traçado definitivo, após a definição do SAAE Itabirito da localização desta unidade, verificando-se a sua viabilidade, tendo em vista as variáveis supramencionadas.

Modificação do Material das Grades e Passarelas (metálicas por pultrudado): Esta proposição de intervenção para melhoria da ETE existente deverá ser detalhada em nível de projeto executivo. Entretanto, suas características técnicas foram demonstradas devido ao interesse do SAAE de Itabirito de usar tal tecnologia para as áreas a serem implantadas na segunda etapa da ETE. Nesse sentido, o Projeto Básico irá propor que as grades e passarelas das áreas de acesso e convívio da segunda etapa da ETE seja em pultrudado, mas a substituição de toda essa estrutura da área existente precisará ser foco de um projeto executivo específico.

Sistema de Desinfecção de Patógenos: Tal unidade será projetada para receber os esgotos tratados a nível secundário de toda a ETE, ou seja, vazão de final de plano. Tendo em vista suas pequenas dimensões frente aos seus benefícios será possível fazer sua alocação dentro da área da planta da ETE, conforme verificado na visita técnica e nas plantas do projeto executivo da primeira etapa da ETE.

Sistema de Secagem de Lodo Mecanizado: Tendo em vista os custos envolvidos com a obra e o impacto das mesmas no funcionamento da ETE a Equipe Técnica da DHF Consultoria propõe que o Sistema de Lodo Mecanizado seja adotado apenas para a segunda etapa da ETE. Nesse sentido, a ETE de Itabirito contará com um sistema híbrido de secagem de lodo e o dimensionamento da nova unidade mecanizada será projetada para a vazão da segunda etapa da ETE.

Diante do exposto, percebe-se que é sim possível efetuar melhorias na ETE existente e tais possibilidades foram avaliadas e propostas levando-se em consideração o que foi requerido pelo SAAE Itabirito na audiência pública realizada e nas reuniões específicas realizadas para tal fim. No entanto, a maioria das ações têm seu escopo relacionado a execução de projeto executivo e não básico. De todo modo não é demais alertar que tais obras precisam ser muito bem planejadas uma vez que a ETE de Itabirito se encontra em pleno funcionamento e que sua paralisação pode trazer transtornos significativos resultando, em última análise, no lançamento do esgoto no rio Itabirito sem o tratamento adequado.

5. OFICINA PARTICIPATIVA PARA CONSOLIDAÇÃO DA PROPOSTA DO PROJETO

Este item tem como objetivo apresentar os resultados das oficinas participativas que compõem o Relatório Técnico Preliminar, a realização das oficinas participativas foi prevista pelo Termo de Referência que rege este contrato, portanto o resultado alcançado nos eventos é apresentado neste produto, bem como a descrição da metodologia utilizada durante as reuniões, interpretação e análise dos questionários aplicados aos participantes.

O saneamento deve ser entendido como um direito social, devido a sua importância para vida humana e proteção ambiental, nesse sentido, a participação da população nos eventos relacionados a este tema, é de suma importância para formação de agentes ambientais, que correspondem aos atores sociais que, por sua vez atuarão como agentes multiplicadores, promovendo ações educativas, exercendo o controle social e acompanhando todas as atividades relacionadas aos sistemas de saneamento.

A política Nacional de Saneamento Básico, instituída pela Lei Federal 11.445/2007, ressalta sobre a importância da participação da população, exercida através do controle social, sendo assim, torna-se imprescindível o desenvolvimento de metodologias que estimulem a participação da comunidade em todas as ações relacionadas ao saneamento básico (BRASIL, 2007).

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 135
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

As técnicas utilizadas nestes eventos foram planejadas e aplicadas de forma que a responsabilidade pelo sucesso das mesmas fosse compartilhada por todos os envolvidos, possibilitando de forma democrática a construção do diálogo e envolvimento dos participantes presentes nas oficinas.

Apesar das reuniões realizadas pela equipe técnica ter seus objetivos definidos, sendo ele a apresentação do Relatório Técnico Preliminar e aplicação da oficina participativa, durante a condução das oficinas foi permitido à população expor seu ponto de vista em relação às discussões que envolvem o serviço de saneamento nas localidades beneficiadas ou não, de forma a buscar as seguintes relações: 1) Identificação dos conhecimentos sobre a região como estratégia de estimular a formação de novos valores na comunidade; 2) Apresentar a população, prestadores de serviço e demandantes as possíveis alternativas de implantação dos sistemas de saneamento nas localidades beneficiadas; 3) Estabelecer vínculos com os setores da administração municipal com os envolvidos no evento, fortalecendo os diálogos entre o poder público municipal, estadual e sociedade civil organizada.

Neste segundo momento participativo, uma vez que na fase do Diagnóstico também houve audiências, foram realizados 12 eventos onde foi possível receber as contribuições dos *stakeholders* a respeito das soluções apontadas pela DHF Consultoria, conforme informações apresentadas no Quadro 5.1.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 136
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

Quadro 5.1 – Calendário das oficinas realizadas durante a elaboração do P3.

UTE	DATA	HORÁRIO	LOCAL
Ribeirão da Mata	29/03/2017	13:30	Parque do Sumidouro/Lagoa Santa
Águas do Gandarela	11/04/2017	09:00	Secretaria de Segurança Pública/Rio Acima
Rio Taquaraçu e Poderoso Vermelho	18/04/2017	09:00	Salão São Vicente de Paula/Taquaraçu de Minas
Nascentes		18:30	Associação Comunitária do Distrito de Acuruí/ Itabirito
Picão Bicudo	20/04/2017	09:00	Casa da Dona Maria/Buriti Velho
		16:00	Associação Comunitária de Jacarandá/ Corinto
Caeté/Sabará	24/04/2017	16:00	Frigo Carneiro/Penedia
		19:00	Praça Matriz, Sede da Banda/ Morro Vermelho
Rio Itabirito	27/04/2017	09:00	Parque Ecológico de Itabirito
Jabó/Baldim	04/05/2017	10:00	Câmara Municipal dos Vereadores de Baldim
	11/05/2017	15:00	Associação dos Moradores do Distrito de São José do Almeida
Jequitibá	16/05/2017	09:00	Centro Universitário de Sete Lagoas

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A participação da sociedade nas Oficinas de Diagnóstico Rápido Participativo teve como objetivo informar e apresentar a população as possíveis alternativas de implantação, custos e funcionamento dos sistemas de saneamento contemplado em cada região beneficiada (Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem urbana e Manejo das Águas Pluviais).

