



# 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 JABÓ-BALDIM**

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

JULHO - 2017



# PRODUTO 3 - RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR

UTE JABÓ-BALDIM

**VOLUME 3 - TOMO V**

**DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01**

---

**CONTRATO DE GESTÃO IGAM Nº 002/2012**

**ATO CONVOCATÓRIO Nº 004/2016**

**CONTRATO Nº 007/2016**



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

**PARCERIA TÉCNICA**

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

| Revisão | Data       | Breve Descrição    | Autor           | Supervisor | Aprovador |
|---------|------------|--------------------|-----------------|------------|-----------|
| 01      | 21/07/2017 | Aprovado - Emissão | DHF Consultoria | ICP / DHF  | DHF       |
| 01      | 12/07/2017 | Minuta de Entrega  | DHF Consultoria | ICP / DHF  | DHF       |
| 00      | 11/02/2017 | 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 DO PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO  
DISTRITO SÃO JOSÉ DE ALMEIDA (MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS) UTE JABÓ-BALDIM**

|   |  |                 |            |
|---|--|-----------------|------------|
| Elaborado por: <b>Felipe J. Vorcaro de Toledo</b><br><b>Romeu Sant'anna Filho</b><br><b>Davyd Henrique de Faria</b> | Supervisionado por: <b>Irene Chaves Pimentel /</b><br><b>Davyd Henrique de Faria</b> |                 |            |
| Aprovado por: <b>Davyd Henrique de Faria</b>  | Revisão  | Finalidade      | Data       |
|   | 01   | Para Divulgação | 21/07/2017 |
| Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação                                      |  |                 |            |

## **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 3 – Tomo V** aborda a solução para o Esgotamento Sanitário da região central do Distrito de São José do Almeida, Município de Jaboticatubas, inserido na Unidade Territorial Estratégica (UTE) Jabó-Baldim.

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

- **TOMO V – MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS (Distrito São José do Almeida – Projeto de Esgotamento Sanitário).**
  
- ✓ 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 RIBEIRÃO 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

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>2. DIAGNÓSTICO COMPILADO .....</b>   | <b>17</b> |
| 2.1. Município de Jaboticatubas – São José de Almeida .....                             | 17        |
| 2.1.1. Rede Coletora .....  | 20        |
| 2.1.2. Interceptores de Esgoto .....  | 20        |
| 2.1.3. Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) .....                                      | 21        |
| <b>3. ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E DE VIABILIDADE ECONÔMICA .....</b>                         | <b>22</b> |
| 3.1. Estimativa Populacional.....   | 22        |
| 3.2. Projeção Populacional Área Urbana de São José de Almeida.....                      | 23        |
| 3.2.1. Método 1 - Projeção Aritmética .....   | 23        |
| 3.2.2. Método 2 - Projeção Geométrica.....  | 24        |
| 3.2.3. Método 3 - Projeção Decrescente .....  | 24        |
| 3.2.4. Projeção Populacional Bairros de São José de Almeida .....                       | 28        |
| 3.3. Característica da Área de Projeto .....  | 31        |
| 3.4. Estudos Ambientais .....   | 32        |
| 3.5. Alternativas Técnicas de Concepção .....   | 32        |
| 3.5.1. Alternativas para Abrangência do Sistema Dinâmico .....                          | 33        |
| 3.5.2. Análise Técnico-econômica das Alternativas de Abrangência Sistema Dinâmico ..... | 37        |
| 3.5.3. Etapalização do Projeto .....  | 38        |
| 3.6. Parâmetros das Soluções Dinâmicas de Esgotamento Sanitário.....                    | 41        |
| 3.6.1. Rede Coletora de Esgoto .....  | 41        |
| 3.6.2. Interceptor de Esgoto.....   | 44        |
| 3.7. Alternativas para a Estação de Tratamento de Esgoto - ETE .....                    | 44        |
| 3.7.1. Análise Técnica das Alternativas.....  | 50        |
| 3.7.2. Análise econômica das Alternativas .....   | 59        |
| 3.7.3. Comparação e Seleção da Alternativa .....  | 62        |
| 3.8. Parâmetros da Estação de Tratamento de Esgoto .....                                | 65        |
| 3.8.1. UASB .....   | 66        |
| 3.8.2. Filtro Biológico Percolador .....  | 67        |
| 3.8.3. Decantador Secundário.....   | 68        |
| 3.9. Parâmetros para Soluções Estáticas de Esgotamento Sanitário .....                  | 68        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 3.9.1.    | Fossa Sumidouro .....   | 68         |
| 3.10.     | Estimativa de Custo da Alternativa .....                                | 68         |
| 3.11.     | Serviços Complementares.....  | 87         |
| <b>4.</b> | <b>OFICINA PARTICIPATIVA PARA CONSOLIDAÇÃO DA PROPOSTA DO PROJETO87</b> |            |
| 4.1.      | Mobilização Social .....  | 89         |
| 4.2.      | Ações de Divulgação das Oficinas.....                                   | 90         |
| 4.3.      | Metodologia Aplicada .....  | 92         |
| 4.4.      | Resultado da Oficina da UTE Jabó/Baldim .....                           | 97         |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSÃO.....</b>   | <b>107</b> |
| <b>6.</b> | <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>   | <b>107</b> |
| <b>7.</b> | <b>ANEXOS.....</b>  | <b>109</b> |
|           | Anexo 1 – Cotações de Preço Fossa-sumidouro: Eco System.....            | 109        |
|           | Anexo 2 – Cotações de Preço Fossa-sumidouro: Concreton .....            | 109        |
|           | Anexo 2 – Cotações de Preço Fossa-sumidouro: Laje e Filhos .....        | 109        |
|           | Anexo 4 – Cotação ETE: Hidrica.....                                     | 109        |
|           | Anexo 5 – Lista de Presença da Reunião Pública em Jaboticatubas .....   | 110        |
|           | Anexo 6 – Ata Simplificada da Reunião Pública em Jaboticatubas .....    | 112        |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| TABELA 2.1 – CARACTERÍSTICAS DA REDE COLETORA EXISTENTE.....  | 20 |
| TABELA 2.2 – CARACTERÍSTICAS DO INTERCEPTOR EXISTENTE.....  | 21 |
| TABELA 3.1 – ESTUDOS POPULACIONAIS – ÁREA URBANA DISTRITO DE SÃO JOSÉ DE ALMEIDA..  | 26 |
| TABELA 3.2 – NÚMERO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA SJA POR BAIRRO.....   | 28 |
| TABELA 3.3 – EVOLUÇÃO POPULACIONAL DA ÁREA URBANA DE SJA POR BAIRRO.....  | 30 |
| TABELA 3.4 – SISTEMA DINÂMICO – ALTERNATIVA A: REDE, POPULAÇÃO E VAZÕES POR BAIRRO.<br>.....  | 34 |
| TABELA 3.5 – PARÂMETROS ALTERNATIVA A.....  | 34 |
| TABELA 3.6 - SISTEMA DINÂMICO – ALTERNATIVA B: REDE, POPULAÇÃO E VAZÕES POR BAIRRO.<br>.....  | 35 |
| TABELA 3.7 – PARÂMETROS ALTERNATIVA B.....  | 35 |
| TABELA 3.8 - SISTEMA DINÂMICO – ALTERNATIVA C: REDE, POPULAÇÃO E VAZÕES POR BAIRRO.<br>.....  | 36 |
| TABELA 3.9 - PARÂMETROS ALTERNATIVA C.....  | 37 |
| TABELA 3.10 – RESUMO DA ANÁLISE ECONÔMICA DAS ALTERNATIVAS.....   | 37 |
| TABELA 3.11 – RESUMO ETAPAS DE PROJETO.....   | 38 |
| TABELA 3.12 – ETAPA 1: PROJEÇÃO DAS POPULAÇÕES E VAZÕES.....  | 39 |
| TABELA 3.13 - ETAPA 2: PROJEÇÃO DAS POPULAÇÕES E VAZÕES.....  | 40 |
| TABELA 3.14 – VAZÕES POR BAIRRO.....  | 40 |
| TABELA 3.15 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS.....  | 51 |
| TABELA 3.16 – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS EFLUENTES E EFICIÊNCIA MÉDIA DE REMOÇÃO POR SISTEMA.....   | 53 |
| TABELA 3.17 – REFERÊNCIA DOS PRINCIPAIS PADRÕES PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTES DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM CURSOS DE ÁGUA..... | 54 |
| TABELA 3.18 – REQUISITOS DE ÁREA POR ALTERNATIVA.....   | 54 |
| TABELA 3.19 – REFERÊNCIA CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS ETES.<br>.....   | 59 |

|   |    |
|---|----|
| TABELA 3.20 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO POR ALTERNATIVA. .... | 61 |
| TABELA 3.21 – CUSTO TOTAL ALTERNATIVAS.....                                       | 62 |
| TABELA 3.22 – ORÇAMENTO UNITÁRIO FOSSA-SUMIDOURO – TIPO A (5 PESSOAS).....        | 70 |
| TABELA 3.23 – ORÇAMENTO ALTERNATIVA A. ....                                       | 71 |
| TABELA 3.24 – ORÇAMENTO ALTERNATIVA B. ....                                       | 78 |
| TABELA 3.25 – ORÇAMENTO ALTERNATIVA C. ....                                       | 84 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 2.1 – VISTA GERAL DO SISTEMA EXISTENTE (REDE COLETORA / INTERCEPTOR / ETE). .   | 18 |
| FIGURA 2.2 - SÃO JOSÉ DE ALMEIDA: PRINCIPAIS BAIROS E ARRUAMENTOS E DESTAQUE PARA REDE DE ESGOTAMENTO EXISTENTE. ....                      | 19 |
| FIGURA 2.3 – VISTA 1: LEITO DE SECAGEM E VISTA 2: VISÃO GERAL.....   | 22 |
| FIGURA 3.1 – GRÁFICO PROJEÇÃO POPULACIONAL PMSB E REGRESSÕES ESTUDADAS.....  | 27 |
| FIGURA 3.2 – GRÁFICO COMPARATIVO DA POPULAÇÃO – EM VERMELHO, PROJEÇÃO ADOTADA. ...   | 31 |
| FIGURA 3.3 – BAIROS ABRANGIDOS POR REDE COLETORA NA ALTERNATIVA A. ....  | 33 |
| FIGURA 3.4 – BAIROS ABRANGIDOS POR REDE COLETORA NA ALTERNATIVA B. ....  | 35 |
| FIGURA 3.5 – BAIROS ABRANGIDOS POR REDE COLETORA NA ALTERNATIVA C. ....  | 36 |
| FIGURA 3.6 – UASB + FBP.....   | 47 |
| FIGURA 3.7 – UASB + ES.....  | 48 |
| FIGURA 3.8 – UASB + WFH. ....  | 48 |
| FIGURA 3.9 – UASB + LP. ....   | 48 |
| FIGURA 3.10 – LFP + LM.....  | 48 |
| FIGURA 3.11 – ÁREA DEFINIDA PARA IMPLANTAÇÃO DA NOVA ETE EM VERMELHO, EM RELAÇÃO À POSIÇÃO DA ETE ATUAL. ....                              | 56 |
| FIGURA 3.12 – PERFIL DO TERRENO, SEGUNDO O EIXO AZUL.....  | 56 |
| FIGURA 3.13 – AEROLEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DO TERRENO PARA A NOVA ETE.....   | 57 |
| FIGURA 3.14 – FOTOS DO LOCAL INDICADO PARA A NOVA ETE. ....  | 57 |
| FIGURA 3.15 – ÁREA DESTINADA À IRRIGAÇÃO PARA CULTIVO DE BIOMASSA EM VERMELHO.....   | 65 |
| FIGURA 4.1 – EXEMPLO DE DIVULGAÇÃO DE REUNIÕES REALIZADA NO SITE DO CBH VELHAS.....  | 91 |
| FIGURA 4.2 – CONVITE DIGITAL ENVIADO POR MALA DIRETA (UTE JABÓ BALDIM).....  | 91 |
| FIGURA 4.3 – APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E VIABILIDADE TÉCNICA (PRODUTO 3) NO MUNICÍPIO DE JABOTICATUBAS – UTE JABÓ/BALDIM. .... | 92 |
| FIGURA 4.4 – MODELO DO QUESTIONÁRIO APLICADO EM SÃO JOSÉ DO ALMEIDA (PARTE 1). ....  | 95 |
| FIGURA 4.5 – MODELO DO QUESTIONÁRIO APLICADO EM SÃO JOSÉ DO ALMEIDA (PARTE 2). ....  | 96 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 4.6 – REUNIÃO PÚBLICA REALIZADA PELA DHF CONSULTORIA EM SÃO JOSÉ DO ALMEIDA – JABOTICATUBAS. .... | 98  |
| FIGURA 4.7 – RESPOSTAS DADAS À PERGUNTA Nº 3.....  | 99  |
| FIGURA 4.8 – RESPOSTAS DADAS À PERGUNTA Nº 4.....  | 101 |
| FIGURA 4.9 – RESPOSTAS DADAS À PERGUNTA Nº 5.....  | 102 |
| FIGURA 4.10 – RESPOSTAS DADAS À QUESTÃO Nº 11.....   | 104 |
| FIGURA 4.11 – RESPOSTAS DADAS À QUESTÃO Nº 12.....   | 105 |
| FIGURA 4.12 – RESPOSTAS DADAS À QUESTÃO Nº 13.....   | 106 |
| FIGURA 4.13 – RESPOSTAS DADAS À QUESTÃO Nº 14.....   | 106 |

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AMSJA – Associação dos Moradores de São José de Almeida  
BDI – Bonificação e Despesas Indiretas  
CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
CA – Concreto Armado  
CG – Caixa de Gordura  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DEC – Decantador Secundário  
DESA – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental  
DHF Consultoria – DHF Consultoria e Engenharia  
DQO – Demanda Química de Oxigênio  
EEE – Estação Elevatória de Esgoto  
ES – Escoamento Superficial  
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto  
FA – Filtro Anaeróbio  
FBP – Filtro Biológico Percolador  
FS – Fossa-sumidouro  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
INCC – Índice Nacional da Construção Civil  
INCT ETEs Sustentáveis – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto -  
LFP – Lagoa Facultativa Primária  
LM – Lagoa de Maturação  
LP – Lagoa de Polimento  
NBR – Norma Brasileira  
PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico  
PRFV – Plástico Reforçado com Fibra de Vidro  
Prosperity Fund - Minas Gerais Sustainable Sewage Treatment  
P2 – Produto 2 (Diagnóstico)  
P3 – Produto 3  
P4 – Produto 4 (Projeto Básico)

PV – Poço de Visita

PVC – Cloreto de Polivinila

RTP – Relatório Técnico Preliminar

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SJA – São José de Almeida

UASB – Reator Anaeróbio de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UTE – Unidade Territorial Estratégica

WETLANDS – Sistemas Alagados Construídos

WFH – Wetlands de Fluxo Horizontal

## 1. INTRODUÇÃO

Este Documento (**Produto 3 – P3**) apresenta o Relatório Técnico Preliminar nos municípios e localidades que foram visitadas 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.

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

O objetivo deste é apresentar a Agência Peixe Vivo as diversas situações relacionadas ao Saneamento Básico que foram diagnosticadas pela Equipe Técnica da DHF Consultoria no âmbito da Unidade Territorial Estratégica (UTE) Ribeirão Jabó-Baldim, Município de Jaboticatubas, Distrito de São José do Almeida. Nesse contexto, são apresentados 7 (sete) capítulos, a saber, Introdução, Diagnóstico Compilado, Estudos de Concepção e Viabilidade Econômica, Oficina Participativa para Consolidação da Proposta do Projeto, Conclusão, Bibliografia e Anexos.

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

## 2. DIAGNÓSTICO COMPILADO

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

### 2.1. Município de Jaboticatubas – São José de Almeida

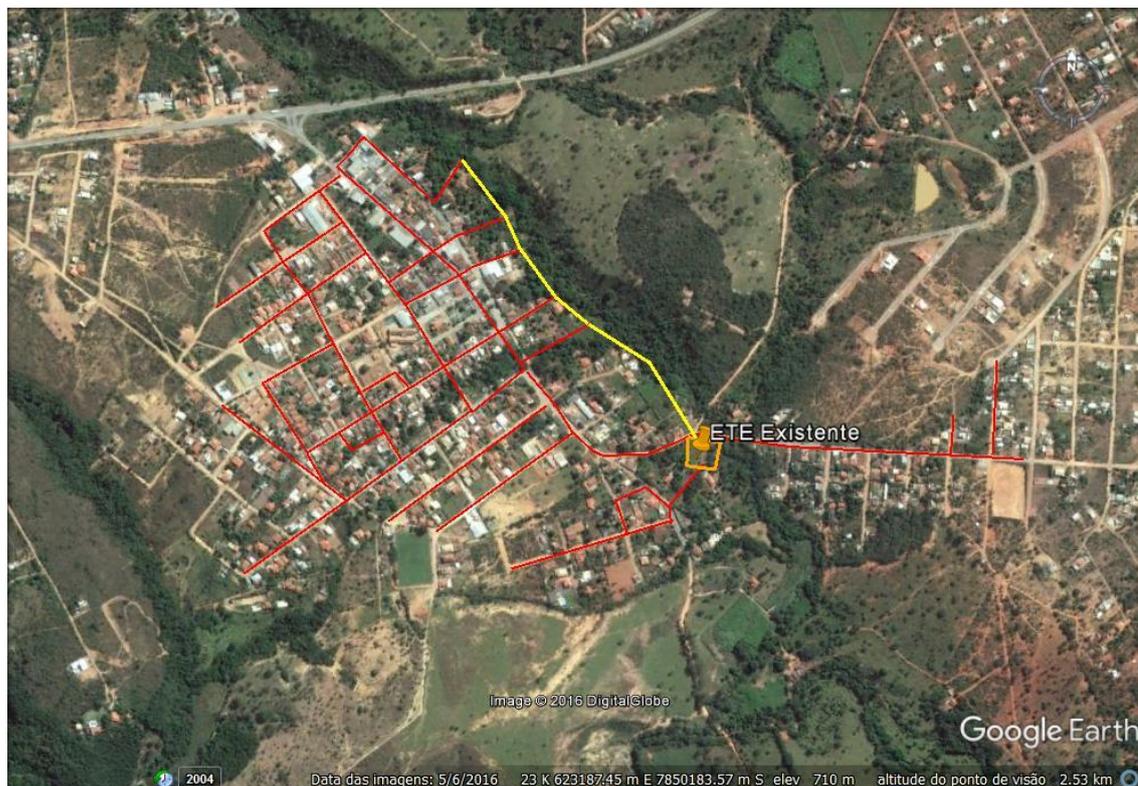
Conforme já mencionado no Diagnóstico, a área do Distrito de São José de Almeida que será contemplada com o sistema de esgotamento sanitário é a área central, onde parte das vias são pavimentadas, seja através de asfalto ou intertravado sextavado.

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

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

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

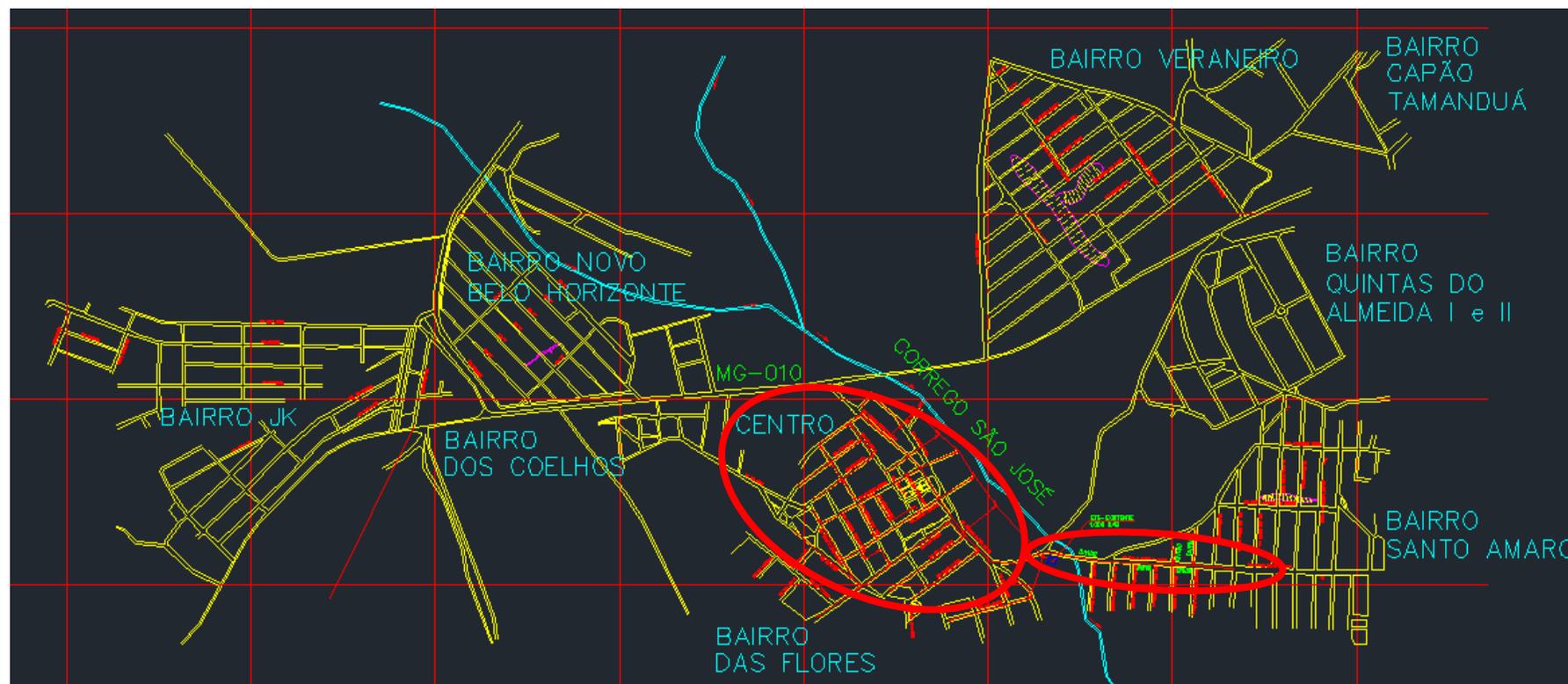
Abaixo, apresenta-se a Figura 2.1, croqui onde estão aproximadamente representadas as redes de esgotamento sanitário (em vermelho), interceptor de esgotos (em amarelo) e a ETE existente no Distrito (em laranja), estruturas sob responsabilidade da Prefeitura e em concessão pela Associação dos Moradores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



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

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

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



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

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

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

### 2.1.1. Rede Coletora

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

Tabela 2.1 – Características da rede coletora existente.

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

Fonte: DHF Consultoria, 2016.

A profundidade da rede coletora varia de 0,50 m até 2,00 m, com profundidade média de 1,25 m, sendo que nas mesmas há a presença dos Poços de Visita – PV. A maioria dos PVs estão encobertos pela pavimentação ou encobertos pela terra, nas vias não pavimentadas, o que prejudica e dificulta sua localização e as manutenções.

Essa realidade dificultou muito a realização do cadastro técnico através de levantamento topográfico para a elaboração dos projetos básicos (Produto 4). Entretanto, para execução dos serviços a Equipe Técnica terceirizada pela DHF Consultoria contou com o apoio tanto da Prefeitura, quanto da AMSJA.

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

### 2.1.2. Interceptores de Esgoto

Existe um interceptor de esgoto implantado no Distrito de São José de Almeida. O mesmo se inicia próximo à Rua José Luis Santos e segue paralelamente ao Córrego

São José, em sua margem direita e acompanha este fundo de vale até seu lançamento final na ETE do Distrito. O interceptor possui extensão aproximada de 975 metros, diâmetro de DN 150 mm em tubo de PVC. O Interceptor apresenta as características apresentadas na Tabela 2.2.

**Tabela 2.2 – Características do interceptor existente.**

| <b>Material</b>     | <b>Diâmetro Nominal (mm)</b> | <b>Extensão (m)</b> |
|---------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>Tubos de PVC</b> | 100 < Dn <= 150              | 975                 |

Fonte: DHF Consultoria, 2016.

Não há registro do ano de implantação, traçado exato e profundidade em que o interceptor foi construído. Segundo informações, não há problemas em relação ao funcionamento do mesmo.

### **2.1.3. Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)**

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

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

Tendo sido construída em 1988, com capacidade máxima de tratamento para 1.000 habitantes, a ETE opera hoje, com expressiva sobrecarga de esgotos. Há falta de pessoal treinado na operação e manutenção adequada do sistema. As estruturas estão em mau estado de conservação e verifica-se que manutenções preventivas ou mesmo corretivas, não são executadas há bastante tempo. Conforme se vê nas fotos da Figura 2.3, a vegetação se alastrou sobre parte das estruturas.



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

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

### 3. ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Neste capítulo apresenta-se o estudo populacional desenvolvido para a elaboração do presente projeto.

#### 3.1. Estimativa Populacional

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

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

Sabendo-se dessas limitações, realizou-se a projeção populacional da área urbana do Distrito que abrangesse o alcance de plano, extendendo-se para os anos subsequentes, 2034 a 2045 e, além disso, obteve-se outros dados para se conhecer

a população dos bairros beneficiários dos projetos a fim de entender a realidade demográfica de cada um, nomeadamente o número de ligações de água e esgoto por bairro do Distrito, fornecido pela AMSJA.

### 3.2. **Projeção Populacional Área Urbana de São José de Almeida**

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

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

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

**Etapa 2: 2025 (Início de Operação Etapa 2)**

**Fim de Plano: 2045**

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

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

Os conceitos relativos aos três métodos são descritos a seguir.

#### 3.2.1. **Método 1 - Projeção Aritmética**

O crescimento populacional aritmético estabelece uma taxa de crescimento constante, método utilizado para uma estimativa de menor prazo e o ajuste da curva pode ser feito por análise de regressão linear (VON SPERLING, 2014), o que foi considerado neste estudo. A equação básica do método é apresentada a seguir.

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

P = População Final

P<sub>0</sub> = População Inicial

T<sub>x</sub> = Taxa de Crescimento

T<sub>0</sub> = Ano Inicial

T = Ano Final

### 3.2.2. Método 2 - Projeção Geométrica

O crescimento populacional geométrico estabelece uma evolução segundo o comportamento de uma curva exponencial. Os parâmetros podem ser estimados por regressão não-linear (VON SPERLING, 2014) e se expressa conforme equação que segue.

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

P = População Final

P<sub>0</sub> = População Inicial

K = Taxa de Crescimento geométrico

T<sub>0</sub> = Ano Inicial

T = Ano Final

### 3.2.3. Método 3 - Projeção Decrescente

A projeção populacional com taxa decrescente parte da premissa que a taxa de crescimento se torna menor à medida que a cidade cresce e a população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser estimados por regressão não-linear (VON SPERLING, 2014).

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

P = População Final

P<sub>0</sub> = População Inicial

P<sub>s</sub> = População de Saturação

K = Taxa de Crescimento geométrico

T<sub>0</sub> = Ano Inicial

T = Ano Final

A Tabela 3.1 apresenta o resultado do estudo, incluindo as populações, taxas de crescimento, fase de projeto e origem dos dados, desde o ano de 2010 (censo IBGE), a estimativa linear desde este censo até o ano de 2014 (definida pelo PMSB), os valores projeçados pelo PMSB para 2014 a 2034 e os resultados obtidos para as projeções populacionais, segundo os 3 métodos, para o período de 2035 a 2045, realizado pela DHF Consultoria.

