Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde

# SÃO BENTO ABADE - MG

## TOMO III
## PROJETO BÁSICO
## VOLUME 1
## MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO
## EMISSÃO FINAL

**SETEMBRO / 2014**

## CONTRATO Nº 09/2012

***Elaboração de Diagnósticos, Estudos de Concepção e Viabilidade, Projetos Básicos e Executivos de Engenharia e Estudos Ambientais para Sistemas de Esgotamento Sanitário para o Estado de Minas Gerais***

ESSE Engenharia e Consultoria

| | | |
|---|---|---|
| | **MEMORIAL DESCRITIVO** | ARQUIVO: **MD-2012.009-MG.SBA-SES-SES.001=1** |
| | CONTRATANTE: **FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE** | CONTRATO: 009/2012 |
| | PROGRAMA: **PAC 2** | DATA: SETEMBRO/2014 |
| | MUNICÍPIO/ÁREA: MUNICÍPIO DE SÃO BENTO ABADE - MG SEDE | FOLHA: |
| ESSE Engenharia e Consultoria | TÍTULO: **MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO** | |

## ÍNDICE DE REVISÕES

| REV. 0 | DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS |
|---|---|
| 0 | EMISSÃO INICIAL |
| 1 | REVISÃO GERAL EM ATENDIMENTO AO PARECER TÉCNICO FUNASA |
| 2 | EMISSÃO FINAL |

| | REV. 0 | REV. A | REV. B | REV. C | REV. D | REV. E | REV. F | REV. G | REV. H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DATA | MAI/13 | JUN/14 | SET/14 | | | | | | |
| PROJETO | | | | | | | | | |
| EXECUÇÃO | | | | | | | | | |
| VERIFICAÇÃO | | | | | | | | | |
| APROVAÇÃO | | | | | | | | | |

## A P R E S E N T A Ç Ã O

A sede do município de São Bento Abade está contemplada pelo Contrato nº.009/2012, *Elaboração de Diagnósticos, Estudos de Concepção e Viabilidade, Projetos Básicos e Executivos de Engenharia e Estudos Ambientais para Sistemas de Esgotamento Sanitário para o Estado de Minas Gerais*, firmado entre a Fundação Nacional da Saúde – FUNASA – e a ESSE Engenharia e Consultoria Ltda.

Os estudos e projetos da referida localidade estão estruturados da seguinte forma:

- TOMO I – Relatório Técnico Preliminar;
- TOMO II – Serviços de Campo;
- **TOMO III – Projeto Básico:**
  - **Volume 1 – Memorial Descritivo e Justificativo;**
  - **Volume 2 – Orçamento;**
  - **Volume 3 – Redes Coletoras e Interceptores;**
  - **Volume 4 – Sistemas de Tratamento de Esgotos;**
  - **Volume 5 – Estudo de Autodepuração.**
- TOMO IV – Projeto Executivo.

***PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA CIDADE DE SÃO BENTO ABADE – MG***
***MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO***

## SUMÁRIO

**1. INTRODUÇÃO ..... 4**

**2. APROVEITAMENTO DO SISTEMA EXISTENTE ..... 5**

**3. DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA ..... 9**

**4. MEMORIAL DESCRITIVO E MEMÓRIA DE CÁLCULO ..... 12**

**4.1 DESCRIÇÃO GERAL ..... 12**

4.1.1 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO ..... 12

4.1.1.1 Plano Geral de Esgotamento ..... 12

4.1.1.2 Alcance de Projeto ..... 16

4.1.1.3 Percentual de Atendimento ..... 16

4.1.2 VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO PARA A REDE COLETORA ..... 16

4.1.2.1 Vazão de Origem Doméstica ..... 16

4.1.2.2 Vazão de Infiltração ..... 17

4.1.2.3 Vazão Industrial ..... 17

4.1.2.4 Contribuição em marcha ..... 17

4.1.2.5 Vazões de Dimensionamento ..... 17

4.1.3 INTERCEPTOR ..... 18

4.1.3.1 Lâmina Máxima Admissível ..... 18

4.1.3.2 Velocidades Máxima e Mínima ..... 18

4.1.3.3 Profundidade ..... 18

4.1.3.4 Distâncias Máximas entre PV's ..... 18

4.1.3.5 Dimensionamento Hidráulico a partir da fórmula de Manning ..... 18

4.1.3.6 Vazão Mínima de Dimensionamento ..... 19

4.1.4 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE ..... 19

4.1.4.1 Vazões mínimas, médias e máximas ..... 19
4.1.4.2 Volume útil do poço de sucção ..... 19
4.1.4.3 Área útil ..... 19
4.1.4.4 Ciclo de funcionamento ..... 20
4.1.4.5 Tempo de detenção ..... 20
4.1.4.6 Altura manométrica ..... 21
4.1.4.7 Altura geométrica ..... 21
4.1.4.8 Perdas de carga contínua ..... 21
4.1.4.9 Perdas de carga localizadas ..... 22
4.1.4.10 Velocidade de sucção e recalque ..... 22
4.1.4.11 Dimensionamento das tubulações ..... 22
4.1.4.12 Extravasores ..... 23
4.1.5 TRATAMENTO DE ESGOTOS ..... 23
4.1.5.1 Reatores UASB ..... 23
4.1.5.2 Filtros Biológicos Percoladores e Decantadores Secundários ..... 24
4.1.5.3 Desidratação do Lodo Digerido ..... 25
4.1.6 DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO ..... 26
4.1.6.1 Rede Coletora ..... 26
4.1.6.2 Interceptores ..... 27
4.1.7 ELEVATÓRIA FINAL ..... 28
4.1.8 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS ..... 30
4.1.8.1 Tratamento Preliminar ..... 35
4.1.8.2 Tratamento Anaeróbio – Reatores Tipo UASB ..... 37
4.1.8.3 Pós-Tratamento: Filtros Biológicos Percoladores e Decantadores Secundários ..... 38
4.1.8.4 Sistema de Desidratação ..... 39
4.1.8.5 Sistema de Disposição Final dos Resíduos Sólidos ..... 42
4.1.8.6 Emissário Final ..... 42

4.1.8.7 Sistema de Gases ..... 42

4.1.8.8 Resumo dos Critérios e Parâmetros Adotados e das Verificações Efetuadas para os Reatores UASB ..... 43

**4.2 DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DO SISTEMA ..... 44**

4.2.1 INTERCEPTORES ..... 44

4.2.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL ..... 49

4.2.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS ..... 56

**BIBLIOGRAFIA ..... 84**

**ANEXOS ..... 85**

✓ DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS ..... 85

# 1. INTRODUÇÃO

Apresenta-se a seguir o Memorial Descritivo e Justificativo, parte integrante do **Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário de São Bento Abade - Minas Gerais**, de acordo com Contrato nº 009/2012, firmado entre a Fundação Nacional da Saúde – FUNASA – e a ESSE Engenharia e Consultoria Ltda. O projeto básico é constituído pelos seguintes documentos:

- ✓ Memorial Descritivo e Justificativo e Memórias de Cálculo;
- ✓ Orçamento.
- ✓ Desenhos da Rede Coletora;
- ✓ Desenhos dos Interceptores;
- ✓ Desenhos dos Sistemas de Tratamento de Esgotos;
- ✓ Estudo de Autodepuração.

## 2. APROVEITAMENTO DO SISTEMA EXISTENTE

Conforme apresentado no Relatório Técnico Preliminar, a sede de São Bento Abade, possui um sistema de esgotamento sanitário que destoa da maioria das cidades brasileiras, com um atendimento que se aproxima de 95% da população atual. Existem aproximadamente 22.190 metros de rede implantados com diâmetros de 150 e 200 em manilha de barro vidrado e tubos de PVC, conforme informações atualizadas através dos levantamentos topográficos. O sistema de redes coletoras implantado na sede do município opera sem maiores problemas, segundo informações dos técnicos responsáveis pelo sistema.

Além da boa cobertura por rede coletora existente existem, também, dois interceptores implantados. O interceptor, denominado neste projeto como Interceptor Santa Cruz, está localizado na região central da sede municipal e intercepta os esgotos que chegariam ao córrego que recebe o mesmo nome do interceptor. Segundo informações do levantamento topográfico realizado, o Interceptor Santa Cruz construído com tubos de PVC de diâmetro de 200 mm, percorre as duas margens do córrego Santa Cruz.



**Figura 2.1** – Vista do córrego Santa Cruz.



**Figura 2.2.** – Constatação do funcionamento do Interceptor Santa Cruz (ausência de esgoto bruto no córrego).

De forma similar como ocorre no córrego Santa Cruz, o córrego da Serrinha também tem suas águas protegidas do lançamento de esgotos domésticos devido ao interceptor implantado. Contudo a porção de montante do córrego, no trecho em que o mesmo percorre a sede municipal, não possui interceptor implantado. Entretanto, à época da visita de campo, contatou-se que a Prefeitura Municipal possui o projeto para a execução do restante do interceptor no córrego da Serrinha, que foi considerado para a elaboração do projeto do sistema de esgotamento.

O Interceptor Córrego da Serrinha encontra-se implantado a partir da Rua Odilon Gaboen dos Santos, ponto a partir do qual, apesar do lançamento de esgotos *in natura* a montante, pode-se verificar a boa capacidade de depuração destes esgotos e a comprovação do funcionamento do interceptor projetado. Conforme informações do projeto fornecido pela Prefeitura Municipal de São Bento Abade e o levantamento topográfico realizado em setembro de 2012, o Interceptor Córrego da Serrinha foi construído com tubos de PVC de

diâmetro de 200 mm, que percorre a margem direita do córrego. Após percorrer cerca de 800 metros esse interceptor recebe o Interceptor Córrego Santa Cruz e segue para a ETE existente.



**Figura 2.3** – Vista do córrego da Serrinha (trecho com atendimento pelo Interceptor Córrego da Serrinha)



**Figura 2.4** – Vista do córrego da Serrinha (trecho sem atendimento por interceptor).

Encontram-se implantadas duas estações de tratamento de esgotos na sede municipal, ambas instaladas no ano de 2004, conforme placa de inauguração afixada junto às mesmas. Quando da visita ao município foi informado à ESSE Engenharia que a Prefeitura Municipal não dispunha dos projetos destas estações de tratamento. Durante as visitas os técnicos da Prefeitura relataram que as ETEs não operam satisfatoriamente, sendo recomendado o abandono destas estruturas e a implantação de um novo sistema.

A ETE 01 existente é composta por 01 fossa séptica, 01 filtro anaeróbio e 01 sumidouro. Como dito, o sistema de fossa-filtro foi implantado no ano de 2004, para atendimento de um dos bairros do município, e está localizada, na margem esquerda do córrego da Mina, a aproximadamente 400 m do ponto de lançamento.

Segundo relato da prefeitura, o sistema opera com dificuldades, pois não comporta as vazões diárias, sendo freqüente o *by pass* da ETE para o córrego da Mina. As unidades do sistema não se encontram em bom estado de conservação, apresentando algumas estruturas com rachaduras. Destaca-se que a Prefeitura Municipal não realiza análise de qualidade do afluente bruto e do efluente tratado, portanto não sabe qual é a eficiência de remoção de matéria orgânica da unidade existente.



Vista da geral da ETE 01.



Vista do tratamento preliminar.



Vista da fossa séptica e filtro anaeróbio.



Detalhe da fossa com indícios de transbordamento.



Detalhe do interior do filtro – colmatado e com indício de quebra da estrutura.

**Figura 2.5** – Sistema fossa-filtro existente

Na porção mais a jusante da sede municipal, está localizada a ETE 02 composta por tratamento preliminar, elevatória, reator anaeróbio de fluxo ascendente, filtro anaeróbio e leitos de secagem.

Conforme já abordado no Relatório Técnico Preliminar (RTP), a ETE 02 não se encontra em bom estado de conservação e não opera, segundo relatado pela equipe da Prefeitura Municipal, devido a problemas estruturais e de vazamentos.

| | |
|---|---|
|  |  |
| Vista do leito de secagem. | Detalhe do quadro elétrico em primeiro plano. |

**Figura 2.6**– Estação de tratamento de esgotos existente

Diante da situação das estruturas de tratamento de esgotos da sede municipal de São Bento Abade, definiu-se que uma nova ETE seria construída para o atendimento da população projetada para o ano de 2034.

## 3. DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA

Pelo nível de urbanização em que a cidade de São Bento Abade se encontra e a considerada densidade populacional verificada, o sistema dinâmico de esgotamento sanitário é o mais indicado como solução e o que já se encontra em processo de evolução no município.

Conforme pode ser verificado na planta geral, desenho nº 313-PB-ES-01.00.01, o plano de escoamento das redes coletoras foi configurado em 14 sub-bacias. O sistema de esgotamento, que era dividido em dois sistemas, será centralizado em uma única estação de tratamento, que terá a capacidade para até 7.500 habitantes.

Para que seja possibilitado a centralização do sistema de esgotamento sanitário será necessária a complementação do interceptor existente no córrego da Serrinha e a construção e um novo interceptor na margem esquerda do córrego da Mina.

Na região central da sede do município os esgotos coletados deverão ser encaminhados para o Interceptor Santa Cruz (existente). O esgoto afluente a este interceptor será coletados nas sub-bacias SB-02, SB-04, SB-05, SB-06 e SB-07. Esse interceptor, por sua vez, lançará os efluentes domésticos no Interceptor Córrego da Serrinha, somando-se as vazões das sub-bacias SB-01, SB-08, SB-09 e SB-10, além da SB-11, após o encontro dos dois interceptores.

O Interceptor Córrego da Mina atenderá às sub-bacias SB-03, SB-12, SB-13 e SB-14. Próximo ao ponto de confluência dos córregos da Mina e da Serrinha, o Interceptor Córrego da Mina recebe o Interceptor Córrego da Serrinha e segue, através de uma travessia sobre o córrego da Serrinha, para a elevatória final, localizada dentro da área da estação de tratamento.

Apesar da população de final de plano ser de 4.697 habitantes, devido a informações fornecidas pela Prefeitura Municipal de São Bento Abade sobre a possibilidade de um incremento populacional em razão de um Arranjo Produtivo Local (APL), considerou-se uma estação de tratamento de esgotos capaz de atender a esta demanda, mesmo que em tempo além daquele definido como horizonte de projeto.

Dessa forma, a estação de tratamento de esgotos de São Bento Abade foi concebida considerando uma segunda etapa de obras. Uma vez que o projeto desenvolvido consiste de unidades compactas e em função da disposição das unidades de tratamento, o incremento de área não trará ônus ao sistema de esgotamento sanitário como um todo.

EEE PROJETADA
Qmáx=13,0L/s

ETE PROJETADA
Qméd=6,6L/s

EST. DE TRATAMENTO EXISTENTE A SER DESATIVADA

INTERCEPTOR PROJETADO DO CÓRREGO DA MINA
Extensão=2.261,30m
Diâmetro=150/200mm
Material=PVC/FºFº

SEGUNDO INFORMAÇÕES DA PREFEITURA MUNICIPAL O LANÇAMENTO DO FOSSA-FILTRO ESTÁ APROXIMANDAMENTE NA COORDENADAS S 21°35'07,13" E W 45°03'40,29"

FOSSA-FILTRO EXISTENTE A SER DESATIVADA

INTERCEPTOR DO CÓRREGO DA SERRINHA
Extensão=1.644,18m
Diâmetro=200mm
Material=PVC

INTERCEPTOR EXISTENTE DO CÓRREGO SANTA CRUZ
Extensão=1.395,73m
Diâmetro=200mm
Material=PVC

SB-01 SB-02 SB-03 SB-04 SB-05 SB-06 SB-07 SB-08 SB-09 SB-10 SB-11 SB-12 SB-13 SB-14

N

**LEGENDA**

- REDE EXISTENTE
- INTERCEPTOR DE ESGOTO PROJETADO
- INTERCEPTOR DE ESGOTO EXISTENTE
- LIMITE DE PROJETO
- LIMITE DE SUB-BACIAS
- SB-XXX — SUB-BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

| REV. | DESCRIÇÃO | DATA | EXEC | VERIF | APROV |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | EMISSÃO FINAL | 24/05/2013 | ESSE | LCSC | ARS |

CONTRATADA
ESSE Engenharia e Consultoria

CONTRATO Nº 09/2012
RESP. TEC. Cláudio von Sperling
REG. CREA nº 11.845/D

FUNASA — Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE MINAS GERAIS
Divisão de Engenharia de Saúde Pública