5.1. Mobilização Social

A Mobilização Social durante o processo de elaboração dos projetos de saneamento possibilita ao munícipe uma aproximação das instâncias de decisão, reforçando que sua contribuição pode interferir no futuro de sua cidade. Portanto, participar destes momentos possibilita a troca de saberes, compartilhar visões, propor ações que busquem a melhoria de vida e possibilita estabelecer os instrumentos necessários para exercício da gestão compartilhada.

Além disso, a participação organizada da população nestes eventos é necessária para promover o envolvimento de todos, inclusive promover ampliação do conhecimento e troca de saberes em relação aos sistemas de saneamento, fazendo com que a população se aproprie do tema e colabore com sua opinião.

O processo de mobilização social, como estratégia de democratização de políticas públicas, tem como objetivo potencializar os espaços de construção coletiva de alternativas para o saneamento no Município. Para que se possam alcançar os objetivos se faz necessário à utilização das técnicas de comunicação, pois são ferramentas que estabelecem vínculos e relações entre pessoas, comunidades e sujeitos sociais e é por este viés que é possível coordenar ações no sentido de transformação da realidade.

Neste sentido, a Equipe de Mobilização Social da DHF Consultoria buscou aplicar as técnicas supramencionadas visando atingir os objetivos requeridos.

5.2. Ações de Divulgação das Oficinas

A equipe de mobilização social articulou junto aos coordenadores dos subcomitês envolvidos as melhores datas e locais para realização da oficina, bem como a identificação dos principais atores sociais que pudessem auxiliar na mobilização local, sendo assim, foram realizados 12 eventos, distribuídos nas 10 UTEs trabalhadas. Além disso, foi mantida constante interação com os mobilizadores do CBH Rio das Velhas o que foi fundamental para a necessária articulação com os demandantes, membros dos subcomitês e/ou lideranças comunitárias.

As estratégias de divulgação utilizadas neste segundo momento foram o envio de convites digitais e verbais, convite via torpedo SMS, contato por telefone a todas as listas de presença obtidas nos primeiros eventos (Diagnóstico), além de contar com a colaboração da divulgação pelos meios digitais do CBH Rio das Velhas, conforme ilustra-se na Figura 5.1 e Figura 5.2.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 138
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------



Figura 5.1 – Exemplo de Divulgação de reuniões realizada no site do CBH Velhas.
 Fonte: CBH Rio das Velhas, 2017.



Figura 5.2 – Convite digital enviado por mala direta (UTE Rio Itabirito).
 Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 139
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

5.3. Metodologia Aplicada

A metodologia estabelecida no Termo de Referência foi a de Diagnóstico Rápido Participativo (DRP), onde se optou por aplicar um questionário aos participantes de acordo com o sistema beneficiado em cada região e principalmente, identificar qual a melhor alternativa sugerida pela população como a mais viável para sua localidade e a percepção da população em relação à importância deste projeto para sua comunidade.

A oficina do DRP foi construída em duas etapas, sendo a primeira delas destinada à apresentação do Relatório Técnico Preliminar (Produto 3), realizado pela Equipe Técnica contratada, tendo como objetivo principal apresentar às possíveis alternativas de implantação dos sistemas de saneamento, bem como informar os custos de cada sistema, assim como capacitar os envolvidos sobre o funcionamento e manejo das estruturas selecionadas (Figura 5.3). No início da apresentação os participantes foram convidados a assinar a lista de presença e ao final de cada evento foi produzida uma Ata Simplificada, ambos os arquivos estão disponíveis em anexo.



Figura 5.3 – Público presente na apresentação dos estudos de concepção e viabilidade técnica (Produto 3) em Itabirito – UTE Rio Itabirito.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

O Segundo momento foi à abertura para dúvidas e questionamentos, seguido da aplicação do questionário, sendo este a ferramenta principal para coleta de informações em relação à relevância do projeto desenvolvido nas 10 Unidades UTEs da bacia hidrográfica do Rio das Velhas.

Com a finalidade de enriquecer as discussões durante a elaboração dos projetos de saneamento básico nos Municípios, optou-se em aplicar o questionário por meio individual de forma presencial. Sendo aplicado de forma coletiva nas localidades onde o grau de dificuldade de interpretação era considerado como um obstáculo ao preenchimento individual do questionário.

Diante disso, a discussão propiciou a ampliação do conhecimento dos participantes, capacitação em relação à manutenção de cada sistema e sobretudo, uma discussão coletiva sobre as alternativas definidas para o produto final referente ao sistema de esgotamento sanitário.

Buscando analisar a percepção dos beneficiários e da comunidade local, tendo em vista o caráter participativo necessário à elaboração do projeto de Saneamento Básico, o questionário aplicado no âmbito do esgotamento sanitário (escopo da UTE Itabirito) se compôs de 06 (seis) perguntas, sendo 4 (quatro) de múltipla escolha e 2 (duas) dissertativas conforme apresentado na Figura 5.4.

O questionário utilizado nas reuniões objetivou identificar a percepção da população beneficiada pelos projetos de saneamento básico de esgoto sanitário durante a apresentação das alternativas de implantação dos respectivos sistemas. Neste momento os participantes tiveram oportunidade de formalizar, através do preenchimento do questionário para levantamentos de dados, disponibilizado pela equipe técnica de mobilização social tornando-se um meio de enriquecimento e legitimação das informações coletadas em campo, apresentadas neste documento.

É importante destacar que para a aplicação dos questionários não foi realizado um plano amostral com base em um universo de respondentes que fosse representativo de toda a área da sede. Neste sentido a aplicação dos questionários possibilita indicar um olhar

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TII-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 141
-------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

mínimo principalmente através daqueles que participaram da Reunião Pública realizada durante a elaboração do Produto 3.