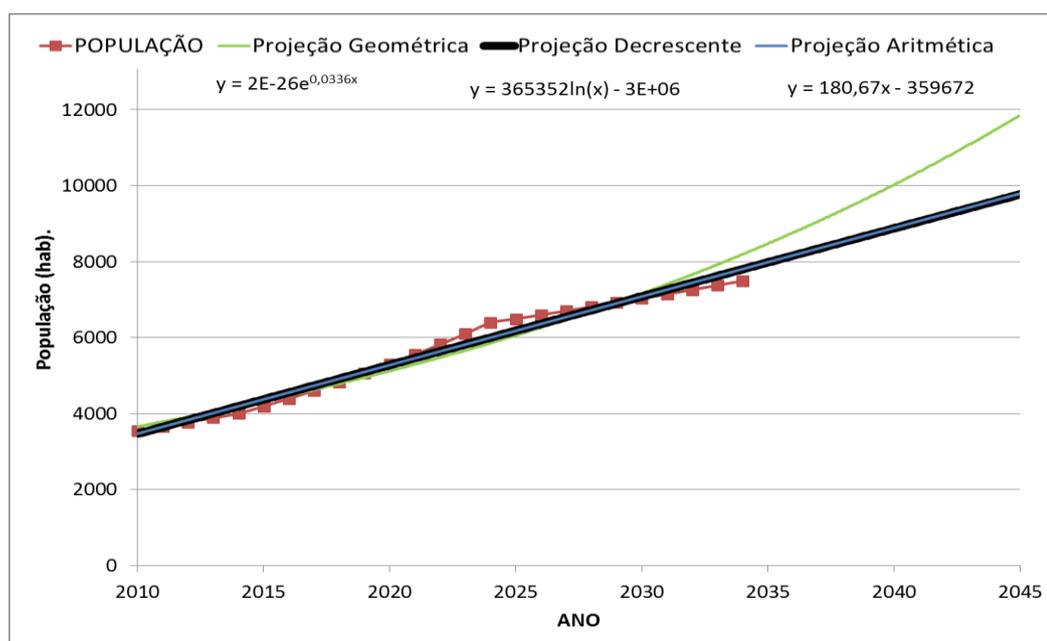
**Tabela 3.1 – Estudos Populacionais – Área urbana Distrito de São José de Almeida.**

|                                      | ANO   | SÃO JOSÉ DE ALMEIDA - ÁREA URBANA |                     | ORIGEM DOS DADOS  | FASE DE PROJETO |
|--------------------------------------|-------|-----------------------------------|---------------------|---|-----------------|
|                                      |       | POPULAÇÃO                         | TAXA DE CRESCIMENTO |   |                 |
|                                      | 2010  | 3553                              | -                   | população urbana censo 2010   |                 |
|                                      | 2011  | 3660                              | 3,00%               | estimativa linear extrapolada entre censo 2010 e dado PMSB para 2014  |                 |
|                                      | 2012  | 3770                              | 3,00%               |   |                 |
|                                      | 2013  | 3884                              | 3,00%               |   |                 |
|                                      | 2014  | 4000                              | 3,00%               | população urbana PMSB - CENÁRIO ALTERNATIVO                           |                 |
|                                      | 2015  | 4192                              | 4,80%               |   |                 |
|                                      | 2016  | 4393                              | 4,79%               |   |                 |
|                                      | 2017  | 4604                              | 4,80%               |   |                 |
|                                      | 2018  | 4824                              | 4,78%               |   |                 |
|                                      | 2019  | 5056                              | 4,81%               |   |                 |
|                                      | 2020  | 5298                              | 4,79%               |   |                 |
|                                      | 2021  | 5552                              | 4,79%               |   |                 |
|                                      | 2022  | 5819                              | 4,81%               |   |                 |
|                                      | 2023  | 6098                              | 4,79%               |   |                 |
|                                      | 2024  | 6390                              | 4,79%               |   |                 |
|                                      | 2025  | 6493                              | 1,61%               |   |                 |
|                                      | 2026  | 6597                              | 1,60%               |   |                 |
|                                      | 2027  | 6703                              | 1,61%               |   |                 |
|                                      | 2028  | 6811                              | 1,61%               |   |                 |
|                                      | 2029  | 6920                              | 1,60%               |   |                 |
|                                      | 2030  | 7031                              | 1,60%               |   |                 |
|                                      | 2031  | 7144                              | 1,61%               |   |                 |
|                                      | 2032  | 7259                              | 1,61%               |   |                 |
|                                      | 2033  | 7375                              | 1,60%               |   |                 |
| 2034                                 | 7494  | 1,61%                             |                     |   |                 |
| MÉTODO 1 - ARITMÉTICO OU LINEAR      | 2035  | 7991                              | 6,64%               | projeção aritmética dos dados de 2010 a 2034 (regressão linear)       |                 |
|                                      | 2036  | 8172                              | 2,26%               |   |                 |
|                                      | 2037  | 8353                              | 2,21%               |   |                 |
|                                      | 2038  | 8533                              | 2,16%               |   |                 |
|                                      | 2039  | 8714                              | 2,12%               |   |                 |
|                                      | 2040  | 8895                              | 2,07%               |   |                 |
|                                      | 2041  | 9075                              | 2,03%               |   |                 |
|                                      | 2042  | 9256                              | 1,99%               |   |                 |
|                                      | 2043  | 9437                              | 1,95%               |   |                 |
|                                      | 2044  | 9617                              | 1,91%               |   |                 |
|                                      | 2045  | 9798                              | 1,88%               |   |                 |
| MÉTODO 2 - GEOMÉTRICO OU EXPONENCIAL | 2035  | 8454                              | 12,80%              | projeção geométrica dos dados de 2010 a 2034 (regressão geométrica)   |                 |
|                                      | 2036  | 8742                              | 3,42%               |   |                 |
|                                      | 2037  | 9041                              | 3,42%               |   |                 |
|                                      | 2038  | 9350                              | 3,42%               |   |                 |
|                                      | 2039  | 9670                              | 3,42%               |   |                 |
|                                      | 2040  | 10000                             | 3,42%               |   |                 |
|                                      | 2041  | 10342                             | 3,42%               |   |                 |
|                                      | 2042  | 10695                             | 3,42%               |   |                 |
|                                      | 2043  | 11061                             | 3,42%               |   |                 |
|                                      | 2044  | 11439                             | 3,42%               |   |                 |
| 2045                                 | 11829 | 3,42%                             |                     |   |                 |
| MÉTODO 3-DECRESCENTE OU LOGARÍTMICO  | 2035  | 8003                              | 6,80%               | projeção decrescente dos dados de 2010 a 2034 (regressão logarítmica) |                 |
|                                      | 2036  | 8183                              | 2,24%               |   |                 |
|                                      | 2037  | 8362                              | 2,19%               |   |                 |
|                                      | 2038  | 8542                              | 2,14%               |   |                 |
|                                      | 2039  | 8721                              | 2,10%               |   |                 |
|                                      | 2040  | 8900                              | 2,05%               |   |                 |
|                                      | 2041  | 9079                              | 2,01%               |   |                 |
|                                      | 2042  | 9258                              | 1,97%               |   |                 |
|                                      | 2043  | 9437                              | 1,93%               |   |                 |
|                                      | 2044  | 9616                              | 1,89%               |   |                 |
| 2045                                 | 9794  | 1,86%                             |                     |   |                 |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A Figura 3.1 apresenta graficamente os dados utilizados para o cálculo das 3 projeções estudadas, assim como suas respectivas equações obtidas através das regressões.

Os dados obtidos do PMSB são os pontos em vermelho (População) e as três curvas são as regressões, conforme legenda, são as projeções, extrapoladas para o período de 2035 a 2045.



**Figura 3.1 – Gráfico projeção populacional PMSB e Regressões estudadas.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Observa-se que as projeções Aritmética e Decrescente possuem praticamente o mesmo comportamento para o período analisado, o que é comprovado tanto pela tabela, quanto pelo gráfico.

A Projeção Geométrica apresenta um salto de crescimento populacional entre os anos 2034 (projeção PMSB) e 2035 muito acentuado, correspondente a uma taxa de crescimento de 12,80%, tendência que nenhum fato isolado poderia justificar naquele momento para o município de Jaboticatubas.

Assim sendo, adotar-se-á a Projeção Aritmética como referência da evolução populacional no Distrito para o período de projeto – horizonte de 24 anos.

### 3.2.4. Projeção Populacional Bairros de São José de Almeida

A área urbana do Distrito é composta por diversos bairros, como já apresentado no diagnóstico, e sabe-se que a ocupação e condições específicas de cada um nos leva a analisá-los e tratá-los de maneira diferente, pois cada bairro demandará um tipo de solução para o esgotamento sanitário: estática ou dinâmica. Devido à ausência de dados censitários por bairro da área urbana, utilizou-se as informações atuais (fevereiro/2017) do número de ligações de água existentes por bairro no Distrito, para se conhecer a ocupação dos mesmos. Informação fornecida pela AMSJA, conforme reproduzido na Tabela 3.2.

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

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

Fonte: AMSJA, 2017.

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

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

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

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

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

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

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

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

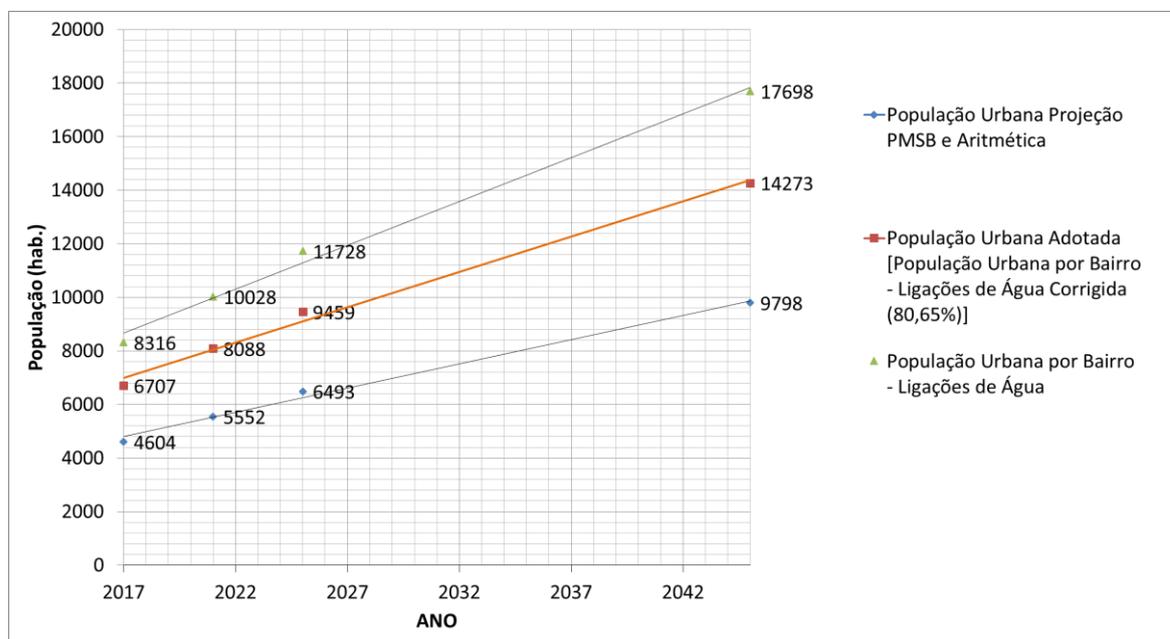
**Tabela 3.3 – Evolução Populacional da Área Urbana de SJA por Bairro.**

| ANO  | SÃO JOSÉ DE ALMEIDA - ÁREA URBANA<br>Projeção PMSB e Aritmética |                     | FASE DE PROJETO           | População Urbana Adotada<br>[População Urbana por Bairro - Ligações de Água Corrigida (80,65%)] | População Urbana por Bairro - Ligações de Água | CENTRO      |      | SANTO AMARO REDE EXISTENTE |      | VERANEIO    |      | NOVO BELO HORIZONTE |      | JK          |      | SANTO AMARO SEM REDE EXIST. |      | QUINTAS DO ALMEIDA* |      | COELHOS     |      | FLORES      |      | Capão Tamanduá |      | Taquara     |      |             |      |
|------|---|---------------------|---------------------------|---|--|-------------|------|----------------------------|------|-------------|------|---------------------|------|-------------|------|-----------------------------|------|---------------------|------|-------------|------|-------------|------|----------------|------|-------------|------|-------------|------|
|      | POPULAÇÃO   | TAXA DE CRESCIMENTO |                           |   |  | Nº LIGAÇÕES | POP. | Nº LIGAÇÕES                | POP. | Nº LIGAÇÕES | POP. | Nº LIGAÇÕES         | POP. | Nº LIGAÇÕES | POP. | Nº LIGAÇÕES                 | POP. | Nº LIGAÇÕES         | POP. | Nº LIGAÇÕES | POP. | Nº LIGAÇÕES | POP. | Nº LIGAÇÕES    | POP. | Nº LIGAÇÕES | POP. | Nº LIGAÇÕES | POP. |
|      |   |                     |                           |   |  |             |      |                            |      |             |      |                     |      |             |      |                             |      |                     |      |             |      |             |      |                |      |             |      |             |      |
| 2010 | 3553  | -                   |                           |   |  |             |      |                            |      |             |      |                     |      |             |      |                             |      |                     |      |             |      |             |      |                |      |             |      |             |      |
| 2011 | 3660  | 3,00%               |                           |   |  |             |      |                            |      |             |      |                     |      |             |      |                             |      |                     |      |             |      |             |      |                |      |             |      |             |      |
| 2012 | 3770  | 3,00%               |                           |   |  |             |      |                            |      |             |      |                     |      |             |      |                             |      |                     |      |             |      |             |      |                |      |             |      |             |      |
| 2013 | 3884  | 3,00%               |                           |   |  |             |      |                            |      |             |      |                     |      |             |      |                             |      |                     |      |             |      |             |      |                |      |             |      |             |      |
| 2014 | 4000  | 3,00%               |                           |   |  |             |      |                            |      |             |      |                     |      |             |      |                             |      |                     |      |             |      |             |      |                |      |             |      |             |      |
| 2015 | 4192  | 4,80%               |                           |   |  |             |      |                            |      |             |      |                     |      |             |      |                             |      |                     |      |             |      |             |      |                |      |             |      |             |      |
| 2016 | 4393  | 4,79%               |                           |   |  |             |      |                            |      |             |      |                     |      |             |      |                             |      |                     |      |             |      |             |      |                |      |             |      |             |      |
| 2017 | 4604  | 4,80%               | PROJETO BÁSICO ETAPA 1    | 6707  | 8316   | 616         | 1940 | 25                         | 79   | 366         | 1153 | 483                 | 1521 | 395         | 1244 | 408                         | 1285 | 144                 | 454  | 25          | 79   | 84          | 265  | 53             | 167  | 41          | 129  |             |      |
| 2018 | 4824  | 4,78%               | PROJETO EXECUTIVO ETAPA 1 |   |  | 645         | 2033 | 26                         | 83   | 383         | 1208 | 506                 | 1594 | 414         | 1304 | 427                         | 1347 | 151                 | 475  | 26          | 83   | 88          | 277  | 56             | 175  | 43          | 135  |             |      |
| 2019 | 5056  | 4,81%               | EXECUÇÃO ETAPA 1 E        |   |  | 676         | 2131 | 27                         | 86   | 402         | 1266 | 530                 | 1671 | 434         | 1366 | 448                         | 1411 | 158                 | 498  | 27          | 86   | 92          | 291  | 58             | 183  | 45          | 142  |             |      |
| 2020 | 5298  | 4,79%               | PROJETO EXECUTIVO ETAPA 2 |   |  | 709         | 2233 | 29                         | 91   | 421         | 1327 | 556                 | 1751 | 455         | 1432 | 470                         | 1479 | 166                 | 522  | 29          | 91   | 97          | 304  | 61             | 192  | 47          | 149  |             |      |
| 2021 | 5552  | 4,79%               | INÍCIO OPERAÇÃO ETAPA 1   | 8088  | 10028  | 743         | 2340 | 30                         | 95   | 441         | 1390 | 582                 | 1835 | 476         | 1500 | 492                         | 1550 | 174                 | 547  | 30          | 95   | 101         | 319  | 64             | 201  | 49          | 156  |             |      |
| 2022 | 5819  | 4,81%               |                           |   |  | 779         | 2452 | 32                         | 100  | 463         | 1457 | 610                 | 1923 | 499         | 1573 | 516                         | 1624 | 182                 | 573  | 32          | 100  | 106         | 334  | 67             | 211  | 52          | 163  |             |      |
| 2023 | 6098  | 4,79%               | EXECUÇÃO ETAPA 2          |   |  | 816         | 2570 | 33                         | 104  | 485         | 1527 | 640                 | 2015 | 523         | 1648 | 540                         | 1702 | 191                 | 601  | 33          | 104  | 111         | 350  | 70             | 221  | 54          | 171  |             |      |
| 2024 | 6390  | 4,79%               |                           |   |  | 855         | 2693 | 35                         | 109  | 508         | 1600 | 670                 | 2112 | 548         | 1727 | 566                         | 1784 | 200                 | 630  | 35          | 109  | 117         | 367  | 74             | 232  | 57          | 179  |             |      |
| 2025 | 6493  | 1,61%               | INÍCIO OPERAÇÃO ETAPA 2   | 9459  | 11728  | 869         | 2737 | 35                         | 111  | 516         | 1626 | 681                 | 2146 | 557         | 1755 | 575                         | 1813 | 203                 | 640  | 35          | 111  | 118         | 373  | 75             | 235  | 58          | 182  |             |      |
| 2026 | 6597  | 1,60%               |                           |   |  | 883         | 2780 | 36                         | 113  | 524         | 1652 | 692                 | 2180 | 566         | 1783 | 585                         | 1842 | 206                 | 650  | 36          | 113  | 120         | 379  | 76             | 239  | 59          | 185  |             |      |
| 2027 | 6703  | 1,61%               |                           |   |  | 897         | 2825 | 36                         | 115  | 533         | 1679 | 703                 | 2215 | 575         | 1812 | 594                         | 1871 | 210                 | 660  | 36          | 115  | 122         | 385  | 77             | 243  | 60          | 188  |             |      |
| 2028 | 6811  | 1,61%               |                           |   |  | 911         | 2871 | 37                         | 117  | 541         | 1706 | 715                 | 2251 | 584         | 1841 | 604                         | 1901 | 213                 | 671  | 37          | 117  | 124         | 391  | 78             | 247  | 61          | 191  |             |      |
| 2029 | 6920  | 1,60%               |                           |   |  | 926         | 2917 | 38                         | 118  | 550         | 1733 | 726                 | 2287 | 594         | 1870 | 613                         | 1932 | 216                 | 682  | 38          | 118  | 126         | 398  | 80             | 251  | 62          | 194  |             |      |
| 2030 | 7031  | 1,60%               |                           |   |  | 941         | 2963 | 38                         | 120  | 559         | 1761 | 738                 | 2323 | 603         | 1900 | 623                         | 1963 | 220                 | 693  | 38          | 120  | 128         | 404  | 81             | 255  | 63          | 197  |             |      |
| 2031 | 7144  | 1,61%               |                           |   |  | 956         | 3011 | 39                         | 122  | 568         | 1789 | 749                 | 2361 | 613         | 1931 | 633                         | 1994 | 223                 | 704  | 39          | 122  | 130         | 411  | 82             | 259  | 64          | 200  |             |      |
| 2032 | 7259  | 1,61%               |                           |   |  | 971         | 3059 | 39                         | 124  | 577         | 1818 | 762                 | 2399 | 623         | 1962 | 643                         | 2026 | 227                 | 715  | 39          | 124  | 132         | 417  | 84             | 263  | 65          | 204  |             |      |
| 2033 | 7375  | 1,60%               |                           |   |  | 987         | 3108 | 40                         | 126  | 586         | 1847 | 774                 | 2437 | 633         | 1993 | 654                         | 2059 | 231                 | 727  | 40          | 126  | 135         | 424  | 85             | 267  | 66          | 207  |             |      |
| 2034 | 7494  | 1,61%               |                           |   |  | 1003        | 3158 | 41                         | 128  | 596         | 1877 | 786                 | 2476 | 643         | 2025 | 664                         | 2092 | 234                 | 738  | 41          | 128  | 137         | 431  | 86             | 272  | 67          | 210  |             |      |
| 2035 | 7991  | 6,64%               |                           |   |  | 1069        | 3368 | 43                         | 137  | 635         | 2001 | 838                 | 2641 | 686         | 2160 | 708                         | 2231 | 250                 | 787  | 43          | 137  | 146         | 459  | 92             | 290  | 71          | 224  |             |      |
| 2036 | 8172  | 2,26%               |                           |   |  | 1093        | 3444 | 44                         | 140  | 650         | 2046 | 857                 | 2701 | 701         | 2209 | 724                         | 2281 | 256                 | 805  | 44          | 140  | 149         | 470  | 94             | 296  | 73          | 229  |             |      |
| 2037 | 8353  | 2,21%               |                           |   |  | 1118        | 3520 | 45                         | 143  | 664         | 2092 | 876                 | 2760 | 717         | 2257 | 740                         | 2332 | 261                 | 823  | 45          | 143  | 152         | 480  | 96             | 303  | 74          | 234  |             |      |
| 2038 | 8533  | 2,16%               |                           |   |  | 1142        | 3597 | 46                         | 146  | 678         | 2137 | 895                 | 2820 | 732         | 2306 | 756                         | 2382 | 267                 | 841  | 46          | 146  | 156         | 490  | 98             | 309  | 76          | 239  |             |      |
| 2039 | 8714  | 2,12%               |                           |   |  | 1166        | 3673 | 47                         | 149  | 693         | 2182 | 914                 | 2880 | 748         | 2355 | 772                         | 2433 | 273                 | 859  | 47          | 149  | 159         | 501  | 100            | 316  | 78          | 244  |             |      |
| 2040 | 8895  | 2,07%               |                           |   |  | 1190        | 3749 | 48                         | 152  | 707         | 2227 | 933                 | 2939 | 763         | 2404 | 788                         | 2483 | 278                 | 876  | 48          | 152  | 162         | 511  | 102            | 323  | 79          | 250  |             |      |
| 2041 | 9075  | 2,03%               |                           |   |  | 1214        | 3825 | 49                         | 155  | 721         | 2273 | 952                 | 2999 | 779         | 2453 | 804                         | 2533 | 284                 | 894  | 49          | 155  | 166         | 522  | 104            | 329  | 81          | 255  |             |      |
| 2042 | 9256  | 1,99%               |                           |   |  | 1238        | 3901 | 50                         | 158  | 736         | 2318 | 971                 | 3059 | 794         | 2502 | 820                         | 2584 | 290                 | 912  | 50          | 158  | 169         | 532  | 107            | 336  | 82          | 260  |             |      |
| 2043 | 9437  | 1,95%               |                           |   |  | 1263        | 3977 | 51                         | 161  | 750         | 2363 | 990                 | 3119 | 810         | 2550 | 836                         | 2634 | 295                 | 930  | 51          | 161  | 172         | 542  | 109            | 342  | 84          | 265  |             |      |
| 2044 | 9617  | 1,91%               |                           |   |  | 1287        | 4053 | 52                         | 165  | 765         | 2408 | 1009                | 3178 | 825         | 2599 | 852                         | 2685 | 301                 | 948  | 52          | 165  | 175         | 553  | 111            | 349  | 86          | 270  |             |      |
| 2045 | 9798  | 1,88%               | FIM DE PLANO              | 14273   | 17698  | 1311        | 4130 | 53                         | 168  | 779         | 2454 | 1028                | 3238 | 841         | 2648 | 868                         | 2735 | 306                 | 965  | 53          | 168  | 179         | 563  | 113            | 355  | 87          | 275  |             |      |

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

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

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



**Figura 3.2 – Gráfico comparativo da população – em vermelho, projeção adotada.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

### 3.3. Característica da Área de Projeto

A área de projeto do Distrito de São José de Almeida, contida na UTE Jabó-Baldim, é urbana e com baixa ocupação, conforme menciona o diagnóstico, quase 80% da área do Distrito está sem ocupação ou utilização. Conforme observado, menos da metade das vias do centro são pavimentadas. Se tratando dos bairros periféricos, não existem vias pavimentadas, com excessão do bairro Quintas do Almeida II (loteamento privado e que, conforme nota da Tabela 3.3, não faz parte do escopo). Estes fatos são agravados pela retenção de terras para especulação imobiliária e também pela presença de alguns loteamentos irregulares no Distrito.

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

### 3.4. Estudos Ambientais

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

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

Para a implantação da nova ETE será necessário licenciamento ambiental, a ser definido pelo órgão ambiental estadual.

### 3.5. Alternativas Técnicas de Concepção

Em São José de Almeida, conforme mencionado, apenas o centro do Distrito e uma pequena parte do bairro Santo Amaro são contemplados por rede coletora de esgoto, que transportam o esgoto coletado até a ETE existente.

Para o atendimento de toda a população urbana, foram concebidas 3 (três) alternativas técnicas (A, B e C), para a abrangência da rede coletora (Abrangência do Sistema Dinâmico), todas elas combinando soluções estáticas e dinâmicas em maior ou menor escala, atendendo 100% da população.

Para além dessa análise, foram estudadas também 5 (cinco) alternativas técnicas para a Estação de Tratamento de Esgoto a ser construída.

Ambas as análises são apresentadas a seguir.

### 3.5.1. Alternativas para Abrangência do Sistema Dinâmico

Neste item são apresentadas e comparadas brevemente as três alternativas para abrangência de rede coletora de esgotos através de uma análise técnico-econômica simplificada.

#### ALTERNATIVA A

A Alternativa A contempla todos os principais bairros da área urbana com rede coletora de esgotos, Figura 3.3, com excessão dos bairros Capão Tamanduá e Taquara, que serão atendidos por Fossa-Sumidouro (FS) – Tipo A, para 5 pessoas. Esta solução é a com maior abrangência do sistema dinâmico e foi inicialmente baseado no anteprojeto elaborado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) através da empresa Função em 2009, cujo valor foi reajustado para a data atual, e que não considera em seus custos a urbanização (pavimentação e drenagem) dos bairros periféricos ao centro. Esta alternativa prevê ainda o deslocamento da ETE para um ponto mais a jusante, na margem direita do córrego Grande, próximo à ponte existente sobre este mesmo córrego, na Rua Nicolau Moreira.



Figura 3.3 – Bairros Abrangidos por Rede Coletora na Alternativa A.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A Alternativa A prevê a implantação de aproximadamente 44.950 metros de rede coletora nos referidos bairros hoje desprovidos de rede e que somados à rede coletora existente no Centro e Santo Amaro, totalizarão 56.952 metros de rede

coletora. A Tabela 3.4 demonstra os números de extensão de rede, população atendida e vazões finais por bairro contemplado por sistema dinâmico.

**Tabela 3.4 – Sistema Dinâmico – Alternativa A: Rede, população e vazões por bairro.**

| BAIRRO              | EXTENSÃO REDE COLETORA (m) | POPULAÇÃO ATENDIDA | Q mín        | Q média      | Q máx.hor.   |
|---------------------|----------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| CENTRO E STO. AMARO | 12000                      | 3466               | 6,21         | 8,82         | 12,99        |
| VERANEIO            | 11684                      | 1979               | 2,66         | 4,15         | 6,53         |
| NOVO BELO HORIZONTE | 7832                       | 2611               | 2,75         | 4,71         | 7,85         |
| JK                  | 14444                      | 2136               | 3,05         | 4,66         | 7,23         |
| SANTO AMARO         | 7238                       | 2206               | 2,38         | 4,04         | 6,70         |
| COELHOS             | 2435                       | 135                | 0,35         | 0,45         | 0,61         |
| FLORES              | 1319                       | 454                | 0,47         | 0,82         | 1,36         |
| <b>TOTAL</b>        | <b>56952</b>               | <b>12987</b>       | <b>17,87</b> | <b>27,64</b> | <b>43,27</b> |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Abaixo apresentam-se os parâmetros relevantes de cada um dos sistemas estáticos e dinâmicos da Alternativa A (Tabela 3.5).