CONTRATANTE
**FUNASA – Fundação Nacional de Saúde**

PROGRAMA
**Programa de Aceleração do Crescimento – PAC 2**

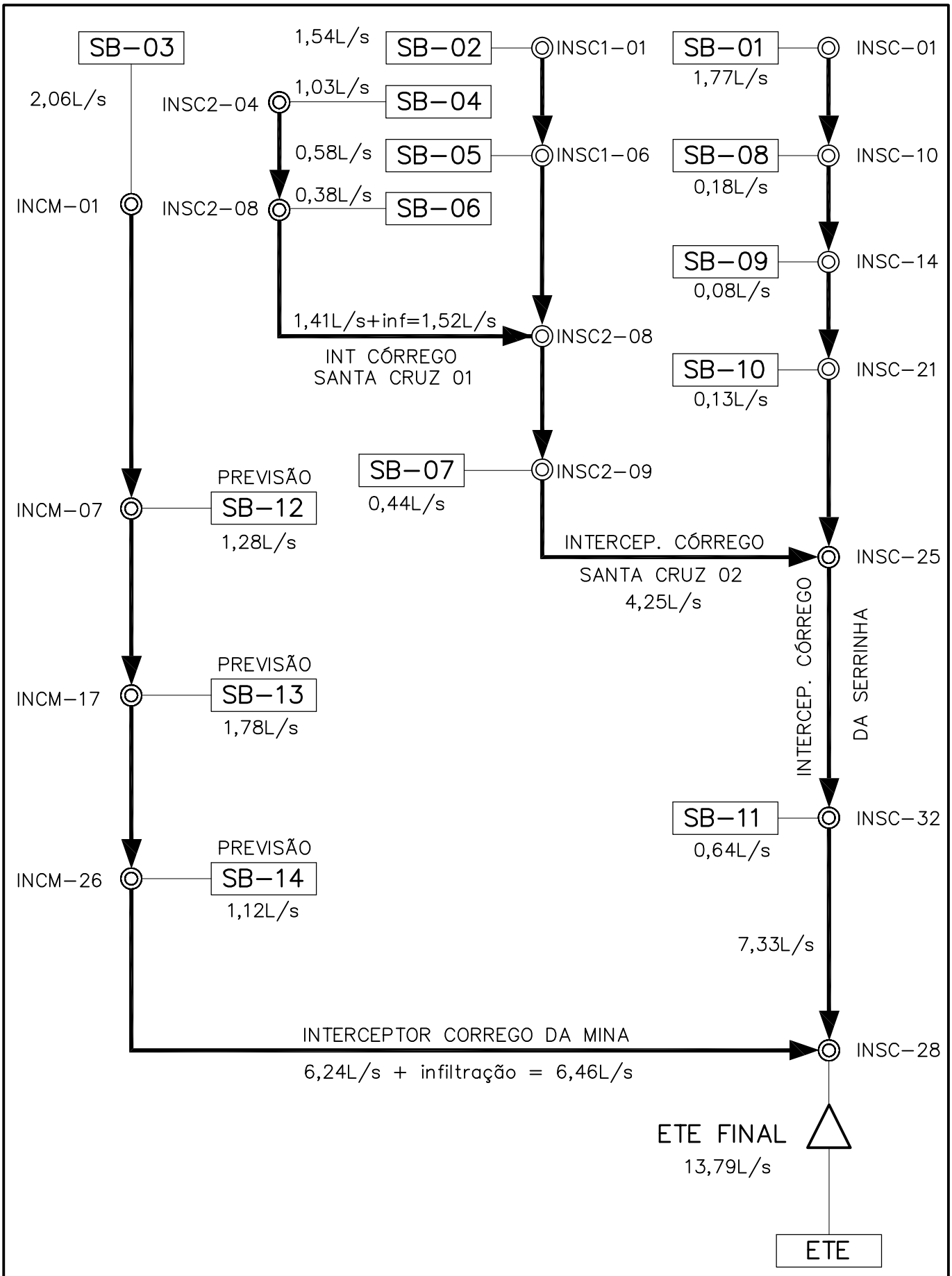
MUNICÍPIO/ÁREA
SÃO BENTO ABADE – MG
**Sede**

TÍTULO
**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
PROJETO BÁSICO
FIGURA 01 – PLANTA GERAL DO SISTEMA

| DATA | ESCALA | PRANCHA |
|---|---|---|
| 24/05/2013 | 1: 4.000 | FIGURA 01 |

ARQUIVO: FIGURA 01 – PLANTA GERAL DO SISTEMA

Nº INTERNO: FIGURA 01




| | | | |
|---|---|---|---|
| ESSE Engenharia e Consultoria | FUNASA | MINITÉRIO DA SAÚDE – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE<br>SÃO BENTO ABADE – MG – SEDE | ESCALA : SEM ESCALA |
| RT Cláudio von Sperling crea nº 11.845/D | VISTO: | SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO<br>PROJETO BÁSICO<br>FIGURA 2<br>DIAGRAMA UNIFILAR | Nº |
| PROJ.: LCSC / APROV.: ARS | APROV.: | | |
| DES.: ELISMAR / DATA: MAIO/2013 | DATA: | | FOLHA : 01/01 ARQ. |

# 4. MEMORIAL DESCRITIVO E MEMÓRIA DE CÁLCULO

## 4.1 DESCRIÇÃO GERAL

### 4.1.1 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

#### *4.1.1.1 PLANO GERAL DE ESGOTAMENTO*

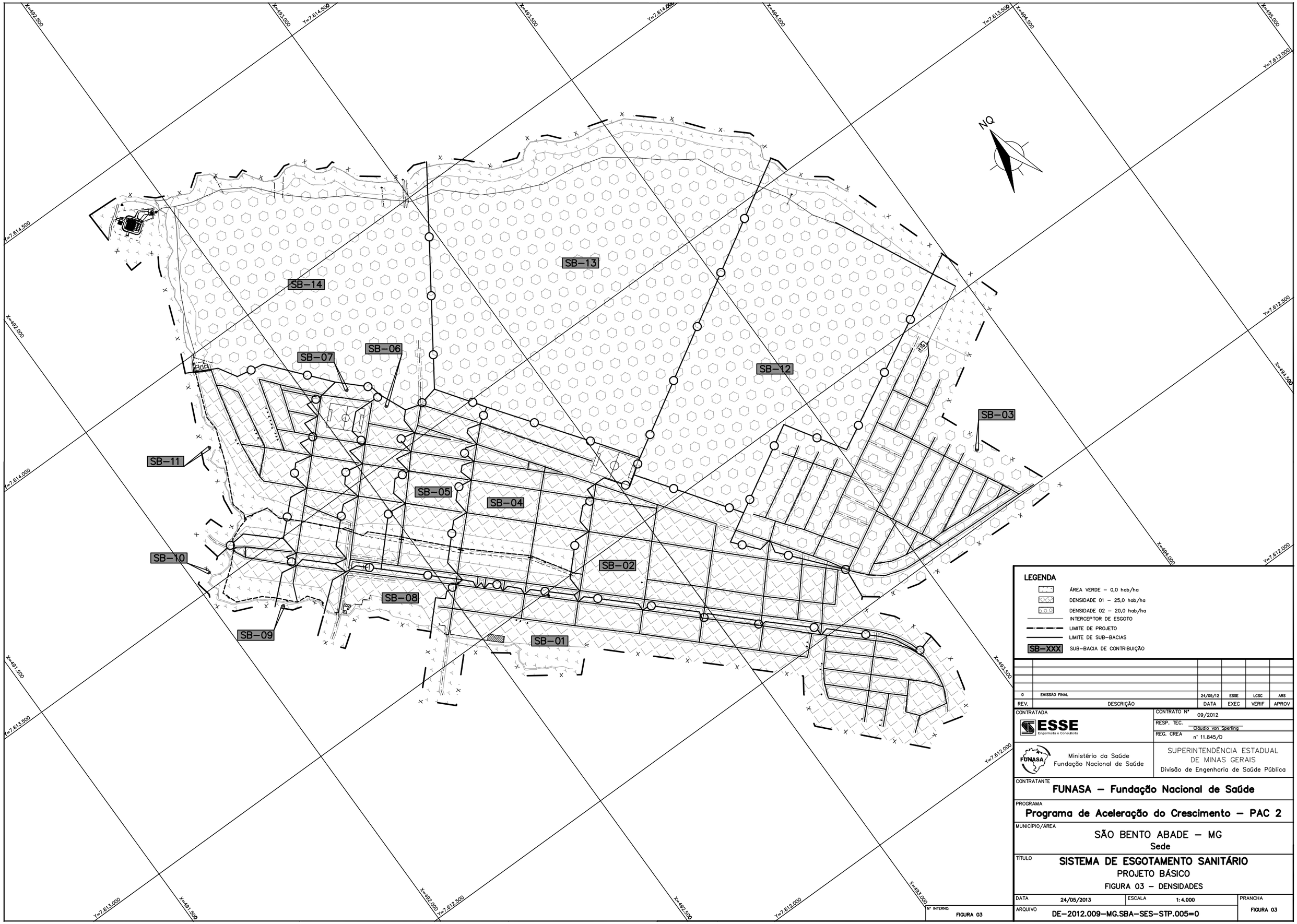
Para a definição das vazões de contribuição do sistema da cidade de São Bento Abade foram avaliados critérios como área de projeto, demografia e divisão das sub-bacias.

O estudo da demografia da cidade de São Bento Abade levou em consideração o estudo populacional já realizado e apresentado no Relatório Técnico Preliminar – RTP. A tabela a seguir apresenta a projeção populacional realizada pelo método da curva logística para horizonte de projeto (2014 a 2034).

**Tabela 4.1** – População anual de projeto.

| Ano | População | Ano | População |
|---|---|---|---|
| **2014** | 4.372 | **2025** | 4.628 |
| **2015** | 4.409 | **2026** | 4.639 |
| **2016** | 4.443 | **2027** | 4.649 |
| **2017** | 4.473 | **2028** | 4.659 |
| **2018** | 4.500 | **2029** | 4.667 |
| **2019** | 4.524 | **2030** | 4.674 |
| **2020** | 4.547 | **2031** | 4.681 |
| **2021** | 4.566 | **2032** | 4.687 |
| **2021** | 4.584 | **2033** | 4.692 |
| **2023** | 4.600 | **2034** | **4.697** |
| **2024** | 4.615 | **Final de Plano** | |

As manchas de densidade populacional e as sub-bacias estão apresentadas no desenho a seguir.




**LEGENDA**

- ÁREA VERDE – 0,0 hab/ha
- DENSIDADE 01 – 25,0 hab/ha
- DENSIDADE 02 – 20,0 hab/ha
- INTERCEPTOR DE ESGOTO
- LIMITE DE PROJETO
- LIMITE DE SUB–BACIAS
- SB–XXX SUB–BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

| REV. | DESCRIÇÃO | DATA | EXEC | VERIF | APROV |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | EMISSÃO FINAL | 24/05/12 | ESSE | LCSC | ARS |

CONTRATADA
ESSE Engenharia e Consultoria

CONTRATO Nº 09/2012
RESP. TEC. Cláudio von Sperling
REG. CREA nº 11.845/D

Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE MINAS GERAIS
Divisão de Engenharia de Saúde Pública

CONTRATANTE
**FUNASA – Fundação Nacional de Saúde**

PROGRAMA
**Programa de Aceleração do Crescimento – PAC 2**

MUNICÍPIO/ÁREA
SÃO BENTO ABADE – MG
Sede

TÍTULO
**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
PROJETO BÁSICO
FIGURA 03 – DENSIDADES

DATA 24/05/2013 | ESCALA 1: 4.000 | PRANCHA FIGURA 03

ARQUIVO DE–2012.009–MG.SBA–SES–STP.005=0

Nº INTERNO: FIGURA 03

A tabela a seguir apresenta as populações e densidades por sub-bacia para o ano de 2.034, conforme as áreas de densidades para cada sub-bacia.

**Tabela 4.2** – População e densidade por sub-bacia para o ano de 2.034

| Sub-bacia | Densidades (hab./ha) | Área por densidade (ha) | População (2034) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Por Densidade | Total |
| SB-01 | 0 | 3,21 | 0 | 523 |
| | 25 | 20,91 | 523 | |
| SB-02 | 0 | 0,05 | 0 | 443 |
| | 25 | 17,73 | 443 | |
| SB-03 | 0 | 2,00 | 0 | 540 |
| | 20 | 27,00 | 540 | |
| SB-04 | 0 | 2,00 | 0 | 300 |
| | 25 | 12,00 | 300 | |
| SB-05 | 0 | 1,00 | 0 | 173 |
| | 25 | 6,90 | 173 | |
| SB-06 | 0 | 0,65 | 0 | 108 |
| | 25 | 4,32 | 108 | |
| SB-07 | 0 | 0,75 | 0 | 123 |
| | 25 | 4,93 | 123 | |
| SB-08 | 0 | 1,65 | 0 | 61 |
| | 25 | 2,43 | 61 | |
| SB-09 | 0 | 0,69 | 0 | 20 |
| | 25 | 0,80 | 20 | |
| SB-10 | 0 | 1,72 | 0 | 36 |
| | 25 | 1,43 | 36 | |
| SB-11 | 0 | 3,28 | 0 | 181 |
| | 25 | 7,22 | 181 | |
| SB-12 | 0 | 2,00 | 0 | 664 |
| | 20 | 33,22 | 664 | |
| SB-13 | 0 | 3,66 | 0 | 949 |
| | 20 | 47,47 | 949 | |
| SB-14 | 0 | 7,38 | 0 | 576 |
| | 20 | 28,81 | 576 | |

As vazões totais contribuintes ao sistema correspondem à somatória das vazões domésticas e de infiltração, considerando que não existem contribuições de natureza industrial.

As vazões domésticas são calculadas em função do consumo per capita, já discutido no Relatório Técnico Preliminar. Já a vazão de infiltração é calculada levando-se em consideração a extensão das redes existentes e projetadas, bem como as taxas de infiltração específicas para cada uma destas redes.

Logo, os principais parâmetros básicos apresentados e justificados no referido estudo anterior são:

- ✓ Consumo de água per capita: QPC: 105 L/hab.dia;

- ✓ Taxa de infiltração de rede coletora ou interceptor projetado: 0,0001 L/s x m;
- ✓ Taxa de infiltração de rede coletora existente: 0,0002 L/s x m.

A tabela 4.3 tem por finalidade apresentar as vazões mínimas, médias e máximas de contribuição ao sistema or sub-bacia.

**Tabela 4.3** – Vazões mínimas, médias e máximas por sub-bacias para o ano de 2.034

| Sub-bacia | População Total (hab) | Índice de Atendimento (%) | População Atendida (hab) | Vazões Domésticas (l/s) | | | Extim. de rede exist. (m) | Rede proj. (m) | Vazão de Infiltração (l/s) | Vazões Totais (l/s) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Mínima | Média | Máxima | | | | Mínima | Média | Máxima |
| SB-01 | 523 | 100 | 523 | 0,3 | 0,5 | 0,9 | 4.273 | - | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,8 |
| SB-02 | 443 | 100 | 443 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 3.822 | - | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 |
| SB-03 | 540 | 100 | 540 | 0,3 | 0,5 | 0,9 | 5.592 | - | 1,1 | 1,4 | 1,6 | 2,1 |
| SB-04 | 300 | 100 | 300 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 2.509 | - | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| SB-05 | 173 | 100 | 173 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 1.409 | - | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,6 |
| SB-06 | 108 | 100 | 108 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 956 | - | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| SB-07 | 123 | 100 | 123 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 1.109 | - | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| SB-08 | 61 | 100 | 61 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 381 | - | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| SB-09 | 20 | 100 | 20 | 0,0 | 0,0 | 0,04 | 208 | - | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| SB-10 | 36 | 100 | 36 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 326 | - | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| SB-11 | 181 | 100 | 181 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 1.603 | - | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| SB-12 | 664 | 100 | 664 | 0,3 | 0,6 | 1,2 | 570 | - | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 1,3 |
| SB-13 | 949 | 100 | 949 | 0,5 | 0,9 | 1,7 | 570 | - | 0,1 | 0,6 | 1,0 | 1,8 |
| SB-14 | 576 | 100 | 576 | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 570 | - | 0,1 | 0,4 | 0,7 | 1,1 |
| **TOTAL** | **4.697** | **-** | **4.697** | **2,3** | **4,6** | **8,2** | **23.898** | **0** | **4,8** | **7,1** | **9,3** | **13,0** |

As sub-bacias SB-12, SB-13 e SB-14 representam um local do município onde houve a indicação, por parte da equipe da Prefeitura Municipal, de que haveria a implantação de loteamentos no período compreendido pelo horizonte de projeto. Dessa forma, uma vez que não há a definição dos greides das vias destes loteamentos, considerou-se um valor estimado de contribuição de efluentes domésticos. Estas sub-bacias poderão ser esgotadas para o Interceptor Córrego da Mina, cuja implantação é prevista neste projeto. Contudo, recomenda-se à Prefeitura Municipal que fique a cargo dos empreendedores responsáveis pelos loteamentos o projeto e execução das redes coletoras de esgotos.

As vazões anuais máximas projetadas para o horizonte de projeto são apresentadas na tabela 4.4, a seguir, conforme já apresentado no Relatório Técnico Preliminar - RTP.

**Tabela 4.4** – Vazões mínimas, médias e máximas por sub-bacias para o ano de 2.034

| Ano | População (hab.) | % de atendimento | Pop. Atendida (hab.) | Vazão Doméstica (L/s) | | | Vazão de infiltração (L/s) | Vazão Total (L/s) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | mínima | média | máxima | | mínima | média | máxima |
| 2014 | 4.372 | 100 | 4.372 | 2,1 | 4,3 | 7,7 | 4,8 | 6,9 | 9,0 | 12,4 |
| 2015 | 4.409 | 100 | 4.409 | 2,1 | 4,3 | 7,7 | 4,8 | 6,9 | 9,1 | 12,5 |
| 2016 | 4.443 | 100 | 4.443 | 2,2 | 4,3 | 7,8 | 4,8 | 6,9 | 9,1 | 12,6 |
| 2017 | 4.473 | 100 | 4.473 | 2,2 | 4,3 | 7,8 | 4,8 | 7,0 | 9,1 | 12,6 |
| 2018 | 4.500 | 100 | 4.500 | 2,2 | 4,4 | 7,9 | 4,8 | 7,0 | 9,2 | 12,7 |
| 2019 | 4.524 | 100 | 4.524 | 2,2 | 4,4 | 7,9 | 4,8 | 7,0 | 9,2 | 12,7 |
| 2020 | 4.547 | 100 | 4.547 | 2,2 | 4,4 | 8,0 | 4,8 | 7,0 | 9,2 | 12,7 |
| 2021 | 4.566 | 100 | 4.566 | 2,2 | 4,4 | 8,0 | 4,8 | 7,0 | 9,2 | 12,8 |
| 2021 | 4.584 | 100 | 4.584 | 2,2 | 4,5 | 8,0 | 4,8 | 7,0 | 9,2 | 12,8 |
| 2023 | 4.600 | 100 | 4.600 | 2,2 | 4,5 | 8,1 | 4,8 | 7,0 | 9,3 | 12,8 |
| 2024 | 4.615 | 100 | 4.615 | 2,2 | 4,5 | 8,1 | 4,8 | 7,0 | 9,3 | 12,9 |
| 2025 | 4.628 | 100 | 4.628 | 2,2 | 4,5 | 8,1 | 4,8 | 7,0 | 9,3 | 12,9 |

| Ano | População (hab.) | % de atendimento | Pop. Atendida (hab.) | Vazão Doméstica (L/s) | | | Vazão de infiltração (L/s) | Vazão Total (L/s) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | mínima | média | máxima | | mínima | média | máxima |
| 2026 | 4.639 | 100 | 4.639 | 2,3 | 4,5 | 8,1 | 4,8 | 7,0 | 9,3 | 12,9 |
| 2027 | 4.649 | 100 | 4.649 | 2,3 | 4,5 | 8,1 | 4,8 | 7,0 | 9,3 | 12,9 |
| 2028 | 4.659 | 100 | 4.659 | 2,3 | 4,5 | 8,2 | 4,8 | 7,0 | 9,3 | 12,9 |
| 2029 | 4.667 | 100 | 4.667 | 2,3 | 4,5 | 8,2 | 4,8 | 7,0 | 9,3 | 12,9 |
| 2030 | 4.674 | 100 | 4.674 | 2,3 | 4,5 | 8,2 | 4,8 | 7,1 | 9,3 | 13,0 |
| 2031 | 4.681 | 100 | 4.681 | 2,3 | 4,6 | 8,2 | 4,8 | 7,1 | 9,3 | 13,0 |
| 2032 | 4.687 | 100 | 4.687 | 2,3 | 4,6 | 8,2 | 4,8 | 7,1 | 9,3 | 13,0 |
| 2033 | 4.692 | 100 | 4.692 | 2,3 | 4,6 | 8,2 | 4,8 | 7,1 | 9,3 | 13,0 |
| 2034 | 4.697 | 100 | 4.697 | 2,3 | 4,6 | 8,2 | 4,8 | 7,1 | 9,3 | 13,0 |

As vazões consideradas para o dimensionamento de cada uma das unidades componentes do sistema de esgotamento sanitário são apresentadas no quadro a seguir.