5.4. Resultado da Oficina da UTE Itabirito

Data da reunião: 27/04/2017 às 9h00min

Local: Parque Ecológico de Itabirito (Itabirito/MG)

A reunião pública destinada à apresentação das propostas de Saneamento realizada em Itabirito, contou com a participação de 15 pessoas, entre eles haviam, representantes do SAAE de Itabirito, conselheiros do SCBH Rio Itabirito, assessoria técnica da Agência Peixe Vivo, poder público municipal e sociedade civil organizada. No início do evento os participantes foram convidados a assinar a lista de presença (anexo) e após deu-se início a apresentação do trabalho conforme ilustrado na Figura 5.5. Ao final da abordagem técnica a metodologia utilizada nesta reunião foi planejada na expectativa de elaborar um diagnóstico rápido participativo, a partir da percepção dos participantes sobre a importância da elaboração do presente projeto e identificação da melhor alternativa de ampliação da Estação de Tratamento de Esgoto de Itabirito. Do total de presentes na reunião, 9 (nove) pessoas responderam ao questionário aplicado durante a oficina de DPR.



Figura 5.5 – Reunião Pública realizada pela DHF Consultoria em Itabirito.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A análise dos questionários aplicados encontra-se descrita a seguir, já a lista de presença coletada no evento e a ata simplificada encontram-se em Anexo.

RESULTADO DA OFICINA DE DIAGNÓSTICO RÁPIDO PARTICIPATIVO

1. Descreva de forma breve quais os possíveis pontos positivos e negativos do projeto de ampliação do sistema de Esgotamento Sanitário na localidade beneficiada?

Nesta questão, a maioria dos respondentes informou como ponto positivo a melhoria da eficiência do sistema de tratamento de efluentes, aumento da qualidade dos rios, adequação da estação de tratamento, preservação do meio ambiente e atendimento total a população de Itabirito em relação ao tratamento de esgoto. Já em relação aos pontos negativo foram citadas as seguintes críticas: falta de interação entre a DHF Consultoria e o SAAE de Itabirito, possíveis impactos ambientais caso a ETE não funcione adequadamente.

2. Quais iniciativas além deste projeto podem colaborar para melhorar o Sistema de Esgotamento Sanitário na região beneficiada?

Quando indagados sobre as possíveis ações que podem melhorar o sistema de esgotamento sanitário da região, as principais respostas dos participantes foram: conhecer as condições ambientais do Município, melhoria continuada da ETE atual, implementação do sistema de aproveitamento do gás, irrigação e tratamento do lodo gerado na estação, atividades de educação ambiental e conhecimento da população em relação ao sistema em funcionamento e otimização dos recursos tecnológicos.

3. Como você avalia a importância da elaboração deste projeto em seu Município?

Quando indagados sobre a importância da elaboração do referido projeto, 78% dos participantes informaram que consideram como ótimo e o restante como bom.

4. Com base nas alternativas de Esgotamento Sanitário mencionado pelos técnicos durante a apresentação, qual sistema você considera o mais viável para a(s) localidade(s) beneficiada(s)?

Oito participantes (78%) informaram que a alternativa mais viável corresponde a alternativa 3 somada a alternativa 4, sendo elas respectivamente, a opção do filtro

biológico somado ao reator UASB, nesta questão uma (22%) pessoa não soube informar sua escolha.

5. Você reside em alguma das localidades beneficiadas?

Nesta questão os respondentes tiveram a oportunidade de informar se residem na Sede de Itabirito. Da totalidade dos respondentes, 9 participantes (67%) informaram que residem em Itabirito e três pessoas (33%) informaram que não residem na localidade beneficiada, conforme ilustrado na Figura 5.6.

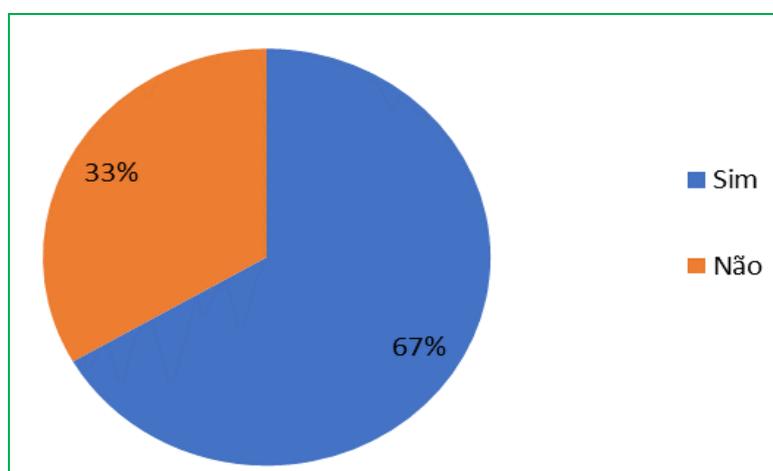


Figura 5.6 – Respostas dadas à pergunta nº 5.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

6. Caso você seja um dos beneficiários do projeto de saneamento responda:

A seguir as respostas indicadas.

(a) Em sua residência há instalações sanitárias (banheiro)?

As três pessoas informaram que possuem instalações sanitárias em sua residência.

(b) Existe separação do esgoto do banheiro (sanitário) e das águas cinzas (pia, chuveiro, cozinha) de sua casa? Explique brevemente.

Nesta questão, 3 (três) participantes informaram que existe a separação das águas provenientes do sanitário das águas cinzas, entretanto outras 6 (seis) pessoas informaram que não há separação dos esgotos. Segundo informação dos

representantes do SAAE, que responderam ao questionário, existe no Município apenas uma rede coletora municipal, sendo assim, não há uma rede separadora dos efluentes e sim da rede pluvial.

(c) Quantas pessoas residem em sua casa?