**Tabela 3.5 – Parâmetros Alternativa A.**

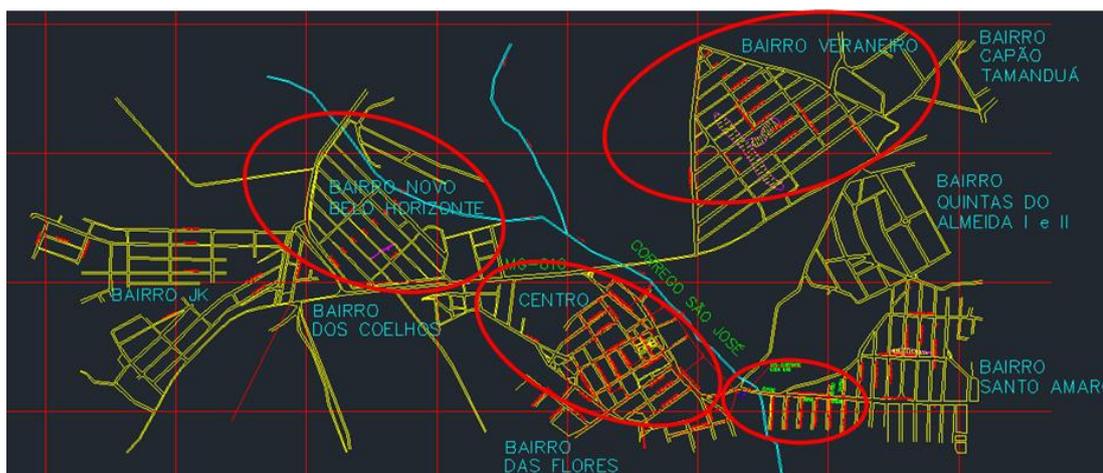
| ALTERNATIVA A                | SISTEMA DINÂMICO |              | SISTEMA ESTÁTICO | TOTAL         |
|------------------------------|------------------|--------------|------------------|---------------|
|                              | POPULAÇÃO (hab.) | VAZÕES (l/s) | Nº DE FOSSAS     |               |
| INÍCIO OPERAÇÃO PLENA - 2025 | 8 606            | 19,15        | 114              |               |
| FIM DE PLANO - 2045          | 12 987           | 27,64        | 201              |               |
| ORÇAMENTO FINAL (R\$)        | 9.826.774,34     |              | 1.551.775,13     | 11.378.549,47 |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

### ALTERNATIVA B

A Alternativa B contempla o atendimento por rede de esgotos na área central e nos bairros Veraneio e Novo Belo Horizonte (Figura 3.4), que possuem maior área e população já na data de hoje e que possuem localização e topografia favoráveis para a coleta e transporte dos esgotos por gravidade. Nesta alternativa, prevê-se, assim como na Alternativa 1, a mudança do local da nova ETE.

Nos demais bairros da área urbana serão implantadas FS-Tipo A, para 5 pessoas.



**Figura 3.4 – Bairros Abrangidos por Rede Coletora na Alternativa B.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Esta Alternativa B prevê a implantação de 19.516 metros de rede coletora nos bairros Veraneio e Novo Belo Horizonte e que totalizarão 31.516 metros de rede coletora, incluindo as redes existentes no Centro e Santo Amaro. A Tabela 3.6 demonstra os números de extensão de rede, população atendida e vazões finais por bairro contemplado por sistema dinâmico.

**Tabela 3.6 - Sistema Dinâmico – Alternativa B: Rede, população e vazões por bairro.**

| BAIRRO              | EXTENSÃO REDE COLETORA (m) | POPULAÇÃO ATENDIDA | Q mín        | Q média      | Q máx.hor.   |
|---------------------|----------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| CENTRO E STO. AMARO | 12000                      | 3466               | 6,21         | 8,82         | 12,99        |
| VERANEIO            | 11684                      | 1979               | 2,66         | 4,15         | 6,53         |
| NOVO BELO HORIZONTE | 7832                       | 2611               | 2,75         | 4,71         | 7,85         |
| <b>TOTAL</b>        | <b>31516</b>               | <b>8056</b>        | <b>11,61</b> | <b>17,67</b> | <b>27,37</b> |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Abaixo apresentam-se os parâmetros relevantes de cada um dos sistemas estáticos e dinâmicos da Alternativa B (Tabela 3.7).

**Tabela 3.7 – Parâmetros Alternativa B.**

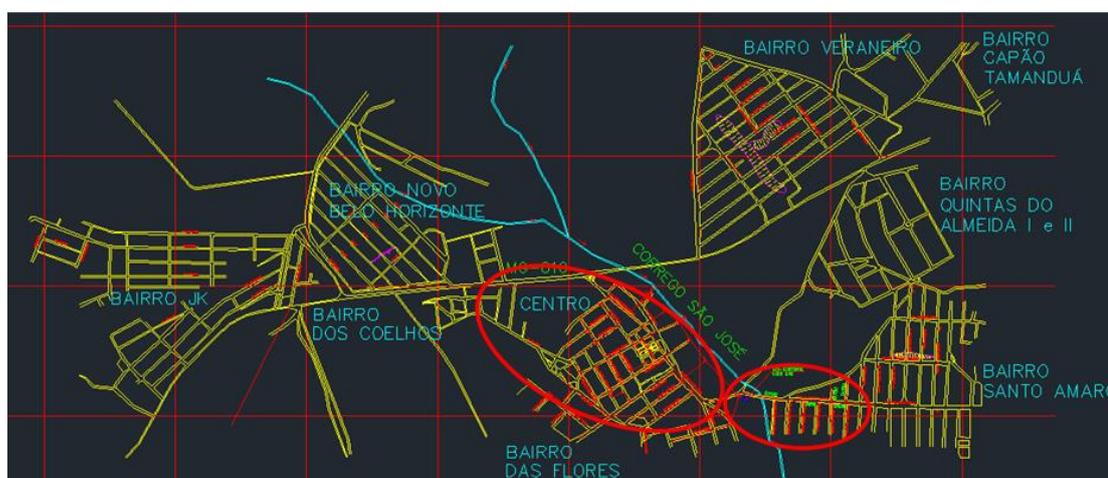
| ALTERNATIVA B                | SISTEMA DINÂMICO    |              | SISTEMA ESTÁTICO     | TOTAL |
|------------------------------|---------------------|--------------|----------------------|-------|
|                              | POPULAÇÃO (hab.)    | VAZÕES (l/s) | Nº DE FOSSAS         |       |
| INÍCIO OPERAÇÃO PLENA - 2025 | 5 338               | 12,67        | 1214                 |       |
| FIM DE PLANO - 2045          | 8 056               | 17,67        | 2141                 |       |
| <b>ORÇAMENTO FINAL</b>       | <b>5.550.416,23</b> |              | <b>16.529.107,27</b> |       |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

### ALTERNATIVA C

A Alternativa C contempla com rede coletora de esgotos apenas o Centro, promovendo a melhoria e pequena expansão da mesma. No bairro Santo Amaro, onde hoje já existe um trecho de rede coletora, em parte da Av. Nicolau Moreira de Moraes, não é realizada expansão (Figura 3.5).

Nos demais bairros da área urbana, incluindo a maior parte do Bairro Santo Amaro, serão implantadas FS-Tipo A, para 5 pessoas.



**Figura 3.5 – Bairros Abrangidos por Rede Coletora na Alternativa C.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A Tabela 3.8 a seguir demonstra os números de extensão de rede, população atendida e vazões finais por bairro contemplado por sistema dinâmico.

**Tabela 3.8 - Sistema Dinâmico – Alternativa C: Rede, população e vazões por bairro.**

| BAIRRO              | EXTENSÃO REDE COLETORA (m) | POPULAÇÃO ATENDIDA | Q mín       | Q média     | Q máx.hor.   |
|---------------------|----------------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------|
| CENTRO E STO. AMARO | 12000                      | 3466               | 6,21        | 8,82        | 12,99        |
| <b>TOTAL</b>        | <b>12000</b>               | <b>3 466</b>       | <b>6,21</b> | <b>8,82</b> | <b>12,99</b> |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Abaixo apresentam-se os parâmetros relevantes de cada um dos sistemas estáticos e dinâmicos da Alternativa C (Tabela 3.9).

**Tabela 3.9 - Parâmetros Alternativa C.**

| ALTERNATIVA C                | SISTEMA DINÂMICO |              | SISTEMA ESTÁTICO | TOTAL         |
|------------------------------|------------------|--------------|------------------|---------------|
|                              | POPULAÇÃO (hab.) | VAZÕES (l/s) | Nº DE FOSSAS     |               |
| INÍCIO OPERAÇÃO PLENA - 2025 | 2297             | 6,36         | 2237             |               |
| FIM DE PLANO - 2045          | 3466             | 8,82         | 3948             |               |
| ORÇAMENTO FINAL              | 1.141.362,19     |              | 30.479.642,92    | 31.621.005,11 |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

### 3.5.2. Análise Técnico-econômica das Alternativas de Abrangência Sistema Dinâmico

A análise das Alternativas A, B e C deixa claro que a Alternativa A, que abrange a maioria dos bairros da área urbana de São José de Almeida com o Sistema Dinâmico, através da coleta dos esgotos produzidos através de rede coletora de esgotos é a mais econômica.

A Tabela 3.10 demonstra o resumo dos orçamentos das três alternativas, para os Sistemas Dinâmico, Estático e o Total, que deixa claro o quão econômico é a implantação do sistema coletivo de tratamento dos efluentes.

Observa-se que a grande diferença de custo se dá pelo elevado custo de implantação da solução estática individual para tratamento dos efluentes: cada Fossa-sumidouro para 5 usuários possui custo unitário de R\$ 6.127,20.

**Tabela 3.10 – Resumo da Análise Econômica das Alternativas.**

| ALTERNATIVA   | SISTEMA DINÂMICO | SISTEMA ESTÁTICO | TOTAL         |
|---------------|------------------|------------------|---------------|
| ALTERNATIVA A | 9 826 774,34     | 1 551 775,13     | 11 378 549,47 |
| ALTERNATIVA B | 5 494 976,23     | 16 529 107,27    | 22 024 083,50 |
| ALTERNATIVA C | 1 141 362,19     | 30 479 642,92    | 31 621 005,11 |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Uma análise macro do custo operacional anual das alternativas demonstra como o sistema estático se torna ainda mais desvantajoso:

Ao passo que o custo de operação/manutenção de uma ETE, por exemplo, do tipo Reator Anaeróbio de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente (UASB) + Sistemas Alagados Construídos (WETLANDS), que pode atingir no máximo cerca de R\$ 20/hab.ano (VON SPERLING, 2014), o custo de limpeza de uma fossa familiar (5

habitantes) custa cerca de R\$ 135,00/hab.ano (média das cotações de mercado, em anexo).

Além disso as vantagens técnicas e econômicas do reaproveitamento dos subprodutos de uma ETE, que serão demonstrados adiante, não são aqui quantificadas, mas reforçam ainda mais a viabilidade e o benefício da maior abrangência da rede coletora.

### 3.5.3. Etapalização do Projeto

Definida a Alternativa A de abrangência do Sistema Dinâmico, definiu-se a etapalização do Projeto a fim de se garantir a imediata implantação de parte do SES.

Para isso, subdividiu-se o SES em duas etapas. Sendo a Etapa 1, que já aproveita boa parte da rede existente no Centro e Santo Amaro, implantação de um novo interceptor no fundo de vale do córrego São José, já dimensionado para as vazões de final de plano e se constrói a primeira fase da nova Estação de Tratamento de Esgoto, esta dimensionada para 1/3 da vazão média no final de plano. A Etapa 2 visa a implantação de rede coletora em todos os bairros periféricos ao centro, conforme apontado no item 3.5.1 – Alternativa A. Esta Etapa 2 entrará em operação 4 anos após a Etapa 1 para que se tenha tempo hábil para a elaboração e implantação dos projetos geométricos, de terraplenagem, de drenagem e de pavimentação das vias desses bairros, que hoje se encontram em terra, com muitas erosões e muitas delas sem greide definido. A Tabela 3.11 apresenta o resumo das etapas de projeto.

**Tabela 3.11 – Resumo Etapas de Projeto.**

| ITEM                           | 1ª ETAPA | 2ª ETAPA |
|--------------------------------|----------|----------|
| ANO DE IMPLANTAÇÃO             | 2021     | 2025     |
| ALCANCE                        | 2025     | 2045     |
| DURAÇÃO                        | 4 ANOS   | 20 ANOS  |
| % DE IMPLANTAÇÃO               | 33,3%    | 66,6%    |
| NÚMERO DE MÓDULOS IMPLANTADOS  | 1        | 2        |
| NÚMERO TOTAL DE MÓDULOS NA ETE | 1        | 3        |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A seguir, nas Tabela 3.12 e Tabela 3.13 são apresentadas as vazões de cálculo das Etapas 1 e 2, respectivamente. Ressalta-se as vazões médias das Etapas 1 e 2 para o início e fim de plano:

**ETAPA 1:**

$$Q_{T \text{ méd início de plano}} = 6,44 \text{ l/s}$$

$$Q_{T \text{ méd fim de plano}} = 8,82 \text{ l/s}$$

**ETAPA 2:**

$$Q_{T \text{ méd início de plano}} = 12,09 \text{ l/s}$$

$$Q_{T \text{ méd fim de plano}} = 18,82 \text{ l/s}$$

**Tabela 3.12 – Etapa 1: Projeção das Populações e Vazões.**

| ETAPA 1: CENTRO + SANTO AMARO (OESTE - TRECHO EXISTENTE) |               |               |          |                 |        |           |                            |               |        |           |
|--|---------------|---------------|----------|-----------------|--------|-----------|----------------------------|---------------|--------|-----------|
| ANO  | POPULAÇÃO     |               |          | VAZÃO DOMÉSTICA |        |           | VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (l/s) | VAZÕES TOTAIS |        |           |
|  | TOTAL ETAPA 1 | % ATENDIMENTO | ATENDIDA | Qmín            | Qmédia | Qmáx.hor. |                            | Qmín          | Qmédia | Qmáx.hor. |
| 2021   | 1964          | 96%           | 1885     | 1,42            | 2,84   | 5,11      | 3,60                       | 5,02          | 6,44   | 8,71      |
| 2022   | 2058          | 97%           | 1996     | 1,50            | 3,00   | 5,41      | 3,60                       | 5,10          | 6,60   | 9,01      |
| 2023   | 2157          | 98%           | 2114     | 1,59            | 3,18   | 5,73      | 3,60                       | 5,19          | 6,78   | 9,33      |
| 2024   | 2260          | 100%          | 2260     | 1,70            | 3,40   | 6,12      | 3,60                       | 5,30          | 7,00   | 9,72      |
| 2025   | 2297          | 100%          | 2297     | 1,73            | 3,46   | 6,22      | 3,60                       | 5,33          | 7,06   | 9,82      |
| 2026   | 2333          | 100%          | 2333     | 1,76            | 3,51   | 6,32      | 3,60                       | 5,36          | 7,11   | 9,92      |
| 2027   | 2371          | 100%          | 2371     | 1,78            | 3,57   | 6,42      | 3,60                       | 5,38          | 7,17   | 10,02     |
| 2028   | 2409          | 100%          | 2409     | 1,81            | 3,62   | 6,52      | 3,60                       | 5,41          | 7,22   | 10,12     |
| 2029   | 2448          | 100%          | 2448     | 1,84            | 3,68   | 6,63      | 3,60                       | 5,44          | 7,28   | 10,23     |
| 2030   | 2487          | 100%          | 2487     | 1,87            | 3,74   | 6,74      | 3,60                       | 5,47          | 7,34   | 10,34     |
| 2031   | 2527          | 100%          | 2527     | 1,90            | 3,80   | 6,84      | 3,60                       | 5,50          | 7,40   | 10,44     |
| 2032   | 2568          | 100%          | 2568     | 1,93            | 3,86   | 6,96      | 3,60                       | 5,53          | 7,46   | 10,56     |
| 2033   | 2609          | 100%          | 2609     | 1,96            | 3,93   | 7,07      | 3,60                       | 5,56          | 7,53   | 10,67     |
| 2034   | 2651          | 100%          | 2651     | 1,99            | 3,99   | 7,18      | 3,60                       | 5,59          | 7,59   | 10,78     |
| 2035   | 2827          | 100%          | 2827     | 2,13            | 4,25   | 7,66      | 3,60                       | 5,73          | 7,85   | 11,26     |
| 2036   | 2890          | 100%          | 2890     | 2,17            | 4,35   | 7,83      | 3,60                       | 5,77          | 7,95   | 11,43     |
| 2037   | 2954          | 100%          | 2954     | 2,22            | 4,44   | 8,00      | 3,60                       | 5,82          | 8,04   | 11,60     |
| 2038   | 3018          | 100%          | 3018     | 2,27            | 4,54   | 8,17      | 3,60                       | 5,87          | 8,14   | 11,77     |
| 2039   | 3082          | 100%          | 3082     | 2,32            | 4,64   | 8,35      | 3,60                       | 5,92          | 8,24   | 11,95     |
| 2040   | 3146          | 100%          | 3146     | 2,37            | 4,73   | 8,52      | 3,60                       | 5,97          | 8,33   | 12,12     |
| 2041   | 3210          | 100%          | 3210     | 2,41            | 4,83   | 8,69      | 3,60                       | 6,01          | 8,43   | 12,29     |
| 2042   | 3274          | 100%          | 3274     | 2,46            | 4,93   | 8,87      | 3,60                       | 6,06          | 8,53   | 12,47     |
| 2043   | 3338          | 100%          | 3338     | 2,51            | 5,02   | 9,04      | 3,60                       | 6,11          | 8,62   | 12,64     |
| 2044   | 3402          | 100%          | 3402     | 2,56            | 5,12   | 9,21      | 3,60                       | 6,16          | 8,72   | 12,81     |
| 2045   | 3466          | 100%          | 3466     | 2,61            | 5,22   | 9,39      | 3,60                       | 6,21          | 8,82   | 12,99     |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

**Tabela 3.13 - Etapa 2: Projeção das Populações e Vazões.**

| ANO  | POPULAÇÃO     |               |          | VAZÃO DOMÉSTICA  |                    |                       | VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (l/s) | VAZÕES TOTAIS    |                    |                       |
|------|---------------|---------------|----------|------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
|      | TOTAL ETAPA 2 | % ATENDIMENTO | ATENDIDA | Q <sub>mín</sub> | Q <sub>média</sub> | Q <sub>máx.hor.</sub> |                            | Q <sub>mín</sub> | Q <sub>média</sub> | Q <sub>máx.hor.</sub> |
| 2021 | 5395          | 0%            | 0        | 0,00             | 0,00               | 0,00                  | 0,00                       | 0,00             | 0,00               | 0,00                  |
| 2022 | 5654          | 0%            | 0        | 0,00             | 0,00               | 0,00                  | 0,00                       | 0,00             | 0,00               | 0,00                  |
| 2023 | 5926          | 0%            | 0        | 0,00             | 0,00               | 0,00                  | 0,00                       | 0,00             | 0,00               | 0,00                  |
| 2024 | 6209          | 0%            | 0        | 0,00             | 0,00               | 0,00                  | 0,00                       | 0,00             | 0,00               | 0,00                  |
| 2025 | 6309          | 80%           | 5047     | 3,80             | 7,59               | 13,67                 | 4,50                       | 8,29             | 12,09              | 18,16                 |
| 2026 | 6410          | 81%           | 5193     | 3,91             | 7,81               | 14,06                 | 4,50                       | 8,40             | 12,31              | 18,56                 |
| 2027 | 6513          | 82%           | 5341     | 4,02             | 8,04               | 14,47                 | 4,50                       | 8,51             | 12,53              | 18,96                 |
| 2028 | 6618          | 83%           | 5494     | 4,13             | 8,27               | 14,88                 | 4,50                       | 8,63             | 12,76              | 19,37                 |
| 2029 | 6724          | 84%           | 5648     | 4,25             | 8,50               | 15,30                 | 4,50                       | 8,74             | 12,99              | 19,79                 |
| 2030 | 6832          | 85%           | 5807     | 4,37             | 8,74               | 15,73                 | 4,50                       | 8,86             | 13,23              | 20,22                 |
| 2031 | 6942          | 86%           | 5970     | 4,49             | 8,98               | 16,17                 | 4,50                       | 8,99             | 13,48              | 20,66                 |
| 2032 | 7054          | 87%           | 6136     | 4,62             | 9,23               | 16,62                 | 4,50                       | 9,11             | 13,73              | 21,11                 |
| 2033 | 7166          | 88%           | 6308     | 4,75             | 9,49               | 17,08                 | 4,50                       | 9,24             | 13,99              | 21,58                 |
| 2034 | 7282          | 89%           | 6482     | 4,88             | 9,75               | 17,56                 | 4,50                       | 9,37             | 14,25              | 22,05                 |
| 2035 | 7765          | 90%           | 6989     | 5,26             | 10,52              | 18,93                 | 4,50                       | 9,75             | 15,01              | 23,42                 |
| 2036 | 7941          | 91%           | 7227     | 5,44             | 10,87              | 19,57                 | 4,50                       | 9,93             | 15,37              | 24,07                 |
| 2037 | 8117          | 92%           | 7467     | 5,62             | 11,24              | 20,22                 | 4,50                       | 10,11            | 15,73              | 24,72                 |
| 2038 | 8292          | 93%           | 7712     | 5,80             | 11,60              | 20,89                 | 4,50                       | 10,30            | 16,10              | 25,38                 |
| 2039 | 8468          | 94%           | 7959     | 5,99             | 11,98              | 21,56                 | 4,50                       | 10,48            | 16,47              | 26,05                 |
| 2040 | 8643          | 95%           | 8212     | 6,18             | 12,36              | 22,24                 | 4,50                       | 10,67            | 16,85              | 26,74                 |
| 2041 | 8819          | 96%           | 8466     | 6,37             | 12,74              | 22,93                 | 4,50                       | 10,86            | 17,23              | 27,42                 |
| 2042 | 8994          | 97%           | 8724     | 6,56             | 13,13              | 23,63                 | 4,50                       | 11,06            | 17,62              | 28,12                 |
| 2043 | 9170          | 98%           | 8988     | 6,76             | 13,52              | 24,34                 | 4,50                       | 11,26            | 18,02              | 28,84                 |
| 2044 | 9345          | 99%           | 9252     | 6,96             | 13,92              | 25,06                 | 4,50                       | 11,46            | 18,42              | 29,55                 |
| 2045 | 9521          | 100%          | 9521     | 7,16             | 14,33              | 25,79                 | 4,50                       | 11,66            | 18,82              | 30,28                 |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Na Tabela 3.14 são apresentadas as vazões totais por bairro atendidos por rede coletora em cada uma das etapas.

**Tabela 3.14 – Vazões por bairro.**

| ETAPA        | BAIRRO              | EXTENSÃO REDE COLETORA (m) | POPULAÇÃO ATENDIDA | Q <sub>mín</sub> | Q <sub>média</sub> | Q <sub>máx.hor.</sub> |
|--------------|---------------------|----------------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| ETAPA 1      | CENTRO E STO. AMARO | 12 000                     | 3466               | 6,21             | 8,82               | 12,99                 |
| ETAPA 2      | VERANEIO            | 11 684                     | 1979               | 2,66             | 4,15               | 6,53                  |
|              | NOVO BELO HORIZONTE | 7 832                      | 2611               | 2,75             | 4,71               | 7,85                  |
|              | JK                  | 14 444                     | 2136               | 3,05             | 4,66               | 7,23                  |
|              | SANTO AMARO         | 7 238                      | 2206               | 2,38             | 4,04               | 6,70                  |
|              | COELHOS             | 2 435                      | 135                | 0,35             | 0,45               | 0,61                  |
|              | FLORES              | 1 319                      | 454                | 0,47             | 0,82               | 1,36                  |
| <b>TOTAL</b> | -                   | <b>56 952</b>              | <b>12987</b>       | <b>17,87</b>     | <b>27,64</b>       | <b>43,27</b>          |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

### 3.6. Parâmetros das Soluções Dinâmicas de Esgotamento Sanitário

Os seguintes parâmetros de projeto são utilizados para elaboração deste Relatório Técnico Preliminar (RTP) e dos Projetos Básicos de esgotamento sanitário.

#### 3.6.1. Rede Coletora de Esgoto

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

Segundo esta mesma norma, NBR 9649:1986, quando inexisterem dados comprovados oriundos de pesquisa para os parâmetros abaixo, deve adotar-se os seguintes:

#### COEFICIENTES DE VARIAÇÃO

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

#### TAXA DE INFILTRAÇÃO

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

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

Desta forma, foram utilizados dois valores em função do estado de conservação da rede, levando-se em conta que nas visitas, foram identificados trechos de rede fora de padrão normalizado no Centro (sem PVs, muito rasas ou com diâmetro inferior ao usual (150 mm) e muito antigas, com aproximadamente 30 anos de idade, o que também contribui para o aumento da infiltração de água superficial e subterrânea.

Os dois valores adotados para este RTP são os que seguem:

|                               |                                      |                               |                    |              |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Contrato Nº<br>007/AGBPV/2016 | Código<br>DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01 | Data de Emissão<br>21/07/2017 | Status<br>Aprovado | Página<br>41 |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|

- $T_{inf} = 0,3$  l/s.km – para rede antiga, já existente;
- $T_{inf} = 0,1$  l/s.km – para rede nova.

## CÁLCULO DAS VAZÕES

### Vazão de Infiltração

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

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

### Vazão Mínima

$$Q_{mín} = \frac{P \times q}{86400} \times K3$$

- $Q_{mín}$ : Vazão Mínima (l/s)
- P: População (hab)
- q: Produção de esgoto per capita (l/hab x dia)
- K3: Coeficiente de mínima vazão horária

### Vazão Média

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

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

### Vazão Máxima Horária

$$Q_{máx} = \frac{P \times q}{86400} \times K1 \times K2$$

- $Q_{máx}$ : Vazão Máxima Horária (l/s)

- P: População (hab)
- q: Produção de esgoto per capita (l/hab x dia)
- K1: Coeficiente de máxima diária
- K2: Coeficiente de máxima vazão horária

### Vazão Total Mínima (l/s)

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

- Q Tmín: Vazão Total Mínima (l/s)
- Qméd: Vazão Média (l/s)
- K3: Coeficiente de mínima vazão horária
- Qinf: Vazão de infiltração (l/s)

### Vazão Total Média

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

- Q Tméd: Vazão Total Média (l/s)
- Qméd: Vazão Média (l/s)
- Qinf: Vazão de infiltração (l/s)

### Vazão Total Máxima Horária (l/s)

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

- Q Tmáx: Vazão Total Máxima Horária (l/s)
- Qméd: Vazão Média (l/s)
- K1: Coeficiente de máxima diária
- K2: Coeficiente de máxima vazão horária
- Qinf: Vazão de infiltração (l/s)

### 3.6.2. Interceptor de Esgoto

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

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

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

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

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

### 3.7. Alternativas para a Estação de Tratamento de Esgoto - ETE

Diversos são os tipos de sistemas de tratamento de esgotos e, em sua maioria, as estações de tratamento de esgoto são compostas por diferentes estruturas que trabalham sucessivamente com o objetivo de atingir o adequado tratamento do esgoto. Conforme Von Sperling (2016) os principais sistemas de tratamento de efluentes domésticos em nível secundário (para países de clima quente) são apresentados a seguir:

**Lagoas de Estabilização:** Lagoa Facultativa; Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa; Lagoa Aerada Facultativa; Lagoa Aerada de Mistura Completa + Lagoa de decantação; Lagoas de Alta Taxa; Lagoa de Maturação.

**Disposição no Solo:** Infiltração Lenta; Filtração Rápida; Infiltração Sub-superficial; Escoamento Superficial.

**Sistemas Alagados Construídos (Wetlands):** Sistemas Alagados Construídos; Sistemas Alagados Construídos de Escoamento Horizontal Subsuperficial; Sistemas Alagados Construídos de Escoamento Vertical.

**Sistemas Anaeróbios:** Reator Anaeróbio de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente (UASB); Filtro Anaeróbio; Reator Anaeróbio e Pós-tratamento.