**Quadro 4.1** – Vazões consideradas por unidade do sistema.

| Unidade do sistema | | Vazões consideradas |
|---|---|---|
| Rede Coletora | | $Q_{doméstica\ máxima} + Q_{infiltração}$ (contribuição linear por metro de rede) |
| Interceptor | | |
| Estação Elevatória | | |
| Estação de Tratamento | Tratamento preliminar | |
| | Processo biológico | $Q_{doméstica\ média} + Q_{infiltração}$(a menor vazão entre 25%$Q_{doméstica\ média}$ e a contribuição linear por metro de rede) |

O sistema proposto da cidade de São Bento Abade está apresentado no desenho nº313-PB-ES-01.00.01.

#### *4.1.1.2 ALCANCE DE PROJETO*

Considerando os prazos necessários para implementação do sistema, adotou-se 20 anos para o alcance do projeto, sendo 2014 o primeiro ano de operação, desta forma o período de projeto será fixado entre os anos 2014 e 2034.

#### *4.1.1.3 PERCENTUAL DE ATENDIMENTO*

Em decorrência da situação favorável do sistema de esgotamento sanitário de São Bento Abade, o percentual de atendimento considerado para início de plano será de 100%.

### 4.1.2 VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO PARA A REDE COLETORA

#### *4.1.2.1 VAZÃO DE ORIGEM DOMÉSTICA*

As vazões contribuintes ao sistema foram calculadas utilizando-se as seguintes expressões:

✓ *Vazão Média*

$$Q_{med} = \frac{P \times Qpc \times Kr}{86.400}$$

✓ *Vazão Máxima*

$$Q_{max} = Q_{med} \times K_1 \times K_2$$

✓ *Vazão Mínima*

$$Q_{min} = Q_{med} \times K_3$$ *Onde*:

Q = vazão em L/s

P = população atendida (habitantes)

Qpc = cota *per capita* de consumo diário de água (105 L/hab.dia)

$K_1$ = 1,20 – coeficiente do dia de maior consumo

$K_2$ = 1,50 – coeficiente da hora de maior consumo

$K_3$ = 0,50 – coeficiente da hora de menor consumo

Kr = 0,80 – coeficiente de retorno água/esgoto

#### *4.1.2.2 VAZÃO DE INFILTRAÇÃO*

$$Qi_{nf} = (t_{inf\ exist} \times L_{exist}) + (t_{inf\ proj} \times L_{proj})$$

*Onde*:

$t_{inf\ exist}$ = taxa de infiltração por metro linear igual a 0,0002 L/s x m;

$t_{inf\ proj}$ = taxa de infiltração por metro linear igual a 0,0001 L/s x m;

$L_{exis}$ = extensão da rede coletora (m)

$L_{proj}$ = extensão da rede coletora (m)

#### *4.1.2.3 VAZÃO INDUSTRIAL*

Conforme já abordado no *Relatório Técnico Preliminar*, não existem contribuições relevantes de origem industrial para a sede de São Bento Abade.

#### *4.1.2.4 CONTRIBUIÇÃO EM MARCHA*

A contribuição em marcha é definida considerando a razão entre vazão de cada sub-bacia e a extensão de rede coletora ou interceptor que irá coletar os esgotos.

#### *4.1.2.5 VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO*

Vazões consideradas para o dimensionamento de cada uma das unidades do sistema de esgotamento sanitário, conforme apresentado no Quadro 4.1.

A Tabela 4.2 apresentou a população e as densidades por sub-bacia para o ano de 2.034. Já a Tabela 4.3 apresentou as contribuições e vazões de infiltração em função das extensões de rede coletora das sub-bacias.

### 4.1.3 INTERCEPTOR

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento destas unidades foram definidos com base nas Normas NBR 9.649/86 para redes coletoras, NBR 568/89 e NBR12.207/1992 para interceptores.

#### *4.1.3.1 LÂMINA MÁXIMA ADMISSÍVEL*

Adotou-se a lâmina máxima de 75% do diâmetro da canalização para atender à vazão de final de plano.

#### *4.1.3.2 VELOCIDADES MÁXIMA E MÍNIMA*

A velocidade máxima é limitada a valores que possam garantir a integridade das superfícies internas das canalizações, principalmente pelos efeitos deletérios da erosão causada pelos sólidos presentes nos esgotos. Conforme preconiza a NBR 9649 – Projeto de Redes Coletoras, adotou-se a velocidade máxima igual a 5,0 m/s.

A velocidade mínima adquire especial importância na prevenção e controle da geração de sulfetos e na garantia de minimizar a deposição de partículas sólidas no interior da canalização. O valor mínimo de velocidade corresponde a uma determinada declividade mínima, que é definida em função da tensão trativa média admissível, ou mínima. A tensão trativa mínima adotada foi de 1,0 Pa, sempre verificada para a vazão mínima ocorrente na tubulação.

#### *4.1.3.3 PROFUNDIDADE*

As profundidades das unidades estão de acordo com o que estabelece a NBR 9649/1986. A mínima adotada é aquela que permite um recobrimento mínimo de 0,90 m sobre a geratriz superior da tubulação, quando esta estiver instalada no leito das vias de tráfego de veículos ou a 0,65 m para rede assentada no passeio. A máxima adotada ficou limitada a condicionantes físicas e executivas peculiares a cada trecho.

#### *4.1.3.4 DISTÂNCIAS MÁXIMAS ENTRE PV'S*

As distâncias máximas adotadas entre PV's são as seguintes:

- ✓ DN < 400 mm ..... 80 m;
- ✓ DN ≥ 400 mm ..... 120 m.

#### *4.1.3.5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO A PARTIR DA FÓRMULA DE MANNING*

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

Onde:

Q = vazão (m³/s)

R = raio hidráulico (m)

n = coeficiente de rugosidade

A = área da seção molhada (m²)

I = declividade (m/m)

#### *4.1.3.6 VAZÃO MÍNIMA DE DIMENSIONAMENTO*

Conforme preconiza a NBR 9649 – Projeto de Redes Coletoras, adotou-se a vazão mínima igual a 1,5 L/s.

### 4.1.4 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento das estações elevatórias e linhas de recalque foram definidos com base na Norma NBR 12.208 da ABNT.

#### *4.1.4.1 VAZÕES MÍNIMAS, MÉDIAS E MÁXIMAS*

Para a determinação das vazões de dimensionamento, foram consideradas as contribuições domésticas e de infiltração existentes nas sub-bacias contribuintes.

#### *4.1.4.2 VOLUME ÚTIL DO POÇO DE SUCÇÃO*

Para um ciclo de 10 minutos, obtêm-se os volumes mínimos seguintes:

$V_1$ = 2,50 x Qb (para uma bomba operando).

A vazão da bomba selecionada (Qb) define o volume útil do poço de sucção (V).

Determinado o volume útil, deverão ser escolhidas as alturas, respeitando-se as seguintes recomendações:

- ✓ Altura útil mínima do poço de sucção (Hu): ..... 60 cm;
- ✓ Folga para alarme de níveis máximos e mínimos: ..... 10 cm;
- ✓ Altura útil entre a partida de cada bomba: ..... 20 cm.
- ✓ Altura entre a entrada da tubulação de sucção e o fundo do poço de sucção: ..... 1,5 D, onde D = diâmetro da tubulação de sucção.

A altura usual, respeitando-se as considerações acima, é da ordem de 1,0 m. Definida a altura, é possível determinar as dimensões do poço de sucção.

#### *4.1.4.3 ÁREA ÚTIL*

$$A_u = \frac{V_u}{H_u}$$

Onde:

$A_u$ = área útil (m²);

$V_u$ = volume útil (m³);

$H_u$ = altura útil (m).

Adotar as dimensões para o poço de sucção e, em seguida corrigir o volume útil do mesmo.

#### *4.1.4.4 CICLO DE FUNCIONAMENTO*

O ciclo de funcionamento é determinado pela seguinte expressão:

$$T = t_s + t_d$$

Onde:

T = ciclo de funcionamento (min);

$t_s$ = tempo de subida correspondente ao tempo que o esgoto leva para subir desde o nível mínimo até o nível máximo de operação, que corresponde ao tempo que o conjunto moto-bomba permanece parado;

$t_d$ = tempo de descida correspondente ao tempo de esvaziamento do poço, que corresponde ao tempo que o conjunto moto-bomba permanece ligado.

✓ Para um conjunto moto-bomba em operação, tem-se:

$$t_s = \frac{V_u}{Q} \quad e \quad t_d = \frac{V_u}{Qb - Q}$$

Assim, o ciclo de funcionamento será:

$$T = \frac{V_u}{Q} + \frac{V_u}{Qb - Q}$$

Onde:

$V_u$ = volume útil do poço de sucção (m³)

Q = vazão afluente ao poço de sucção (m³/min)

Qb = vazão da bomba (m³/min)

#### *4.1.4.5 TEMPO DE DETENÇÃO*

O tempo de detenção médio, conforme NBR-12.208, é:

$$\overline{T_d} = \frac{V_e}{\overline{Q_i}};$$

$\overline{T_d} \leq 30 \text{ min}$ .

Onde:

$\overline{T_d}$ = volume de detenção médio (min);

$\overline{Q_i}$ = vazão média de início de plano (m³/min);

$V_e$ = volume efetivo, que é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível médio de operação das bombas (m³).

O volume efetivo é determinado pela seguinte expressão:

$$V_e = A_b \times H_m - Vol_{enchimento}$$

Onde:

$V_e$ = volume efetivo (m³);

$A_b$ = área da base do poço de sucção (m²);

$H_m$ = altura média do poço (altura entre o fundo do poço e o nível médio de operação das bombas – m);

$Vol_{enchimento}$ = volume de enchimento, para dar inclinação no fundo do poço.

#### *4.1.4.6 ALTURA MANOMÉTRICA*

A altura manométrica é determinada a partir da seguinte expressão:

$$Hm = Hg + hfc + hfl$$

Onde:

Hm = altura manométrica (m);

Hg = altura geométrica (m);

hfc = perda de carga contínua (m);

hfl = perdas de carga localizadas (m).

#### *4.1.4.7 ALTURA GEOMÉTRICA*

Determinada por meio da diferença entre o nível do ponto que recebe a linha de recalque e o NA mínimo do poço de sucção da elevatória.

#### *4.1.4.8 PERDAS DE CARGA CONTÍNUA*

Para o cálculo das perdas de carga contínua é utilizada a expressão de Hazen – Williams:

$$hfc = J \times L;$$

sendo :

$$J = 10{,}643 Q^{1{,}85} \times C^{-1{,}85} \times D^{-4{,}87}$$

Onde:

Q = vazão (m³/s);

D = diâmetro (m);

J = perda de carga unitária (m/m);

C = coeficiente de rugosidade;

L = comprimento da tubulação (m).

#### *4.1.4.9 PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS*

A seguinte expressão é adotada para o cálculo das perdas de carga localizadas:

$$hfl = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

Onde:

V = velocidade na tubulação (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

K = coeficiente que depende de cada peça.

#### *4.1.4.10 VELOCIDADE DE SUCÇÃO E RECALQUE*

A velocidade na sucção e no recalque é obtida por meio da expressão:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

V = velocidade (m/s);

Q = vazão (m³/s);

A = área da tubulação (m²);

Foram respeitados os limites de velocidade de 0,60 m/s a 3,0 m/s nas tubulações de recalque, e de 0,60 m/s a 1,5 m/s nas tubulações de sucção, conforme preconiza a norma NBR-12.208.

#### *4.1.4.11 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES*

O diâmetro do bocal de entrada da tubulação deve ser maior que 1,5 vezes o diâmetro da

tubulação de sucção.

Recomenda-se que o diâmetro da linha de recalque seja verificado pela fórmula de Bresse:

$$D = K\sqrt{Q}$$

Onde:

D = diâmetro (m);

K = coeficiente variável, em função dos custos de investimentos e de operação. O valor K varia entre 0,8 e 1,3 (valor comum: 1,0);

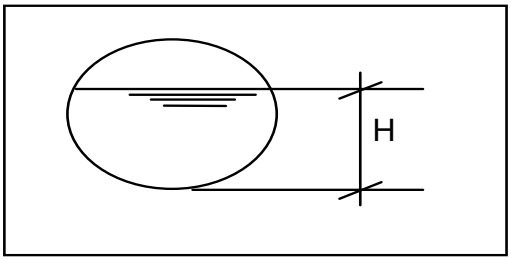
Q = vazão (m³/s).

#### *4.1.4.12 EXTRAVASORES*

Os extravasores são dimensionados como vertedores de seção circular em parede vertical, e sua equação é a seguinte:

$$Q=1{,}518\ D^{0{,}693}\ H^{1{,}807}$$

Onde:




Q = vazão (m³/s);

D = diâmetro da seção circular (m);

H = altura da lâmina (m).

### 4.1.5 TRATAMENTO DE ESGOTOS

#### *4.1.5.1 REATORES UASB*

A verificação das condições de funcionamento dos reatores UASB para as vazões e cargas estabelecidas em projeto levou em consideração os principais critérios e parâmetros de dimensionamento, tais como:

- *Tempo de detenção hidráulica (TDH)*

Foi adotado o tempo de detenção hidráulica mínimo de 6 horas, para a vazão máxima de projeto;

- *Velocidade superficial (Vs)*

Foram adotadas áreas superficiais que propiciam velocidade ascendentes inferiores a 1,0m/h;

- *Carga orgânica volumétrica (kg DQO/m³xd)*

Para o caso de tratamento de esgotos de baixa concentração (esgotos domésticos), a carga orgânica não é fator limitante. Há que se levar em conta as cargas hidráulicas volumétricas.

- *Cargas hidráulicas volumétricas (m³/m³xd)*

As cargas hidráulicas volumétricas foram mantidas abaixo de 5,0 $m^3/m^3xd$;

- *Distribuição de vazão:*

O número de orifícios, para permitir um bom contato entre o substrato e a biomassa, depende do tipo de esgotos a ser tratado no sistema. Para o caso específico de esgotos domésticos, é recomendável a adoção de um orifício para cada 2,0 a 3,0 metros quadrados de área de reator;

- *Produção de gases*

A produção de biogás foi estimada considerando-se um teor de metano no biogás igual a 70%;

- *Produção de sólidos*

A massa de sólidos a ser descartada do sistema foi avaliada segundo uma taxa média de produção de 0,15 kg SST/ kg DQO aplicada. Para a avaliação do volume de sólidos, considerou-se um lodo com concentração de 4% e densidade igual a 1020 $kg/m^3$;

- *Compartimento de decantação*

As taxas de escoamento superficial recomendadas nos decantadores são de 20 a 30 $m^3/m^2xdia$. O tempo de detenção hidráulica no compartimento de decantação, para a vazão média, deve estar compreendido no intervalo entre 1,5 e 2,0 h.

#### *4.1.5.2 FILTROS BIOLÓGICOS PERCOLADORES E DECANTADORES SECUNDÁRIOS*

Para Filtros Biológicos Percoladores, seguem os critérios e parâmetros para projeto.

- *Profundidade do meio suporte*

A faixa de profundidade do meio suporte recomendada pela literatura é de 2,0 a 3,0 metros.

- *Taxa de aplicação hidráulica superficial*

Para este parâmetro, recomenda-se faixas de valores diferentes para as diferentes vazões. Para vazões médias, recomenda-se a faixa de 15,0 a 18,0 $m^3/m^2.dia$. Para a vazão máxima diária a faixa é de 18,0 a 22,0 $m^3/m^2.dia$. A faixa para a vazão máxima horária é de 25 a 30 $m^3/m^2.dia$.

- *Carga orgânica volumétrica*

Recomenda-se a adoção de uma carga orgânica volumétrica entre 0,5 e 1,0 kg $DBO/m^3.dia$.

- *Área de vazios para ventilação*

*Recomenda-se uma área de vazios para ventilação de 15%.*

Já, para os Decantadores Secundários, os critérios e parâmetros de projeto são os seguintes:

- *Altura do compartimento de decantação com placas paralelas*

Adotou-se, para este parâmetro, o valor de 0,5 metro.

- *Taxa de aplicação superficial média*

Adotou-se, para este parâmetro, o valor de 22,0 $m^3/m^2$.dia.

Com relação à produção de lodo, adotou-se os seguintes parâmetros:

- *Coeficiente de produção de lodo no FBP*

Adotou-se, para este parâmetro, o valor de 0,15 Kg SST/Kg DBOremovida.

- *Concentração esperada para o lodo de descarte do decantador secundário*

Espera-se uma concentração 1% para o lodo de descarte do decantador.

- *Percentual de sólidos voláteis no lodo*

O percentual considerado de sólidos voláteis no lodo é de 75%.

- *Densidade do lodo*

*A densidade do lodo considerada é de 1.020 Kg/m³.*

#### *4.1.5.3 DESIDRATAÇÃO DO LODO DIGERIDO*

A desidratação do lodo digerido nos reatores UASB será realizada por processo natural, por meio da utilização de leitos de secagem, cujo dimensionamento foi realizado observando as recomendações da NBR 12.209 – Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.

A seguir são reproduzidos os principais itens da NBR 12.209 relativos à desidratação do lodo por processo natural.