Em relação ao número de pessoas que residem na casa de cada beneficiário, as respostas dos 10 participantes que responderam esta questão foram as seguintes:

Participante I: 04 pessoa;

Participante II: 02 pessoas;

Participante III: 02 pessoas;

Participante IV: 03 pessoas;

Participante V: 04 pessoas;

Participante VI: 05 pessoas.

6. CONCLUSÃO

A seleção das alternativas mais adequadas para a realidade dos locais de projeto levou em conta tanto os aspectos técnicos quanto os econômicos, anteriormente apresentados.

Quanto à viabilidade técnica das alternativas, foram analisados seis sistemas de tratamento de efluentes para a ampliação da ETE de Itabirito: Sistema de Lagoas Anaeróbia e Lagoa Facultativa, Sistema de Lagoa Facultativa, o Sistema de Reator UASB, Filtro Biológico, Reator UASB seguido de Filtro Biológico e Lodo Ativado Convencional.

O Sistema, Reator UASB associado ao Filtro Biológico, requer pequena área resultando em uma instalação compacta e de baixo custo quando se avalia sua eficiência, sendo a opção de lagoas quando há a disponibilidade de grandes áreas. O Filtro Biológico pode promover uma importante remoção adicional de DBO_5 , de efluentes do reator UASB. A eficiência de remoção desses poluentes é maior, comparada à do Sistema de Lagoas. Outra vantagem do Sistema Reator UASB e Filtro, em relação ao Sistema de lagoas, é o menor volume de lodo desidratado a ser disposto, gerando uma economia no tratamento

e disposição final do lodo. Comparando ao Sistema de Lodo Ativado Convencional, em termos de eficiência na remoção de DBO_5 , remoção dos sólidos em suspensão, os sistemas de Reator UASB associado ao Filtro Biológico, são equiparados, porém economicamente a implantação, a manutenção e a operação do sistema de Lodo Ativado, é bem superior ao sistema de Reator UASB associado ao Filtro Biológico, tornando inviável o sistema de Lodo Ativado.

Em relação à verificação do material de construção das unidades de tratamento, as alternativas incluem as unidades de tratamento em concreto armado, ou a implantação de uma ETE Pré-fabricada em Aço Inox. As duas opções atendem em relação a variável técnica, tanto o aço Inox como o concreto armado, podem trabalhar em um meio agressivo, como o esgoto doméstico.

A escolha do material empregado nas unidades, foi direcionada neste caso, pelo fator econômico, como apresentado, optando pela unidade de concreto armado, interligando ao sistema de tratamento existente de esgotamento sanitário de Itabirito, contribuindo para a logística operacional, concentrando todas as unidades de tratamento em um só local.

Portanto, a alternativa técnica-econômica mais adequada para a ampliação do Sistema de Tratamento de Efluentes da sede urbana de Itabirito é aquele que conta com um sistema de tratamento de esgoto composto por Reator UASB associado ao Filtro Biológico de Alta Carga, unidades estas construídas em concreto armado, interligando as unidades de tratamento existentes da Estação de Tratamento da sede urbana de Itabirito.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT NBR 12209 – Projetos de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.

ABNT NBR 6118:2003 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento

ABNT NBR-9649/86 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário.

Andrade Neto, Cícero Onofre de. – “Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira”. ABES, Rio de Janeiro, 1997.

Assembleia MG. Municípios de Minas Gerais. <
http://www.almg.gov.br/consulte/info_sobre_minas/index.html> Acesso em nov/16.

Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água. Agência Nacional de Águas (ANA). <
<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8>> Acesso em nov/16.

Barros, Raphael T. de V. et al. “Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios”. EEUFMG, Belo Horizonte, 1995.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 mar. 2005.

CASSINI, T. S. (Coord.) Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

CISAB-RC, Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico Região Central. Nota Técnica Nº 014/2016 – Reajuste das tarifas de água e esgoto do Município de Itabirito, 2016.

CISAB-RC, Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico Região Central. Resolução de Fiscalização e Regulação Nº 021/2017 – Dispõe sobre o reajuste ordinário dos valores das Tarifas de Água e Esgoto do SAAE, aplicados no município de Itabirito-MG e dá outras providências, 2017.

COPASA-MG – Diretrizes para Elaboração de Estudos e Projetos desenvolvido pela DPG / SPEG- Projeto Estrutural - volume VII.

ENESEP. Produção de Metano em Estações de Tratamento de Esgotos e Co-geração de Energia Elétrica: Um Estudo de Caso na ETE em Passos – MG. In XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção a Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial. Minas Gerais, outubro de 2011.

Fundação Getúlio Vargas. Portal do Instituto Brasileiro de Economia – IBRE. <
<http://portalibre.fgv.br/>>. Acesso em maio/17.

Fundação João Pinheiro. Centro de Estatísticas e Informações. <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/institucional/264-cei> Acesso em nov/16.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <
<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=>> Acesso em maio/17.

IEF – Instituto Estadual de Florestas. < <http://www.ief.mg.gov.br/biodiversidade>> Acesso em nov/16.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM); Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais. Minas Gerais, 13 mai. 2008.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Itabirito-MG. AGB/Peixe Vivo/DRZ Gestão Ambiental. 2013.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento do Brasil. Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil. < <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil/>> Acesso em nov/16.

SAAE ITABIRITO. Informações repassadas pela Chefe do Setor da ETE, via e-mail. Minas Gerais, junho de 2017.

SILVA FILHO, P. A. da. Diagnóstico Operacional de Lagoas de Estabilização. 2007. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Sanitária, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

SILVESTRE, Paschoal. Hidráulica Geral. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1982. 316 p.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos. < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>. Acesso em fev/17.

VON SPERLING, Marcos. – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, Belo Horizonte, 2014.

8. ANEXOS



Figura 8.1 – Localização do Aterro Sanitário de Itabirito – BR 356.

8.1. Propostas Declinadas

Diversas propostas foram declinadas, para o orçamento para as ETE's pré-fabricadas, as quais são exibidas nos anexos a seguir:

Orçamento ETE's pré fabricadas - Itabirito/MG

Carlos Eduardo Gonzales Lobo <carlos.lobo@mizumo.com.br> 15 de março de 2017 13:57
Para: Fernanda Silva <flimasilva2@gmail.com>
Cc: Nelson - NN Comercio <nelson@nncomercio.com.br>

Fernanda, bom dia!