**Lodos Ativados:** Lodos Ativados Concencional; Lodos Ativados por Aeração Prolongada; Lodos Ativados de Fluxo Intermitente; Lodos Ativados com Remoção Biológica de Nitrogênio; Lodos Ativados com Remoção Biológica de Nitrogênio e Fósforo.

**Reatores Aeróbios com Biofilmes:** Filtro de Baixa Carga; Filtro de Alta Carga; Biofiltro Aerado Submerso e Biodisco.

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

Neste relatório é utilizado o estudo que se encontra em elaboração pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), através do convênio com a COPASA e com a Embaixada Britânica no Brasil, intitulado *Minas Gerais Sustainable Sewage Treatment (Prosperity Fund)*, no qual são apresentados os resultados do "Diagnóstico para Planejamento de ETEs Sustentáveis nas bacias Hidrográficas dos rios das Velhas (SF5) e rios Jequitaí, Pacuí e Trecho do São Francisco (SF6)" – DESA (2017). Além do cuidado com a fase líquida, o referido estudo aborda o gerenciamento dos subprodutos do tratamento de esgoto – fase gasosa (biogás e emissões voláteis) e sólida (resíduos sólidos, areia, espuma e lodo), visando o

aproveitamento dos mesmos, tornando o processo mais sustentável econômica e ambientalmente. A seguir algumas informações adicionais do Projeto:

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

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

Cabe mencionar que este projeto se encontra inserido no Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto - INCT ETEs Sustentáveis, que é um centro de referência internacional para questões relacionadas ao tratamento de esgoto doméstico, notadamente para países em desenvolvimento, ancorado em cinco pilares: i) nucleação de competências na área de tratamento de esgoto; ii) formação de recursos humanos de alto nível para atuar na área; iii) realização de pesquisas que propiciem o desenvolvimento de sistemas integrados e sustentáveis de tratamento de esgoto, com recuperação e valoração dos subprodutos do tratamento; iv) transferência de conhecimento para a sociedade; e v) transferência de conhecimento para o setor empresarial e governo.

O grupo é formado por 7 (sete) das mais importantes instituições de ensino e pesquisa na área de saneamento básico no Brasil, a saber: UFMG (líder), UFC,

UFMS, UFPE, UFRJ, USP e ISAE/FGV, além de diversos parceiros, nacionais e estrangeiros, entre instituições de ensino, órgãos governamentais e empresas.

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

Dentro dessa premissa, foram escolhidos, juntamente entre as equipes técnicas da DHF Consultoria, DESA e Agência Peixe Vivo, 5 alternativas de tratamento de esgotos doméstico aplicáveis na localidade. Estas alternativas são apresentadas e descritas a seguir:

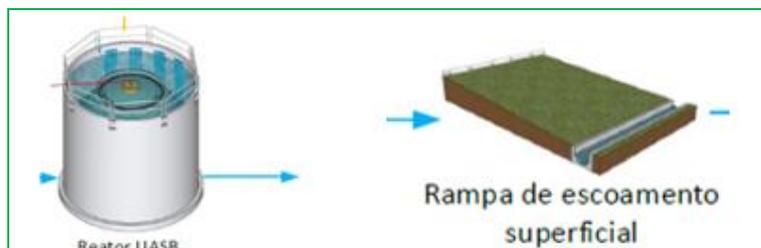
**Alternativa 1:** Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (**UASB**) + Filtro Biológico Percolador (**FBP**) - Figura 3.6.



**Figura 3.6 – UASB + FBP.**

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

**Alternativa 2: UASB + Escoamento Superficial (ES) – Figura 3.7.**



**Figura 3.7 – UASB + ES.**

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

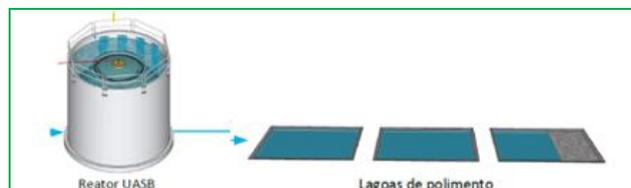
**Alternativa 3: UASB + Wetlands de Fluxo Horizontal (WFH) – Figura 3.8.**



**Figura 3.8 – UASB + WFH.**

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

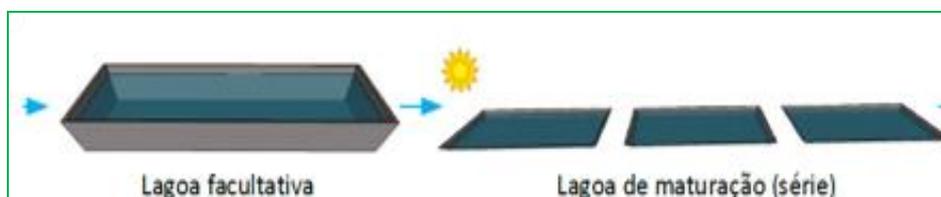
**Alternativa 4: UASB + Lagoa de Polimento (LP) – Figura 3.9.**



**Figura 3.9 – UASB + LP.**

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

**Alternativa 5: Lagoa Facultativa Primária (LFP) + Lagoa de Maturação (LM) – Figura 3.10.**



**Figura 3.10 – LFP + LM.**

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

As descrições sucintas dos sistemas de tratamento que compõem as alternativas estudadas são apresentadas a seguir:

|                               |                                      |                               |                    |              |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Contrato Nº<br>007/AGBPV/2016 | Código<br>DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01 | Data de Emissão<br>21/07/2017 | Status<br>Aprovado | Página<br>48 |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|

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

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

**ES – Escoamento Superficial** é a aplicação do esgoto sobre a parte superior de um terreno conformado com certa declividade e que permite o escoamento sobre o solo e posteriormente a sua coleta através de valas na parte inferior. A aplicação é intermitente. Os tipos de aplicação são por aspersores de alta pressão, aspersores de baixa pressão e tubulações ou canais de distribuição com aberturas intervaladas (VON SPERLING, 2014).

**WFH – Wetlands de Fluxo Horizontal** ou Sistemas Alagados Contruídos de Escoamento Horizontal Subsuperficial são leitos compostos por pequenas pedras, cascalho ou areia, que dão suporte ao crescimento de plantas aquáticas. O nível de água permanece sempre abaixo no nível do leito e os esgotos fluem em contato com

as raízes e os rizomas das plantas, onde se desenvolve o biofilme de bactérias. Neste tipo de Wetlands o líquido é alimentado continuamente até atingir a saída (VON SPERLING, 2014).

**LP – Lagoa de Polimento** são lagoas construídas conceitualmente similares às lagoas de maturação, porém, neste caso, são concebidas para pós-tratamento do efluente de processos anaeróbios de remoção de DBO, nomeadamente do reator UASB. Tal se deve ao fato que este reator anaeróbio não atinge elevadas eficiências de remoção de DBO, requerendo pós-tratamento, ou seja, um polimento. Este processo, além de remover organismos patogênicos, promoverá a remoção parcial de matéria orgânica e amônia. São usualmente projetadas como uma série de lagoas ou como uma única lagoa dotada de divisões por chicanas. A eficiência de remoção de coliformes é elevadíssima (VON SPERLING, 2014).

**LFP – Lagoa Facultativa Primária** é uma lagoa especialmente construída para o tratamento de efluentes sanitários, onde estes afluem continuamente. O líquido permanece na lagoa por vários dias. A DBO solúvel e a DBO finamente particulada são estabilizadas aerobicamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a decantar, sendo convertida anaerobicamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através da fotossíntese (VON SPERLING, 2014).

**LM – Lagoa de Maturação** são lagoas construídas com a finalidade de remoção de organismos patogênicos e são concebidas para pós-tratamento do efluente de processos que visem à remoção de DBO. São usualmente projetadas como uma série de lagoas ou como uma única lagoa dotada de divisões por chicanas. A eficiência de remoção de coliformes é elevadíssima (VON SPERLING, 2014).

### 3.7.1. Análise Técnica das Alternativas

Apresentadas as 5 Alternativas e as descrições dos Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários estudados, a seguir, são elencados e analisados diferentes aspectos técnicos a fim de embasar a comparação entre elas.

Inicialmente, apresenta-se as vantagens e desvantagens de cada um dos sistemas, de acordo com Von Sperling (2014).

**Tabela 3.15 – Vantagens e Desvantagens dos Sistemas**

| ALTERNATIVA | SISTEMA               | VANTAGENS   | DESvantagens   |
|-------------|-----------------------|---|--|
| 1           | UASB + pós-tratamento | <p><u>UASB:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Razoável eficiência na remoção de DBO</li> <li>- Baixos requisitos de área</li> <li>- Baixos custos de implantação e operação</li> <li>- Tolerância a afluentes bem concentrados em matéria orgânica</li> <li>- Reduzido consumo de energia</li> <li>- Possibilidade do uso energético do biogás</li> <li>- Não necessita de meio suporte</li> <li>- Construção, operação e manutenção simples</li> <li>- Baixíssima produção de lodo</li> <li>- Estabilização do lodo no próprio reator</li> <li>- Lodo com ótima desidratabilidade</li> <li>- Necessidade apenas de disposição final do lodo</li> <li>- Rápido reinício após períodos de paralização (preservação da biomassa por vários meses)</li> </ul> <p><u>Pós-tratamento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção das vantagens inerentes ao sistema de pós-tratamento</li> <li>- Redução nos volumes dos reatores biológicos do sistema de pós tratamento (e frequentemente no volume total das unidades do sistema)</li> <li>- Redução na quantidade do lodo a ser tratado</li> <li>- Tratamento do lodo mais simplificado (apenas desidratação para o lodo misto)</li> <li>- Redução na quantidade de lodo a ser disposto</li> </ul> | <p><u>UASB:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade em satisfazer padrões de lançamentos restritivos do UASB (contornável com a inclusão de pós-tratamento)</li> <li>- Baixa eficiência na remoção de coliformes</li> <li>- Remoção de N e P praticamente nula</li> <li>- Possibilidade de geração de efluente com aspecto desagradável</li> <li>- Possibilidade de geração de maus odores, porém controláveis</li> <li>- A partida do processo é geralmente lenta (mas pode ser acelerada com a utilização de inóculo)</li> <li>- Relativamente sensível a variações de carga e compostos tóxicos</li> <li>- Usualmente necessita de pós-tratamento</li> </ul> <p><u>Pós-tratamento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção das desvantagens inerentes ao sistema de pós-tratamento</li> <li>- Maior dificuldade na remoção biológica de nutrientes no sistema de pós-tratamento</li> </ul> |
|             | FBP                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada eficiência na remoção de DBO</li> <li>- Nitrificação frequente</li> <li>- Requisitos de área relativamente baixos</li> <li>- Mais simples conceitualmente do que lodos ativados</li> <li>- Índice de mecanização relativamente baixo</li> <li>- Equipamentos mecânicos simples</li> <li>- Estabilização do lodo no próprio filtro</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa eficiência na remoção de coliformes</li> <li>- Menor flexibilidade operacional que lodos ativados</li> <li>- Elevados custos de implantação</li> <li>- Requisitos de área mais elevados do que os filtros biológicos de alta carga</li> <li>- Relativa dependência da temperatura do ar</li> <li>- Relativamente sensível a descargas tóxicas</li> <li>- Necessidade de remoção da umidade do lodo e da sua disposição final (embora mais simples que filtros biológicos de alta carga)</li> <li>- Possíveis problemas com moscas</li> <li>- Elevada perda de carga</li> </ul>  |
| 2           | UASB                  | - Idem vantagens do UASB + pós-tratamento Alternativa 1   | - Idem desvantagens do UASB + pós-tratamento Alternativa 1   |

|   |      |   |   |
|---|------|---|---|
|   | ES   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada eficiência na remoção de DBO e de coliformes</li> <li>- Satisfatória eficiência na remoção de N e P</li> <li>- Método de tratamento e disposição final combinados</li> <li>- Requisitos energéticos praticamente nulos</li> <li>- Construção, operação e manutenção simples</li> <li>- Reduzidos custos de implantação e operação</li> <li>- Boa resistência a variações de carga</li> <li>- Não há lodo a ser tratado</li> <li>- Proporciona fertilização e condicionamento do solo</li> <li>- Retorno financeiro na irrigação de áreas agricultáveis</li> <li>- Recarga do lençol subterrâneo</li> <li>- Aplicação durante todo o ano</li> <li>- Dentre os métodos de disposição no solo, é o com menor dependência das características do solo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevados requisitos de área</li> <li>- Possibilidade de maus odores</li> <li>- Possibilidade de insetos e vermes</li> <li>- Relativamente dependente do clima e dos requisitos de nutrientes dos vegetais</li> <li>- Dependente das características do solo</li> <li>- Risco de contaminação dos trabalhadores na agricultura (na aplicação por aspersão)</li> <li>- Possibilidade de efeitos químicos no solo, vegetais e água subterrânea (no caso de haver despejos industriais)</li> <li>- Difícil fiscalização e controle com relação aos vegetais irrigados</li> <li>- Potencial de contaminação do lençol subterrâneo</li> <li>- Maior dependência da declividade do solo</li> <li>- Geração de efluente final</li> </ul> |
| 3 | UASB | - Idem vantagens do UASB + pós-tratamento Alternativa 1   | - Idem desvantagens do UASB + pós-tratamento Alternativa 1  |
|   | WFH  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada eficiência na remoção de DBO e de sólidos em suspensão</li> <li>- Requisitos energéticos praticamente nulos</li> <li>- Construção, operação e manutenção simples</li> <li>- Reduzidos custos de implantação e operação</li> <li>- Boa resistência a variações de carga</li> <li>- Não há lodo a ser tratado</li> <li>- Possibilidade de utilização da biomassa vegetal produzida</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevados requisitos de área</li> <li>- Necessidade de substrato, como brita, cascalho ou areia</li> <li>- Susceptível a entupimentos</li> <li>- Necessidade de manejo das macrófitas</li> <li>- Possibilidade de mosquitos, nos sistemas de escoamento superficial</li> </ul>  |
| 4 | UASB | - Idem vantagens do UASB + pós-tratamento Alternativa 1   | - Idem desvantagens do UASB + pós-tratamento Alternativa 1  |
|   | LP   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada eficiência na remoção de patógenos</li> <li>- Razoável eficiência na remoção de nutrientes</li> </ul>  | - Requisitos de área bastante elevados  |
| 5 | LFP  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Satisfatória eficiência na remoção de DBO</li> <li>- Razoável eficiência na remoção de patógenos</li> <li>- Construção, operação e manutenção simples</li> <li>- Reduzidos custos de implantação e operação</li> <li>- Ausência de equipamentos mecânicos</li> <li>- Requisitos energéticos praticamente nulos</li> <li>- Satisfatória resistência a variações de carga</li> <li>- Remoção de lodo necessária apenas após períodos superiores a 20 anos</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevados requisitos de área</li> <li>- Dificuldade em satisfazer padrões de lançamento restritivo</li> <li>- A simplicidade operacional pode trazer o descaso na manutenção (crescimento de vegetação)</li> <li>- Possível necessidade de remoção de algas do efluente para o cumprimento de padrões rigorosos</li> <li>- Performance variável com as condições climáticas (temperatura e insolação)</li> <li>- Possibilidade de crescimento de insetos</li> </ul>   |
|   | LM   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada eficiência na remoção de patógenos</li> <li>- Razoável eficiência na remoção de nutrientes</li> </ul>  | - Requisitos de área bastante elevados  |

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

As vantagens e desvantagens apresentadas não são suficientemente destoantes a ponto de desclassificar, qualitativamente, alguma dessas soluções, e um aprofundamento da análise, destacando-se alguns pontos, é necessário.

Ressalta-se que o reator UASB está presente em 4 das 5 alternativas, pois é um sistema com interessantes vantagens. Dentre elas, destacam-se a simplicidade construtiva, operacional e de manutenção, os baixos requisitos de área e a possibilidade de uso energético do biogás.

Com relação às concentrações médias e às eficiências típicas de remoção de alguns dos principais poluentes do esgoto sanitário de cada uma das 5 alternativas de ETE estudadas, são apresentadas as informações na Tabela 3.16.

**Tabela 3.16 – Concentrações médias efluentes e eficiência média de remoção por sistema.**

| Alternativa | Sistema  | Qualidade Média do Efluente |         |        |                                  | Eficiência média de Remoção |       |        |              |
|-------------|----------|-----------------------------|---------|--------|----------------------------------|-----------------------------|-------|--------|--------------|
|             |          | DBO5                        | DQO     | SS     | Coliformes                       | DBO5                        | DQO   | SS     | Coliformes   |
|             |          | (mg/L)                      | (mg/L)  | (mg/L) | (NMP/100mL)                      | (%)                         | (%)   | (mg/L) | (unid. Log.) |
| 1           | UASB+FBP | 20-60                       | 70-180  | 20-40  | 10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup> | 80-93                       | 73-88 | 87-97  | 1 a 2        |
| 2           | UASB+ES  | 30-70                       | 90-180  | 20-60  | 10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup> | 77-90                       | 70-85 | 80-93  | 2 a 3        |
| 3           | UASB+WFH | 30-70                       | 100-150 | 20-40  | 10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup> | 80-90                       | 75-85 | 87-93  | 3 a 4        |
| 4           | UASB+LP  | 40-70                       | 100-180 | 50-80  | 10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup> | 77-87                       | 70-83 | 73-83  | 3 a 5        |
| 5           | LFP+LM   | 40-70                       | 100-180 | 50-80  | 10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup> | 80-85                       | 70-83 | 73-83  | 3 a 4        |

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

Verifica-se que os desempenhos dos sistemas de tratamento, em relação às condições dos efluentes, são também semelhantes e todas elas cumprem à legislação federal do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 430/2011 e estadual do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) / Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) nº 01/2008 para lançamento de efluentes provenientes de estações de tratamento de esgotos em cursos de água, conforme a Tabela 3.17.

**Tabela 3.17 – Referência dos principais padrões para lançamento de efluentes de sistemas de tratamento de esgoto sanitário em cursos de água.**

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

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

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

Faz-se necessária também uma análise quantitativa, e comparativa, a respeito dos requisitos de área das alternativas, o que é apresentado na Tabela 3.18, adaptada de Von Sperling (2014). Para esta análise, utilizaram-se os índices de ocupação (em m<sup>2</sup>/hab) demandado por cada sistema e adotou-se o limite máximo desta referência, com exceção da alternativa 5, para a qual utilizou-se um índice um pouco inferior. A partir desses valores, calculou-se as áreas requeridas nas Etapas 1 e 2 e, conseqüentemente, a área total (Etapa 1 + 2).

As alternativas estudadas se enquadram em três tipos de sistemas, que dizem respeito à tecnologia adotada para a etapa de tratamento secundário. São eles: Sistemas Combinados Compactos (Alternativa 1), Sistemas Combinados Extensivos (Alternativas 2, 3 e 4) e Sistemas Naturais (Alternativa 5) (DESA, 2017).

**Tabela 3.18 – Requisitos de área por alternativa.**

| Alternativa | Sistema | Área Requerida          |                       |                       |                           |                           |                             |
|-------------|---------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
|             |         | Referência <sup>1</sup> |                       | Adotada               |                           |                           |                             |
|             |         | (m <sup>2</sup> /hab)   | (m <sup>2</sup> /hab) | (m <sup>2</sup> /hab) | Etapa 1 (m <sup>2</sup> ) | Etapa 2 (m <sup>2</sup> ) | Etapa 1+2 (m <sup>2</sup> ) |
| 1           | UASB    | 0,03 a 0,10             | -                     | 0,40                  | 1740                      | 3480                      | 5220                        |
|             | FBP     | 0,15 a 0,30             |                       |                       |                           |                           |                             |
| 2           | UASB    | 0,03 a 0,10             | 1,5 a 3,0             | 3,00                  | 13050                     | 26100                     | 39150                       |
|             | ES      | 2,0 a 3,5               |                       |                       |                           |                           |                             |
| 3           | UASB    | 0,03 a 0,10             | 1,0 a 4,0             | 4,00                  | 17400                     | 34800                     | 52200                       |
|             | WFH     | 1,0 a 5,0               |                       |                       |                           |                           |                             |
| 4           | UASB    | 1,5 a 2,5               | 1,5 a 2,5             | 2,50                  | 10875                     | 21750                     | 32625                       |
|             | LP      |                         |                       |                       |                           |                           |                             |
| 5           | LFP     | 2,0 a 4,0               | 3,0 a 5,0             | 4,50                  | 19575                     | 39150                     | 58725                       |
|             | LM      | 1,5 a 2,5               |                       |                       |                           |                           |                             |

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

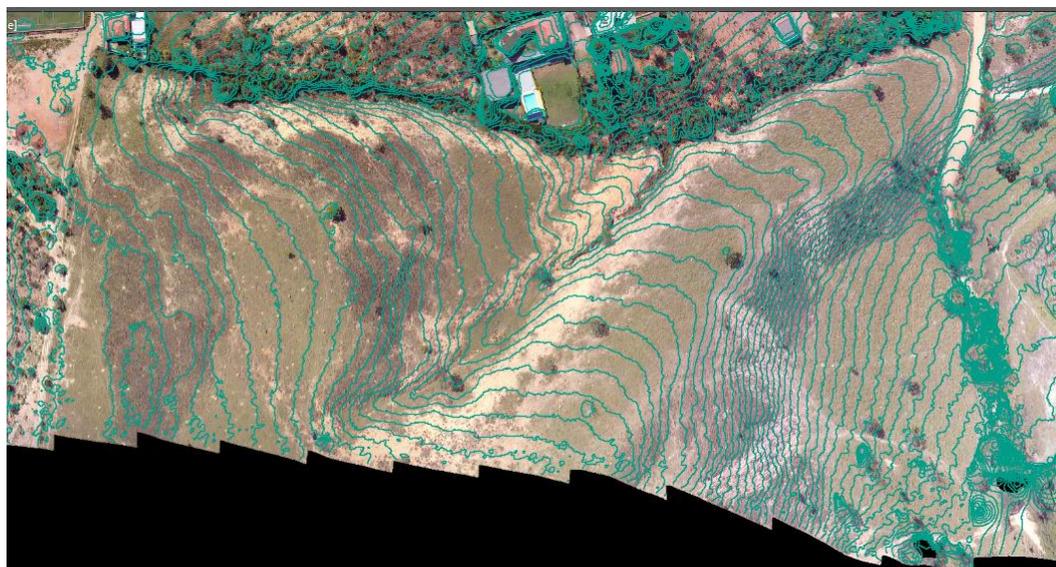
Verifica-se que a solução apresentada na Alternativa 1: UASB + FBP, classificada como sistema combinado compacto, apresenta uma demanda por área muito inferior aos demais sistemas, 5.220 m<sup>2</sup>, sendo que esta área representa cerca de 16% da área demandada para o segundo sistema em ocupação, a Alternativa 4: UASB + LP, com 32.625 m<sup>2</sup>. A Alternativa 2: UASB + ES possui a terceira menor demanda por área, 39.150 m<sup>2</sup>. A quarta menor demanda é a da Alternativa 3: UASB + WFH, com 52.200 m<sup>2</sup>. E, como também esperado, a Alternativa 4: LFP + LM, único sistema classificado como natural, é aquele que requer maior área de implantação, 58.725 m<sup>2</sup>.

Deve-se atentar para o fato de que a Prefeitura e a concessionária dos serviços de esgotamento sanitário da localidade, AMSJA, não possuem terreno disponível para a instalação de uma nova ETE, portanto, quanto maior a área requerida, maior serão também os custos de desapropriação de terreno para esta finalidade.

Em visita ao Distrito de SJA, a equipe da DHF Consultoria, juntamente com representantes da Prefeitura e da AMSJA, identificou uma área potencial para implantação da nova ETE, localizada ao sul do Centro, na margem direita do córrego Grande, a jusante do encontro deste com o córrego São José. Tal área possui ao menos 115.000 metros quadrados, ou seja, área suficiente para a implantação das 5 alternativas, Figura 3.11 – localização: 623.372,63 m E e 7.849.595,03 m S.

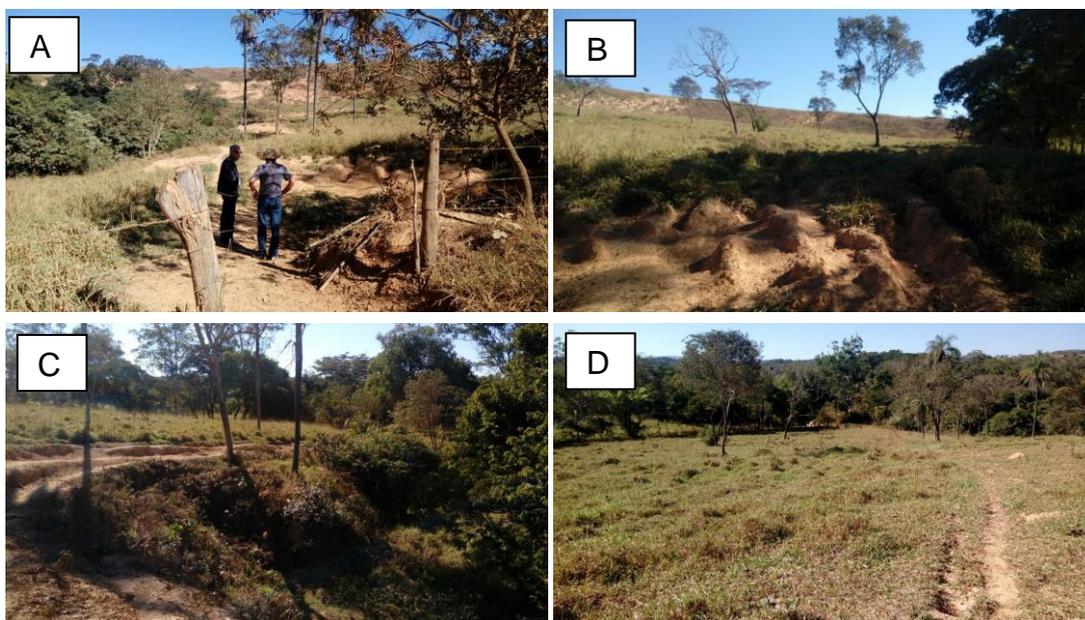


Através de aerolevanteamento topográfico (Figura 3.13), observou-se que o desnível máximo no local atinge os 50 metros.



**Figura 3.13 – Aerolevanteamento topográfico do terreno para a Nova ETE.**  
Fonte: DHF Consultoria, 2017.

As fotografias do local ilustram a situação do terreno, tiradas a partir de um dos pontos mais baixos deste (Figura 3.14 – A, B e C) e de um ponto intermediário (D).



**Figura 3.14 – Fotos do local indicado para a nova ETE.**  
Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Com relação às declividades, na porção mais baixa do terreno, próxima do córrego Grande e da estrada de acesso, estas são menores, atingindo a faixa de 8 a 12% (Figura 3.14). Nas áreas com maior declividade, estas chegam à faixa de 34 a 39%.

Ressalta-se ainda que o terreno possui um divisor de águas, o que acarreta em duas microbacias, onde pouco mais da metade da área, à oeste, verte para norte, em direção à grota seca de um afluente seco do córrego São José e o restante, à leste, próximo da estrada de acesso, verte para sul, diretamente para o córrego Grande, principal curso de água e que será o receptor do efluente. Esta configuração topográfica dificulta significativamente a concepção de sistemas extensivos e naturais, pois requeririam grandes movimentações de terra para a conformação das geometrias para as unidades de tratamento.

Sendo assim, as alternativas 2 a 5 não se adequam facilmente ao terreno escolhido, e dentre elas, as alternativas 4: UASB + LP e 5: LFP + LM, além de necessitarem grandes áreas, demandam maior movimentação de terra (cortes e aterros) para conformação dos extensos platôs indispensáveis às lagoas.

As alternativas 2: UASB + ES e 3: UASB + WFH, apesar de demandarem grandes áreas, requerem que as mesmas sejam inclinadas, o que favoreceria estas em detrimento das outras.