> *"A descarga de lodo no leito de secagem deve promover a remoção do líquido intersticial, através de material drenante constituído por:*
>
> *a) Uma camada de areia com espessura de 5,0 cm a 15 cm, com diâmetro efetivo de 0,3 mm a 1,2 mm e coeficiente de uniformidade igual ou inferior de 5;*
>
> *b) Sob a camada de areia, três camadas de brita sendo a inferior de pedra de mão ou brita (camada suporte), a intermediária de brita 3 e 4 com espessura de 10 cm a 30 cm e a superior de brita 1 e 2 com espessura de 10 cm a 15 cm;*
>
> *c) Sobre a camada de areia devem ser colocados tijolos recozidos ou outros elementos de material resistente à operação de remoção do lodo seco, com juntas de 2 cm a 3 cm tomadas com areia da mesma granulometria da usada na camada de areia: a área total de drenagem, assim formada, não deve ser inferior a 15% da área total do leito de secagem;*
>
> *d) o fundo do leito de secagem deve ser plano e impermeável, com inclinação mínima de 1% no sentido de um coletor principal de escoamento do liquido drenado. Alternativamente pode ter tubos drenos ou material similar de diâmetro mínimo de 100 mm, dispostos na camada suporte e distantes entre si não mais que 3,00 m.*
>
> *O dispositivo de entrada do lodo no leito de secagem deve permitir descarga em queda*

*livre sobre placa de proteção da superfície da camada de areia;*

*A altura livre das paredes do leito de secagem, acima da superfície drenante, deve ser de 0,5 m e 1,0 m; a altura do lodo sobre a camada drenante não deve exceder 0,35 m."*

### 4.1.6 DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

Conforme exposto anteriormente, no sistema proposto deverá ser realizada a implantação de interceptores, elevatória e sistema de tratamento composto por reatores UASB, filtros biológicos e decantadores secundários.

#### *4.1.6.1 REDE COLETORA*

A sede de São Bento Abade, como abordado anteriormente, possui, aproximadamente, 95% da população coberta por rede coletora de esgotos. Considera-se a população não atendida por redes coletoras como aquela parcela que contribuirá diretamente à porção faltante dos interceptores Córrego da Serrinha e Córrego da Mina.

As principais características das redes coletoras em cada sub-bacia são apresentadas na tabela 4.5, a seguir.

**Tabela 4.5** – Principais características rede coletora a ser implantada

| Sub-bacia | Diâmetro (mm) | Material | Extensão de rede existente (m) | Extensão de rede projetada (m) |
|---|---|---|---|---|
| SB-01 | 150 | PVC | 4.273 | - |
| SB-02 | 150 | PVC | 3.822 | - |
| SB-03 | 150 | PVC | 5.592 | - |
| SB-04 | 150 | PVC | 2.509 | - |
| SB-05 | 150 | PVC | 1.409 | - |
| SB-06 | 150 | PVC | 956 | - |
| SB-07 | 150 | PVC | 1.109 | - |
| SB-08 | 150 | PVC | 381 | - |
| SB-09 | 150 | PVC | 208 | - |
| SB-10 | 150 | PVC | 326 | - |
| SB-11 | 150 | PVC | 1.603 | - |
| SB-12 | 150 | PVC | 570 | - |
| SB-13 | 150 | PVC | 570 | - |
| SB-14 | 150 | PVC | 570 | - |
| ***TOTAL*** | | | ***23.898*** | **-** |

Considerando-se as extensões de redes a serem implantadas nas sub-bacias SB-12, SB-13 e SB-14 (que deverão ser consolidadas ainda no horizonte de projeto), contabiliza-se que

serão necessárias 730 novas ligações[1]. Entretanto, conforme tratado anteriormente no item *"4.1.1.1 Plano Geral de Esgotamento"*, recomenda-se que este serviço seja vinculado aos empreendedores responsáveis pelos loteamentos previstos nas áreas dessas sub-bacias.

### *4.1.6.2 INTERCEPTORES*

O sistema de interceptores a serem considerados para comporem o sistema de esgotamento sanitário da sede de São Bento Abade contempla os interceptores existentes, a complementação do Interceptor Córrego da Serrinha e um interceptor projetado.

As principais características dos interceptores existentes e propostos para a sede de São Bento Abade são apresentadas na tabela a seguir.

**Tabela 4.6** – Principais características dos interceptores

| Interceptor | Diâmetro (mm) | Extensão (m) | Material | Situação |
|---|---|---|---|---|
| Córrego da Serrinha | 200 | 1219 | PVC | Existente |
| | 200 | 426 | | Projetado |
| Córrego Santa Cruz | 200 | 1.396 | PVC | Existente |
| Córrego da Mina | 150 | 2202 | PVC | Projetado |
| | 200 | 59 | | |

De maneira geral não foi constatado em campo a presença de rochas nos locais propostos para o caminhamento dos interceptores. As características do solo e subsolo deverão ser constadas quando da realização dos levantamentos geotécnicos, quaisquer medidas estruturais demandadas em função de alguma fragilidade do terreno deverão ser tratadas quando da elaboração do projeto executivo, podendo, inclusive, repercutir em alteração do caminhamento do interceptor e, conseqüente, revisão do projeto básico. O acesso às áreas onde serão implantados os interceptores não possui restrições físicas topográficas que justifiquem medidas especiais para o acesso, a topografia nos talvegues dos córregos é suave e composta por vegetação predominante de pastagens. A única informação quanto ao nível de máxima cheia cadastrado pela equipe de topografia foi próximo à confluência dos córregos da Serrinha e da Mina, cota de máxima cheia de 925,078.

[1] Para o cálculo das ligações prediais foi considerado a população incremental ($P_{at}$) das sub-bacias SB-12, SB-13 e SB-14 em final de plano (2.190 habitantes), o número estimado de habitantes por domicílio ($I_{hab}$) e o percentual de rede projetada a ser implantada ($R_{proj}$). Nº ligações = ($P_{at}$ / $I_{hab}$) x ($R_{exist}$/$R_{proj}$) = (2.190 / 3) x (100%) ≈ 730 ligações.



**Figura 4.1** – Vista da área do Interceptor Córrego da Serrinha, a jusante da Rua Odilon Gaboen dos Santos.



**Figura 4.2** – Vista da área por onde passará, ao fundo, o Interceptor Córrego da Mina.

A manutenção do interceptor existente no sistema de esgotamento foi corroborada através das informações repassadas pela equipe da Prefeitura Municipal responsável pela operação do sistema. Segundo estas informações o interceptor, com diâmetro de 200mm e composto por tubulação de PVC ocre, possui boas condições de operação, visto que não há registros de mau funcionamento do mesmo. Assim como citado para as interligações das redes coletoras projetadas com as redes existente, ressalta-se que as interligações destas redes com o interceptor existente deverá ser verificada quando da realização da obra de implantação do sistema de esgotamento.

### 4.1.7 ELEVATÓRIA FINAL

O sistema projetado terá uma estação elevatória denominada EE Final. A elevatória EE Final será responsável pelo recalque do efluente doméstico gerado em toda a sede de São Bento Abade até o tratamento preliminar da ETE de São Bento Abade.

As principais características da estação elevatória EE Final são apresentadas a seguir:

- ✓ Tipo de bomba ..... submersível;
- ✓ Fabricante ..... ABS;

- ✓ Modelo.....EJ 40B 60HZ;
- ✓ Potência nominal instalada.....3,0 kW;
- ✓ Potência no ponto de operação.....2,42 kW;
- ✓ Rotação.....3.450 rpm;
- ✓ Freqüência .....60 Hz;
- ✓ Vazão por conjunto..... 13,0 L/s;
- ✓ Vazão total recalcada..... 13,0 L/s;
- ✓ Altura manométrica máxima..... 13,42 m.c.a.;
- ✓ Rendimento do conjunto.....71,0 %;
- ✓ Submergência mínima..... 266 mm;
- ✓ Tensão de trabalho.....220 V;
- ✓ Número de conjuntos .....01 + 01;
- ✓ Linha de recalque:
    - extensão .....85,0 m;
    - diâmetro.....100 mm;
    - material.....ferro fundido;

A estação elevatória e estação de tratamento de esgotos serão implantadas em uma área conjunta, localizada após a confluência dos córregos da Serrinha e da Mina. O acesso à área é facilitado pela existência de uma estrada rural existente. O local constitui-se de uma área de plantação, com topografia suave, sem presença de rochas e vegetação nativa a ser suprimida. Assim como para o caso dos interceptores, as condições do solo e subsolo serão avaliadas após a realização dos levantamentos geotécnicos e as medidas estruturais para a execução das unidades de tratamento serão detalhadas no projeto executivo.




**Figura 4.3** – Imagem da área da estação elevatória e estação de tratamento de esgoto.

### 4.1.8 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Conforme abordado anteriormente neste documento, propôs-se para o município de São Bento Abade uma nova estação de tratamento de esgotos com tratamento em nível secundário, composto por tratamento preliminar (gradeamento, desarenadores e medidor de vazão do tipo Parshall), reator UASB, filtro biológico percolador e decantador secundário. Os efluentes tratados serão lançados no córrego da Mina (ver desenho nº 313-PB-ES-01.00.01).

O projeto da estação de tratamento foi dividido em módulos, onde cada módulo possui dois reatores UASB, quatro filtros anaeróbios e quatro decantadores secundários. Na primeira etapa de obras previu-se a construção de três módulos, sendo o quarto módulo previsto para implantação quando do aumento da população devido ao Arranjo Produtivo Local (APL), conforme tratado no item *"3. Descrição geral da concepção básica".* De forma que fique definido neste projeto, o momento no qual se deve implantar o quarto módulo (2ª etapa) será quando as vazões médias de esgoto afluente à ETE ultrapassarem o 9,0 L/s. A partir deste momento, recomenda-se que seja avaliada novamente a projeção populacional do município, bem como as memórias de cálculo apresentadas neste projeto, visto que durante o horizonte de projeto poderão ocorrer mudanças no perfil de ocupação na sede de São Bento Abade (tal como a implantação de indústrias que poderão contribuir com efluentes ao sistema de esgotamento sanitário).

Em razão desta etapalização do projeto da estação de tratamento de esgoto serão apresentadas no item de memórias de cálculo dois cenários, que representarão a primeira e a segunda etapa.

Os *reatores anaeróbios de manta de lodo* são também freqüentemente denominados de Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e de Manta de Lodo (RAFA). Preferencialmente utiliza-se a sigla original: reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*). Os reatores UASB constituem-se na principal tendência atual de tratamento de esgotos domésticos no Brasil.

Nos reatores UASB, a biomassa cresce dispersa no meio, e não aderida a um meio suporte especialmente incluído. A própria biomassa, ao crescer, pode formar pequenos grânulos, correspondente à aglutinação de diversas espécies microbianas. Esses pequenos grânulos, por sua vez, tendem a servir de meio suporte para outras bactérias. Embora a granulação auxilie no aumento da eficiência do sistema, não é fundamental para o funcionamento do reator, sendo mesmo difícil de ser alcançada no tratamento de esgotos domésticos.

A concentração de biomassa no reator é bastante elevada, justificando a denominação de manta de lodo. Devido a esta elevada concentração, o volume requerido para os reatores anaeróbios de manta de lodo é bastante reduzido, em comparação com todos os outros sistemas de tratamento.

Como resultado da atividade anaeróbia, são formados gases (principalmente metano e gás carbônico), as bolhas dos quais apresentam também uma tendência ascendente. De forma a reter a biomassa no sistema, impedindo que ela saia com o efluente, a parte superior dos reatores de manta de lodo apresenta uma estrutura que possibilita as funções de separação e acúmulo de gás e de separação e retorno dos sólidos (biomassa). Esta estrutura é denominada separador trifásico, por separar o líquido, os sólidos e os gases. Sua forma é comumente de um tronco de pirâmide ou cone invertido. O gás é coletado na parte superior, no compartimento de gases, de onde pode ser retirado para reaproveitamento (energia do metano) ou queima.

Os sólidos tendem a sedimentar na parte superior do separador trifásico, deslizando pelas suas paredes com grande inclinação, até retornarem ao corpo do reator. Desta forma, tem-se retenção de grande parte da biomassa no sistema, alcançada por simples retorno gravitacional. Devido à elevada retenção de sólidos, a idade do lodo ou tempo de retenção celular é bastante elevada, e o tempo de detenção hidráulica é reduzido (da ordem de 6 a 10 h). Pelo fato das bolhas de gás não penetrarem na zona de sedimentação, a separação sólido - líquido não é prejudicada. O efluente sai do compartimento de sedimentação relativamente clarificado, e a concentração de biomassa no reator é mantida elevada.

Com a contínua entrada de alimento no reator, na forma de DBO, há um contínuo crescimento da biomassa. Isto traz a necessidade de remoções periódicas dessa biomassa (lodo), de forma a manter o sistema em equilíbrio. No entanto, a produção de lodo nos reatores anaeróbios é bem baixa. Além disso, o lodo retirado do reator UASB já sai digerido e adensado, podendo ser simplesmente desidratado em leitos de secagem ou por meio de equipamentos mecânicos. Destaca-se que a desidratabilidade do lodo é ótima.

Uma característica do processo é a limitação na eficiência de remoção da DBO, a qual situa-se, em média, em torno de 70%, inferior, portanto, à maioria dos outros processos aeróbios. Isto não deve ser considerada uma desvantagem em si, mas uma característica do processo. Para se atingir a eficiência desejada, os reatores UASB devem ser seguidos por alguma forma de pós-tratamento. A diferença é que o sistema de pós-tratamento é bem mais compacto, já que cerca de 70% da carga orgânica foi previamente removida, a produção total de lodo é menor e o consumo de energia, quando de pós tratamento aerado, é também

menor. O tamanho (volume) total das unidades no sistema UASB – pós-tratamento é também um pouco menor, comparada com a alternativa sem reator UASB. Obtém-se usualmente, portanto, economia nos custos de implantação e de operação, comparados com sistemas convencionais, não precedidos pela etapa anaeróbia.

No Brasil, substanciais avanços no conhecimento e na aplicação dos reatores UASB e do seu pós-tratamento foram alcançadas nos últimos anos, e estas configurações têm sido utilizadas para tratar esgotos de pequenas comunidades a um milhão de habitantes.

Já, o *filtro biológico*, compreende, basicamente, em um leito de material grosseiro, tal como pedras, brita, escória de alto-forno, ripas ou material plástico, sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jatos. Após a aplicação, os esgotos percolam em direção aos drenos de fundo. Esta percolação permite o crescimento bacteriano na superfície da pedra ou do material de enchimento, na forma de uma película fixa. Com a passagem dos esgotos, há um contato entre os microrganismos e o material orgânico.

Os filtros biológicos são sistemas aeróbios, pois o ar circula nos espaços vazios entre as pedras, fornecendo o oxigênio para a respiração dos microrganismos. A ventilação é usualmente natural.

Em sistemas maiores, a aplicação dos esgotos sobre o meio é freqüentemente feita através de distribuidores rotativos, movidos pela própria carga hidráulica dos esgotos. No entanto, em sistemas de menor porte, a distribuição pode ser por calhas e vertedores fixos, ou seja, sem a necessidade de equipamentos. O líquido escoa rapidamente pelo meio suporte. No entanto, a matéria orgânica é adsorvida pela película microbiana, ficando retida um tempo suficiente para sua estabilização.

Os filtros são normalmente circulares, podendo ter vários metros de diâmetro. No entanto, em sistemas de pequeno porte, sem distribuidores mecânicos, pode-se adotar a configuração quadrada ou retangular. Contrariamente ao que indica o nome, a função primária do filtro não é a de filtrar, uma vez que o diâmetro das pedras utilizadas é da ordem de alguns centímetros, ou seja, permitindo um grande volume de vazios, ineficientes para o ato de filtração por peneiramento. A função do meio é tão somente a de fornecer suporte para a formação da película microbiana.

À medida que a biomassa cresce na superfície das pedras, o espaço vazio tende a diminuir, fazendo com que a velocidade de escoamento nos poros aumente. Ao atingir um determinado valor, esta velocidade causa uma tensão de cisalhamento, que desaloja parte do material aderido. Esta é uma forma natural de controle da população microbiana no meio.

O lodo desalojado deve ser removido nos *decantadores secundários*, de forma a diminuir o nível de sólidos em suspensão no efluente final. Em sistemas de pequeno a médio porte, os decantadores podem ser de fundo bastante inclinado (tipo Dortmund), o que dispensa o uso de raspadores mecânicos, uma vez que o lodo escoa para o centro do tanque simplesmente devido à grande inclinação. Também podem ser utilizados decantadores de placa, o que reduz a área superficial requerida.

Algumas das limitações dos filtros biológicos com leito de pedras, quando os mesmos operam com elevadas cargas orgânicas, referem-se ao entupimento dos espaços vazios, devido ao crescimento excessivo da película biológica. Nestas condições, podem ocorrer inundações e falhas do sistema, mas há como a operação minimizar estes problemas.

Contudo, quando o filtro percolador é usado após um reator UASB, o esgoto afluente à unidade aeróbia já se encontra com menores concentrações de matéria orgânica.

Em nosso meio, os filtros biológicos percoladores têm recentemente encontrado aplicação como pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. O decantador primário é substituído pelo reator UASB. O lodo secundário, originado do decantador, é retornado ao reator UASB, onde sofre adensamento e digestão, conjuntamente com o lodo anaeróbio. O lodo misto resultante necessita apenas desidratação. A figura a seguir apresenta um fluxograma típico de tratamento de esgotos por Reatores UASB seguidos de filtros biológicos percoladores e decantadores secundários.