Neste momento declinamos a participação na ETE de 100 L/s, contudo nos mantemos à disposição para assim que tivermos mais informações deste projeto podemos rever a possibilidade de ofertarmos nossas soluções.

Sempre à disposição.

Atenciosamente,
Carlos Lobo
Comercial
Jacto / Mizumo
(14) 3405-3053
carlos.lobo@mizumo.com.br
www.mizumo.com.br



Figura 8.2 – Proposta declinada: MIZUMO.

15/03/2017 Gmail - Orçamento ETE e ETA pré fabricadas

 **Fernanda Silva <flimasilva2@gmail.com>**

Orçamento ETE e ETA pré fabricadas
3 mensagens

Fernanda Silva <flimasilva2@gmail.com> 7 de março de 2017 10:42
Para: nelson@snatural.com.br, marcio@snatural.com.br, snatural@snatural.com.br

Prezados(as), bom dia!

Solicito orçamento de ETE's em duas opções: Fibra de Vidro e Aço inóx; conforme vazões especificadas abaixo:

- 100 l/s (2 unidades)
- 8,5 l/s (se necessário arredondar p/ 9,0)
- 5,5 l/s (se necessário arredondar p/ 6,0)
- 7,0 l/s
- 2,0 l/s

Especificar se o tratamento preliminar e leito de secagem estão inclusos no sistema ou será a parte,

Sobre a ETA, a vazão de tratamento será de 4,0 l/s. Fazer 2 orçamentos, sendo um em aço e outro em fibra de vidro.

Peço a gentileza de preparar uma proposta técnico-comercial, pois anexaremos a mesma no trabalho a ser entregue para o órgão público.

Considerar frete para entrega em Itabirito/MG.

Qualquer dúvida, gentileza entrar em contato via email ou telefone,

CNPJ da empresa Delboni Engenharia: 05020836/0001-71

Agradeço imensamente pela atenção,

Att.,
Fernanda Lima
(31) 98916-4314

Fernanda Silva <flimasilva2@gmail.com> 14 de março de 2017 11:53
Para: ferreira.eng@snatural.com.br

— Mensagem encaminhada —
De: **Fernanda Silva <flimasilva2@gmail.com>**
Data: 7 de março de 2017 10:42
Assunto: Orçamento ETE e ETA pré fabricadas
Para: nelson@snatural.com.br, marcio@snatural.com.br, snatural@snatural.com.br

Prezados(as), bom dia!

Solicito orçamento de ETE's em duas opções: Fibra de Vidro e Aço inóx; conforme vazões especificadas abaixo:

- 100 l/s (2 unidades)
- 8,5 l/s (se necessário arredondar p/ 9,0)
- 5,5 l/s (se necessário arredondar p/ 6,0)
- 7,0 l/s
- 2,0 l/s

Especificar se o tratamento preliminar e leito de secagem estão inclusos no sistema ou será a parte,

Sobre a ETA, a vazão de tratamento será de 4,0 l/s. Fazer 2 orçamentos, sendo um em aço e outro em fibra de vidro.

Peço a gentileza de preparar uma proposta técnico-comercial, pois anexaremos a mesma no trabalho a ser entregue para o órgão público.

<https://mail.google.com/mail/u/1/?ui=2&ik=7ca0dbd250&view=pt&search=inbox&th=15aa901908e92d66&dsq=1&siml=15aa901908e92d66&siml=15acd4e...> 1/3

Figura 8.3 – Proposta declinada: Snatural (Parte 1).

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 153
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

15/03/2017 Gmail - Orçamento ETE e ETA pré fabricadas

Considerar frete para entrega em Itabirito/MG.

Qualquer dúvida, gentileza entrar em contato via email ou telefone.

CNPJ da empresa Delboni Engenharia: 05020836/0001-71

Agradeço imensamente pela atenção,

Att.,
Fernanda Lima
(31) 98916-4314

Andre <ferreira.eng@snatural.com.br> 14 de março de 2017 13:54
Para: Fernanda Silva <flimasilva2@gmail.com>

Fernanda, boa tarde

Obrigado pelo contato.

Estamos **declinando** no processo de cotação destes sistemas.

Atenciosamente,



André Luiz Ferreira
(11) 9.8555.8535
Fone: (11) 5072 5452/5562 1669/4113 3660/5565 3254
www.snatural.com.br

Figura 8.4 – Proposta declinada: Snatural (Parte 2).

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 154
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS
PRODUTO 3 (P3) - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR – UTE NASCENTES (MUNICÍPIO DE ITABIRITO - SEDE)

[Imprimir](#) - [Fechar janela](#) - Clique em Mais na parte inferior do email para imprimir uma mensagem única

Assunto: RES: Orçamento ETE e ETA pré fabricadas - Itabirito/MG
De: Hidrosul - Cristina (cristina@hidrosul.com.br)
Para: flimasilva2@gmail.com; delbonieng@yahoo.com.br.
Data: Quinta-feira, 23 de Março de 2017 12:07

Prezada Fernanda, bom dia.

Desculpe-nos a demora.

Segue anexo proposta comercial PP 5661 – 2017 com orçamento de ETEs para esgoto doméstico, com sistema de tratamento biológico por lodos ativados, conforme vazões solicitadas, exceto a ETE para 100 l/seg., visto que estamos revisando o Projeto de nossos tanques maiores. Este orçamento apresentaremos até sexta feira.

Segue também proposta comercial PP 5665 – 2017 com orçamento para ETA, vazão média de 4,0 l/seg.

Para esta vazões oferecemos as ETEs executadas **inteiramente em AÇO INOXIDÁVEL**, sendo os tanques confeccionados com o sistema "Bolt-Lincked", no qual as paredes são construídas com chapas de aço inox AISI 304 (certificado) mediante aparafusamento sobre uma base de concreto. Assim como todos os componentes eletro mecânicos como Bombas e Aeradores também em aço inox. A proposta apresentada **inclui** o transporte e montagem e instalação no local, exceto obra civil.