Do ponto de vista da sustentabilidade, objetivo deste projeto, a utilização do ES ou WFH, permite o cultivo de biomassa que pode ser destinada à alimentação animal para os criadores existentes no Distrito, o que foi apontado na reunião de apresentação das alternativas à comunidade como interesse local. A Alternativa 2: UASB + ES possui algumas vantagens em relação à Alternativa 3: UASB + WFH, como: permitir maior declividade (até 12%) para o plano de escoamento superficial e a não necessidade de emprego de substratos, como brita, cascalho ou areia para o meio suporte, necessários aos *Wetlands*, pois se aplica o efluente sobre o próprio terreno existente, que é utilizado para o plantio das espécies vegetais, bastando conformá-los para uma uniforme distribuição no solo.

Tecnicamente, dentre as 3 alternativas compactas extensivas e a natural, a Alternativa 2: UASB + ES é aquela que se adequa melhor às condições locais. No entanto, ela também demandaria uma grande movimentação de terra no local para que a implantação da solução ficasse bem distribuída no terreno, levando-se em conta a etapalização do projeto com a implantação de módulos com 1/3 do dimensionamento.

Com relação principalmente à demanda por área e à simples implantação no terreno, a Alternativa 1: UASB + FBP se mostra a mais vantajosa, pois ocupa pequena área, podendo assumir maiores desníveis entre as unidades sem necessidade de grandes movimentações de terra.

### 3.7.2. Análise econômica das Alternativas

As diferentes configurações técnicas das Alternativas de ETEs avaliadas levam a distintos custos de implantação e de manutenção e operação dessas plantas.

Para se realizar a análise comparativa desses custos, utilizou-se as referências contidas em Von Sperling (2014), através dos índices de custo por habitante (R\$/hab ou R\$/hab.ano). Dentre as faixas apresentadas, decidiu-se por adotar, neste estudo preliminar, os valores correspondentes às médias. As informações e cálculos de custo de implantação e de operação/manutenção anuais, estão contidos na Tabela 3.19.

**Tabela 3.19 – Referência Custos de Implantação e Operação e Manutenção das ETEs.**

| Alternativa | Sistema | Custo de implantação    |           |                               |                                 | Custo de operação e manutenção |               |                                   |                                     |
|-------------|---------|-------------------------|-----------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
|             |         | Referência <sup>1</sup> | Adotado   |                               |                                 | Referência <sup>1</sup>        | Adotado       |                                   |                                     |
|             |         | (R\$/hab)               | (R\$/hab) | Etapa 1 <sup>2</sup><br>(R\$) | Etapa 1+2 <sup>3</sup><br>(R\$) | (R\$/hab.ano)                  | (R\$/hab.ano) | Etapa 1 <sup>2</sup><br>(R\$/ano) | Etapa 1+2 <sup>3</sup><br>(R\$/ano) |
| 1           | UASB    | 150 a 250               | 200       | 870 000                       | 2 610 000                       | 12 a 18                        | 15            | 65 250                            | 195 750                             |
|             | FBP     |                         |           |                               |                                 |                                |               |                                   |                                     |
| 2           | UASB    | 150 a 250               | 200       | 870 000                       | 2 610 000                       | 10 a 18                        | 14            | 60 900                            | 182 700                             |
|             | ES      |                         |           |                               |                                 |                                |               |                                   |                                     |
| 3           | UASB    | 140 a 320               | 230       | 1 000 500                     | 3 001 500                       | 11 a 20                        | 15,5          | 67 425                            | 202 275                             |
|             | WFH     |                         |           |                               |                                 |                                |               |                                   |                                     |
| 4           | UASB    | 180 a 450               | 210       | 913 500                       | 2 740 500                       | 7 a 14                         | 10,5          | 45 675                            | 137 025                             |
|             | LP      |                         |           |                               |                                 |                                |               |                                   |                                     |
| 5           | LFP     | 240 a 490               | 365       | 1 587 750                     | 4 763 250                       | 6 a 12                         | 9             | 39 150                            | 117 450                             |
|             | LM      |                         |           |                               |                                 |                                |               |                                   |                                     |

1- Adaptado de Von Sperling (2014). 2- População: 4350 habitantes. 3- População: 13.050 habitantes.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A partir dos custos apresentados, realizou-se a análise comparativa global da implantação, operação e manutenção de cada Alternativa, ao longo do horizonte de projeto, gerando-se os custos totais. Para esta análise levou-se em conta um reajuste constante de 6% nos valores de 2014, ano a ano. Tal percentual foi baseado no Índice Nacional da Construção Civil (INCC), adotando-se a média mensal dos anos de 2015, 2016 e 2017 (até o mês de maio). A Tabela 3.20 apresenta as informações ano a ano, os subtotais e os totais por solução.

|                               |                                      |                               |                    |              |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Contrato Nº<br>007/AGBPV/2016 | Código<br>DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01 | Data de Emissão<br>21/07/2017 | Status<br>Aprovado | Página<br>60 |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|

**Tabela 3.20 – Custos de implantação e operação e manutenção por alternativa.**

| ANO             | POP. ATENDIDA | ALTERNATIVA 1<br>UASB + FBP (R\$) |                  |                     | ALTERNATIVA 2<br>UASB + ES (R\$) |                  |                     | ALTERNATIVA 3<br>UASB + WFH (R\$) |                  |                     | ALTERNATIVA 4<br>UASB + LP (R\$) |                  |                     | ALTERNATIVA 5<br>FFP + LM (R\$) |                  |                     |
|-----------------|---------------|-----------------------------------|------------------|---------------------|----------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------|----------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------|------------------|---------------------|
|                 |               | TERRENO                           | IMPLANTAÇÃO      | OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO | TERRENO                          | IMPLANTAÇÃO      | OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO | TERRENO                           | IMPLANTAÇÃO      | OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO | TERRENO                          | IMPLANTAÇÃO      | OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO | TERRENO                         | IMPLANTAÇÃO      | OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO |
| 2021            | 1885          | 15 884                            | 1 308 158        | 65 250              | 119 131                          | 1 308 158        | 60 900              | 158 842                           | 1 504 382        | 67 425              | 99 276                           | 1 373 566        | 45 675              | 178 697                         | 2 387 389        | 39 150              |
| 2022            | 1996          |                                   |                  | 69 165              |                                  |                  | 64 554              |                                   |                  | 71 471              |                                  |                  | 48 416              |                                 |                  | 41 499              |
| 2023            | 2114          |                                   |                  | 73 315              |                                  |                  | 68 427              |                                   |                  | 75 759              |                                  |                  | 51 320              |                                 |                  | 43 989              |
| 2024            | 2260          |                                   |                  | 77 714              |                                  |                  | 72 533              |                                   |                  | 80 304              |                                  |                  | 54 400              |                                 |                  | 46 628              |
| 2025            | 7344          |                                   | 3 303 039        | 247 130             |                                  | 3 303 039        | 230 655             |                                   | 3 798 495        | 255 368             |                                  | 3 468 191        | 172 991             |                                 | 6 028 047        | 148 278             |
| 2026            | 7526          |                                   |                  | 261 958             |                                  |                  | 244 494             |                                   |                  | 270 690             |                                  |                  | 183 370             |                                 |                  | 157 175             |
| 2027            | 7712          |                                   |                  | 277 675             |                                  |                  | 259 163             |                                   |                  | 286 931             |                                  |                  | 194 373             |                                 |                  | 166 605             |
| 2028            | 7902          |                                   |                  | 294 336             |                                  |                  | 274 713             |                                   |                  | 304 147             |                                  |                  | 206 035             |                                 |                  | 176 601             |
| 2029            | 8096          |                                   |                  | 311 996             |                                  |                  | 291 196             |                                   |                  | 322 396             |                                  |                  | 218 397             |                                 |                  | 187 197             |
| 2030            | 8294          |                                   |                  | 330 716             |                                  |                  | 308 668             |                                   |                  | 341 739             |                                  |                  | 231 501             |                                 |                  | 198 429             |
| 2031            | 8497          |                                   |                  | 350 558             |                                  |                  | 327 188             |                                   |                  | 362 244             |                                  |                  | 245 391             |                                 |                  | 210 335             |
| 2032            | 8704          |                                   |                  | 371 592             |                                  |                  | 346 819             |                                   |                  | 383 978             |                                  |                  | 260 114             |                                 |                  | 222 955             |
| 2033            | 8915          |                                   |                  | 393 887             |                                  |                  | 367 628             |                                   |                  | 407 017             |                                  |                  | 275 721             |                                 |                  | 236 332             |
| 2034            | 9132          |                                   |                  | 417 521             |                                  |                  | 389 686             |                                   |                  | 431 438             |                                  |                  | 292 264             |                                 |                  | 250 512             |
| 2035            | 9815          |                                   |                  | 442 572             |                                  |                  | 413 067             |                                   |                  | 457 324             |                                  |                  | 309 800             |                                 |                  | 265 543             |
| 2036            | 10117         |                                   |                  | 469 126             |                                  |                  | 437 851             |                                   |                  | 484 764             |                                  |                  | 328 388             |                                 |                  | 281 476             |
| 2037            | 10422         |                                   |                  | 497 274             |                                  |                  | 464 122             |                                   |                  | 513 850             |                                  |                  | 348 092             |                                 |                  | 298 364             |
| 2038            | 10730         |                                   |                  | 527 110             |                                  |                  | 491 970             |                                   |                  | 544 681             |                                  |                  | 368 977             |                                 |                  | 316 266             |
| 2039            | 11042         |                                   |                  | 558 737             |                                  |                  | 521 488             |                                   |                  | 577 361             |                                  |                  | 391 116             |                                 |                  | 335 242             |
| 2040            | 11357         |                                   |                  | 592 261             |                                  |                  | 552 777             |                                   |                  | 612 003             |                                  |                  | 414 583             |                                 |                  | 355 357             |
| 2041            | 11676         |                                   |                  | 627 797             |                                  |                  | 585 944             |                                   |                  | 648 723             |                                  |                  | 439 458             |                                 |                  | 376 678             |
| 2042            | 11998         |                                   |                  | 665 465             |                                  |                  | 621 100             |                                   |                  | 687 647             |                                  |                  | 465 825             |                                 |                  | 399 279             |
| 2043            | 12324         |                                   |                  | 705 392             |                                  |                  | 658 366             |                                   |                  | 728 906             |                                  |                  | 493 775             |                                 |                  | 423 235             |
| 2044            | 12654         |                                   |                  | 747 716             |                                  |                  | 697 868             |                                   |                  | 772 640             |                                  |                  | 523 401             |                                 |                  | 448 630             |
| 2045            | 12987         |                                   |                  | 792 579             |                                  |                  | 739 740             |                                   |                  | 818 998             |                                  |                  | 554 805             |                                 |                  | 475 547             |
| <b>SUBTOTAL</b> |               | <b>15 884</b>                     | <b>4 611 198</b> | <b>10 168 841</b>   | <b>119 131</b>                   | <b>4 611 198</b> | <b>9 490 918</b>    | <b>158 842</b>                    | <b>5 302 877</b> | <b>10 507 802</b>   | <b>99 276</b>                    | <b>4 841 758</b> | <b>7 118 189</b>    | <b>178 697</b>                  | <b>8 415 436</b> | <b>6 101 305</b>    |
| <b>TOTAL</b>    |               | <b>14 795 923</b>                 |                  |                     | <b>14 221 247</b>                |                  |                     | <b>15 969 521</b>                 |                  |                     | <b>12 059 222</b>                |                  |                     | <b>14 695 437</b>               |                  |                     |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

A Tabela 3.21 demonstra os custos totais por alternativa que, em ordem crescente de valor.

**Tabela 3.21 – Custo Total Alternativas.**

| ALTERNATIVA    | CUSTO TOTAL |
|----------------|-------------|
| 4 – UASB + LP  | 12 059 222  |
| 2 – UASB + ES  | 14 221 247  |
| 5 – LFP + LM   | 14 695 437  |
| 1 – UASB + FBP | 14 795 923  |
| 3 – UASB + WFH | 15 969 521  |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Verifica-se que 3 das 5 alternativas possuem custos semelhantes, chegando a uma média de R\$ 14.570.869,00, são elas as alternativas 2, 5 e 1. A alternativa 4 destaca-se por ser significativamente mais barata que a média, cerca de 17%, ou R\$ 2.162.025,00 menor. A alternativa 3, por sua vez, possui custo mais alto, 10% ou R\$ 1.398.652,00, maior do que a média.

É importante salientar que nestes custos não estão contemplados os custos de movimentações de terra excepcionais, possivelmente necessárias para a implantação das alternativas dos sistemas combinados extensivos e natural.

### 3.7.3. Comparação e Seleção da Alternativa

As características técnicas e econômicas das alternativas apresentadas nos remetem a algumas conclusões.

Economicamente, a análise desenvolvida considera os custos de aquisição de terreno, implantação, manutenção e operação ao longo do horizonte de projeto e demonstra que as soluções de ETE possuem custos semelhantes, sendo que, destaca-se a Alternativa 4: UASB + LP. Deve-se, no entanto, lembrar que neste RTP não estão mensurados os custos necessários para as movimentações de terra excepcionais e nem os benefícios financeiros para a comunidade com o cultivo da biomassa que pode ser produzida em outras soluções de aplicação do efluente no solo e que tornarão esta solução menos favorável economicamente.

Relativamente aos aspectos técnicos, verifica-se que todas as alternativas atendem adequadamente aos critérios legais e normativos de remoção e redução de poluentes e poderiam ser implantadas, partindo-se do pressuposto da possibilidade de lançamento do efluente no córrego Grande. Salienta-se que na fase de projeto executivo a análise aprofundada deste curso de água deverá ser realizada para confirmar a capacidade de autodepuração perante o lançamento do efluente tratado.

Avaliando-se o terreno disponível para a nova estação de tratamento de esgotos, verificou-se que o mesmo desfavorece a adoção dos sistemas combinados extensivos ou do sistema natural, pois, conforme mencionado, as elevadas declividades e a existência de duas vertentes dificultam, topograficamente, suas implantações.

Diante desta realidade local e também das condições operacionais e de manutenção, resultado da escassez de recursos da AMSJA, verificou-se que a Alternativa 1: UASB + FBP, combinada com a fertirrigação com pouco controle operacional, é a solução mais viável para a nova ETE, pois, desta forma, garante-se o efetivo tratamento do esgoto pelas unidades compactas da ETE, independentemente da posterior aplicação no solo. Esta etapa, por sua vez, atuará como pós-tratamento, proporcionando o polimento do efluente com maior redução de matéria orgânica, nutrientes e ainda a remoção de patógenos.

Esta solução aproveita a fase líquida, rica em nutrientes, através da devolução ao solo, permitindo o crescimento da biomassa que poderá ser utilizada para a alimentação animal para os pequenos produtores rurais da comunidade. A área cultivável prevista nesta solução possui ainda a vantagem de não necessitar de conformação do terreno e pouco controle de sua aplicação.

Através da aplicação no solo, esta solução permite ainda a redução da vazão de lançamento de efluente tratado diretamente no córrego Grande. Esta possibilidade se mostra interessante, pois verifica-se que diversos cursos de água estão com suas capacidades práticas de autodepuração reduzidas, uma vez que as vazões médias nos cursos de água têm decaído. A situação na bacia hidrográfica do Rio das Velhas

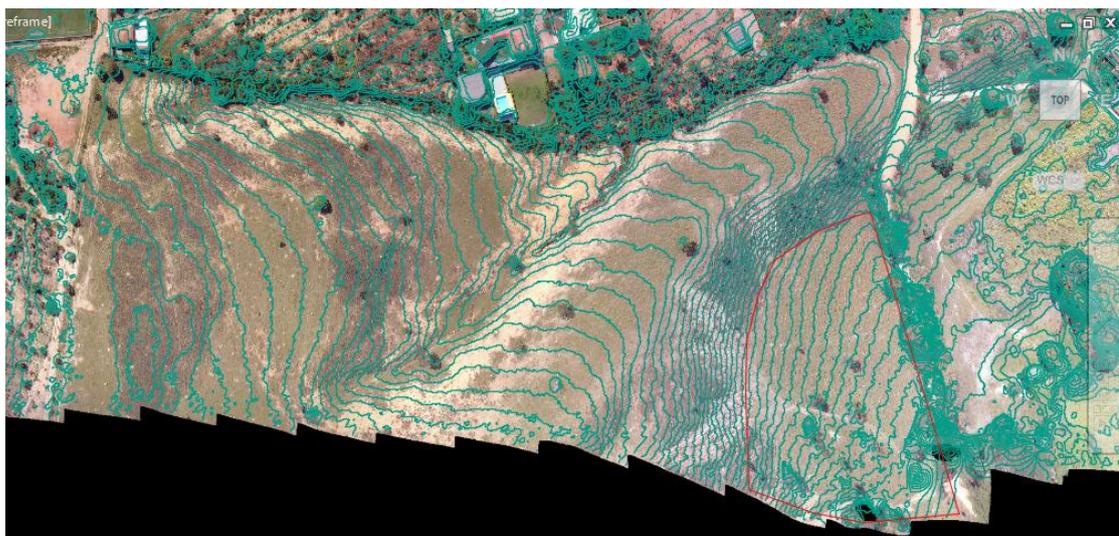
não é diferente, consequência de vários fatores como a redução da pluviometria com estiagens mais severas e o aumento dos desmatamentos e da urbanização.

A Alternativa 1: UASB + FBP, conforme descrito, é composta pelo Reator UASB, seguido do Filtro Biológico Percolador e este seguido pelo Decantador Secundário (DEC). O efluente a ser utilizado para fertirrigação será proveniente do decantador secundário e passará por um reservatório de acumulação que controlará a vazão efluente a ser aplicada no terreno. Caso se deseje descartar o efluente tratado diretamente no córrego Grande, isso também será possível através da manobra de registros. Ressalta-se que esta alternativa prevê o aproveitamento do potencial energético do biogás através de sua queima para realizar a desidratação de parte do lodo gerado.

A área de plantio estará à jusante da ETE, em local topograficamente favorável, e não demandará nenhuma terraplenagem, condição que nas alternativas combinadas extensivas não era possível.

O terreno escolhido para o plantio da biomassa encontra-se com sua topografia natural, com baixas e quase constantes declividades (em torno de 12%). Sua área disponível é de aproximadamente 15.000 m<sup>2</sup> (Figura 3.15), que corresponde à porção mais baixa de toda a área disponível e está próxima do córrego Grande e da estrada de acesso.

O custo de aquisição dessa área é relativamente baixo se comparado ao sistema, R\$ 45.644,15, que representa 0,31% do custo da alternativa.



**Figura 3.15 – Área destinada à irrigação para cultivo de biomassa em vermelho.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

Portanto, a Alternativa 1: UASB + FBP + aplicação no solo, será a solução adotada para a nova Estação de Tratamento de Esgoto de São José de Almeida, com uma área total de 20.220 m<sup>2</sup> e custo total estimado de **R\$ 14.841.566,97**.

### **3.8. Parâmetros da Estação de Tratamento de Esgoto**

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

Conforme explanado no item 3.5.3, a ETE de SJA foi etapalizada, e possui módulos de 1/3 do dimensionamento total de fim de plano, equivalente à população de 4.350 habitantes e 1.264,93 m<sup>3</sup>/dia. Desta forma, abaixo são apresentados os parâmetros e pré-dimensionamento correspondente a 1 módulo da ETE.

### 3.8.1. UASB

#### Parâmetros de entrada

População: 4.350 hab.

Vazão afluente média ( $Q_{med}$ ): 14,64 L/s

Vazão afluente máxima ( $Q_{max}$ ): 19,88 L/s

DQO afluente: 600 mg/L

DBO afluente: 350 mg/L

Temperatura do esgoto: 23°C

Coefficiente de produção de sólidos:  $Y = 0,18 \text{ kgSST} / \text{kgDQO}_{aplicado}$

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

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

Densidade do lodo:  $g = 1020 \text{ kgSST}/\text{m}^3$

#### Dimensionamento

##### **Carga Afluente Média de DQO**

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

##### **Tempo de Detenção Hidráulica (TDH)**

TDH = 8 horas.

##### **Volume do Reator (V)**

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

##### **Altura do Reator (H)**

H = 4,50 metros (adotado).

##### **Área do Reator (A)**

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

### **Carga Orgânica Volumétrica (COV)**

COV = 1,80 kg DQO / m<sup>3</sup>/ dia.

### **Carga Hidráulica Volumétrica (CHV)**

CHV = 3,00 m<sup>3</sup>/ m<sup>3</sup>/ dia.

## **3.8.2. Filtro Biológico Percolador**

### **Dimensionamento**

#### **Carga afluente de DBO (Bd)**

Bd = 110,68 kg DBO/dia.

#### **Carga volumétrica de DBO (B)**

B = 0,20 kg DBO / m<sup>3</sup> / dia.

#### **Volume do Filtro (V)**

V = Bd / B = 553,39 m<sup>3</sup>.

#### **Altura do Filtro (H)**

H = 2,00 metros (adotado).

#### **Área do Filtro (A)**

A = V / H = 276,70 m<sup>2</sup> > A<sub>min</sub>.

#### **Cálculo da Área mínima do Filtro (A<sub>min</sub>)**

A<sub>min</sub> = Q<sub>med</sub> / Vq<sub>máx</sub> = 263,52 m<sup>2</sup>.

Onde, Vq<sub>máx</sub> < 0,2 m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> / h.

#### **Diâmetro do Filtro (D)**

D = 19 metros.

### 3.8.3. Decantador Secundário

#### Dimensionamento

#### **Taxa de Escoamento Superficial (TES)**

TES = 25 m<sup>3</sup> /m<sup>3</sup> / dia.

#### **Área (A)**

A = Q<sub>med</sub> / TES = 50,6 m<sup>2</sup>.

#### **Altura (H)**

H = 3,50 metros (adotado).

#### **Diâmetro (D)**

D = 8 metros.

### 3.9. Parâmetros para Soluções Estáticas de Esgotamento Sanitário

#### 3.9.1. Fossa Sumidouro

Conforme mencionado, os bairros não contemplados pelo sistema dinâmico nas Etapas 1 e 2 e as residências dos bairros atendidos por rede coletora de esgotos, mas que não conseguem interligação à mesma, serão contemplados por sistema estático individual composto por Fossa-sumidouro.

Segundo a Norma NBR 7229:1993 - *Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*, Tabela 1, as contribuições residências per capita de esgoto variam entre 100, 130 e 160 L/hab.dia, considerando-se padrões residenciais baixo, médio e alto, respectivamente. Assim, adotar-se-á no pré-dimensionamento das fossas-sumidouro o valor médio de 130L/hab.dia, valor este utilizado por várias indústrias fabricantes de fossas sépticas.

#### 3.10. Estimativa de Custo da Alternativa

As estimativas de custos das alternativas concebidas para o projeto foram realizadas através da elaboração de orçamentos baseados no Sistema Nacional de Pesquisa

de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) com referência de preço de Outubro 2016 (desonerado) e também nos preços da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).

Os custos de fornecimento dos equipamentos constituintes das fossas sépticas do tipo Fossa-sumidouro e estações de tratamento foram obtidos através de cotações (em anexo) no mercado. A saber:

- Fossa-sumidouro (Concreto Armado) – Empresa: Eco System (031-3681-8671) – (Anexo 1)
- Fossa-sumidouro (Concreto Armado) – Empresa: Concreton (031-3371-6499) – (Anexo 2)
- Fossa-sumidouro (Concreto Armado) – Empresa: Laje e Filhos (031-3541-6004) – (Anexo 3)
- Rafa-Filtro (Aço Corten) – Empresa: Hídrica (031-3222-0800) – (Anexo 4)

Foi utilizado um BDI de 26% no orçamento dos serviços.

Abaixo, na Tabela 3.22, apresenta-se o orçamento da Fossa Sumidouro Tipo A e em seguida o orçamento das Alternativas A, B e C (Tabela 3.23, Tabela 3.24 e Tabela 3.25).

|                               |                                      |                               |                    |              |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Contrato Nº<br>007/AGBPV/2016 | Código<br>DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01 | Data de Emissão<br>21/07/2017 | Status<br>Aprovado | Página<br>69 |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|

**Tabela 3.22 – Orçamento unitário Fossa-sumidouro – TIPO A (5 pessoas).**

| ORÇAM. REFERÊNCIA   |             | ITEM     | DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS  | UNID.                    | QUANT. | PREÇO (R\$) |                 |
|---|-------------|----------|---|--------------------------|--------|-------------|-----------------|
| PADRÃO  | CÓD         |          |   |                          |        | UNITÁRIO    | TOTAL           |
|   |             | <b>1</b> | <b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>  | <b>S U B - T O T A L</b> |        |             | <b>908,05</b>   |
| SINA PI   | 85422       | 1.1      | PREPARO MANUAL DO TERRENO SEM RASPAGEM SUPERFICIAL  | m <sup>2</sup>           | 7,10   | 4,62        | 32,80           |
| SINA PI   | 93358       | 1.2      | ESCAVACAO MANUAL DE VALAS, AF 03/2016   | m <sup>3</sup>           | 10,42  | 45,74       | 476,50          |
| SINA PI   | 94045       | 1.3      | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016                          | m <sup>2</sup>           | 11,31  | 10,12       | 114,45          |
| SINA PI   | 94046       | 1.4      | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016 | m <sup>2</sup>           | 0,00   | 15,13       | 0,00            |
| SINA PI   | 94048       | 1.5      | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO PONTALETEAMENTO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016 | m <sup>2</sup>           | 13,32  | 12,88       | 171,57          |
| SINA PI   | 94060       | 1.6      | ESCORAMENTO DE VALA, TIPO DESCONTÍNUO, COM PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016     | m <sup>2</sup>           | 0,00   | 22,36       | 0,00            |
| SINA PI   | 94097       | 1.7      | PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA, AF 06/2016   | m <sup>2</sup>           | 3,55   | 3,69        | 13,10           |
| SINA PI   | 73994 /1    | 1.8      | ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM   | kg                       | 9,24   | 5,89        | 54,40           |
| SINA PI   | 74157 /4    | 1.9      | LANCAMENTO/APLICACAO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES  | m <sup>3</sup>           | 0,15   | 79,26       | 12,20           |
| SINA PI   | 94962       | 1.10     | CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016  | m <sup>3</sup>           | 0,15   | 214,55      | 33,03           |
|   |             | <b>2</b> | <b>INSTALAÇÃO DE FOSSA SUMIDOURO PRÉ-MOLDADA</b>  | <b>S U B - T O T A L</b> |        |             | <b>2 781,30</b> |
| COTAÇÃO   | MÉDIA       | 2.1      | FORNECIMENTO DE CONJUNTO FOSSA E SUMIDOURO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, VOLUME 1.991 L  | CJ                       | 1,00   | 1 891,67    | 1 891,67        |
| CPU   | 2.540.8.3   | 2.2      | ASSENTAMENTO DE PEÇA PRÉ-MOLDADA - FOSSA SÉPTICA (POR PEÇA)   | un                       | 2,00   | 303,56      | 607,12          |
| CPU   | 2.720.8.5.1 | 2.3      | LASTRO DE AREIA APLICADO ENTRE AS PEÇAS PRÉ-MOLDADAS E A PAREDE DE ESCAVAÇÃO  | m <sup>3</sup>           | 2,01   | 140,51      | 282,51          |
| SUDECAP   | 63.01.03    | 2.4      | BRITA COM FRETE (BRITA 0,1,2,3)   | m <sup>3</sup>           | 0,00   | 62,43       | 0,00            |
|   |             | <b>3</b> | <b>CAIXAS DE INSPEÇÃO E DE GORDURA/TUBOS E CONEXÕES DE PVC</b>  | <b>S U B - T O T A L</b> |        |             | <b>1 173,51</b> |
| SUDECAP   | 10.70.13    | 3.1      | CAIXA DE GORDURA EM ALVENARIA, 40x40x60 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP  | un                       | 1,00   | 208,94      | 208,94          |
| SUDECAP   | 10.70.11    | 3.2      | CAIXA DE PASSAGEM EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP   | un                       | 3,00   | 152,85      | 458,55          |
| SUDECAP   | 10.70.11    | 3.3      | CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO EM ALVENARIA, 40x40x40 cm COM TAMPA CONCRETO-PADRAO SUDECAP   | un                       | 0,00   | 152,85      | 0,00            |
| SINA PI   | 89714       | 3.4      | TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014  | m                        | 13,00  | 34,96       | 454,48          |
| SINA PI   | 89744       | 3.5      | JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014                  | un                       | 2,00   | 15,53       | 31,06           |
| SINA PI   | 72295       | 3.6      | CAP PVC ESGOTO 100MM (TAMPÃO) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO   | un                       | 2,00   | 10,24       | 20,48           |
| SINA PI   | 89796       | 3.7      | TE, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014                         | un                       | 0,00   | 25,53       | 0,00            |
| <b>TOTAL SEM BDI</b>  |             |          |   |                          |        |             | <b>4 862,86</b> |
| <b>BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)</b> |             |          |   |                          |        |             | <b>1 264,34</b> |
| <b>TOTAL COM BDI</b>  |             |          |   |                          |        |             | <b>6 127,20</b> |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