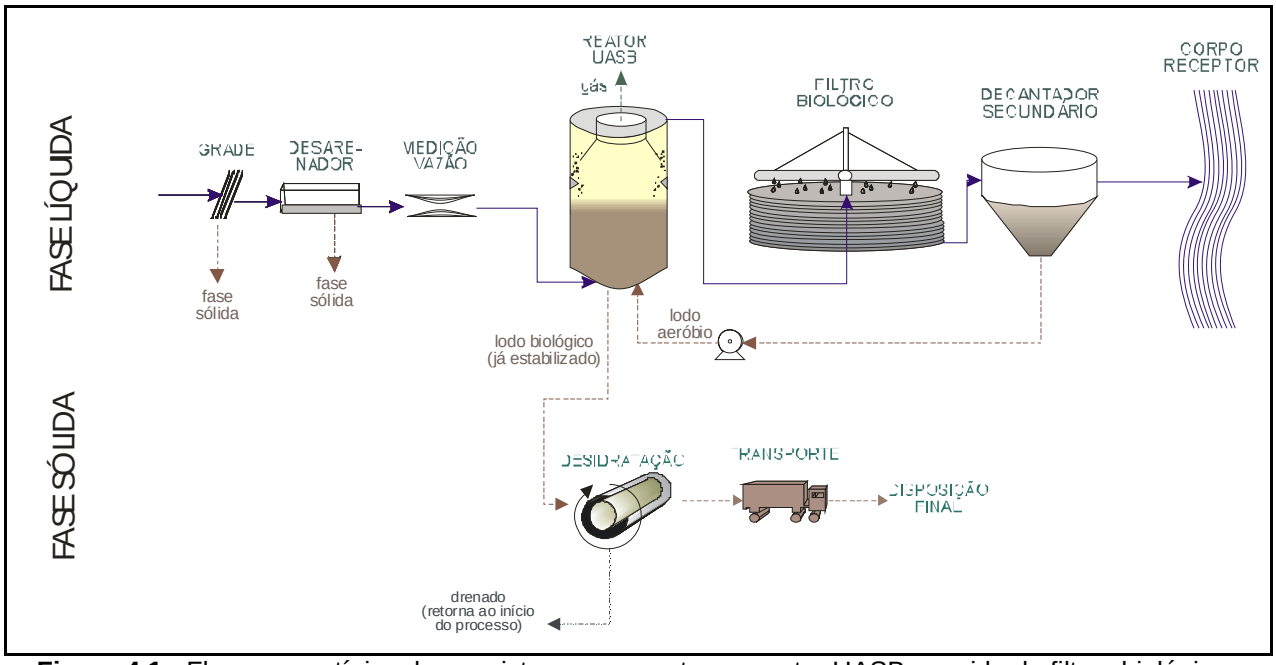



**Figura 4.1** - Fluxograma típico de um sistema composto por reator UASB seguido de filtros biológicos percoladores e decantadores secundários

Em busca de maior simplicidade conceitual e operacional, diversas pesquisas apresentam a junção dos filtros biológicos percoladores e decantadores secundários aos reatores UASB, proporcionando sistemas extremamente compactos, ideais para comunidades abaixo de 15.000 habitantes.

A figura a seguir ilustra um sistema projetado pela ESSE Engenharia que se encontra em fase final de implantação pela COPASA MG para um população aproximada de 12.000 habitantes.



**Figura 4.2** – Vista de um sistema compacto composto por reator UASB + filtro percolador + decantador secundário

Nesta concepção, as principais vantagens são a redução da área, a implantação do sistema em uma plataforma única e a redução do número de interligações entre as unidades.

A figura a seguir é um desenho esquemático que mostra um fluxograma típico do sistema proposto para as ETEs de São Bento Abade.

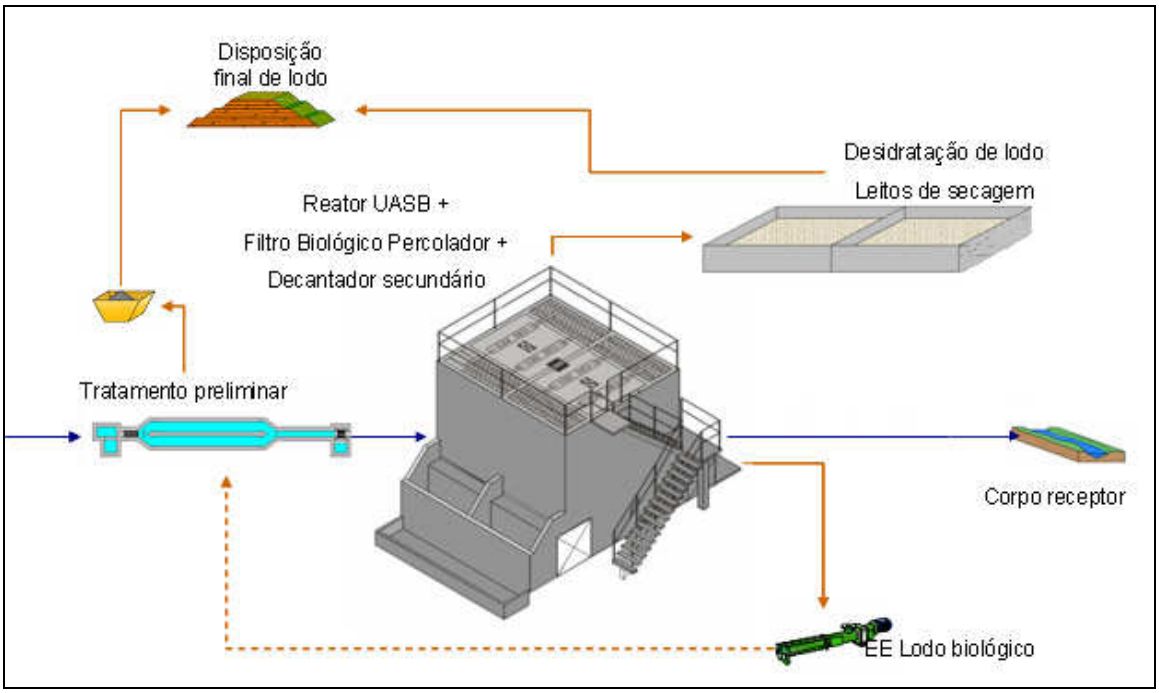



**Figura 4.3** - Fluxograma típico de um sistema composto por reator UASB seguido de filtros biológicos percoladores e decantadores secundários em módulo compacto

A seguir, as principais características das duas estações de tratamento de esgoto do município.

#### *4.1.8.1 TRATAMENTO PRELIMINAR*

Os sólidos presentes no esgoto afluente a ETE serão retidos e removidos nas unidades integrantes do tratamento preliminar, com a utilização de grade e da caixa de areia tipo canal. Posteriormente, o esgoto será quantificado através do medidor de vazão tipo Parshall. A vazão de dimensionamento e verificação hidráulica é de 13,0 L/s, correspondente à vazão máxima afluente à estação de tratamento, ou seja, corresponde a vazão doméstica máxima e a infiltração nas tubulações de coleta. Contudo, o extravasor instalado a jusante do medidor Parshall deverá garantir que apenas a vazão média de 6,6 L/s chegue aos reatores UASB. Esta vazão corresponde à vazão média doméstica e a vazão de infiltração que considera 25% da média doméstica.

Cabe ressaltar que apesar da etapalização proposta para a estação de tratamento, as unidades de compõem o tratamento preliminar suportam as vazões de segunda etapa e portanto não sofrerão modificações quando da ampliação do sistema (salvo caso ocorra alterações no regime de geração de efluentes sanitários).

↳ *Grade de limpeza manual*

Será usada uma grade de limpeza manual, inclinada de 60º, com as seguintes características:

- ✓ Espaçamento entre as barras: ..... 1,0 cm;
- ✓ Espessura de cada barra: ..... 0,64 cm;
- ✓ Eficiência da grade:..... 61%.

Admitindo-se que a velocidade máxima através da grade seja de 0,6 m/s, têm-se:

- ✓ Área útil de gradeamento (ano 2034):..... 0,03 m²;
- ✓ Área efetiva de gradeamento (ano 2034):..... 0,05 m²;
- ✓ Largura do canal de gradeamento: ..... 0,30 m;
- ✓ Número de barras da grade: ..... 17 un.

Para abertura de 1,0 cm entre as barras, deverão ser removidos 38 litros de material gradeado para cada 1000 m³ de esgoto afluente à ETE. A quantidade de material gradeado, portanto, será:

- ✓ Quantidade média de material retido na grade (ano 2034): . 0,355 L/dia (0,130 m³/ano)

↳ *Desarenador*

Será constituído de dois canais paralelos, sendo um efetivo, outro reserva, providos de comportas isoladoras. A lâmina de escoamento é controlada pela garganta do medidor Parshall:

- ✓ Lâmina máxima no desarenador:..... 0,18 m.

As dimensões do canal do desarenador, calculadas para uma velocidade de 0,3 m/s, são:

- ✓ Largura do desarenador:..... 0,35 m;
- ✓ Comprimento do desarenador:..... 5,00 m;
- ✓ Verificação da taxa de aplicação superficial para a vazão máxima: 883,98 m³/m²xd [(2)];
- ✓ Verificação das velocidades nos desarenadores para as diferentes vazões, mostrada na tabela a seguir.

[2] De modo a garantir uma operação adequada do desarenador, optou-se pela manutenção do canal em dimensões superiores às recomedadas pela taxa de escoamento superficial por estas serem muito reduzidas.

**Tabela 4.7 –** Verificação das velocidades nos desarenadores para as diferentes vazões

| Ano | Vazão ($m^3/s$) | | Altura (m) | | Seção útil - (Hm x b) ($m^2$) | Velocidade (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Parshall | Desarenador | | |
| 2014 | $Q_{mín}$ = | 0,007 | 0,12 | 0,08 | 0,028 | 0,250 |
| | $Q_{méd}$ = | 0,009 | 0,15 | 0,10 | 0,04 | 0,26 |
| | $Q_{máx}$ = | 0,012 | 0,18 | 0,13 | 0,05 | 0,26 |
| 2034 | $Q_{mín}$ = | 0,008 | 0,14 | 0,09 | 0,03 | 0,25 |
| | $Q_{méd}$ = | 0,012 | 0,18 | 0,13 | 0,05 | 0,26 |
| | $Q_{máx}$ = | 0,018 | 0,23 | 0,18 | 0,06 | 0,29 |

A quantidade de areia removida foi calculada considerando uma taxa de 30 litros de areia removida para cada 1000 m³ de esgoto afluente. Admitindo-se uma limpeza dos desarenadores a cada 15 dias. Para vazão média de final de plano, 12,07 L/s, têm-se:

- ✓ Quantidade média de areia removida (ano 2034): ..... 31 L/dia (11,42 m³/ano);
- ✓ Intervalo de limpeza do desarenador: .....15 dias;
- ✓ Volume de areia acumulado em 15 dias: ..... 0,47 m³;
- ✓ Profundidade do rebaixo para acúmulo de areia:..... 0,30 m;
- ✓ Volume do rebaixo para acúmulo de areia:2 canais de (0,30x0,35x5,0)m³=2x0,525m³.

↳ *Medidor de vazão*

Com base no valor da vazão máxima de esgoto bruto, será instalado um medidor Parshall de garganta igual a 3" (0,076 m). O cálculo das lâminas de escoamento para o medidor Parshall é feito com base na fórmula $Q=KH^n$. Os parâmetros K e n para o medidor Parshall de 3" são os seguintes:

- ✓ Parâmetro K: ..... 0,176;
- ✓ Parâmetro n: ..... 1,547.

Portanto, a lâmina de escoamento calculada para a vazão máxima no medidor de vazão Parshall é a seguinte:

- ✓ Lâmina máxima do Parshall: ..... 0,23 m.

### *4.1.8.2 TRATAMENTO ANAERÓBIO – REATORES TIPO UASB*

Após o tratamento preliminar do esgoto afluente, por meio do gradeamento de sólidos grosseiros, da sedimentação discreta de partículas de areia e da conseqüente remoção da maior parte dos sólidos grosseiros, segue-se a etapa de tratamento biológico em reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (reatores UASB).

O projeto prevê duas etapas de implantação, com a implantação de três módulos em primeira etapa e mais um módulo em segunda etapa. Como dito, cada módulo apresenta 2

(dois) reatores UASB (dois sistemas separadores de fase – coifas), 4 (quatro) Filtros Biológicos Percoladores (FBP's) e 4 (quatro) Decantadores contíguos aos FBP's.

As principais características dos reatores UASB podem ser observadas na tabela 4.8.

**Tabela 4.8 –** Principais Características dos Reatores UASB

| Dimensões / Características | Valores | |
|---|---|---|
| | 1ª etapa | 2ª etapa |
| Número de reatores | 6 un | 02 un |
| Largura de cada reator | 3,20 m | |
| Comprimento de cada reator | 3,00 m | |
| Área de cada reator | 9,60 $m^2$ | |
| Altura total dos reatores | 5,30 m | |
| Altura útil dos reatores | 4,70 m | |
| Volume útil de cada reator | 45,12 $m^3$ | |

#### *4.1.8.3 PÓS-TRATAMENTO: FILTROS BIOLÓGICOS PERCOLADORES E DECANTADORES SECUNDÁRIOS*

↳ *Descrição da alternativa*

Um filtro biológico percolador (FBP) consiste, basicamente, de um tanque preenchido com material de alta permeabilidade, como material plástico, sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jatos. Após a aplicação, os esgotos percolam em direção aos drenos de fundo. Esta percolação permite o crescimento bacteriano na superfície do material de enchimento, na forma de uma película fixa denominada biofilme. O esgoto passa sobre o biofilme, promovendo o contato entre os microrganismos e o material orgânico.

↳ *Dimensionamento dos filtros percoladores e decantadores secundários*

- ✓ Bases conceituais:

  O dimensionamento efetuado baseou-se no conhecimento mais recente disponível sobre a aplicação de filtros biológicos percoladores para o pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, advindo de pesquisas e trabalhos conjuntos com diversos especialistas do setor, em todo o Brasil, centralizados pelo PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico);

  Os modelos matemáticos utilizados para o dimensionamento das unidades de tratamento representam uma síntese compilada dos principais modelos estacionários disponíveis na literatura especializada. A descrição detalhada dos modelos, com conceitos, fórmulas e exemplos de aplicação, encontra-se apresentada em Gonçalves et al. (2001);

  O dimensionamento das unidades levou em consideração as vazões e cargas de $DBO_5$ do lodo aeróbio excedente, retornando ao reator UASB.

↳ *Resultados do dimensionamento*

Os filtros biológicos percoladores (FBP's) são contíguos aos reatores UASB, sendo que cada reator possui 2 (dois) FBP's.

Conforme mencionado anteriormente, o sistema consiste de 6 (seis) reatores para tratamento secundário que atenderá a demanda populacional durante todo o período de projeto, o que proporciona a implantação de 12 (doze) filtros e 12 (doze) decantadores contíguos aos filtros. Em segunda etapa estão previstos mais 4 (quatro) filtros e 4 (quatro) decantadores secundários.

As principais características dos filtros biológicos percoladores e dos decantadores secundários encontram-se listadas na tabela 4.9.

**Tabela 4.9 –** Principais Características e Dimensões Resultantes do Dimensionamento dos Filtros Biológicos Percoladores e Decantadores Secundários

| **Dimensões / Características** | **Valores** | |
|---|---|---|
| | **1ª etapa** | **2ª etapa** |
| **Filtros biológicos percoladores** | | |
| Número total de pares | 06 un | 02 un |
| Largura de cada filtro | 1,20 m | |
| Comprimento de cada filtro | 3,20 m | |
| Profundidade do meio suporte | 2,20 m | |
| Área de cada filtro | 3,84 $m^2$ | |
| Volume útil de cada filtro | 16,90 $m^2$ | |
| **Decantadores secundários** | | |
| Número total de pares | 06 un | 02 un |
| Largura de cada decantador | 1,07 m | |
| Comprimento de cada decantador | 3,20 m | |
| Área de cada decantador | 3,42 $m^2$ | |
| Volume útil de cada decantador | 5,50 $m^2$ | |

### *4.1.8.4 SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO*

O material gradeado (sólidos grosseiros) e as partículas de areia são removidos no tratamento preliminar e são encaminhados diretamente para a região destinada à disposição final dos resíduos. O lodo biológico excedente dos reatores UASB seguirá para leitos de secagem, objetivando a sua desidratação.

Notar que os reatores UASB constituem a única fonte de produção de lodo (já estabilizado), uma vez que o lodo aeróbio produzido nos filtros biológicos percoladores é retornado para

os reatores UASB, para adensamento e digestão. Na Tabela 4.10, estão apresentadas as informações sobre a produção de resíduos sólidos gerados na ETE.

**Tabela 4.10 –** Estimativa da produção de resíduos sólidos (1ª ETAPA)

| Ano | População atendida | Material Gradeado | | Areia | | Lodo desidratado | | Material a ser Aterrado | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | l/d | m³/ano | l/d | m³/ano | l/d | m³/ano | l/d | m³/ano | Acumulado (m³/ano) |
| 2014 | 4.372 | 29,648 | 10,821 | 23,406 | 8,543 | 152 | 56 | 205 | 75 | 75 |
| 2.015 | 4.409 | 29,766 | 10,865 | 23,499 | 8,577 | 153 | 56 | 207 | 75 | 150 |
| 2.016 | 4.443 | 29,874 | 10,904 | 23,585 | 8,609 | 155 | 56 | 208 | 76 | 226 |
| 2.017 | 4.473 | 29,970 | 10,939 | 23,661 | 8,636 | 156 | 57 | 209 | 76 | 303 |
| 2.018 | 4.500 | 30,056 | 10,971 | 23,729 | 8,661 | 157 | 57 | 210 | 77 | 379 |
| 2.019 | 4.524 | 30,133 | 10,999 | 23,789 | 8,683 | 157 | 57 | 211 | 77 | 457 |
| 2.020 | 4.547 | 30,206 | 11,025 | 23,847 | 8,704 | 158 | 58 | 212 | 77 | 534 |
| 2.021 | 4.566 | 30,267 | 11,047 | 23,895 | 8,722 | 159 | 58 | 213 | 78 | 612 |
| 2.021 | 4.584 | 30,325 | 11,068 | 23,940 | 8,738 | 159 | 58 | 214 | 78 | 690 |
| 2.023 | 4.600 | 30,376 | 11,087 | 23,981 | 8,753 | 160 | 58 | 214 | 78 | 768 |
| 2.024 | 4.615 | 30,423 | 11,105 | 24,019 | 8,767 | 161 | 59 | 215 | 78 | 847 |
| 2.025 | 4.628 | 30,465 | 11,120 | 24,051 | 8,779 | 161 | 59 | 216 | 79 | 925 |
| 2.026 | 4.639 | 30,500 | 11,133 | 24,079 | 8,789 | 161 | 59 | 216 | 79 | 1.004 |
| 2.027 | 4.649 | 30,532 | 11,144 | 24,104 | 8,798 | 162 | 59 | 216 | 79 | 1.083 |
| 2.028 | 4.659 | 30,564 | 11,156 | 24,129 | 8,807 | 162 | 59 | 217 | 79 | 1.162 |
| 2.029 | 4.667 | 30,589 | 11,165 | 24,150 | 8,815 | 162 | 59 | 217 | 79 | 1.241 |
| 2.030 | 4.674 | 30,612 | 11,173 | 24,167 | 8,821 | 163 | 59 | 217 | 79 | 1.321 |
| 2.031 | 4.681 | 30,634 | 11,181 | 24,185 | 8,827 | 163 | 59 | 218 | 79 | 1.400 |
| 2.032 | 4.687 | 30,653 | 11,188 | 24,200 | 8,833 | 163 | 60 | 218 | 80 | 1.480 |
| 2.033 | 4.692 | 30,669 | 11,194 | 24,213 | 8,838 | 163 | 60 | 218 | 80 | 1.559 |
| 2.034 | 4.697 | 30,685 | 11,200 | 24,225 | 8,842 | 163 | 60 | 218 | 80 | 1.639 |
| *TOTAL* | ------ | *636,9* | *232,49* | *502,85* | *183,54* | *3.351* | *1.223* | *4.491* | *1.639* | ------ |

A título de conhecimento a tabela 4.11 apresenta a quantidade de resíduos gerados no ano de 2034 caso haja a ampliação do sistema neste ano.