Ficamos ao dispor para dúvidas ou adequações, se necessário.

Atenciosamente.

Figura 8.5 – Proposta Solicitada e Declinada: Hidrosul.

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 155
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

AERADOR SPIDERJET HIDROSUL
O MELHOR AERADOR, AGORA NA MELHOR ETE. EM AÇO INOXIDÁVEL.

ETES
Aço Inoxidável
MÓDULO BÁSICO TUDO EM AÇO INOX

O mais novo conceito em estações de Tratamento de Efluentes

HIDROSUL
MÁQUINAS HIDRÁULICAS HIDROSUL LTDA
Rua República, nº 659 - Bairro Mato Grande
CEP: 92230-000 - Canoas - Rio Grande do Sul
E-mail: hidrosul@hidrosul.com.br

HIDROSUL (51) 3472.5066
www.hidrosul.com.br

HIDROSUL

Figura 8.6 – Especificações Técnicas: Hidrosul (Parte 1).

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 156
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES - ETE "BOLT LINKED"
 Em aço inoxidável com sistema de tratamento biológico por lodos ativados.

Com custo **30% menor** que os de fibra de vidro ou concreto.

Para vazões acima de **200m³** por dia.

Muito **mais Qualidade**

Alta resistência mecânica e à corrosão.

GRADEAMENTO E PENEIRA
 Tratamento primário para retenção de sólidos grosseiros.

REATOR AERÓBICO "BOLT LINKED"
 Tanque construído com chapas de aço inox AISI 304, unidas por parafusos, também em aço inox, sob pressão e material vedante, sobre uma base de concreto, equipado com aerador Submersível Spiderjet em aço inox. Neste ocorrerá a digestão e minimização da carga orgânica pelo processo biológico de lodos ativados.

DECANTADOR SECUNDÁRIO "BOLT LINKED"
 Tanque construído com chapas de aço inox AISI 304, unidas por parafusos sob pressão, também em aço inox e material vedante, sobre uma base de concreto. Sistema interno de separação de sólidos construído por tubo decantador, aletas, calha viértedouro e rasgador, no qual ocorrerá a sedimentação de materiais por decantação. Com recirculação do lodo para o Reator Aeróbio.

SISTEMA DE MEDIÇÃO
 Recebe o material tratado que segue para descarte em corpo receptor.

PAINEL DE AUTOMAÇÃO
 A ETE é automatizada através de CLP, temporizador lógico de programação digital.

MÓDULOS OPCIONAIS EM AÇO INOXIDÁVEL

REUSO: Ao módulo básico pode-se adicionar o módulo de reuso, composto por filtração de desinfecção.

EQUALIZAÇÃO:
 Poderá ser adotado sistema de equalização em situações de acentuados picos de vazão.

TRATAMENTO DE LODO:
 Poderão ser agregados equipamentos para o tratamento de lodo, através de Digestor e Adensador de lodo.

MÓDULOS OPCIONAIS EM FIBRA DE VIDRO

FLOTAÇÃO:
 Tratamento primário para retenção de gorduras, óleos e grexas.

FÍSICO-QUÍMICO:
 Havendo necessidade poderá ser adicionado o módulo físico-químico com tanques em fibra de vidro.

DECANTADOR SECUNDÁRIO

TANQUE REATOR ANAERÓBICO DE FLUXO ASCENDENTE UASB / RAFA

Tanque construído com chapas em aço inox AISI 304 unidas por parafusos sob pressão e material vedante sobre uma base de concreto. De biofluxo ascendente com dispositivo trifásico destinado a sedimentação de sólidos e à separação das fases: Sólido - líquido - gasoso. Neste ocorrerá a digestão e minimização da carga orgânica pelo processo anaeróbio.

DETALHAMENTO

PROCESSO DE CONSTRUÇÃO

Figura 8.7 – Especificações Técnicas: Hidrosul (Parte 2).

8.2. Proposta Atendida



ALA – PROJETOS AMBIENTAIS & SANEAMENTO

Tel.: (19) 3445-1366 – (11) 99965-1842 – e-mail: a.luiz.arantes0802@gmail.com

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE

- Sistema Hidrocavitacional

Nome da empresa: ???

Local do serviço: Itabirito - MG

A/C – Fernanda Lima – 31 – 98916-4314 – email: flimasilva2@gmail.com

1 OBJETIVO

Fornecimento e instalação de Estações de Tratamento de Efluente (ETE) com vazão média de deflins abaixo para tratar o efluente doméstico, e atender as normas ambientais vigentes.

Referência: Sistema Hidrocavitacional

2 DESCRITIVO DO SISTEMA

Com o avanço da tecnologia, os processos de tratamento de efluente passaram por várias modificações e, atualmente, o sistema hidrocavitacional tem se destacado pela sua eficiência e melhor custo benefício.

Trata-se de um sistema exclusivo, composto por: unidade de absorção do ar atmosférico, unidade de mistura de fluidos sob pressão, e unidade de dispersão do fluido oxigenado. O indutor faz com que um alto volume de oxigênio seja misturado e injetado em alta pressão, gerando diversos efeitos e subprodutos, como:

- Gerar micro e nano-bolhas, promovendo efeito flotor;
- Coagular sólidos suspensos e dissolvidos, atuando na turbidez;
- Oxidar bactérias nocivas, eliminando-as;
- Oxidar metais, melhorando a coloração;
- Desestabilizar emulsões, retirada de óleos e graxas;
- Adicionar oxigênio dissolvido, retirando contaminantes orgânicos;
- Remoção de nitrogênio amoniacal.

1

Figura 8.8 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 1).