**Tabela 3.23 – Orçamento Alternativa A.**

| SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - ALTERNATIVA A |          |          |  |                          |          |             |                   |
|--|----------|----------|--|--------------------------|----------|-------------|-------------------|
| ORÇAM. REFERÊNCIA                                |          | ITEM     | DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS   | UNID.                    | QUANT.   | PREÇO (R\$) |                   |
| PADRÃO   | CÓD      |          |  |                          |          | UNITÁRIO    | TOTAL             |
|  |          | <b>1</b> | <b>SERVIÇOS PRELIMINARES E CANTEIRO DE OBRAS</b>   | <b>S U B - T O T A L</b> |          |             | <b>62 369,85</b>  |
| COPASA   | 65000016 | 1.1      | ABRIGO PARA ARMAZENAMENTO DE TUBOS/SERVICOS GERAIS EM COBERTURA DE TELHAS DE FIBROCIMENTO                  | m²                       | 150,00   | 123,58      | 18 537,00         |
| COPASA   | 65002511 | 1.2      | CANTEIRO DE OBRAS AREAS ABERTAS E COBERTAS   | m²                       | 60,00    | 114,93      | 6 895,80          |
| COPASA   | 65002509 | 1.3      | CANTEIRO DE OBRAS AREAS ABERTAS E DESCOBERTAS  | m²                       | 60,00    | 27,02       | 1 621,20          |
| COPASA   | 65002510 | 1.4      | CANTEIRO DE OBRAS AREAS FECHADAS E COBERTAS  | m²                       | 60,00    | 535,96      | 32 157,60         |
| COPASA   | 65000007 | 1.5      | PLACA DE IDENTIFICACAO DE OBRA PADRAO COPASA FORNECIMENTO E INSTALACAO                                     | m²                       | 15,00    | 210,55      | 3 158,25          |
|  |          | <b>2</b> | <b>MELHORIA DA REDE DE ESGOTO EXISTENTE NO CENTRO</b>  |                          |          |             | <b>232 419,50</b> |
| COPASA   | 65002833 | 2.1      | DEMOLICAO DE POCO DE VISITA EM ALVENARIA (FORA DE PADRÃO)  | un                       | 10,00    | 624,53      | 6 245,30          |
| COPASA   | 65003551 | 2.2      | CONSTRUCAO DE POCO DE VISITA, DIAMETRO 1,00 M, ALTURA ATE 1,25 M   | un                       | 10,00    | 1 080,16    | 10 801,60         |
| SINAPI   | 85390    | 2.3      | REMOCAO TUBULACAO C/ DN 50 A 300MM EXCLUINDO ESCAVACAO/REATERRO  | m                        | 2 690,00 | 12,69       | 34 136,10         |
| COPASA   | 65000160 | 2.4      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M   | m³                       | 2 690,00 | 6,56        | 17 646,40         |
| COPASA   | 65000172 | 2.5      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS  | m                        | 2 152,00 | 5,82        | 12 524,64         |
| COPASA   | 65000174 | 2.6      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL | m³                       | 2 690,00 | 20,02       | 53 853,80         |
| COPASA   | 65000377 | 2.7      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m                        | 2 200,00 | 4,13        | 9 086,00          |
| COPASA   | 65000378 | 2.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200   | m                        | 490,00   | 4,26        | 2 087,40          |
| SINAPI   | 9818     | 2.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m                        | 2 200,00 | 27,32       | 60 104,00         |
| SINAPI   | 9819     | 2.10     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200   | m                        | 490,00   | 45,89       | 22 486,10         |
| COPASA   | 65003559 | 2.11     | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO ATE 25,0M                      | un                       | 1,00     | 46,46       | 46,46             |
| COPASA   | 65003560 | 2.12     | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO EXCEDENTE A 25,0M              | m                        | 2 465,00 | 1,38        | 3 401,70          |

|             |          | <b>3</b> | <b>AMPLIAÇÃO DA REDE DE ESGOTO NO CENTRO</b>   |    |          |              | <b>70 484,56</b>    |
|-------------|----------|----------|--|----|----------|--------------|---------------------|
| COPASA      | 65000160 | 3.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M   | m³ | 1 100,00 | 6,56         | 7 216,00            |
| COPASA      | 65000172 | 3.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS  | M² | 880,00   | 5,82         | 5 121,60            |
| COPASA      | 65000174 | 3.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL | m³ | 1 100,00 | 20,02        | 22 022,00           |
| COPASA      | 65000377 | 3.4      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m  | 1 100,00 | 4,13         | 4 543,00            |
| SINAPI      | 9818     | 3.5      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m  | 1 100,00 | 27,32        | 30 052,00           |
| COPASA      | 65003559 | 3.6      | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO ATE 25,0M                      | un | 1,00     | 46,46        | 46,46               |
| COPASA      | 65003560 | 3.7      | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO EXCEDENTE A 25,0M              | m  | 1 075,00 | 1,38         | 1 483,50            |
|             |          | <b>4</b> | <b>NOVA ETE PARA 13.000 HAB</b>  |    |          |              | <b>1 691 846,31</b> |
| COTACÃO     |          | 4.1      | ETE REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE COM FILTRO ANAERÓBIO CONJUGADO, CAPACIDADE PARA 7.000 HAB         | un | 1,00     | 1 430 000,00 | 1 430 000,00        |
| COPASA      | 65003653 | 4.2      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANÇAMENTO E ADENSAMENTO               | m³ | 33,75    | 401,71       | 13 557,71           |
| COPASA      | 65001710 | 4.3      | INSTALACOES HIDRAULICO SANITARIAS P/ CANTEIRO DE OBRAS - TIPO A2   | un | 1,00     | 1 671,86     | 1 671,86            |
| COPASA      | 65001828 | 4.4      | CASA DE QUIMICA - PADRAO COPASA P/ E.T.A PRE--FABRICADA - 1 PAVIMENTO                                      | un | 1,00     | 93 644,97    | 93 644,97           |
| COPASA      | 65000075 | 4.5      | CERCA ARAME FARPADO COM MOUROES DE CONCRETO CONFORME PADRAO COPASA P.126                                   | m  | 160,00   | 43,42        | 6 947,20            |
| COPASA      | 65000079 | 4.6      | PORTAO PARA VEICULOS CONFORME PADRAO COPASA P.012  | un | 1,00     | 3 024,57     | 3 024,57            |
| ESTIMATIV A | -        | 4.7      | TRATAMENTO PRELIMINAR, ELEVATÓRIA E LEITOS DE SECAGEM PARA LODO  | un | 1,00     | 143 000,00   | 143 000,00          |
|             |          | <b>5</b> | <b>NOVO INTERCEPTOR DE ESGOTO - CÓRREGO SÃO JOSÉ (ANTIGA ETE &gt; NOVA ETE)</b>                            |    |          |              | <b>331 430,99</b>   |
| COPASA      | 65000160 | 5.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M   | m³ | 511,00   | 6,56         | 3 352,16            |
| COPASA      | 65000172 | 5.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS  | m² | 408,80   | 5,82         | 2 379,22            |
| COPASA      | 65000174 | 5.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL | m³ | 511,00   | 20,02        | 10 230,22           |
| COPASA      | 65000266 | 5.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATE 40,0T - CRAVACAO                          | m  | 74,00    | 44,51        | 3 293,74            |

|        |              |          |   |    |          |        |                   |
|--------|--------------|----------|---|----|----------|--------|-------------------|
| COPASA | 65003653     | 5.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANÇAMENTO E ADENSAMENTO                                  | m³ | 9,81     | 401,71 | 3 940,78          |
| COPASA | 65000240     | 5.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS  | m² | 105,45   | 37,17  | 3 919,58          |
| COPASA | 65000276     | 5.7      | ARMADURA DE ACO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO   | kg | 784,80   | 6,48   | 5 085,50          |
| COPASA | 65000316     | 5.8      | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 20,00    | 421,78 | 8 435,60          |
| COPASA | 65000329     | 5.9      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 20,00    | 71,65  | 1 433,00          |
| COPASA | 35000210     | 5.10     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 20,00    | 338,91 | 6 778,20          |
| COPASA | 65000395     | 5.11     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 250   | m  | 730,00   | 12,34  | 9 008,20          |
| COPASA | ESTIMAD<br>O | 5.12     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 250   | m  | 730,00   | 374,76 | 273 574,80        |
|        |              | <b>6</b> | <b>REDE DE ESGOTO E INTERCEPTOR - BAIRRO SANTO AMARO - PORÇÃO SUL</b>   |    |          |        | <b>319 985,27</b> |
| COPASA | 65000160     | 6.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M  | m³ | 1 428,00 | 6,56   | 9 367,68          |
| COPASA | 65000172     | 6.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m² | 998,40   | 5,82   | 5 810,69          |
| COPASA | 65000174     | 6.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 1 428,00 | 20,02  | 28 588,56         |
| COPASA | 65000266     | 6.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATE 40,0T - CRAVACAO   | m  | 20,00    | 44,51  | 890,20            |
| COPASA | 65003653     | 6.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANÇAMENTO E ADENSAMENTO                                  | m³ | 2,65     | 401,71 | 1 064,53          |
| COPASA | 65000240     | 6.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS  | m² | 28,50    | 37,17  | 1 059,35          |
| COPASA | 65000276     | 6.7      | ARMADURA DE ACO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO   | kg | 212,11   | 6,48   | 1 374,47          |
| COPASA | 65000377     | 6.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 975,00   | 4,13   | 4 026,75          |
| SINAPI | 9818         | 6.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 975,00   | 27,32  | 26 637,00         |
| COPASA | 65000394     | 6.10     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | un | 510,00   | 9,19   | 4 686,90          |
| COPASA | ESTIMAD<br>O | 6.11     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | m  | 730,00   | 300,00 | 219 000,00        |
| COPASA | 65000316     | 6.12     | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 21,00    | 421,78 | 8 857,38          |

|        |          |          |   |    |           |        |                     |
|--------|----------|----------|---|----|-----------|--------|---------------------|
| COPASA | 65000329 | 6.13     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 21,00     | 71,65  | 1 504,65            |
| COPASA | 35000210 | 6.14     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 21,00     | 338,91 | 7 117,11            |
|        |          | <b>7</b> | <b>AMPLIAÇÃO REDE DE ESGOTO ENTORNO RUA DAS ACÁCIAS</b>   |    |           |        | <b>105 552,87</b>   |
| COPASA | 65000160 | 7.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M  | m³ | 1 202,00  | 6,56   | 7 885,12            |
| COPASA | 65000172 | 7.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m² | 961,60    | 5,82   | 5 596,51            |
| COPASA | 65000174 | 7.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 1 202,00  | 20,02  | 24 064,04           |
| COPASA | 65000377 | 7.4      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 477,00    | 4,13   | 1 970,01            |
| SINAPI | 9818     | 7.5      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 477,00    | 27,32  | 13 031,64           |
| COPASA | 65000378 | 7.6      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200  | m  | 725,00    | 4,26   | 3 088,50            |
| SINAPI | 9819     | 7.7      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200  | m  | 725,00    | 45,89  | 33 270,25           |
| COPASA | 65000316 | 7.8      | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 20,00     | 421,78 | 8 435,60            |
| COPASA | 65000329 | 7.9      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 20,00     | 71,65  | 1 433,00            |
| COPASA | 35000210 | 7.10     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 20,00     | 338,91 | 6 778,20            |
|        |          | <b>8</b> | <b>REDE DE ESGOTO E INTERCEPTOR - BAIRRO VERANEIO</b>   |    |           |        | <b>1 320 319,59</b> |
| COPASA | 65000160 | 8.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M  | m³ | 12 884,39 | 6,56   | 84 521,61           |
| COPASA | 65000172 | 8.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m² | 10 307,51 | 5,82   | 59 989,73           |
| COPASA | 65000174 | 8.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 12 884,39 | 20,02  | 257 945,51          |
| COPASA | 65000266 | 8.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATE 40,0T - CRAVACAO   | m  | 28,82     | 44,51  | 1 282,82            |
| COPASA | 65003653 | 8.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANCAMENTO E ADENSAMENTO                                  | m³ | 3,82      | 401,71 | 1 534,04            |
| COPASA | 65000240 | 8.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS  | m² | 41,07     | 37,17  | 1 526,56            |
| COPASA | 65000276 | 8.7      | ARMADURA DE ACO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO   | kg | 305,66    | 6,48   | 1 980,68            |

|        |              |          |   |    |           |        |                   |
|--------|--------------|----------|---|----|-----------|--------|-------------------|
| COPASA | 65000377     | 8.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 11 684,00 | 4,13   | 48 254,92         |
| SINAPI | 9818         | 8.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 11 684,00 | 27,32  | 319 206,88        |
| COPASA | 65000394     | 8.10     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | un | 1 282,53  | 9,19   | 11 786,46         |
| COPASA | ESTIMAD<br>O | 8.11     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | m  | 1 282,53  | 300,00 | 384 759,25        |
| COPASA | 65000316     | 8.12     | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 177,25    | 421,78 | 74 759,93         |
| COPASA | 65000329     | 8.13     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 177,25    | 71,65  | 12 699,87         |
| COPASA | 35000210     | 8.14     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 177,25    | 338,91 | 60 071,34         |
|        |              | <b>9</b> | <b>REDE DE ESGOTO E INTERCEPTOR - BAIRRO NOVO HORIZONTE</b>   |    |           |        | <b>885 034,49</b> |
| COPASA | 65000160     | 9.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M  | m³ | 8 636,64  | 6,56   | 56 656,39         |
| COPASA | 65000172     | 9.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m² | 6 909,32  | 5,82   | 40 212,22         |
| COPASA | 65000174     | 9.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 8 636,64  | 20,02  | 172 905,62        |
| COPASA | 65000266     | 9.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATE 40,0T - CRAVACAO   | m  | 19,32     | 44,51  | 859,90            |
| COPASA | 65003653     | 9.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANCAMENTO E ADENSAMENTO                                  | m³ | 2,56      | 401,71 | 1 028,29          |
| COPASA | 65000240     | 9.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS  | m² | 27,53     | 37,17  | 1 023,28          |
| COPASA | 65000276     | 9.7      | ARMADURA DE ACO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO   | kg | 204,89    | 6,48   | 1 327,69          |
| COPASA | 65000377     | 9.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 7 832,00  | 4,13   | 32 346,16         |
| SINAPI | 9818         | 9.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 7 832,00  | 27,32  | 213 970,24        |
| COPASA | 65000394     | 9.10     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | un | 859,70    | 9,19   | 7 900,68          |
| COPASA | ESTIMAD<br>O | 9.11     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | m  | 859,70    | 300,00 | 257 911,20        |
| COPASA | 65000316     | 9.12     | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 118,81    | 421,78 | 50 112,96         |
| COPASA | 65000329     | 9.13     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 118,81    | 71,65  | 8 512,95          |

|        |          |           |  |    |           |        |                     |
|--------|----------|-----------|--|----|-----------|--------|---------------------|
| COPASA | 35000210 | 9.14      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO  | un | 118,81    | 338,91 | 40 266,92           |
|        |          | <b>10</b> | <b>REDE DE ESGOTO E INTERCEPTOR - BAIRRO JK</b>  |    |           |        | <b>1 632 206,11</b> |
| COPASA | 65000160 | 10.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M   | m³ | 15 927,95 | 6,56   | 104 487,34          |
| COPASA | 65000172 | 10.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS  | m² | 12 742,36 | 5,82   | 74 160,53           |
| COPASA | 65000174 | 10.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                   | m³ | 15 927,95 | 20,02  | 318 877,52          |
| COPASA | 65000266 | 10.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATE 40,0T - CRAVACAO  | m  | 35,63     | 44,51  | 1 585,85            |
| COPASA | 65003653 | 10.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANÇAMENTO E ADENSAMENTO                                 | m³ | 4,72      | 401,71 | 1 896,41            |
| COPASA | 65000240 | 10.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS   | m² | 50,77     | 37,17  | 1 887,17            |
| COPASA | 65000276 | 10.7      | ARMADURA DE ACO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO  | kg | 377,86    | 6,48   | 2 448,56            |
| COPASA | 65000377 | 10.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m  | 14 444,00 | 4,13   | 59 653,72           |
| SINAPI | 9818     | 10.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m  | 14 444,00 | 27,32  | 394 610,08          |
| COPASA | 65000394 | 10.10     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200  | un | 1 585,49  | 9,19   | 14 570,66           |
| COPASA | ESTIMADO | 10.11     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200  | m  | 1 585,49  | 300,00 | 475 647,26          |
| COPASA | 65000316 | 10.12     | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PREMOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 219,12    | 421,78 | 92 419,76           |
| COPASA | 65000329 | 10.13     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO  | un | 219,12    | 71,65  | 15 699,83           |
| COPASA | 35000210 | 10.14     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO  | un | 219,12    | 338,91 | 74 261,42           |
|        |          | <b>11</b> | <b>REDE DE ESGOTO E INTERCEPTOR - BAIRRO SANTO AMARO - PORÇÃO NORTE E LESTE</b>  |    |           |        | <b>817 911,09</b>   |
| COPASA | 65000160 | 11.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M   | m³ | 7 981,62  | 6,56   | 52 359,41           |
| COPASA | 65000172 | 11.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS  | m² | 6 385,29  | 5,82   | 37 162,41           |
| COPASA | 65000174 | 11.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                   | m³ | 7 981,62  | 20,02  | 159 791,99          |
| COPASA | 65000266 | 11.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATE 40,0T - CRAVACAO  | m  | 17,85     | 44,51  | 794,68              |

|   |            |           |   |    |          |           |                      |
|---|------------|-----------|---|----|----------|-----------|----------------------|
| COPASA  | 65003653   | 11.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANÇAMENTO E ADENSAMENTO                                  | m³ | 2,37     | 401,71    | 950,31               |
| COPASA  | 65000240   | 11.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS  | m² | 25,44    | 37,17     | 945,68               |
| COPASA  | 65000276   | 11.7      | ARMADURA DE AÇO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO   | kg | 189,35   | 6,48      | 1 226,99             |
| COPASA  | 65000377   | 11.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 7 238,00 | 4,13      | 29 892,94            |
| SINAPI  | 9818       | 11.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 7 238,00 | 27,32     | 197 742,16           |
| COPASA  | 65000394   | 11.10     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | un | 794,50   | 9,19      | 7 301,47             |
| COPASA  | ESTIMADO   | 11.11     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | m  | 794,50   | 300,00    | 238 350,52           |
| COPASA  | 65000316   | 11.12     | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 109,80   | 421,78    | 46 312,26            |
| COPASA  | 65000329   | 11.13     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 109,80   | 71,65     | 7 867,31             |
| COPASA  | 35000210   | 11.14     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 109,80   | 338,91    | 37 212,97            |
|   |            | <b>12</b> | <b>ELEVATÓRIAS</b>  |    |          |           | <b>329 466,62</b>    |
| COPASA  | 65003656   | 12.1      | ELEVATORIA DE ESGOTO (P<= 7,5CV)  | un | 7,00     | 7 066,66  | 49 466,62            |
| COMPOSIÇÃO  | -          | 12.2      | LINHAS DE RECALQUE  | un | 7,00     | 40 000,00 | 280 000,00           |
|   |            | <b>13</b> | <b>SISTEMA ESTÁTICO - FOSSA E SUMIDOURO</b>   |    |          |           | <b>1 231 567,57</b>  |
| SINAPI  | COMPOSIÇÃO | 13.1      | FOSSA E SUMIDOURO PADRÃO PARA 5 HABITANTES  | un | 201,00   | 6 127,20  | 1 231 567,57         |
| <b>TOTAL SEM BDI</b>  |            |           |   |    |          |           | <b>9 030 594,82</b>  |
| <b>BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)</b> |            |           |   |    |          |           | <b>2 347 954,65</b>  |
| <b>TOTAL COM BDI</b>  |            |           |   |    |          |           | <b>11 378 549,47</b> |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

**Tabela 3.24 – Orçamento Alternativa B.**

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - ALTERNATIVA B**

| ORÇAM. REFERÊNCIA |          | ITEM     | DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS   | UNID.                    | QUANT.   | PREÇO (R\$) |                   |
|-------------------|----------|----------|--|--------------------------|----------|-------------|-------------------|
| PADRÃO            | CÓD      |          |  |                          |          | UNITÁRIO    | TOTAL             |
|                   |          | <b>1</b> | <b>SERVIÇOS PRELIMINARES E CANTEIRO DE OBRAS</b>   | <b>S U B - T O T A L</b> |          |             | <b>41 579,90</b>  |
| COPASA            | 65000016 | 1.1      | ABRIGO PARA ARMAZENAMENTO DE TUBOS/SERVICOS GERAIS EM COBERTURA DE TELHAS DE FIBROCIMENTO                  | m²                       | 100,00   | 123,58      | 12 358,00         |
| COPASA            | 65002511 | 1.2      | CANTEIRO DE OBRAS AREAS ABERTAS E COBERTAS   | m²                       | 40,00    | 114,93      | 4 597,20          |
| COPASA            | 65002509 | 1.3      | CANTEIRO DE OBRAS AREAS ABERTAS E DESCOBERTAS  | m²                       | 40,00    | 27,02       | 1 080,80          |
| COPASA            | 65002510 | 1.4      | CANTEIRO DE OBRAS AREAS FECHADAS E COBERTAS  | m²                       | 40,00    | 535,96      | 21 438,40         |
| COPASA            | 65000007 | 1.5      | PLACA DE IDENTIFICACAO DE OBRA PADRAO COPASA FORNECIMENTO E INSTALACAO                                     | m²                       | 10,00    | 210,55      | 2 105,50          |
|                   |          | <b>2</b> | <b>MELHORIA DA REDE DE ESGOTO EXISTENTE NO CENTRO</b>  |                          |          |             | <b>232 419,50</b> |
| COPASA            | 65002833 | 2.1      | DEMOLICAO DE POCO DE VISITA EM ALVENARIA (FORA DE PADRÃO)  | un                       | 10,00    | 624,53      | 6 245,30          |
| COPASA            | 65003551 | 2.2      | CONSTRUCAO DE POCO DE VISITA, DIAMETRO 1,00 M, ALTURA ATE 1,25 M   | un                       | 10,00    | 1 080,16    | 10 801,60         |
| SINAPI            | 85390    | 2.3      | REMOCAO TUBULACAO C/ DN 50 A 300MM EXCLUINDO ESCAVACAO/REATERRO  | m                        | 2 690,00 | 12,69       | 34 136,10         |
| COPASA            | 65000160 | 2.4      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M   | m³                       | 2 690,00 | 6,56        | 17 646,40         |
| COPASA            | 65000172 | 2.5      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS  | m                        | 2 152,00 | 5,82        | 12 524,64         |
| COPASA            | 65000174 | 2.6      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL | m³                       | 2 690,00 | 20,02       | 53 853,80         |
| COPASA            | 65000377 | 2.7      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m                        | 2 200,00 | 4,13        | 9 086,00          |
| COPASA            | 65000378 | 2.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200   | m                        | 490,00   | 4,26        | 2 087,40          |
| SINAPI            | 9818     | 2.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m                        | 2 200,00 | 27,32       | 60 104,00         |
| SINAPI            | 9819     | 2.10     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200   | m                        | 490,00   | 45,89       | 22 486,10         |
| COPASA            | 65003559 | 2.11     | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO ATE 25,0M                      | un                       | 1,00     | 46,46       | 46,46             |
| COPASA            | 65003560 | 2.12     | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO EXCEDENTE A 25,0M              | m                        | 2 465,00 | 1,38        | 3 401,70          |

|            |          | <b>3</b> | <b>AMPLIAÇÃO DA REDE DE ESGOTO NO CENTRO</b>   |    |          |            | <b>70 484,56</b>    |
|------------|----------|----------|--|----|----------|------------|---------------------|
| COPASA     | 65000160 | 3.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M   | m³ | 1 100,00 | 6,56       | 7 216,00            |
| COPASA     | 65000172 | 3.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS  | M² | 880,00   | 5,82       | 5 121,60            |
| COPASA     | 65000174 | 3.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL | m³ | 1 100,00 | 20,02      | 22 022,00           |
| COPASA     | 65000377 | 3.4      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m  | 1 100,00 | 4,13       | 4 543,00            |
| SINAPI     | 9818     | 3.5      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m  | 1 100,00 | 27,32      | 30 052,00           |
| COPASA     | 65003559 | 3.6      | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO ATE 25,0M                      | un | 1,00     | 46,46      | 46,46               |
| COPASA     | 65003560 | 3.7      | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO EXCEDENTE A 25,0M              | m  | 1 075,00 | 1,38       | 1 483,50            |
|            |          | <b>4</b> | <b>NOVA ETE PARA 8.000 HAB</b>   |    |          |            | <b>1 163 846,31</b> |
| COTACÃO    |          | 4.1      | ETE REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE COM FILTRO ANAERÓBIO CONJUGADO, CAPACIDADE PARA 8.000 HAB         | un | 1,00     | 950 000,00 | 950 000,00          |
| COPASA     | 65003653 | 4.2      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANCAMENTO E ADENSAMENTO               | m³ | 33,75    | 401,71     | 13 557,71           |
| COPASA     | 65001710 | 4.3      | INSTALACOES HIDRAULICO SANITARIAS P/ CANTEIRO DE OBRAS - TIPO A2   | un | 1,00     | 1 671,86   | 1 671,86            |
| COPASA     | 65001828 | 4.4      | CASA DE QUIMICA - PADRAO COPASA P/ E.T.A PRE--FABRICADA - 1 PAVIMENTO                                      | un | 1,00     | 93 644,97  | 93 644,97           |
| COPASA     | 65000075 | 4.5      | CERCA ARAME FARPADO COM MOUROES DE CONCRETO CONFORME PADRAO COPASA P.126                                   | m  | 160,00   | 43,42      | 6 947,20            |
| COPASA     | 65000079 | 4.6      | PORTAO PARA VEICULOS CONFORME PADRAO COPASA P.012  | un | 1,00     | 3 024,57   | 3 024,57            |
| ESTIMATIVA | -        | 4.7      | TRATAMENTO PRELIMINAR, ELEVATÓRIA E LEITOS DE SECAGEM PARA LODO  | un | 1,00     | 95 000,00  | 95 000,00           |
|            |          | <b>5</b> | <b>NOVO INTERCEPTOR DE ESGOTO - CÓRREGO SÃO JOSÉ (ANTIGA ETE &gt; NOVA ETE)</b>                            |    |          |            | <b>331 430,99</b>   |
| COPASA     | 65000160 | 5.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M   | m³ | 511,00   | 6,56       | 3 352,16            |
| COPASA     | 65000172 | 5.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS  | m² | 408,80   | 5,82       | 2 379,22            |
| COPASA     | 65000174 | 5.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL | m³ | 511,00   | 20,02      | 10 230,22           |
| COPASA     | 65000266 | 5.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATE 40,0T - CRAVACAO                          | m  | 74,00    | 44,51      | 3 293,74            |