**Tabela 4.11 –** Estimativa da produção de resíduos sólidos (2ª ETAPA)

| Ano | População atendida | Material Gradeado | | Areia | | Lodo desidratado | | Material a ser Aterrado | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | l/d | m³/ano | l/d | m³/ano | l/d | m³/ano | l/d | m³/ano | Acumulado (m³/ano) |
| 2014 | 4.372 | 29,65 | 10,82 | 23,41 | 8,54 | 152 | 56 | 205 | 75 | 75 |
| 2.015 | 4.409 | 29,77 | 10,86 | 23,50 | 8,58 | 153 | 56 | 207 | 75 | 150 |
| 2.016 | 4.443 | 29,87 | 10,90 | 23,59 | 8,61 | 155 | 56 | 208 | 76 | 226 |
| 2.017 | 4.473 | 29,97 | 10,94 | 23,66 | 8,64 | 156 | 57 | 209 | 76 | 303 |
| 2.018 | 4.500 | 30,06 | 10,97 | 23,73 | 8,66 | 157 | 57 | 210 | 77 | 379 |
| 2.019 | 4.524 | 30,13 | 11,00 | 23,79 | 8,68 | 157 | 57 | 211 | 77 | 457 |
| 2.020 | 4.547 | 30,21 | 11,03 | 23,85 | 8,70 | 158 | 58 | 212 | 77 | 534 |
| 2.021 | 4.566 | 30,27 | 11,05 | 23,90 | 8,72 | 159 | 58 | 213 | 78 | 612 |
| 2.021 | 4.584 | 30,32 | 11,07 | 23,94 | 8,74 | 159 | 58 | 214 | 78 | 690 |
| 2.023 | 4.600 | 30,38 | 11,09 | 23,98 | 8,75 | 160 | 58 | 214 | 78 | 768 |

| Ano | População atendida | Material Gradeado | | Areia | | Lodo desidratado | | Material a ser Aterrado | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | l/d | $m^3$/ano | l/d | $m^3$/ano | l/d | $m^3$/ano | l/d | $m^3$/ano | Acumulado ($m^3$/ano) |
| 2.024 | 4.615 | 30,42 | 11,10 | 24,02 | 8,77 | 161 | 59 | 215 | 78 | 847 |
| 2.025 | 4.628 | 30,46 | 11,12 | 24,05 | 8,78 | 161 | 59 | 216 | 79 | 925 |
| 2.026 | 4.639 | 30,50 | 11,13 | 24,08 | 8,79 | 161 | 59 | 216 | 79 | 1.004 |
| 2.027 | 4.649 | 30,53 | 11,14 | 24,10 | 8,80 | 162 | 59 | 216 | 79 | 1.083 |
| 2.028 | 4.659 | 30,56 | 11,16 | 24,13 | 8,81 | 162 | 59 | 217 | 79 | 1.162 |
| 2.029 | 4.667 | 30,59 | 11,17 | 24,15 | 8,81 | 162 | 59 | 217 | 79 | 1.241 |
| 2.030 | 4.674 | 30,61 | 11,17 | 24,17 | 8,82 | 163 | 59 | 217 | 79 | 1.321 |
| 2.031 | 4.681 | 30,63 | 11,18 | 24,18 | 8,83 | 163 | 59 | 218 | 79 | 1.400 |
| 2.032 | 4.687 | 30,65 | 11,19 | 24,20 | 8,83 | 163 | 60 | 218 | 80 | 1.480 |
| 2.033 | 4.692 | 30,67 | 11,19 | 24,21 | 8,84 | 163 | 60 | 218 | 80 | 1.559 |
| 2.034 | 7.500 | 39,63 | 14,47 | 31,29 | 11,42 | 261 | 95 | 332 | 121 | 1.680 |
| *TOTAL* | ------ | *645,9* | *235,75* | *509,92* | *186,12* | *3.448* | *1.259* | *4.604* | *1.680* | ------ |

- *Leitos de Secagem*

✓ Produção do lodo no Reator UASB (ano 2034 – 1ª etapa):

- Lodo produzido: ..... 83,35 kgSST/d
- Concentração de sólidos no lodo: ..... 4 %
- Volume diário de lodo: ..... 2,04 m³/d
- Freqüência de descarte: ..... 15 dias
- Volume por descarte: ..... 30,6 m³

✓ Cálculo dos leitos de secagem de lodo:

- Volume de lodo a ser descartado: ..... 30,6 m³
- Altura da camada de lodo: ..... 0,35 m
- Área necessária: ..... 87,5 m²
- Número de leitos de secagem: ..... 08 un
- Dimensões adotadas para os leitos de secagem: ..... (4,0 × 5,0) m²

As camadas de preenchimento dos leitos de secagem serão em número de 5 (cinco), quais sejam:

- Brita 7/8” a 2”, com hmín = 10,0 cm
- Brita ¼” a 7/8”, com h = 10,0 cm
- Brita 1/16” a ¼”, com h = 15,0 cm
- Areia grossa, com h = 9,0 cm

- Tijolos assentados sobre a areia, com h = 5,0 cm

#### *4.1.8.5 SISTEMA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS*

Os resíduos sólidos gerados na ETE são decorrentes das operações de gradeamento, desarenação e desidratação do lodo oriundo do reator UASB, como também da operação de retirada de escuma do reator UASB.

Em razão dos significativos volumes de resíduos gerados na estação de tratamento, recomenda-se que os mesmos sejam encaminhados para o aterro controlado do município, localizado a, aproximadamente, 6,0 km da sede municipal. Contudo, previu-se uma área para o aterro dos resíduos em caso de alguma eventualidade, com a capacidade prevista para o aterramento de metade do volume total de resíduo gerado durante o horizonte de projeto (1ª etapa).

#### *4.1.8.6 EMISSÁRIO FINAL*

O emissário final será responsável pelo transporte do efluente tratado até o seu lançamento no córrego da Mina. O lançamento será realizado em um dissipador de energia para que seja minimizado o desenvolvimento de processos erosivos. O quadro a seguir apresenta as principais características desse emissário.

**Tabela 4.11 –** Principais Características do Emissário Final

| Diâmetro (mm) | Extensão (m) | Material |
|---|---|---|
| 200 | 56,00 | PVC |

#### *4.1.8.7 SISTEMA DE GASES*

Até recentemente, os processos anaeróbios eram associados a gases mal cheirosos, sendo que isso se tornou o principal impeditivo para uma maior utilização desses processos para o tratamento de efluentes líquidos. Com o maior número de estudos e pesquisas desenvolvidos na área, notadamente a partir da década de setenta, adveio um maior conhecimento da microbiologia e bioquímica do processo anaeróbio e conseqüentemente das medidas a serem adotadas para o controle desses gases.

No que diz respeito à formação de gases mal cheirosos, geralmente associados à redução de compostos de enxofre a sulfeto de hidrogênio ($H_2S$), devem ser tomadas medidas para se evitar que estes gases escapem para a atmosfera, principalmente quando da existência de habitações próximas à área de tratamento. Como o gás sulfídrico pode escapar do reator tanto por via líquida (dissolvido no efluente) como por via gasosa (coletor de gases), diferentes medidas devem ser tomadas.

A liberação do biogás de forma descontrolada na atmosfera não é recomendável, não apenas pela possibilidade de ocorrência de maus odores junto à vizinhança, mas principalmente pelos riscos inerentes ao gás metano, que, além de ser combustível, contribui cerca de 21 vezes mais que o gás carbônico para o efeito estufa. Dessa forma, o biogás produzido no reator deve ser coletado, medido e, posteriormente, utilizado ou queimado.

O sistema de retirada do biogás, a partir da interface líquido-gás no interior das coifas, é composto por tubulação de coleta e compartimento hermético com selo hídrico.

#### *4.1.8.8 RESUMO DOS CRITÉRIOS E PARÂMETROS ADOTADOS E DAS VERIFICAÇÕES EFETUADAS PARA OS REATORES UASB*

Os dimensionamentos efetuados para as duas estações de tratamento basearam-se no conhecimento mais recente disponível sobre os reatores UASB, advindo de pesquisas e trabalhos conjuntos com diversos especialistas do setor, em todo o Brasil, centralizado pelo PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico). Os critérios e parâmetros de projeto refletem esta consolidação, conforme apresentado nas memórias de cálculo dos projetos.

## 4.2 DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DO SISTEMA

### 4.2.1 INTERCEPTORES

Para o dimensionamento dos interceptores, nos casos em que a vazão de jusante foi inferior a 1,5L/s, verificou-se o trecho para a vazão mínima de 1,5L/s conforme a NBR 9649/89, garantindo-se a tensão trativa acima de 1,0Pa.

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SÃO BENTO ABADE**
**DIMENSIONAMENTO DOS INTERCEPTORES - FINAL DE PLANO**
**INTERCEPTOR CÓRREGO DA MINA**

| Contribuições em marcha l/(s.km) | |
|---|---|
| Rede exist. | Interc. proj. |
| - | 2,2227 |

| TRECHO | | RUA | PAVIM. | EXTENSÃO (m) | | | VAZÃO (l/s) | | | | COTA DO TERRENO | | COTA COLETOR | | PROF. COLETOR (m) | | PROF. PV JUSANTE | DEGRAU (m) | DECLIV. (%) | DIÂM (mm) | MATERIAL | Y/D (%) | VEL. FINAL (m/s) | VEL. CRÍTICA (m/s) | $\sigma_T$ (Pa) | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mont. | Jus. | | | Exist. | Trecho | Acum. | Conc. | Mont. | Marcha | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | | | | | | | | | | |
| PVE-01 | INCM-01 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 80,00 | 2,06 | 2,06 | 0,01 | 2,07 | 949,45 | 943,68 | 948,37 | 943,08 | 1,08 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 6,61 | 150 | PVC | 15,62 | 1,18 | 2,26 | 9,56 | Lançamento SB-03 |
| INCM-01 | INCM-02 | ÁREA VERDE | TE | | 77,00 | 157,00 | | 2,07 | 0,01 | 2,08 | 943,68 | 938,00 | 943,08 | 937,40 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 7,38 | 150 | PVC | 15,23 | 1,22 | 2,23 | 10,43 | |
| INCM-02 | INCM-03 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 237,00 | | 2,08 | 0,01 | 2,09 | 938,00 | 937,64 | 937,40 | 937,04 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 30,74 | 0,45 | 3,04 | 1,18 | |
| INCM-03 | INCM-04 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 317,00 | | 2,09 | 0,01 | 2,10 | 937,64 | 937,28 | 937,04 | 936,68 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 30,80 | 0,45 | 3,04 | 1,18 | |
| INCM-04 | INCM-05 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 397,00 | | 2,10 | 0,01 | 2,10 | 937,28 | 936,92 | 936,68 | 936,32 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 30,86 | 0,45 | 3,04 | 1,18 | |
| INCM-05 | INCM-06 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 477,00 | | 2,10 | 0,01 | 2,11 | 936,92 | 936,40 | 936,32 | 935,80 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,65 | 150 | PVC | 28,13 | 0,52 | 2,93 | 1,58 | |
| INCM-06 | INCM-07 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 557,00 | 1,28 | 3,39 | 0,01 | 3,40 | 936,40 | 935,30 | 935,80 | 934,70 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 1,38 | 150 | PVC | 29,60 | 0,78 | 2,99 | 3,50 | Lançamento SB-12 |
| INCM-07 | INCM-08 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 637,00 | | 3,40 | 0,01 | 3,40 | 935,30 | 934,94 | 934,70 | 934,34 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 39,86 | 0,52 | 3,36 | 1,44 | |
| INCM-08 | INCM-09 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 717,00 | | 3,40 | 0,01 | 3,41 | 934,94 | 934,58 | 934,34 | 933,98 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 39,91 | 0,52 | 3,37 | 1,44 | |
| INCM-09 | INCM-10 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 797,00 | | 3,41 | 0,01 | 3,42 | 934,58 | 934,22 | 933,98 | 933,62 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 39,96 | 0,52 | 3,37 | 1,44 | |
| INCM-10 | INCM-11 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 877,00 | | 3,42 | 0,01 | 3,43 | 934,22 | 933,86 | 933,62 | 933,26 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 40,01 | 0,52 | 3,37 | 1,45 | |
| INCM-11 | INCM-12 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 957,00 | | 3,43 | 0,01 | 3,44 | 933,86 | 933,50 | 933,26 | 932,90 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 40,06 | 0,52 | 3,37 | 1,45 | |
| INCM-12 | INCM-13 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.037,00 | | 3,44 | 0,01 | 3,44 | 933,50 | 933,14 | 932,90 | 932,54 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 40,12 | 0,52 | 3,37 | 1,45 | |
| INCM-13 | INCM-14 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.117,00 | | 3,44 | 0,01 | 3,45 | 933,14 | 932,78 | 932,54 | 932,18 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 40,17 | 0,52 | 3,37 | 1,45 | |
| INCM-14 | INCM-15 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.197,00 | | 3,45 | 0,01 | 3,46 | 932,78 | 932,42 | 932,18 | 931,82 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 40,22 | 0,52 | 3,38 | 1,45 | |
| INCM-15 | INCM-16 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.277,00 | | 3,46 | 0,01 | 3,47 | 932,42 | 932,06 | 931,82 | 931,46 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 40,27 | 0,52 | 3,38 | 1,45 | |
| INCM-16 | INCM-17 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.357,00 | 1,78 | 5,24 | 0,01 | 5,25 | 932,06 | 930,60 | 931,46 | 930,00 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 1,82 | 150 | PVC | 34,57 | 0,97 | 3,19 | 5,23 | Lançamento SB-13 |
| INCM-17 | INCM-18 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.437,00 | | 5,25 | 0,01 | 5,26 | 930,60 | 930,24 | 930,00 | 929,64 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 51,04 | 0,58 | 3,66 | 1,71 | |
| INCM-18 | INCM-19 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.517,00 | | 5,26 | 0,01 | 5,27 | 930,24 | 929,88 | 929,64 | 929,28 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 51,08 | 0,58 | 3,66 | 1,71 | |
| INCM-19 | INCM-20 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.597,00 | | 5,27 | 0,01 | 5,28 | 929,88 | 929,20 | 929,28 | 928,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,85 | 150 | PVC | 42,59 | 0,74 | 3,45 | 2,86 | |
| INCM-20 | INCM-21 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.677,00 | | 5,28 | 0,01 | 5,28 | 929,20 | 928,84 | 928,60 | 928,24 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 51,18 | 0,58 | 3,67 | 1,71 | |
| INCM-21 | INCM-22 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.757,00 | | 5,28 | 0,01 | 5,29 | 928,84 | 928,48 | 928,24 | 927,88 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 51,22 | 0,58 | 3,67 | 1,71 | |
| INCM-22 | INCM-23 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.837,00 | | 5,29 | 0,01 | 5,30 | 928,48 | 928,12 | 927,88 | 927,52 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 51,27 | 0,58 | 3,67 | 1,71 | |
| INCM-23 | INCM-24 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.917,00 | | 5,30 | 0,01 | 5,31 | 928,12 | 927,76 | 927,52 | 927,16 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 51,32 | 0,58 | 3,67 | 1,72 | |
| INCM-24 | INCM-25 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.997,00 | | 5,31 | 0,01 | 5,32 | 927,76 | 927,40 | 927,16 | 926,80 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 51,36 | 0,58 | 3,67 | 1,72 | |
| INCM-25 | INCM-26 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 2.077,00 | 1,12 | 6,44 | 0,01 | 6,45 | 927,40 | 927,04 | 926,80 | 926,44 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 150 | PVC | 57,80 | 0,61 | 3,80 | 1,84 | Lançamento SB-14 |
| INCM-26 | INCM-27 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 2.157,00 | | 6,45 | 0,01 | 6,45 | 927,04 | 926,68 | 926,44 | 926,08 | 0,60 | 0,60 | 1,10 | 0,50 | 0,45 | 150 | PVC | 57,85 | 0,61 | 3,80 | 1,84 | |
| INCM-27 | INCM-28 | ÁREA VERDE | TE | | 45,00 | 2.202,00 | 7,33 | 13,78 | 0,00 | 13,78 | 926,68 | 925,40 | 925,58 | 924,80 | 1,10 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 1,73 | 150 | PVC | 61,10 | 1,22 | 3,85 | 7,27 | Lançamento Int. Cór. da Serrinha |
| INCM-28 | INCM-29 | ÁREA VERDE | TE | | 30,00 | 2.232,00 | | 13,78 | 0,00 | 13,79 | 925,40 | 925,26 | 924,80 | 924,66 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,47 | 200 | PVC | 56,77 | 0,75 | 4,36 | 2,53 | |
| INCM-29 | INCM-30 | ÁREA VERDE | TE | | 15,30 | 2.247,30 | | 13,79 | 0,00 | 13,79 | 925,26 | 925,18 | 924,66 | 924,58 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,52 | 200 | PVC | 55,03 | 0,78 | 4,33 | 2,76 | |
| INCM-30 | EE-FINAL | ÁREA VERDE | TE | | 14,00 | 2.261,30 | | 13,79 | 0,00 | 13,79 | 925,18 | 926,00 | 924,58 | 924,50 | 0,60 | 1,50 | 1,50 | 0,00 | 0,57 | 200 | PVC | 53,51 | 0,81 | 4,29 | 2,97 | |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SÃO BENTO ABADE**