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 158
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

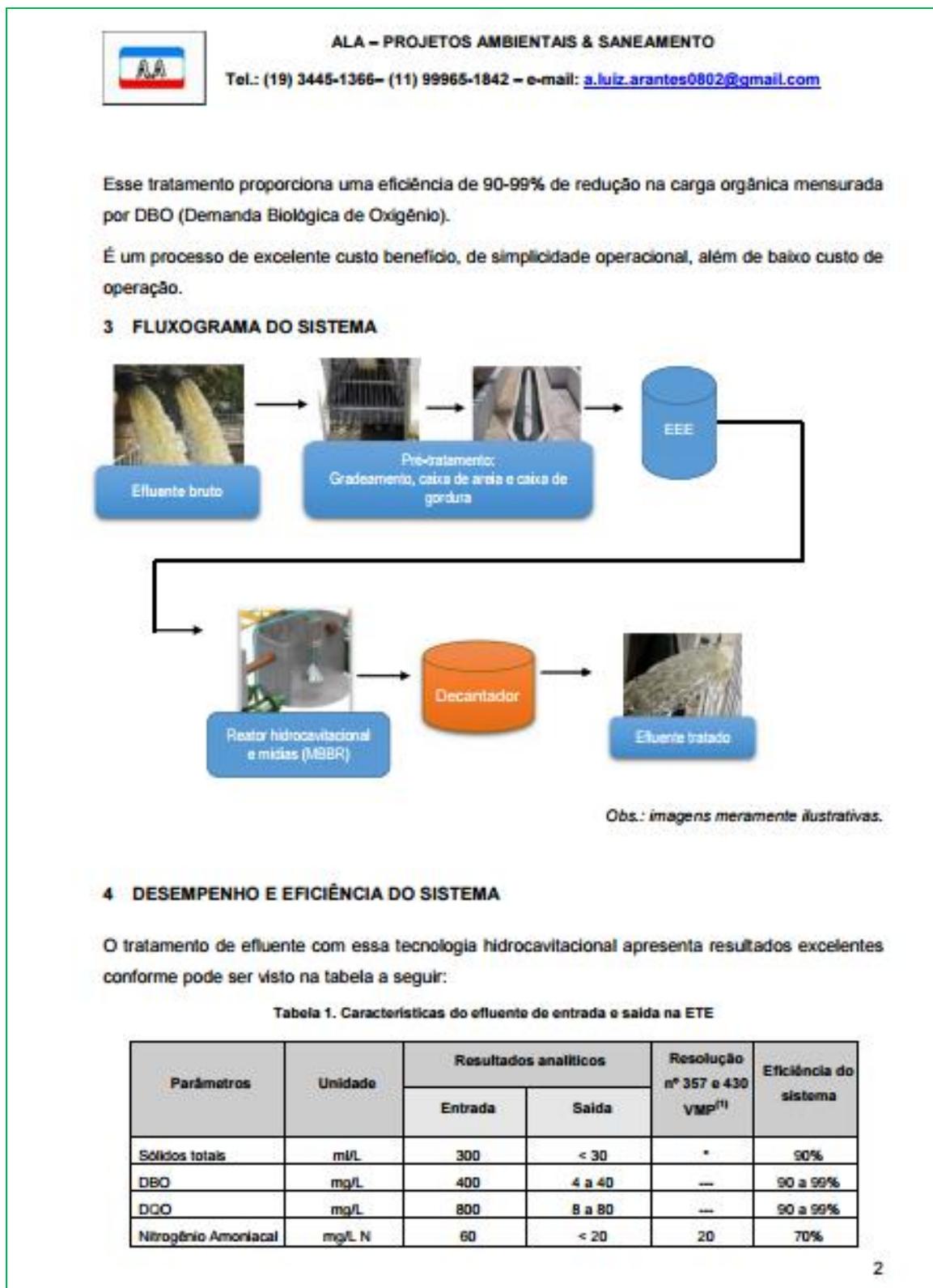


Figura 8.9 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 2).



ALA – PROJETOS AMBIENTAIS & SANEAMENTO

Tel.: (19) 3445-1366 – (11) 99965-1842 – e-mail: a.luiz.arantes0802@gmail.com

Notas: (1) VMP (Valores Máximos Permitidos) pela Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 e Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011 que a complementa e altera, para padrão de lançamento de efluentes do Ministério do Meio Ambiente.

5 VANTAGENS

- Ao longo do processo de tratamento, a geração de lodo é baixíssima, cerca de 70 a 90% menor do que em sistema do tipo biológico como o UASB, por exemplo, sendo necessário descarte de lodo flotado, em aterro sanitário, a cada 6 meses a 1 ano;
- Já para sistemas de tratamento convencionais que possui alta geração de lodo, essa tecnologia pode ser aplicada para diminuir consideravelmente a quantidade de lodo, na ordem de 80%, e economizar custos com aterro sanitário;
- Não necessita de operador durante todo o dia, devido à simplicidade operacional;
- Capaz de tratar efluentes com altíssima carga orgânica como, por exemplo, valores na ordem de 10.000mgDBO/L;
- O tratamento proporciona uma eficiência de até 90 a 99% de redução na carga orgânica mensurada por DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio);
- Não necessita de adição de produtos químicos, diminuindo custos operacionais;
- Não tem geração de odor, devido à alta oxirredução dos compostos responsáveis pelo odor fétido;
- Diferente dos sistemas biológicos convencionais (UASB e BF), esse sistema remove SATISFATORIAMENTE os nutrientes na forma de Nitrogênio;
- Tempo de implantação é 30% menor em relação às ETEs compactas;
- A demanda de área para implantação é menor que as ETEs compactas;
- O polimento final pode ser por decantação ou por filtros (que exigem menos área ainda).

Figura 8.10 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 3).

Contrato Nº 007/AGBPV/2016	Código DHF-P3-AGBPV-03.05TI-REV02	Data de Emissão 15/07/2017	Status Aprovado	Página 160
-------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------



ALA – PROJETOS AMBIENTAIS & SANEAMENTO
Tel.: (19) 3445-1366– (11) 99965-1842 – e-mail: a.luiz.arantes0802@gmail.com

6 RESPONSABILIDADES

6.1 DA CONTRATADA

1. Mão obra especializada;
2. Transporte, alimentação e hospedagem dos funcionários;
3. Fornecimento e instalação de:
 - ✓ Acessórios da elevatória como bombas para recalque, corrente e válvulas;
 - ✓ ETE hidrocavitacional, em aço polipropileno, contendo:
 - i. 01 Reator com indutor hidrocavitacional e midias (MBBR);
 - ii. 01 decantador com recirculação e bomba necessária;
 - ✓ Sistema de desinfecção por cloro pastilha;
4. Painel elétrico e instalações elétricas necessárias para o funcionamento da ETE;
5. Fornecimento e instalação dos componentes do Sistema de pré-tratamento como:
 - i. Gradeamento;
 - ii. Stop-logs;
 - iii. Placas detentoras da caixa de gordura;
6. ART do sistema;
7. Start – up do sistema;
8. Treinamento operacional para colaboradores designado pela contratante.