|        |          |          |   |    |          |        |                   |
|--------|----------|----------|---|----|----------|--------|-------------------|
| COPASA | 65003653 | 5.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANÇAMENTO E ADENSAMENTO                                  | m³ | 9,81     | 401,71 | 3 940,78          |
| COPASA | 65000240 | 5.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS  | m² | 105,45   | 37,17  | 3 919,58          |
| COPASA | 65000276 | 5.7      | ARMADURA DE AÇO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO   | kg | 784,80   | 6,48   | 5 085,50          |
| COPASA | 65000316 | 5.8      | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 20,00    | 421,78 | 8 435,60          |
| COPASA | 65000329 | 5.9      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 20,00    | 71,65  | 1 433,00          |
| COPASA | 35000210 | 5.10     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 20,00    | 338,91 | 6 778,20          |
| COPASA | 65000395 | 5.11     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 250   | m  | 730,00   | 12,34  | 9 008,20          |
| COPASA | ESTIMADO | 5.12     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 250   | m  | 730,00   | 374,76 | 273 574,80        |
|        |          | <b>6</b> | <b>REDE DE ESGOTO E INTERCEPTOR - BAIRRO SANTO AMARO - PORÇÃO SUL</b>   |    |          |        | <b>319 985,27</b> |
| COPASA | 65000160 | 6.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M  | m³ | 1 428,00 | 6,56   | 9 367,68          |
| COPASA | 65000172 | 6.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m² | 998,40   | 5,82   | 5 810,69          |
| COPASA | 65000174 | 6.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 1 428,00 | 20,02  | 28 588,56         |
| COPASA | 65000266 | 6.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATÉ 40,0T - CRAVACAO   | m  | 20,00    | 44,51  | 890,20            |
| COPASA | 65003653 | 6.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANÇAMENTO E ADENSAMENTO                                  | m³ | 2,65     | 401,71 | 1 064,53          |
| COPASA | 65000240 | 6.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS  | m² | 28,50    | 37,17  | 1 059,35          |
| COPASA | 65000276 | 6.7      | ARMADURA DE AÇO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO   | kg | 212,11   | 6,48   | 1 374,47          |
| COPASA | 65000377 | 6.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 975,00   | 4,13   | 4 026,75          |
| SINAPI | 9818     | 6.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 975,00   | 27,32  | 26 637,00         |
| COPASA | 65000394 | 6.10     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | un | 510,00   | 9,19   | 4 686,90          |
| COPASA | ESTIMADO | 6.11     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | m  | 730,00   | 300,00 | 219 000,00        |
| COPASA | 65000316 | 6.12     | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 21,00    | 421,78 | 8 857,38          |

|        |          |          |   |    |           |        |                     |
|--------|----------|----------|---|----|-----------|--------|---------------------|
| COPASA | 65000329 | 6.13     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 21,00     | 71,65  | 1 504,65            |
| COPASA | 35000210 | 6.14     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 21,00     | 338,91 | 7 117,11            |
|        |          | <b>7</b> | <b>AMPLIAÇÃO REDE DE ESGOTO ENTORNO RUA DAS ACÁCIAS</b>   |    |           |        | <b>105 552,87</b>   |
| COPASA | 65000160 | 7.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M  | m³ | 1 202,00  | 6,56   | 7 885,12            |
| COPASA | 65000172 | 7.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m² | 961,60    | 5,82   | 5 596,51            |
| COPASA | 65000174 | 7.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 1 202,00  | 20,02  | 24 064,04           |
| COPASA | 65000377 | 7.4      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 477,00    | 4,13   | 1 970,01            |
| SINAPI | 9818     | 7.5      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 477,00    | 27,32  | 13 031,64           |
| COPASA | 65000378 | 7.6      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200  | m  | 725,00    | 4,26   | 3 088,50            |
| SINAPI | 9819     | 7.7      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200  | m  | 725,00    | 45,89  | 33 270,25           |
| COPASA | 65000316 | 7.8      | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 20,00     | 421,78 | 8 435,60            |
| COPASA | 65000329 | 7.9      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 20,00     | 71,65  | 1 433,00            |
| COPASA | 35000210 | 7.10     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 20,00     | 338,91 | 6 778,20            |
|        |          | <b>8</b> | <b>REDE DE ESGOTO E INTERCEPTOR - BAIRRO VERANEIO</b>   |    |           |        | <b>1 223 569,70</b> |
| COPASA | 65000160 | 8.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M  | m³ | 12 480,00 | 6,56   | 81 868,80           |
| COPASA | 65000172 | 8.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m² | 9 984,00  | 5,82   | 58 106,88           |
| COPASA | 65000174 | 8.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 12 480,00 | 20,02  | 249 849,60          |
| COPASA | 65000266 | 8.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATE 40,0T - CRAVACAO   | m  | 20,00     | 44,51  | 890,20              |
| COPASA | 65003653 | 8.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANCAMENTO E ADENSAMENTO                                  | m³ | 2,65      | 401,71 | 1 064,53            |
| COPASA | 65000240 | 8.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS  | m² | 28,50     | 37,17  | 1 059,35            |

|        |          |          |   |    |           |        |                   |
|--------|----------|----------|---|----|-----------|--------|-------------------|
| COPASA | 65000276 | 8.7      | ARMADURA DE ACO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO   | kg | 212,11    | 6,48   | 1 374,47          |
| COPASA | 65000377 | 8.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 11 486,00 | 4,13   | 47 437,18         |
| SINAPI | 9818     | 8.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 11 486,00 | 27,32  | 313 797,52        |
| COPASA | 65000394 | 8.10     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | un | 1 051,00  | 9,19   | 9 658,69          |
| COPASA | ESTIMADO | 8.11     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | m  | 1 051,00  | 300,00 | 315 300,00        |
| COPASA | 65000316 | 8.12     | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 172,00    | 421,78 | 72 546,16         |
| COPASA | 65000329 | 8.13     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 172,00    | 71,65  | 12 323,80         |
| COPASA | 35000210 | 8.14     | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 172,00    | 338,91 | 58 292,52         |
|        |          | <b>9</b> | <b>REDE DE ESGOTO E INTERCEPTOR - BAIRRO NOVO HORIZONTE</b>   |    |           |        | <b>916 223,15</b> |
| COPASA | 65000160 | 9.1      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M  | m³ | 8 941,00  | 6,56   | 58 652,96         |
| COPASA | 65000172 | 9.2      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m² | 7 152,80  | 5,82   | 41 629,30         |
| COPASA | 65000174 | 9.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 8 941,00  | 20,02  | 178 998,82        |
| COPASA | 65000266 | 9.4      | ESTACA - PREMOLDADA DE CONCRETO COM CAPACIDADE DE CARGA PARA ATE 40,0T - CRAVACAO   | m  | 20,00     | 44,51  | 890,20            |
| COPASA | 65003653 | 9.5      | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANCAMENTO E ADENSAMENTO                                  | m³ | 2,65      | 401,71 | 1 064,53          |
| COPASA | 65000240 | 9.6      | FORMA PLANA EM TABUA DE PINHO, P/ ESTRUTURAS  | m² | 28,50     | 37,17  | 1 059,35          |
| COPASA | 65000276 | 9.7      | ARMADURA DE ACO CA 50, FORNECIMENTO E COLOCACAO   | kg | 212,11    | 6,48   | 1 374,47          |
| COPASA | 65000377 | 9.8      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 8 108,00  | 4,13   | 33 486,04         |
| SINAPI | 9818     | 9.9      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150  | m  | 8 108,00  | 27,32  | 221 510,56        |
| COPASA | 65000394 | 9.10     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | un | 890,00    | 9,19   | 8 179,10          |
| COPASA | ESTIMADO | 9.11     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES DE FERRO FUNDIDO, JUNTA ELASTICA, DN 200   | m  | 890,00    | 300,00 | 267 000,00        |
| COPASA | 65000316 | 9.12     | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 123,00    | 421,78 | 51 878,94         |

|   |            |           |   |    |          |          |                      |
|---|------------|-----------|---|----|----------|----------|----------------------|
| COPASA  | 65000329   | 9.13      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO | un | 123,00   | 71,65    | 8 812,95             |
| COPASA  | 35000210   | 9.14      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO | un | 123,00   | 338,91   | 41 685,93            |
|   |            | <b>10</b> | <b>SISTEMA ESTÁTICO - FOSSA E SUMIDOURO</b>   |    |          |          | <b>13 118 339,10</b> |
| SINAPI  | COMPOSIÇÃO | 10.1      | FOSSA E SUMIDOURO PADRÃO PARA 5 HABITANTES  | un | 2 141,00 | 6 127,20 | 13 118 339,10        |
| <b>TOTAL SEM BDI</b>  |            |           |   |    |          |          | <b>17 523 431,35</b> |
| <b>BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)</b> |            |           |   |    |          |          | <b>4 556 092,15</b>  |
| <b>TOTAL COM BDI</b>  |            |           |   |    |          |          | <b>22 079 523,50</b> |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

**Tabela 3.25 – Orçamento Alternativa C.**

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - ALTERNATIVA C**

| ORÇAM. REFERÊNCIA |          | ITEM     | DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS   | UNID.                    | QUANT.   | PREÇO (R\$) |                   |
|-------------------|----------|----------|--|--------------------------|----------|-------------|-------------------|
| PADRÃO            | CÓD      |          |  |                          |          | UNITÁRIO    | TOTAL             |
|                   |          | <b>1</b> | <b>SERVIÇOS PRELIMINARES E CANTEIRO DE OBRAS</b>   | <b>S U B - T O T A L</b> |          |             | <b>17 686,70</b>  |
| COPASA            | 65000016 | 1.1      | ABRIGO PARA ARMAZENAMENTO DE TUBOS/SERVICOS GERAIS EM COBERTURA DE TELHAS DE FIBROCIMENTO                  | m²                       | 30,00    | 123,58      | 3 707,40          |
| COPASA            | 65002511 | 1.2      | CANTEIRO DE OBRAS AREAS ABERTAS E COBERTAS   | m²                       | 20,00    | 114,93      | 2 298,60          |
| COPASA            | 65002509 | 1.3      | CANTEIRO DE OBRAS AREAS ABERTAS E DESCOBERTAS  | m²                       | 20,00    | 27,02       | 540,40            |
| COPASA            | 65002510 | 1.4      | CANTEIRO DE OBRAS AREAS FECHADAS E COBERTAS  | m²                       | 20,00    | 535,96      | 10 719,20         |
| COPASA            | 65000007 | 1.5      | PLACA DE IDENTIFICACAO DE OBRA PADRAO COPASA FORNECIMENTO E INSTALACAO                                     | m²                       | 2,00     | 210,55      | 421,10            |
|                   |          | <b>2</b> | <b>MELHORIA DA REDE DE ESGOTO EXISTENTE NO CENTRO</b>  |                          |          |             | <b>236 525,10</b> |
| COPASA            | 65002833 | 2.1      | DEMOLICAO DE POCO DE VISITA EM ALVENARIA (FORA DE PADRÃO)  | un                       | 10,00    | 624,53      | 6 245,30          |
| COPASA            | 65003551 | 2.2      | CONSTRUCAO DE POCO DE VISITA, DIAMETRO 1,00 M, ALTURA ATE 1,25 M   | un                       | 10,00    | 1 080,16    | 10 801,60         |
| COPASA            | 65000329 | 2.3      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO                        | un                       | 10,00    | 71,65       | 716,50            |
| COPASA            | 35000210 | 2.4      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO                        | un                       | 10,00    | 338,91      | 3 389,10          |
| SINAPI            | 85390    | 2.5      | REMOCAO TUBULACAO C/ DN 50 A 300MM EXCLUINDO ESCAVACAO/REATERRO  | m                        | 2 690,00 | 12,69       | 34 136,10         |
| COPASA            | 65000160 | 2.6      | ESCAVACAO MECANICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATE 1,50 M   | m³                       | 2 690,00 | 6,56        | 17 646,40         |
| COPASA            | 65000172 | 2.7      | ACERTO E VERIFICACAO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS  | m                        | 2 152,00 | 5,82        | 12 524,64         |
| COPASA            | 65000174 | 2.8      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDACAO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTACAO DE NO MINIMO 97% DO PROCTOR NORMAL | m³                       | 2 690,00 | 20,02       | 53 853,80         |
| COPASA            | 65000377 | 2.9      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m                        | 2 200,00 | 4,13        | 9 086,00          |
| COPASA            | 65000378 | 2.10     | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200   | m                        | 490,00   | 4,26        | 2 087,40          |
| SINAPI            | 9818     | 2.11     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 150   | m                        | 2 200,00 | 27,32       | 60 104,00         |
| SINAPI            | 9819     | 2.12     | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXOES PVC JE DN 200   | m                        | 490,00   | 45,89       | 22 486,10         |
| COPASA            | 65003559 | 2.13     | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO ATE 25,0M                      | un                       | 1,00     | 46,46       | 46,46             |

|        |          |          |   |    |          |        |                  |
|--------|----------|----------|---|----|----------|--------|------------------|
| COPASA | 65003560 | 2.14     | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO EXCEDENTE A 25,0M                                 | m  | 2 465,00 | 1,38   | 3 401,70         |
|        |          | <b>3</b> | <b>AMPLIAÇÃO DA REDE DE ESGOTO NO CENTRO</b>  |    |          |        | <b>70 484,56</b> |
| COPASA | 65000160 | 3.1      | ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M  | m³ | 1 100,00 | 6,56   | 7 216,00         |
| COPASA | 65000172 | 3.2      | ACERTO E VERIFICAÇÃO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m  | 880,00   | 5,82   | 5 121,60         |
| COPASA | 65000174 | 3.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDAÇÃO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTAÇÃO DE NO MÍNIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 1 100,00 | 20,02  | 22 022,00        |
| COPASA | 65000377 | 3.4      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXÕES PVC JE DN 150  | m  | 1 100,00 | 4,13   | 4 543,00         |
| SINAPI | 9818     | 3.5      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES PVC JE DN 150  | m  | 1 100,00 | 27,32  | 30 052,00        |
| COPASA | 65003559 | 3.6      | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO ATÉ 25,0M   | un | 1,00     | 46,46  | 46,46            |
| COPASA | 65003560 | 3.7      | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO EXCEDENTE A 25,0M                                 | m  | 1 075,00 | 1,38   | 1 483,50         |
|        |          | <b>4</b> | <b>INTERLIGAÇÃO DA REDE DE ESGOTO RUA DAS ACÍCIAS À ETE ATUAL</b>   |    |          |        | <b>17 819,20</b> |
| COPASA | 65000160 | 4.1      | ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS (SOLO SECO), PROFUNDIDADE ATÉ 1,50 M  | m³ | 200,00   | 6,56   | 1 312,00         |
| COPASA | 65000172 | 4.2      | ACERTO E VERIFICAÇÃO DO NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS   | m  | 160,00   | 5,82   | 931,20           |
| COPASA | 65000174 | 4.3      | ATERRO DE VALAS E CAVAS DE FUNDAÇÃO, C/ CONTROLE DO GRAU DE COMPACTAÇÃO DE NO MÍNIMO 97% DO PROCTOR NORMAL                    | m³ | 200,00   | 20,02  | 4 004,00         |
| COPASA | 65000377 | 4.4      | ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXÕES PVC JE DN 150  | m  | 200,00   | 4,13   | 826,00           |
| SINAPI | 9818     | 4.5      | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES PVC JE DN 150  | m  | 200,00   | 27,32  | 5 464,00         |
| COPASA | 65000316 | 4.6      | POCO DE VISITA (ALTURA = 1,00 M E BALAO: DIAMETRO = 0,60 M), P COPASA 062/-, EM ANEIS PRE-MOLDADOS DE CONCRETO P COPASA 104/- | un | 6,00     | 421,78 | 2 530,68         |
| COPASA | 65000329 | 4.7      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - ASSENTAMENTO   | un | 6,00     | 71,65  | 429,90           |
| COPASA | 35000210 | 4.8      | TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DN 600 T-109 OU T-48 (P-COPASA 107/ OU 139/) - FORNECIMENTO   | un | 6,00     | 338,91 | 2 033,46         |
| COPASA | 65003559 | 4.9      | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO ATÉ 25,0M   | un | 1,00     | 46,46  | 46,46            |
| COPASA | 65003560 | 4.10     | CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTO (RCE), CRESCIMENTO VEGETATIVO, EXTENSAO EXCEDENTE A 25,0M                                 | m  | 175,00   | 1,38   | 241,50           |

|   |            | 5   | NOVA ETE PARA 4.000 HAB  |    |          |            | 563 327,45           |
|---|------------|-----|--|----|----------|------------|----------------------|
| COTACÃO   |            | 5.1 | ETE REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE COM FILTRO ANAERÓBIO CONJUGADO, CAPACIDADE PARA 4.000 HAB | un | 1,00     | 412 500,00 | 412 500,00           |
| COPASA  | 65003653   | 5.2 | CONCRETO FCK 30 MPA USINADO - FORNECIMENTO, TRANSPORTE, BOMBEAMENTO/LANÇAMENTO E ADENSAMENTO       | m³ | 15,00    | 401,71     | 6 025,65             |
| COPASA  | 65001710   | 5.3 | INSTALACOES HIDRAULICO SANITARIAS P/ CANTEIRO DE OBRAS - TIPO A2                                   | un | 1,00     | 1 671,86   | 1 671,86             |
| COPASA  | 65001828   | 5.4 | CASA DE QUIMICA - PADRAO COPASA P/ E.T.A PRE--FABRICADA - 1 PAVIMENTO                              | un | 1,00     | 93 644,97  | 93 644,97            |
| COPASA  | 65000075   | 5.5 | CERCA ARAME FARPADO COM MOUROES DE CONCRETO CONFORME PADRAO COPASA P.126                           | m  | 120,00   | 43,42      | 5 210,40             |
| COPASA  | 65000079   | 5.6 | PORTAO PARA VEICULOS CONFORME PADRAO COPASA P.012  | un | 1,00     | 3 024,57   | 3 024,57             |
| ESTIMATIVA  | -          | 5.7 | TRATAMENTO PRELIMINAR, ELEVATÓRIA E LEITOS DE SECAGEM PARA LODO                                    | un | 1,00     | 41 250,00  | 41 250,00            |
|   |            | 6   | SISTEMA ESTÁTICO - FOSSA E SUMIDOURO   |    |          |            | 24 190 192,79        |
| SINAPI  | COMPOSIÇÃO | 6.1 | FOSSA E SUMIDOURO PADRÃO PARA 5 HABITANTES   | un | 3 948,00 | 6 127,20   | 24 190 192,79        |
| <b>TOTAL SEM BDI</b>  |            |     |  |    |          |            | <b>25 096 035,80</b> |
| <b>BDI ADOTADO (ESTIMADO EM 26% PARA OBRAS DE SANEAMENTO)</b> |            |     |  |    |          |            | <b>6 524 969,31</b>  |
| <b>TOTAL COM BDI</b>  |            |     |  |    |          |            | <b>31 621 005,11</b> |

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

### 3.11. Serviços Complementares

Para a elaboração dos projetos básicos da Etapa 1, é necessária a realização de levantamento topográfico cadastral do sistema de esgotamento sanitário existente na localidade de São José de Almeida, estes que estão em andamento.

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

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

Para elaboração dos projetos executivos de esgoto (rede, interceptores e ETE) é necessário a realização de estudos geotécnicos para caracterização do solo e nível de água através de sondagens do solo à percussão.

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

## 4. 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 Nº 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).

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 houveram 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 4.1.

|                               |                                      |                               |                    |              |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Contrato Nº<br>007/AGBPV/2016 | Código<br>DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01 | Data de Emissão<br>21/07/2017 | Status<br>Aprovado | Página<br>88 |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|

**Quadro 4.1 – 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 Participativas 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).

#### 4.1. 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.

#### 4.2. Ações de Divulgação das Oficinas

A equipe de mobilização social articulou junto aos coordenadores dos subcomitês envolvidos as melhores datas e locais para realização das oficinas, 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 nas Figura 4.1 e Figura 4.2.

|                               |                                      |                               |                    |              |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Contrato Nº<br>007/AGBPV/2016 | Código<br>DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01 | Data de Emissão<br>21/07/2017 | Status<br>Aprovado | Página<br>90 |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|



Figura 4.1 – Exemplo de Divulgação de reuniões realizada no site do CBH Velhas.  
 Fonte: CBH Rio das Velhas, 2017.



Figura 4.2 – Convite digital enviado por mala direta (UTE Jabó Baldim).  
 Fonte: DHF Consultoria, 2017.

|                               |                                      |                               |                    |              |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Contrato N°<br>007/AGBPV/2016 | Código<br>DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01 | Data de Emissão<br>21/07/2017 | Status<br>Aprovado | Página<br>91 |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|

### 4.3. 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 4.3). 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 4.3 – Apresentação dos estudos de concepção e viabilidade técnica (Produto 3) no Município de Jaboticatubas – UTE Jabó/Baldim.**

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 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 do Distrito de São José do Almeida.

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 Distrito abordou questões sobre esgotamento sanitário e drenagem urbana, conforme apresentado na Figura 4.4 e Figura 4.5.

O questionário utilizado nas reuniões objetivou identificar a percepção da população beneficiada pelos projetos de saneamento básico de esgotamento sanitário, abastecimento de água e drenagem urbana e manejo das águas pluviais 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 das localidades beneficiadas por este projeto. Neste sentido a aplicação dos questionários possibilita indicar um olhar mínimo principalmente

|                               |                                      |                               |                    |              |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Contrato Nº<br>007/AGBPV/2016 | Código<br>DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01 | Data de Emissão<br>21/07/2017 | Status<br>Aprovado | Página<br>93 |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|

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

|                               |                                      |                               |                    |              |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
| Contrato N°<br>007/AGBPV/2016 | Código<br>DHF-P3-AGBPV-03.03TV-REV01 | Data de Emissão<br>21/07/2017 | Status<br>Aprovado | Página<br>94 |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|



**Oficina de Diagnóstico Rápido Participativo | Projetos de Saneamento Básico**

**7) Para onde vai a água da chuva de depois que cai no solo?**

Para a rede de drenagem pluvial (Sarjetas, boca de lobo, galeria)       Rede de esgoto  
 Córregos e rios       infiltração no solo  
 Cisterna       Escoa pelo terreno

**8) Você considera que a ocupação humana interfere no ciclo hidrológico?**  
 Sim       Não

**9) O acúmulo de lixo somado à ocupação urbana em áreas irregulares pode contribuir para o não funcionamento do sistema de drenagem?**  
 Sim       Não       Não sei informar

**10) Você considera que este projeto contribuirá para melhorar a qualidade de vida da população beneficiada?**  
 Sim       Não

**11) Você considera que a concepção deste projeto é adequada a realidade local?**  
 Sim       Não

**12) Perto de sua casa existe algum ponto de inundação, ocorrente nos dias de chuvas?**  
 Sim. Se sim, em qual rua? \_\_\_\_\_  Não

**13) Na sua rua existe sarjeta, boca-de-lobo ou rede de drenagem?**  
 Sim. Se sim, em qual rua? \_\_\_\_\_  Não

**14) Existe alguma área de risco de deslizamentos de terra ou alagamentos na cidade?**  
 Sim. Se sim, onde? \_\_\_\_\_. Em qual rua? \_\_\_\_\_  Não

**Agradecemos sua contribuição!**

Figura 4.5 – Modelo do questionário aplicado em São José do Almeida (Parte 2).

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

#### 4.4. Resultado da Oficina da UTE Jabó/Baldim

**Data da reunião: 11/05/2017 às 15h00min**

**Local: Assoc. de Moradores de São José do Almeida – Jáboticatubas**

A reunião pública destinada à apresentação das propostas de Saneamento realizada no Município de Jaboticatubas – Distrito de São José de Almeida, contou com a participação de 32 pessoas, dentre elas, o poder público municipal – executivo (prefeito e secretários municipais) e legislativo, incluindo o presidente da câmara municipal, representante da Agência Peixe Vivo, representante da UFMG/DESA, representantes da Assoc. de Moradores de S. J. Almeida (responsável pelos sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Distrito), Emater e moradores locais. Ao início da reunião, os presentes assinaram a lista de presença (Anexo) e o prefeito, Sr. Eneimar, foi convidado a dar uma breve palavra e, na sequência, a Sra. Jacqueline, representante da Agência Peixe Vivo, também teve a palavra.

Em seguida, iniciou-se a apresentação técnica dos trabalhos, relacionada ao Produto 3 – Relatório Técnico Preliminar, por parte da DHF Consultoria, com uma apresentação também do Sr. Thiago, representante da UFMG/DESA, relacionada ao tema, conforme ilustrado na Figura 4.6. Ao final da abordagem técnica houve um momento de discussão e os participantes responderam a um questionário sobre os temas em questão. 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 do esgotamento sanitário e drenagem pluvial para o Distrito de São José de Almeida – Jáboticatubas. Do total de presentes na reunião, 18 (dezoito) pessoas responderam ao questionário aplicado durante a oficina de DPR.



**Figura 4.6 – Reunião Pública realizada pela DHF Consultoria em São José do Almeida – Jaboticatubas.**

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?

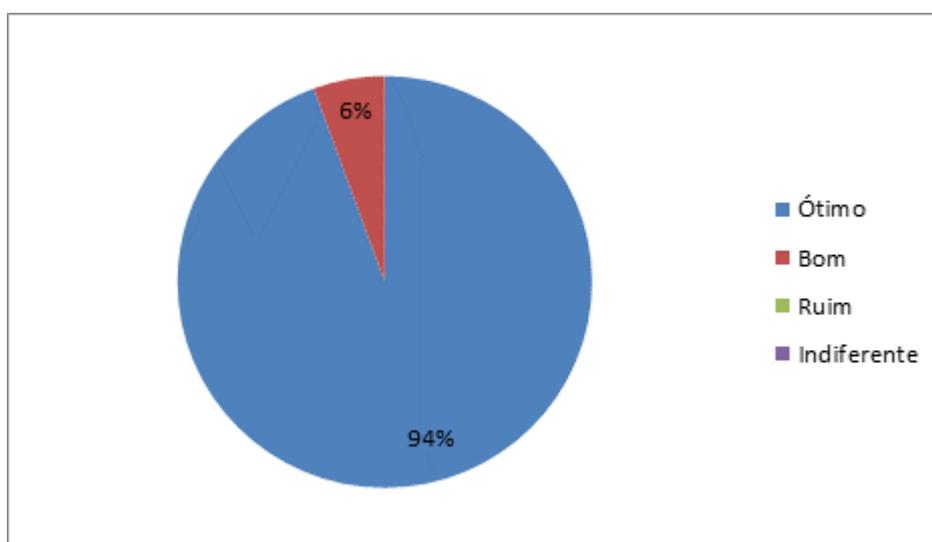
Nesta questão, a maioria dos respondentes informou como pontos positivos a diminuição dos problemas relacionados à saúde pública, prevenção de doenças e melhoria da qualidade de vida; benefícios ambientais; atendimento a comunidades rurais carentes de saneamento; tratamento do esgoto; recuperação dos recursos hídricos; melhoria na infraestrutura urbana; aumento do número de pessoas atendidas pelo sistema de esgotamento. Já em relação aos pontos negativos, a maioria dos presentes não identificou nenhum ponto desfavorável, porém, alguns participantes citaram: custo para implantação; falta de recurso público local para executar as obras; perigo de algum desastre ecológico, no caso de uso de lagoas; a topografia local desfavorável; resistência de parte da população em aceitar a cobrança da taxa de esgoto.

## 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: conscientização da população quanto ao descarte correto do lixo; campanhas de mobilização social e programa de educação sanitária continuada nas escolas e para a população; levantamento local e regional para possível escoamento dos subprodutos gerados no tratamento do esgoto; buscar recursos e melhorar a infraestrutura urbana, como obras de pavimentação, principalmente das ruas que se enquadram no projeto.

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

A resposta para esta pergunta pode ser visualizada na Figura 4.7. Dos 18 (dezoito) respondentes, apenas 1 (um) considerou o resultado como bom, considerando os demais 17 (dezessete) como ótimo.