**DIMENSIONAMENTO DOS INTERCEPTORES - FINAL DE PLANO**

**INTERCEPTOR CÓRREGO DA SERRINHA**

| Contribuições em marcha l/(s.km) | |
|---|---|
| Rede exist. | Interc. proj. |
| 0,2000 | 0,1000 |

| TRECHO | | RUA | PAVIM. | EXTENSÃO (m) | | | VAZÃO (l/s) | | | | COTA DO TERRENO | | COTA COLETOR | | PROF. COLETOR (m) | | PROF. PV JUSANTE | DEGRAU (m) | DECLIV. (%) | DIÂM (mm) | MATERIAL | Y/D (%) | VEL. FINAL (m/s) | VEL. CRÍTICA (m/s) | $\sigma_T$ (Pa) | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mont. | Jus. | | | Exist. | Trecho | Acum. | Conc. | Mont. | Marcha | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | | | | | | | | | | |
| INCS-01 | INCS-02 | ÁREA VERDE | TE | 32,85 | 0,00 | 32,85 | 1,78 | 1,78 | 0,00 | 1,78 | 951,00 | 948,43 | 947,30 | 946,93 | 3,70 | 1,50 | 1,50 | 0,00 | 1,13 | 200 | PVC | 15,33 | 0,58 | 2,59 | 2,14 | Lançamento SB-01 |
| INCS-02 | INCS-03 | ÁREA VERDE | TE | 44,56 | 0,00 | 77,41 | 0,01 | 1,78 | 0,00 | 1,78 | 948,43 | 947,56 | 946,93 | 946,06 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 0,00 | 1,95 | 200 | PVC | 13,44 | 0,71 | 2,43 | 3,27 | Interceptor Existente |
| INCS-03 | INCS-04 | ÁREA VERDE | TE | 43,44 | 0,00 | 120,85 | 0,01 | 1,78 | 0,00 | 1,79 | 947,56 | 946,10 | 946,06 | 944,60 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 0,00 | 3,36 | 200 | PVC | 11,79 | 0,86 | 2,29 | 4,99 | Interceptor Existente |
| INCS-04 | INCS-05 | ÁREA VERDE | TE | 26,25 | 0,00 | 147,10 | 0,01 | 1,79 | 0,00 | 1,80 | 946,10 | 944,66 | 944,60 | 943,66 | 1,50 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 3,58 | 200 | PVC | 11,63 | 0,88 | 2,27 | 5,25 | Interceptor Existente |
| INCS-05 | INCS-06 | ÁREA VERDE | TE | 49,39 | 0,00 | 196,49 | 0,01 | 1,80 | 0,00 | 1,81 | 944,66 | 944,03 | 943,66 | 943,03 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,28 | 200 | PVC | 15,00 | 0,61 | 2,56 | 2,38 | Interceptor Existente |
| INCS-06 | INCS-07 | ÁREA VERDE | TE | 40,95 | 0,00 | 237,44 | 0,01 | 1,81 | 0,00 | 1,82 | 944,03 | 942,62 | 943,03 | 942,50 | 1,00 | 0,12 | 0,12 | 0,00 | 1,29 | 200 | PVC | 15,00 | 0,61 | 2,56 | 2,40 | Interceptor Existente |
| INCS-07 | INCS-08 | ÁREA VERDE | TE | 17,82 | 0,00 | 255,26 | 0,00 | 1,82 | 0,00 | 1,82 | 942,62 | 942,53 | 942,50 | 942,28 | 0,12 | 0,25 | 0,25 | 0,00 | 1,23 | 200 | PVC | 15,20 | 0,60 | 2,58 | 2,31 | Interceptor Existente |
| INCS-08 | INCS-09 | ÁREA VERDE | TE | 26,04 | 0,00 | 281,30 | 0,01 | 1,82 | 0,00 | 1,83 | 942,53 | 941,58 | 942,28 | 941,94 | 0,25 | AÉREO | AÉREO | 0,00 | 1,31 | 200 | PVC | 14,98 | 0,62 | 2,56 | 2,43 | Interceptor Existente |
| INCS-09 | INCS-10 | ÁREA VERDE | TE | 22,95 | 0,00 | 304,25 | 0,19 | 1,83 | 0,00 | 2,01 | 941,58 | 943,65 | 941,94 | 941,65 | AÉREO | 2,00 | 2,00 | 0,00 | 1,26 | 200 | PVC | 15,87 | 0,63 | 2,63 | 2,47 | Lançamento SB-08 |
| INCS-10 | INCS-11 | ÁREA VERDE | TE | 46,75 | 0,00 | 351,00 | 0,01 | 2,01 | 0,00 | 2,02 | 943,65 | 942,37 | 941,65 | 940,71 | 2,00 | 1,66 | 1,66 | 0,00 | 2,01 | 200 | PVC | 14,18 | 0,74 | 2,50 | 3,54 | Interceptor Existente |
| INCS-11 | INCS-12 | ÁREA VERDE | TE | 12,82 | 0,00 | 363,82 | 0,00 | 2,02 | 0,00 | 2,02 | 942,37 | 942,47 | 940,71 | 940,60 | 1,66 | 1,87 | 1,87 | 0,00 | 0,86 | 200 | PVC | 17,49 | 0,55 | 2,75 | 1,84 | Interceptor Existente |
| INCS-12 | INCS-13 | ÁREA VERDE | TE | 36,87 | 0,00 | 400,69 | 0,01 | 2,02 | 0,00 | 2,03 | 942,47 | 940,56 | 940,60 | 939,87 | 1,87 | 0,69 | 0,69 | 0,00 | 1,98 | 200 | PVC | 14,27 | 0,74 | 2,50 | 3,51 | Interceptor Existente |
| INCS-13 | INCS-14 | ÁREA VERDE | TE | 28,70 | 0,00 | 429,39 | 0,08 | 2,03 | 0,00 | 2,11 | 940,56 | 939,96 | 939,87 | 939,31 | 0,69 | 0,65 | 0,65 | 0,00 | 1,95 | 200 | PVC | 14,60 | 0,74 | 2,53 | 3,53 | Lançamento SB-09 |
| INCS-14 | INCS-15 | ÁREA VERDE | TE | 58,09 | 0,00 | 487,48 | 0,01 | 2,11 | 0,00 | 2,13 | 939,96 | 941,14 | 939,31 | 938,80 | 0,65 | 2,34 | 2,34 | 0,00 | 0,88 | 200 | PVC | 17,81 | 0,56 | 2,77 | 1,91 | Interceptor Existente |
| INCS-15 | INCS-16 | ÁREA VERDE | TE | 31,23 | 0,00 | 518,71 | 0,01 | 2,13 | 0,00 | 2,13 | 941,14 | 937,74 | 938,80 | 937,00 | 2,34 | 0,74 | 0,74 | 0,00 | 5,76 | 200 | PVC | 11,25 | 1,10 | 2,24 | 8,18 | Interceptor Existente |
| INCS-16 | INCS-17 | ÁREA VERDE | TE | 29,85 | 0,00 | 548,56 | 0,01 | 2,13 | 0,00 | 2,14 | 937,74 | 937,82 | 937,00 | 936,42 | 0,74 | 1,40 | 1,40 | 0,00 | 1,94 | 200 | PVC | 14,70 | 0,75 | 2,54 | 3,54 | Interceptor Existente |
| INCS-17 | INCS-18 | ÁREA VERDE | TE | 36,19 | 0,00 | 584,75 | 0,01 | 2,14 | 0,00 | 2,15 | 937,82 | 936,38 | 936,42 | 935,65 | 1,40 | 0,73 | 0,73 | 0,00 | 2,13 | 200 | PVC | 14,39 | 0,77 | 2,51 | 3,81 | Interceptor Existente |
| INCS-18 | INCS-19 | ÁREA VERDE | TE | 39,74 | 0,00 | 624,49 | 0,01 | 2,15 | 0,00 | 2,15 | 936,38 | 936,16 | 935,65 | 935,23 | 0,73 | 0,93 | 0,93 | 0,00 | 1,06 | 200 | PVC | 17,12 | 0,60 | 2,72 | 2,22 | Interceptor Existente |
| INCS-19 | INCS-20 | ÁREA VERDE | TE | 66,30 | 0,00 | 690,79 | 0,01 | 2,15 | 0,00 | 2,17 | 936,16 | 935,92 | 935,23 | 934,09 | 0,93 | 1,83 | 1,83 | 0,00 | 1,72 | 200 | PVC | 15,24 | 0,72 | 2,58 | 3,24 | Interceptor Existente |
| INCS-20 | INCS-21 | ÁREA VERDE | TE | 47,09 | 0,00 | 737,88 | 0,14 | 2,17 | 0,00 | 2,30 | 935,92 | 936,13 | 934,09 | 933,51 | 1,83 | 2,62 | 2,62 | 0,00 | 1,23 | 200 | PVC | 17,06 | 0,65 | 2,72 | 2,57 | Lançamento SB-10 |
| INCS-21 | INCS-22 | ÁREA VERDE | TE | 25,22 | 0,00 | 763,10 | 0,01 | 2,30 | 0,00 | 2,31 | 936,13 | 935,06 | 933,51 | 933,25 | 2,62 | 1,81 | 1,81 | 0,00 | 1,03 | 200 | PVC | 17,85 | 0,61 | 2,77 | 2,24 | Interceptor Existente |
| INCS-22 | INCS-23 | ÁREA VERDE | TE | 38,72 | 0,00 | 801,82 | 0,01 | 2,31 | 0,00 | 2,32 | 935,06 | 933,71 | 933,25 | 933,02 | 1,81 | 0,69 | 0,69 | 0,00 | 0,59 | 200 | PVC | 20,52 | 0,50 | 2,95 | 1,46 | Interceptor Existente |
| INCS-23 | INCS-24 | ÁREA VERDE | TE | 16,77 | 0,00 | 818,59 | 0,00 | 2,32 | 0,00 | 2,32 | 933,71 | 933,57 | 933,02 | 932,90 | 0,69 | 0,67 | 0,67 | 0,00 | 0,72 | 200 | PVC | 19,55 | 0,54 | 2,89 | 1,70 | Interceptor Existente |
| INCS-24 | INCS-25 | ÁREA VERDE | TE | 6,38 | 0,00 | 824,97 | 4,25 | 2,32 | 0,00 | 6,57 | 933,57 | 933,50 | 932,90 | 932,86 | 0,67 | 0,64 | 0,64 | 0,00 | 0,63 | 200 | PVC | 34,33 | 0,69 | 3,67 | 2,40 | Lançamento Int. Cór. Santa Cruz 02 |
| INCS-25 | INCS-26 | ÁREA VERDE | TE | 11,46 | 0,00 | 836,43 | 0,00 | 6,57 | 0,00 | 6,57 | 933,50 | 933,74 | 932,86 | 932,79 | 0,64 | 0,95 | 0,95 | 0,00 | 0,61 | 200 | PVC | 34,63 | 0,68 | 3,68 | 2,34 | Interceptor Existente |
| INCS-26 | INCS-27 | ÁREA VERDE | TE | 35,20 | 0,00 | 871,63 | 0,01 | 6,57 | 0,00 | 6,58 | 933,74 | 933,51 | 932,79 | 932,61 | 0,95 | 0,90 | 0,90 | 0,00 | 0,51 | 200 | PVC | 36,34 | 0,64 | 3,75 | 2,03 | Interceptor Existente |
| INCS-27 | INCS-28 | ÁREA VERDE | TE | 99,35 | 0,00 | 970,98 | 0,02 | 6,58 | 0,00 | 6,60 | 933,51 | 933,09 | 932,61 | 932,06 | 0,90 | 1,03 | 1,03 | 0,00 | 0,55 | 200 | PVC | 35,68 | 0,66 | 3,72 | 2,16 | Interceptor Existente |
| INCS-28 | INCS-29 | ÁREA VERDE | TE | 95,77 | 0,00 | 1.066,75 | 0,02 | 6,60 | 0,00 | 6,62 | 933,09 | 932,47 | 932,06 | 931,41 | 1,03 | 1,06 | 1,06 | 0,00 | 0,68 | 200 | PVC | 33,78 | 0,71 | 3,65 | 2,56 | Interceptor Existente |
| INCS-29 | INCS-30 | ÁREA VERDE | TE | 35,69 | 0,00 | 1.102,44 | 0,01 | 6,62 | 0,00 | 6,62 | 932,47 | 931,10 | 931,41 | 930,40 | 1,06 | 0,70 | 0,70 | 0,00 | 2,83 | 200 | PVC | 23,45 | 1,18 | 3,13 | 7,85 | Interceptor Existente |
| INCS-30 | INCS-31 | ÁREA VERDE | TE | 28,60 | 0,00 | 1.131,04 | 0,01 | 6,62 | 0,00 | 6,63 | 931,10 | 929,57 | 930,40 | 928,41 | 0,70 | 1,16 | 1,16 | 0,00 | 6,96 | 200 | PVC | 18,75 | 1,63 | 2,84 | 15,84 | Interceptor Existente |
| INCS-31 | INCS-32 | ÁREA VERDE | TE | 87,14 | 0,00 | 1.218,18 | 0,65 | 6,63 | 0,00 | 7,28 | 929,57 | 929,07 | 928,41 | 927,94 | 1,16 | 1,13 | 1,13 | 0,00 | 0,54 | 200 | PVC | 37,80 | 0,67 | 3,81 | 2,22 | SB-11 |
| INCS-32 | INCS-33 | ÁREA VERDE | TE | | 5,50 | 1.223,68 | | 7,28 | 0,00 | 7,28 | 929,07 | 928,30 | 927,94 | 927,90 | 1,13 | 0,40 | 0,40 | 0,00 | 0,73 | 200 | PVC | 34,88 | 0,75 | 3,69 | 2,82 | |
| INCS-33 | INCS-34 | ÁREA VERDE | TE | | 25,00 | 1.248,68 | | 7,28 | 0,00 | 7,29 | 928,30 | 928,38 | 927,90 | 927,78 | 0,40 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,48 | 200 | PVC | 39,04 | 0,64 | 3,85 | 2,02 | |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SÃO BENTO ABADE**
**DIMENSIONAMENTO DOS INTERCEPTORES - FINAL DE PLANO**
**INTERCEPTOR CÓRREGO DA SERRINHA**

| Contribuições em marcha l/(s.km) | |
|---|---|
| Rede exist. | Interc. proj. |
| 0,2000 | 0,1000 |

| TRECHO | | RUA | PAVIM. | EXTENSÃO (m) | | | VAZÃO (l/s) | | | | COTA DO TERRENO | | COTA COLETOR | | PROF. COLETOR (m) | | PROF. PV JUSANTE | DEGRAU (m) | DECLIV. (%) | DIÂM (mm) | MATERIAL | Y/D (%) | VEL. FINAL (m/s) | VEL. CRÍTICA (m/s) | $\sigma_T$ (Pa) | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mont. | Jus. | | | Exist. | Trecho | Acum. | Conc. | Mont. | Marcha | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | | | | | | | | | | |
| INCS-34 | INCS-35 | ÁREA VERDE | TE | | 19,00 | 1.267,68 | | 7,29 | 0,00 | 7,29 | 928,38 | 928,29 | 927,78 | 927,69 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,47 | 200 | PVC | 39,27 | 0,64 | 3,86 | 1,99 | |
| INCS-35 | INCS-36 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.347,68 | | 7,29 | 0,01 | 7,30 | 928,29 | 927,93 | 927,69 | 927,33 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 200 | PVC | 39,76 | 0,63 | 3,88 | 1,92 | |
| INCS-36 | INCS-37 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.427,68 | | 7,30 | 0,01 | 7,30 | 927,93 | 927,57 | 927,33 | 926,97 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 200 | PVC | 39,78 | 0,63 | 3,88 | 1,92 | |
| INCS-37 | INCS-38 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.507,68 | | 7,30 | 0,01 | 7,31 | 927,57 | 927,21 | 926,97 | 926,61 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 200 | PVC | 39,81 | 0,63 | 3,88 | 1,92 | |
| INCS-38 | INCS-39 | ÁREA VERDE | TE | | 80,00 | 1.587,68 | | 7,31 | 0,01 | 7,32 | 927,21 | 926,85 | 926,61 | 926,25 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 0,45 | 200 | PVC | 39,83 | 0,63 | 3,88 | 1,92 | |
| INCS-39 | INCM-28 | ÁREA VERDE | TE | | 56,50 | 1.644,18 | | 7,32 | 0,01 | 7,33 | 926,85 | 925,40 | 926,25 | 924,80 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 | 2,57 | 200 | PVC | 25,28 | 1,17 | 3,23 | 7,61 | |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SÃO BENTO ABADE**
**DIMENSIONAMENTO DOS INTERCEPTORES - FINAL DE PLANO**
**INTERCEPTOR CÓRREGO SANTA CRUZ 1**

| Contribuições em marcha l/(s.km) | |
|---|---|
| Rede exist. | Interc. proj. |
| 0,2000 | 0,0000 |