6.2 DA CONTRATANTE

1. Liberação de acesso ao local à contratada para execução dos serviços;
2. Energia elétrica para execução dos serviços;
3. Água para a execução dos serviços e testes hidráulicos;
4. Terraplanagem e escavações necessárias;
5. Obras civis necessárias como a base para assentamento do sistema abrigo de painel elétrico, pré-tratamento;
6. Elevatória em anel de concreto;
7. Demais eventualidades não mencionadas.

Figura 8.11 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 4).



ALA – PROJETOS AMBIENTAIS & SANEAMENTO

Tel.: (19) 3445-1366 – (11) 99965-1842 – e-mail: a.luiz.arantes0802@gmail.com

7 PREÇOS

O valor para execução dos serviços da proposta é:

VAZÃO	PREÇO
100 L/s	R\$ 15.000.000,00
8,5 L/s	R\$ 2.200.000,00
5,5 L/s	R\$ 850.000,00
7,0 L/s	1.600.000,00
2,0 L/s	420.000,00

8 CONDIÇÕES COMERCIAIS

8.1 PRAZO PARA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

A contar da data de assinatura de contrato e conclusão de obras em civil, contam-se 60 dias;

Observação: O prazo de entrega do serviço poderá ser prorrogado pelo mesmo prazo que o cliente atrasar seus compromissos, inclusive os relativos a pagamento.

8.2 CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

- 35% na assinatura do contrato;
- 20% trinta dias após início dos serviços;
- 25% sessenta dias após início dos serviços;
- 20% noventa dias após início dos serviços.

Figura 8.12 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 5).



ALA – PROJETOS AMBIENTAIS & SANEAMENTO

Tel.: (19) 3445-1366– (11) 99965-1842 – e-mail: a.luiz.arantes0802@gmail.com

8.3 IMPOSTOS

- Todos os impostos e taxas referentes aos serviços estão inclusos no preço proposto.

8.4 VALIDADE DA PROPOSTA

- 20 dias a partir da data de apresentação.

São Paulo, 17 de março de 2017.

ALA – PROJETOS AMBIENTAIS & SANEAMENTO.



Eng.º Antonio Luiz Arantes

Figura 8.13 – Especificações Técnicas: ALA – Projetos ambientais e Saneamento (Parte 6).

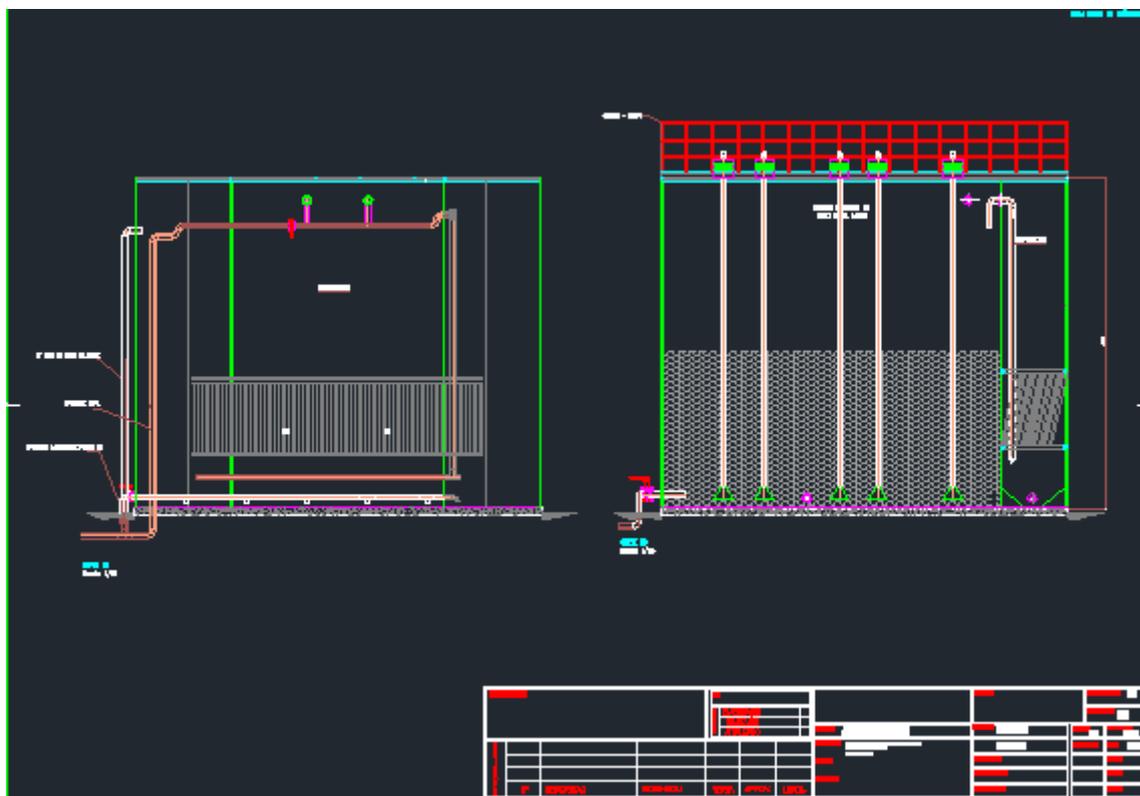


Figura 8.15 – Desenho Técnico: ALA – Reator em Aço Inox – ETE Pré Fabricada (Parte 2).



ELABORAÇÃO





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