**Figura 4.7 – Respostas dadas à pergunta nº 3.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

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)?

**Sistema 1** – UASB + Filtro Biológico Percolador;

**Sistema 2** – UASB + Disposição no Solo;

**Sistema 3** – UASB + Wetlans Fluxo Horizontal;

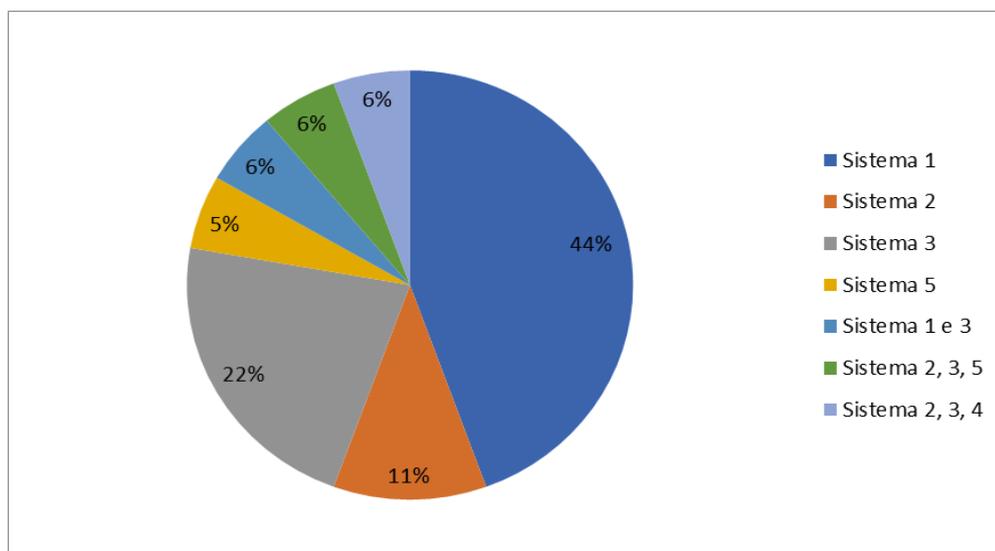
**Sistema 4** – UASB + Lagoa de Polimento;

**Sistema 5** – Lagoa Facultativa Primária + Lagoa de Maturação;

- Oito participantes (**44%**) informaram que a alternativa mais viável corresponde ao **Sistema 1**. Justificativas: Devido à realidade da ETE, que já funciona e à questão do tamanho do terreno disponível; por ser favorável ao município; dado o custo/benefício; considerou o melhor sistema; utilização de menor espaço e utilização dos subprodutos; baixo custo para a população; acredita que este tenha o custo mais adequado à população.
- Dois participantes (**11%**) optaram pelo **Sistema 2**, Justificativas: Devido à possibilidade de reaproveitamento dos produtos; reaproveitamento do gás, lodo e do efluente.
- Quatro participantes (**22%**), optaram pelo **Sistema 3**. Justificativas: Proporciona o reaproveitamento do gás e lodo, podendo estes serem aproveitados, como na agricultura; reaproveitamento de pastagens, com mais utilização de recursos; pela sustentabilidade; sustentabilidade pelo custo, operação e utilização comunitária.
- Um participante optou pelo **Sistema 5**, representando **5%** dos participantes. Justificou: pelo custo operacional.
- Um participante (**6%**) optou por dois sistemas (**Sistemas 1 e 3**). Justificativas: o primeiro devido ao terreno que já está sendo utilizado; e o segundo pelo aproveitamento de mais recursos.
- Um participante (**6%**) marcou três opções (**Sistemas 2, 3 e 5**). Justificativa: Observou, neste caso, o custo de operação, visando não onerar muito o usuário.

- Um participante (**6%**) hierarquizou suas opções da seguinte forma de preferência: 1º - **Sistema 3**; 2º - **Sistema 2**; 3º - **Sistema 4**. Justificou: pelo reaproveitamento do gás e do lodo.

Na Figura 4.8 apresenta-se estes resultados de forma compilada.

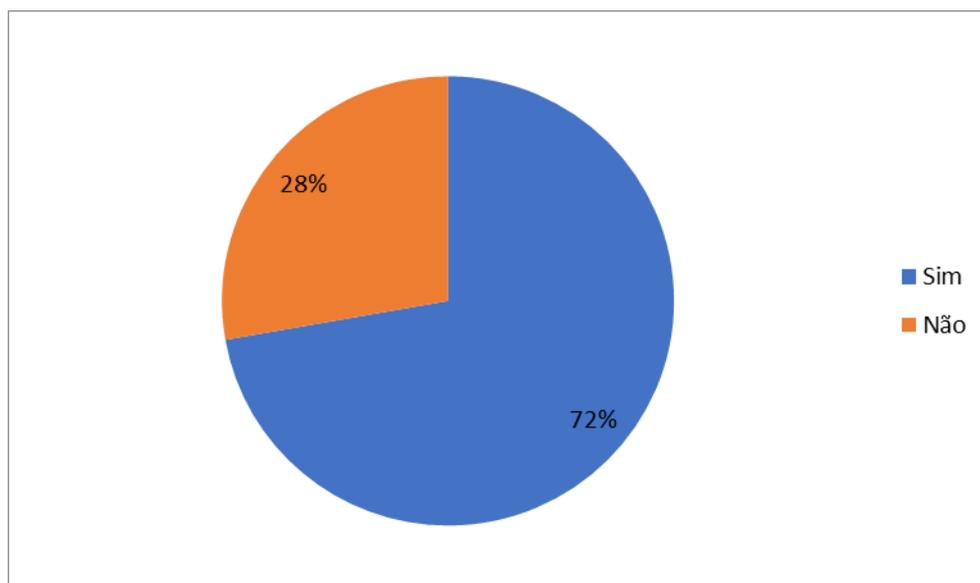


**Figura 4.8 – Respostas dadas à pergunta nº 4.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

#### 5. Você reside em alguma das localidades beneficiadas?

Nesta questão, os respondentes tiveram a oportunidade de informar se residem em alguma das localidades beneficiadas, tendo esta pergunta o objetivo de levantar o número de pessoas presentes que residem nas localidades atendidas pelo projeto. Sendo assim, 13 participantes (**72%**) informaram residir na região beneficiada e 05 participantes, **28%** da totalidade dos respondentes informaram não residir na localidade beneficiada, tratando-se estes, sobretudo, de representantes de entidades como a EMATER e Prefeitura. A Figura 4.9 ilustra os resultados desta questão.



**Figura 4.9 – Respostas dadas à pergunta nº 5.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

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

Nesta questão, da totalidade dos respondentes, 13 (treze) pessoas informaram as seguintes respostas.

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

Todas as 13 (treze) 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, 4 (quatro) participantes informaram que existe a separação entre as águas provenientes do sanitário e das águas cinzas, entretanto, outros 8 (oito) participantes informaram que não há separação dos esgotos. Nesta questão, 1 beneficiário não respondeu.

**(c) Quantas pessoas residem em sua casa?**

01 pessoa = 1 Participante;

02 pessoas = 2 Participantes;

03 pessoas = 1 Participante;

04 pessoas = 3 Participantes;

05 pessoas = 1 Participante;

06 pessoas = 4 Participantes.

\* 1 Participante beneficiário não respondeu.

#### 7. Para onde vai a água da chuva depois que cai no solo?

- Um participante (6%) respondeu: para a rede de drenagem pluvial (sarjetas, boca de lobo, galeria);
- Cinco participantes (29%) responderam: córregos e rio;
- Três participantes (18%) responderam: infiltração no solo;
- Quarto participantes (23%) responderam: escoamento pelo terreno;
- Um participante (6%) marcou três possibilidades: para a rede de drenagem pluvial; córregos e rios; infiltração no solo;
- Um participante (6%) marcou as seguintes alternativas: córregos e rios; infiltração no solo; escoamento pelo terreno;
- Um participante (6%) marcou quatro ocorrências: para a rede de drenagem pluvial; córregos e rios; infiltração no solo; escoamento pelo terreno;
- Um participante (6%) marcou o seguinte: para a rede de drenagem pluvial; infiltração no solo; escoamento pelo terreno.
- \* 1 Participante não respondeu a esta questão.

#### 8. Você considera que a ocupação humana interfere no ciclo hidrológico?

Nesta questão, todos os 16 (dezesseis) respondentes marcaram a opção sim. Dois participantes optaram por não responder à questão.

9. O acúmulo de lixo somado à ocupação urbana em áreas irregulares pode contribuir para o não funcionamento do sistema de drenagem?

Nesta questão, todos os 17 (dezesete) respondentes marcaram a opção sim. 1 (um) participante não respondeu à questão.

10. Você considera que este projeto contribuirá para melhorar a qualidade de vida da população beneficiada?

Todos os 17 (dezesete) respondentes assinalaram que sim. 1 (um) participante não respondeu à questão.

11. Você considera que a concepção deste projeto é adequada à realidade local?

Nesta questão, dos 16 (dezesesseis) respondentes, quinze (94%) consideraram o projeto adequado, respondendo **sim**, e um (6%) considerou que **não**, conforme ilustra o gráfico da figura a seguir. Dois participantes não responderam à questão.

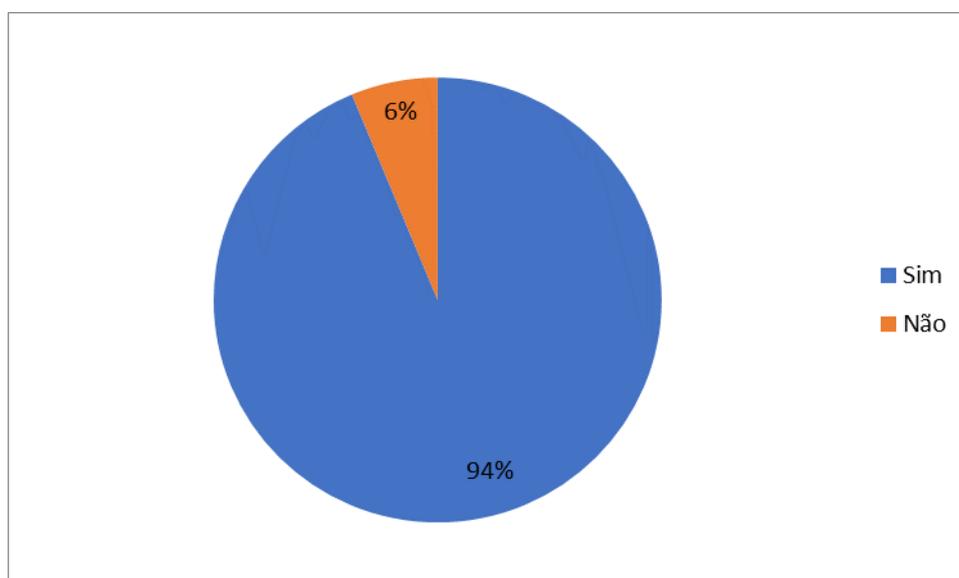
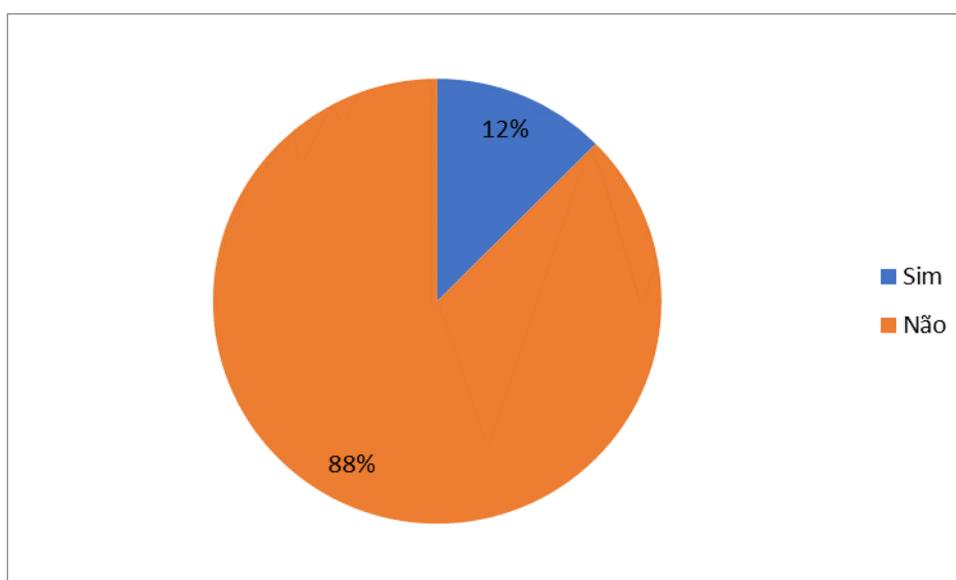


Figura 4.10 – Respostas dadas à questão nº 11.

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

**12.** Perto de sua casa existe algum ponto de inundação, ocorrente nos dias de chuvas? Se sim, em qual rua?

A essa questão, quatorze participantes (88%) responderam não. Dois participantes (12%) responderam sim, indicando as ruas: Bom Jesus e Reginaldo Costa Reis. As respostas estão representadas na figura a seguir. Dois participantes não responderam a esta questão.

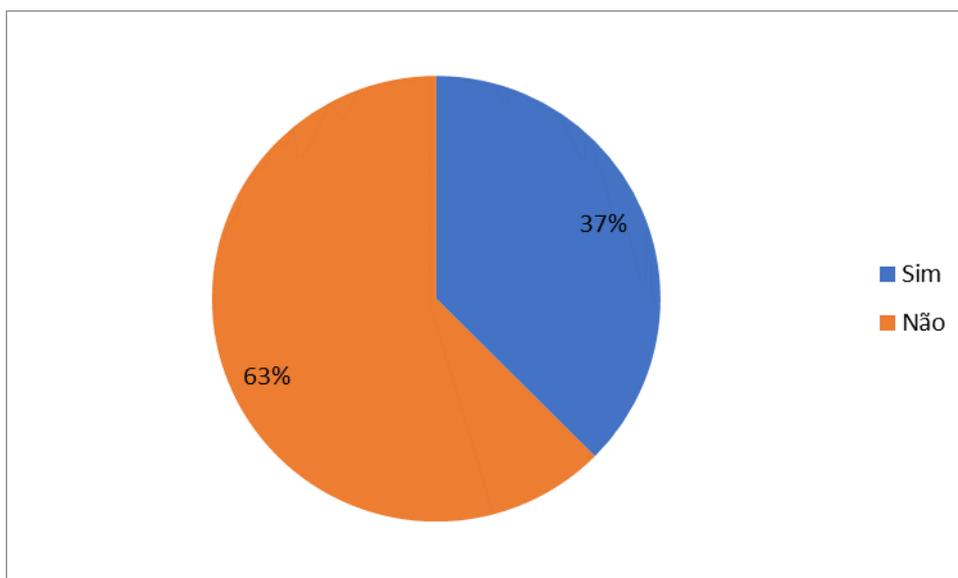


**Figura 4.11 – Respostas dadas à questão nº 12.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

**13.** Na sua rua existe sarjeta, boca-de-lobo ou rede de drenagem? Se sim, em qual rua?

Nesta questão, dez participantes (63%) responderam que não. Já seis participantes (37%) responderam sim, citando as seguintes ruas: Dom Carlos, Avenida Minas Gerais, Santo Antônio e Jk. A figura a seguir ilustra as respostas. Dois participantes não responderam a esta questão.

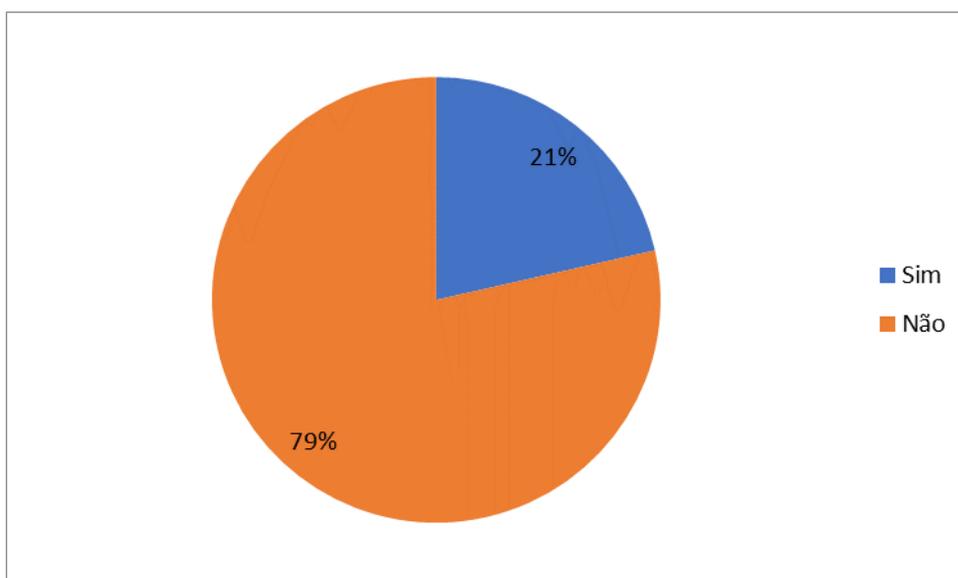


**Figura 4.12 – Respostas dadas à questão nº 13.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

**14.** Existe alguma área de risco de deslizamentos de terra ou alagamentos na cidade? Se sim, onde?

Onze participantes (79%) responderam não a esta questão. Três (21%) participantes responderam sim, apontando: Estrada vicinal – Jaboticatubas-Lagoa Santa; Bairros – em varias ruas (não especificaram quais). A que segue ilustra tais respostas. Quatro participantes não responderam a esta questão.



**Figura 4.13 – Respostas dadas à questão nº 14.**

Fonte: DHF Consultoria, 2017.

## 5. CONCLUSÃO

A seleção da alternativa mais adequada para a realidade de São José de Almeida levou em conta tanto os aspectos técnicos, quanto os econômicos, anteriormente apresentados.

Quanto a viabilidade técnica das alternativas, foram analisados cinco sistemas de tratamento de efluentes para a implantação da ETE do Distrito: UASB + FBP, UASB + ES, UASB + WFH, UASB + LP e LFP + LM.

Conforme discutido, tecnicamente, as eficiências teóricas das cinco alternativas são muito semelhantes, o que inicialmente pressupõe-se que atenderia as normas técnicas e legislações brasileiras vigentes. Além disso, foram avaliados os custos para implantação, manutenção e operação das alternativas no horizonte de projeto requerido pela Agência Peixe, onde pôde-se notar que três alternativas apresentaram custos muito semelhantes.

Por fim, analisando-se os aspectos supramencionados e também outras especificidades inerentes ao Distrito de São José de Almeida optou-se por adotar a Alternativa 1: UASB + FBP que apresentou altos índices de eficiência, aspectos econômicos medianos e que permitirá ser utilizado o conceito de ETEs Sustentáveis, pois será possível reaproveitar os subprodutos em diferentes fases, SÓLIDA: areia, GASOSA: biogás e LÍQUIDA: efluente tratado. Destaca-se ainda que nem todas as edificações conseguirão se ligar à futura rede de esgoto a ser implantada, nesse caso optou-se por indicar a utilização de solução estática fossa-sumidouro, esta que é normatizada.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ABNT (1993) – NBR 7229:1993. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos

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

- ABNT (1992) NBR 12207:1992. Projeto de interceptores de esgoto sanitário
- ABNT (2001) – NBR 12209:2011. Elaboração de projetos hidráulicos-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários
- Cardão, C (1966) Instalações Domiciliares – 5ª edição – Belo Horizonte: Edições Arquitetura e Engenharia, 1966. 339 p.
- Chernicharo, C. A. L. (1997) Reatores Anaeróbios – Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Volume 5 – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1997. 246 p.
- Delft T.U. (201?) Wastewater Treatment – Department of Water Management Section of Sanitary Engineering - Faculty of Civil Engineering and Geosciences, TUDelft, 2010. 76 p.
- Desa (2017) Relatório Prosperity Project – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2017 - Em elaboração.
- Jordão, E. P. (1995) Tratamento de Esgotos Domésticos – 3ª edição – Rio de Janeiro: ABES, 1995. 720 p.
- PMSB (2014) Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboticatubas – Prefeitura Municipal de Jaboticatubas, 2014.
- Plano Diretor (2016) Plano Diretor Municipal de Jaboticatubas – LEI 2.464, 2016.
- Prosab (2001) Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios – PROSAB – Belo Horizonte: PROSAB, 2001. 544 p.
- Von Sperling, M (2016) Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos - Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Volume 2 – 2ª Edição - Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2016.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1 – Cotações de Preço Fossa-sumidouro: Eco System**

**Anexo 2 – Cotações de Preço Fossa-sumidouro: Concreton**

**Anexo 2 – Cotações de Preço Fossa-sumidouro: Laje e Filhos**

**Anexo 4 – Cotação ETE: Hidrica**

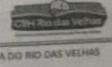
## Anexo 5 – Lista de Presença da Reunião Pública em Jaboticatubas

**PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS**

Data: 11/05/17 Local: Av. Moraes S. J. Almeida - Jaboticatubas  
 Hora: 15:00hs Pauta: Apresentação P3 - Alternativas de solução pl. Esgotamento e Drenagem

| Nome                       | Instituição/Localidade      | Telefone (fixo e celular)     | Email                               |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Jenaina Faria              | DHF Consultoria             | 99793-2667                    | jenajardin@gmail.com                |
| GENIER BEUSAIN             | ANQASC                      | 30473446                      | Genierbeusain@photon.br             |
| EDIONES SOARES             | ALMEIDA                     | 31-98455462                   | edionessouza@gmail.com              |
| JEFERSON PEREIRA           | ALMEIDA                     | 98428103                      | jeffersonpereira@hotmail.com        |
| EDMUNDO SOARES             | ALMEIDA                     | 997728158                     |                                     |
| Victor A. Lou (arquitecto) | Almeida                     | 971156+67                     | vspala.construcao@terra.com         |
| Aimara Hortência           | Almeida, Continuarde Espaço | 995503186                     | aimarahortencia@bol.com.br          |
| Jaqueline e Fernanda       | Agência Teva Univer         | 3207-8500                     | jaqueline.fortica@tevauniver.org.br |
| Maria Ingrid Bastos Pass   | Emater                      | 3683-1117                     | maria_ingrid@emater.mg.gov.br       |
| ROSELI SAMYANNA FILHO      | DHF                         | 32295473                      | roseli@dhf.com.br                   |
| ANILAS GRESSEMI INEIRO     | UFMG/DESA                   | 31-3409-1946<br>31-99829-2192 | anilagressemi@hotmail.com           |





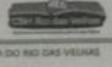
DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS

**PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS**

Data: 11/05/17 Local: Av. Moraes S. J. Almeida - Jaboticatubas  
 Hora: 15:00hs Pauta: Apresentação P3 - Alternativas de solução pl. Esgotamento e Drenagem

| Nome                 | Instituição/Localidade | Telefone (fixo e celular) | Email                                 |
|----------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Vera Rochette        | Câmara Municipal       | 997570497                 | vera.rochette@cmj.com.br              |
| Luiz Manoel de Faria | "                      | 997570497                 | luizmanoel@cmj.com.br                 |
| Procurador Municipal | Prefeitura             | 98466-1234                | procurador@jaboticatubas.mg.gov.br    |
| Procurador Municipal | Secretaria de Educação | 36831233<br>997745214     | procurador@jaboticatubas.mg.gov.br    |
| Aden Amaro Marques   | Secretaria Saúde       | 986110846                 | adenamarques@jaboticatubas.mg.gov.br  |
| Janis de Souza Jesus | Secretaria Regind      | 998753626                 |                                       |
| Diana Patrícia S.    | Secretaria Rigorel     | 983610301                 | dianapatrícia@jaboticatubas.mg.gov.br |
| Anaelia Sora Balota  | E.M. Paulo Rodrigues   | 3683-5339                 | anaeliasora@jaboticatubas.mg.gov.br   |
| Associação Celta     | Associação             | 3683-5151                 | amj@almeida@gmail.com                 |
| Associação Baitos    | Associação             | 999624517                 |                                       |
| Fernanda Laurence    | Associação             | 999550966                 | amj@almeida@gmail.com                 |





DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS

**PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS**

Data: 11/05/17 Local: Área Moradores S.J. Almida  
 Hora: 13:0h. Pauta: Apresentação P3 - Alternativas de solução pl. Esgotamento e Drenagem

| Nome                          | Instituição/Localidade           | Telefone (fixo e celular) | Email                          |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|                               | Secretaria Regional              | 36835190                  | -                              |
| Elisavete Costa               | -                                | -                         | -                              |
| Aguiar de Almeida L. D. D. D. | Associação                       | 36895151                  | amsjaalmeida@gmail.com         |
| José Anderson Saub            | MOTABO                           | 36835151                  | -                              |
| Carla Roberto                 | ASSOCIAÇÃO                       | -                         | -                              |
| Osvaldo de Moraes             | PREFEITURA:                      | 994467512                 | (7ap)                          |
| Roberto Gomes                 | SECRETARIA DE SANEAMENTO         | 999372330                 | rosme@lax-1754@smc.gov.br      |
| Eneimar Adriano Marques       | Prefeitura                       | (31)996151325             | eneimaramarques25@gmail.com    |
| Roberto Sousa de Sousa        | Escola Municipal Paula Rodrigues | 36835339                  | souza.rosilene.13@yahoo.com.br |

DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS

## Anexo 6 – Ata Simplificada da Reunião Pública em Jaboticatubas

Ata Simplificada | Projetos de Saneamento Básico

| REGISTRO DE REUNIÃO               |  |              |          |
|-----------------------------------|--|--------------|----------|
| <b>Objeto:</b>                    | Projetos de Saneamento Básico  |              |          |
| <b>Município:</b>                 | Jaboticatubas  | <b>Data:</b> | 11/05/17 |
| <b>Horário:</b>                   | 15:00 hs   |              |          |
| <b>Local:</b>                     | Assoc. Moradores S.J. Almeida  |              |          |
| <b>Pauta:</b>                     | Apresentação P3 - Alternativas de solução para Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana   |              |          |
| <b>Responsável pelo registro:</b> | Janaina Furtuga  |              |          |
| <b>Descrição das atividades:</b>  | <p>A reunião, iniciada às 15:10hs, no Distrito de São José do Almeida - Jaboticatubas, contou com expressiva presença do poder público local (executivo e legislativo), além de entidades locais e representantes da comunidade. Também esteve presente a representante da Agência Peixe Vivo, Sra. Jacqueline, e representante da UFMG-RESA, Sr. Thiago. O prefeito, Sr. Enemar, deu uma palavra de boas vindas e conscientização da população. Em seguida, a Sra. Jacqueline, representando a ABP, fez uma breve explanação sobre o projeto e, na sequência, iniciou-se a apresentação da equipe DHF Consultoria. Na oportunidade, o Sr. Thiago apresentou um trabalho desenvolvido junto à UFMG, através de uma apresentação técnica relativa ao tema do esgotamento, trabalho este que respaldou as alternativas de solução propostas pela equipe técnica da DHF. Este foi um momento de discussão produtiva e troca de informações entre a equipe técnica e os demais participantes. Esclarecidas as questões levantadas e sanadas as dúvidas, iniciou-se o segundo momento da reunião, tratando-se da oficina participativa, sendo muito importante para registro da opinião e perspectivas dos participantes em relação ao projeto apresentado e possíveis soluções propostas, técnico-economicamente viáveis para o sistema de esgotamento e drenagem do Distrito. Para tanto, os participantes responderam um questionário e-</p> |              |          |
| <b>Encaminhamentos:</b>           | <p>laborado e entregue pela DHF. Os presentes se mostraram muito interessados e a reunião encerrou-se por volta das 18:20hs, sendo oferecido um lanche aos presentes. O encontro contou com 32 participantes. Devido o horário alguns presentes não puderam permanecer até o final da reunião e responder ao questionário, sendo estes, sobretudo, representantes do poder público.</p>  |              |          |



**ELABORAÇÃO**





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