| TRECHO | | RUA | PAVIM. | EXTENSÃO (m) | | | VAZÃO (l/s) | | | | COTA DO TERRENO | | COTA COLETOR | | PROF. COLETOR (m) | | PROF. PV JUSANTE | DEGRAU (m) | DECLIV. (%) | DIÂM (mm) | MATERIAL | Y/D (%) | VEL. FINAL (m/s) | VEL. CRÍTICA (m/s) | $\sigma_T$ (Pa) | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mont. | Jus. | | | Exist. | Trecho | Acum. | Conc. | Mont. | Marcha | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | | | | | | | | | | |
| INSC1-01 | INSC1-02 | ÁREA VERDE | TE | 116,73 | 0,00 | 116,73 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 957,86 | 956,26 | 957,00 | 953,42 | 0,86 | 2,84 | 2,84 | 0,00 | 3,07 | 200 | PVC | 11,04 | 0,79 | 2,22 | 4,28 | Interceptor existente |
| INSC1-02 | INSC1-03 | ÁREA VERDE | TE | 99,54 | 0,00 | 216,27 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 956,26 | 949,46 | 953,42 | 948,31 | 2,84 | 1,15 | 1,15 | 0,00 | 5,13 | 200 | PVC | 9,74 | 0,95 | 2,09 | 6,36 | Interceptor existente |
| INSC1-03 | INSC1-04 | ÁREA VERDE | TE | 74,44 | 0,00 | 290,71 | 1,04 | 0,04 | 0,00 | 1,08 | 949,46 | 950,04 | 948,31 | 945,77 | 1,15 | 4,27 | 4,27 | 0,00 | 3,41 | 200 | PVC | 10,76 | 0,82 | 2,19 | 4,64 | Lançamento SB-04 |
| INSC1-04 | INSC1-05 | ÁREA VERDE | TE | 78,74 | 0,00 | 369,45 | 0,02 | 1,08 | 0,00 | 1,10 | 950,04 | 944,64 | 945,77 | 943,33 | 4,27 | 1,31 | 1,31 | 0,00 | 3,10 | 200 | PVC | 11,02 | 0,80 | 2,22 | 4,32 | Interceptor existente |
| INSC1-05 | INSC1-06 | ÁREA VERDE | TE | 72,44 | 0,00 | 441,89 | 0,01 | 1,10 | 0,00 | 1,12 | 944,64 | 946,25 | 943,33 | 942,24 | 1,31 | 4,01 | 4,01 | 0,00 | 1,50 | 200 | PVC | 13,16 | 0,61 | 2,41 | 2,47 | Interceptor existente |
| INSC1-06 | INSC1-07 | ÁREA VERDE | TE | 86,10 | 0,00 | 527,99 | 0,02 | 1,12 | 0,00 | 1,13 | 946,25 | 941,17 | 942,24 | 939,52 | 4,01 | 1,65 | 1,65 | 0,00 | 3,16 | 200 | PVC | 10,97 | 0,80 | 2,21 | 4,38 | Interceptor existente |
| INSC1-07 | INSC2-08 | ÁREA VERDE | TE | 15,04 | 0,00 | 543,03 | 0,38 | 1,13 | 0,00 | 1,52 | 941,17 | 940,79 | 939,52 | 939,37 | 1,65 | 1,42 | 1,42 | 0,00 | 1,00 | 200 | PVC | 14,61 | 0,53 | 2,53 | 1,81 | Lançamento SB-06 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SÃO BENTO ABADE**
**DIMENSIONAMENTO DOS INTERCEPTORES - FINAL DE PLANO**
**INTERCEPTOR CÓRREGO SANTA CRUZ 2**

| Contribuições em marcha l/(s.km) | |
|---|---|
| Rede exist. | Interc. proj. |
| 0,2000 | 0,0000 |

| TRECHO | | RUA | PAVIM. | EXTENSÃO (m) | | | VAZÃO (l/s) | | | | COTA DO TERRENO | | COTA COLETOR | | PROF. COLETOR (m) | | PROF. PV JUSANTE | DEGRAU (m) | DECLIV. (%) | DIÂM (mm) | MATERIAL | Y/D (%) | VEL. FINAL (m/s) | VEL. CRÍTICA (m/s) | $\sigma_T$ (Pa) | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mont. | Jus. | | | Exist. | Trecho | Acum. | Conc. | Mont. | Marcha | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | | | | | | | | | | |
| INSC2-01 | INSC2-02 | ÁREA VERDE | TE | 114,75 | 0,00 | 114,75 | 1,56 | 1,56 | 0,00 | 1,56 | 958,55 | 956,21 | 957,26 | 953,18 | 1,29 | 3,03 | 3,03 | 0,00 | 3,56 | 200 | PVC | 10,87 | 0,85 | 2,20 | 4,89 | Lançamento SB-02 |
| INSC2-02 | INSC2-03 | ÁREA VERDE | TE | 99,53 | 0,00 | 214,28 | 0,02 | 1,56 | 0,00 | 1,58 | 956,21 | 949,80 | 953,18 | 948,21 | 3,03 | 1,59 | 1,59 | 0,00 | 4,99 | 200 | PVC | 10,07 | 0,96 | 2,13 | 6,38 | Interceptor existente |
| INSC2-03 | INSC2-04 | ÁREA VERDE | TE | 75,83 | 0,00 | 290,11 | 0,02 | 1,58 | 0,00 | 1,60 | 949,80 | 951,00 | 948,21 | 946,43 | 1,59 | 4,57 | 4,57 | 0,00 | 2,35 | 200 | PVC | 12,16 | 0,73 | 2,32 | 3,59 | Interceptor existente |
| INSC2-04 | INSC2-05 | ÁREA VERDE | TE | 79,63 | 0,00 | 369,74 | 0,02 | 1,60 | 0,00 | 1,61 | 951,00 | 944,89 | 946,43 | 943,43 | 4,57 | 1,46 | 1,46 | 0,00 | 3,77 | 200 | PVC | 10,89 | 0,87 | 2,21 | 5,19 | Interceptor existente |
| INSC2-05 | INSC2-06 | ÁREA VERDE | TE | 70,56 | 0,00 | 440,30 | 0,60 | 1,61 | 0,00 | 2,21 | 944,89 | 946,63 | 943,43 | 942,05 | 1,46 | 4,58 | 4,58 | 0,00 | 1,96 | 200 | PVC | 14,91 | 0,76 | 2,55 | 3,62 | Lançamento SB-05 |
| INSC2-06 | INSC2-07 | ÁREA VERDE | TE | 96,53 | 0,00 | 536,83 | 0,02 | 2,21 | 0,00 | 2,23 | 946,63 | 940,79 | 942,05 | 939,37 | 4,58 | 1,42 | 1,42 | 0,00 | 2,78 | 200 | PVC | 13,74 | 0,86 | 2,46 | 4,76 | Interceptor existente |
| INSC2-07 | INSC2-08 | ÁREA VERDE | TE | 54,21 | 0,00 | 591,04 | 1,53 | 2,23 | 0,00 | 3,76 | 940,79 | 940,18 | 939,37 | 938,63 | 1,42 | 1,55 | 1,55 | 0,00 | 1,37 | 200 | PVC | 21,17 | 0,77 | 2,99 | 3,48 | Lançamento Int. Cór. Santa Cruz 01 |
| INSC2-08 | INSC2-09 | ÁREA VERDE | TE | 107,15 | 0,00 | 698,19 | 0,46 | 3,76 | 0,00 | 4,22 | 940,18 | 939,25 | 938,63 | 935,86 | 1,55 | 3,39 | 3,39 | 0,00 | 2,59 | 200 | PVC | 19,14 | 1,00 | 2,86 | 6,01 | Lançamento SB-07 |
| INSC2-09 | INSC2-10 | ÁREA VERDE | TE | 53,64 | 0,00 | 751,83 | 0,01 | 4,22 | 0,00 | 4,23 | 939,25 | 935,19 | 935,86 | 934,05 | 3,39 | 1,14 | 1,14 | 0,00 | 3,37 | 200 | PVC | 17,95 | 1,10 | 2,78 | 7,38 | Interceptor existente |
| INSC2-10 | INSC2-11 | ÁREA VERDE | TE | 38,54 | 0,00 | 790,37 | 0,01 | 4,23 | 0,00 | 4,23 | 935,19 | 934,39 | 934,05 | 933,16 | 1,14 | 1,23 | 1,23 | 0,00 | 2,31 | 200 | PVC | 19,73 | 0,97 | 2,90 | 5,50 | Interceptor existente |
| INSC2-11 | INCS-25 | ÁREA VERDE | TE | 62,33 | 0,00 | 852,70 | 0,01 | 4,23 | 0,00 | 4,25 | 934,39 | 933,50 | 933,16 | 932,86 | 1,23 | 0,64 | 0,64 | 0,00 | 0,48 | 200 | PVC | 29,36 | 0,55 | 3,44 | 1,61 | Interceptor existente |

### 4.2.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL

| FUNASA Ministério da Saúde Fundação Nacional de Saúde | Sistema de Esgotamento Sanitário<br>São Bento Abade - MG<br>EE-Final | ESSE Engenharia e Consultoria |
|---|---|---|

## 1. Dimensionamento do poço de sucção

| Dados de Entrada | |
|---|---|
| Vazão mínima (l/s) (final de plano) | 7,10 |
| Vazão média (l/s) (final de plano) | 9,30 |
| Vazão máxima (l/s) (final de plano) | 13,00 |
| Número de bombas (01+01) | 1 |
| Vazão de recalque (l/s) | 13,00 |
| Vazão de cada bomba (l/s) | 13,00 |

| Dimensionamento | |
|---|---|
| Volume útil mínimo (m³) | 1,95 |
| Área da base do poço de sucção Ab (2,00x2,00 m²) | 4,00 |
| Altura útil adotada (m) | 0,30 |
| Volume útil adotado (m³) | 1,20 |
| (1)Altura média (m) hm | 0,63 |
| Volume morto (m³) Vmorto | 0,95 |
| Volume efetivo (m³) Ve=Ab*hm-Vmorto | 1,57 |
| (1) **Altura média** = altura entre o fundo do poço e o nível médio de operação das bombas. | |

## 2. Ciclo de funcionamento

| Dados de Entrada | |
|---|---|
| Vazão mínima (m³/min) (final de plano) | 0,43 |
| Vazão de cada bomba (m³/min) | 0,56 |
| Volume útil adotado (m³) | 1,20 |

| Ciclo | |
|---|---|
| Tempo de subida - Ts (min) | 2,82 |
| Tempo de descida - Td (min) | 9,09 |
| Ciclo de funcionamento (min) | 11,91 |

## 3. Tempo de detenção

| Dados de Entrada | |
|---|---|
| Vazão média (m³/min) (final de plano) | 0,56 |
| Volume efetivo (m³) Ve=Ab*hm | 1,57 |
| **Tempo de Detenção** | |
| Tempo de detenção (min) | 2,81 |

| | | |
|---|---|---|
| FUNASA Fundação Nacional de Saúde | **Sistema de Esgotamento Sanitário<br>São Bento Abade - MG<br>EE-Final** | ESSE Engenharia e Consultoria |

## *4. Altura manométrica*

| Dados de Entrada | |
|---|---|
| Vazão de recalque (l/s) | 13,00 |
| Vazão de cada bomba (l/s) | 13,00 |
| Diâmetro da saída da bomba (mm) | 80 |
| Diâmetro de recalque no barrilete (mm) | 100 |
| Diâmetro de sucção (mm) | - |
| Diâmetro da entrada na bomba | - |
| Comprimento da tubulação do barrilete de recalque (m) | 2,10 |
| Material Barrilete de Recalque | FoFo |
| Coeficiente de rugosidade (C) no Barrilete de Recalque | 140 |
| Material da Linha de Recalque | FoFo |
| Coeficiente de rugosidade (C) na Linha de Recalque | 140 |
| Cota de fundo do poço de sucção (m) | 923,21 |
| NA mín Poço de sucção (m) | 923,69 |
| NA máx Poço de sucção (m) | 923,99 |
| Cota de chegada da linha de recalque (m) | 933,47 |
| Velocidade de sucção (m/s) | - |
| Velocidade no barrilete de recalque (m/s) | 1,66 |
| Extensão da linha de recalque (m) | 85,00 |
| Diâmetro da linha de recalque (mm) | 100 |

| Desníveis Geométricos | |
|---|---|
| Desnível geométrico máx (m) | 9,78 |
| Desnível geométrico mín (m) | 9,48 |

| Perda de Carga Contínua | |
|---|---|
| $h_{fc1}=L_R*10,643*Q^{1,85}*D^{-4,87}*C^{-1,85}$ (m) (Linha de Recalque) | 2,33 |
| $h_{fc2}=L_B*10,643*Q^{1,85}*D^{-4,87}*C^{-1,85}$ (m) (Barrilete de Recalque) | 0,06 |
| $h_{fcT}= h_{fc1} + h_{fc2}$ | 2,39 |
| Coeficiente b = $C^{-1,85}*(L_R*10,643*D_R^{-4,87} + L_B*10,643*D_B^{-4,87})$ | 7.365,51 |

**Perda de Carga Localizada**

| PEÇAS | Diâmetro (mm) | Quant.(n) | K | n x K | Q (l/s) | V (m/s) | $H_{fl}=K*V^2/(2g)$ | $a =K/(A^2*2g)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CURVA 90 | 80 | 2 | 0,40 | 0,80 | 13,00 | 2,59 | 0,27 | 1.613,81 |
| AMPLIAÇÃO 80x100 | 80 | 1 | 0,30 | 0,30 | 13,00 | 2,59 | 0,10 | 605,18 |
| VÁLVULA DE RETENÇÃO | 100 | 1 | 2,50 | 2,50 | 13,00 | 1,66 | 0,35 | 2.065,67 |
| REGISTRO GAVETA | 100 | 1 | 0,20 | 0,20 | 13,00 | 1,66 | 0,03 | 165,25 |
| TÊ PASS. LATERAL | 100 | 1 | 1,30 | 1,30 | 13,00 | 1,66 | 0,18 | 1.074,15 |
| TÊ PASS. DIRETA | 100 | 2 | 0,60 | 1,20 | 13,00 | 1,66 | 0,17 | 991,52 |
| CURVA 45 | 100 | 2 | 0,20 | 0,40 | 13,00 | 1,66 | 0,06 | 330,51 |
| CURVA 90 | 100 | 4 | 0,40 | 1,60 | 13,00 | 1,66 | 0,22 | 1.322,03 |
| SAÍDA DA TUBULAÇÃO | 100 | 1 | 1,00 | 1,00 | 13,00 | 1,66 | 0,14 | 826,27 |
| Somatório | | | | | | | 1,25 | 7.380,58 |

| | | |
|---|---|---|
| FUNASA Ministério da Saúde Fundação Nacional de Saúde | **Sistema de Esgotamento Sanitário<br>São Bento Abade - MG<br>EE-Final** | ESSE Engenharia e Consultoria |

**Perda de CargaTotal**

| | $H_{fc}$ | $H_{fl}$ | $H_f$ |
|---|---|---|---|
| Totais | 2,39 | 1,25 | 3,64 |

| **Alturas Manométricas** | |
|---|---|
| Altura manométrica máx (m) | 13,42 |
| Altura manométrica mín (m) | 13,12 |

## *5. Equações do sistema*

| **Dados de Entrada** | |
|---|---|
| Desnível geométrico máx (m) | 9,78 |
| Desnível geométrico mín (m) | 9,48 |
| Coeficiente a | 7.380,58 |
| Coeficiente b | 7.365,51 |
| Vazão de cada bomba (l/s) | 13,00 |

$$Hman(mín) = Hg(mín) + a \cdot Q^2 + b \cdot Q^{1,85}$$

$$Hman(máx) = Hg(máx) + a \cdot Q^2 + b \cdot Q^{1,85}$$

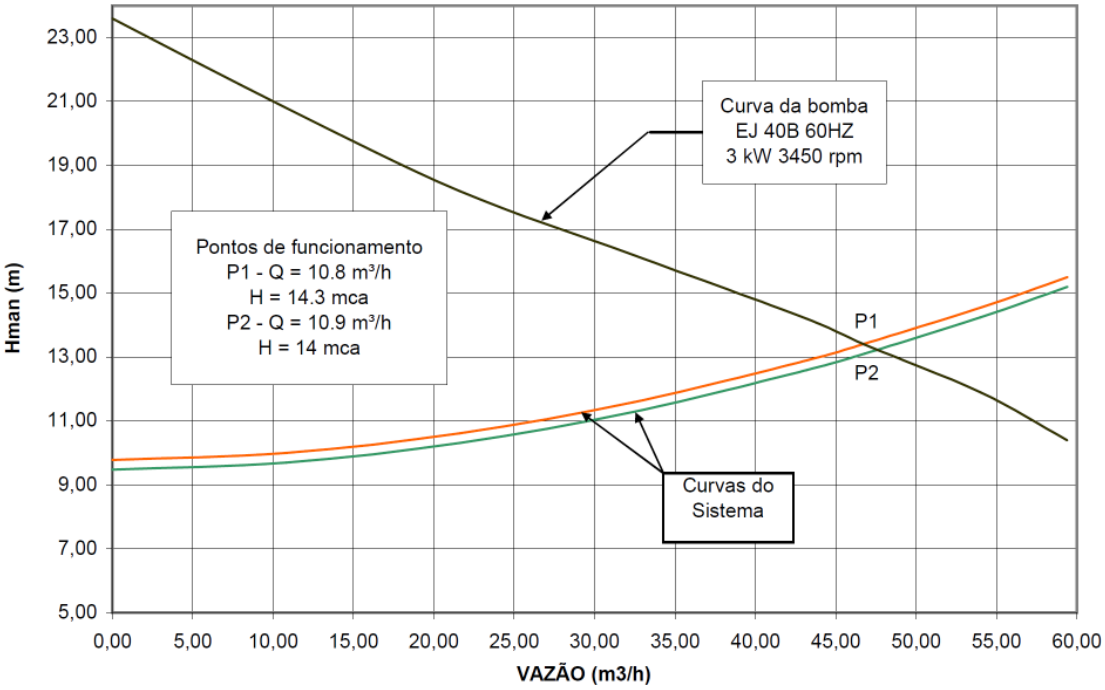
| **CURVAS DO SISTEMA** | | | | **CURVA DA BOMBA** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Intervalo de Vazão | | Hman (mín) | Hman (máx) | Altura manométrica (m.c.a.) | | |
| m³/h | m³/s | m | m | 01 Bomba | 02 Bombas | 03 Bombas |
| 0,00 | 0,00000 | 9,48 | 9,78 | 23,60 | | |
| 10,80 | 0,00300 | 9,70 | 10,00 | 20,80 | | |
| 21,60 | 0,00600 | 10,32 | 10,62 | 18,20 | | |
| 32,40 | 0,00900 | 11,29 | 11,59 | 16,20 | | |
| 43,20 | 0,01200 | 12,60 | 12,90 | 14,20 | | |
| 46,80 | 0,01300 | 13,12 | 13,42 | 13,40 | | |
| 54,00 | 0,01500 | 14,25 | 14,55 | 11,90 | | |
| 59,40 | 0,01650 | 15,20 | 15,50 | 10,40 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

**Especificação do Conjunto Moto-bomba**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tipo: | Submersível | Ponto de operação | |
| Marca: | ABS | Q (m³/h) | Hman (m) |
| Modelo: | EJ 40B 60HZ | 46,80 | 13,42 |
| Nº de conjuntos: | 01+01 | | |
| Potência requerida: (kW) | 2,42 | | |
| Potência instalada: (kW) | 3,00 | | |

| | |
|---|---|
| Tensão: (V) | 220 |
| Fluido: | Esgoto |
| Rotação (rpm) | 3.450 |
| NPSH requerido: (m) | Afogada |
| Rendimento (%) | 71 |
| Submergência mínima (mm) | 266 |
| Peso do conjunto (kg) | 48 |
| Passagem máx. solidos (mm) | 50 |

## 6. Curvas do sistema e da bomba




## 7. Dimensionamento do cesto para a retenção de sólidos

| | |
|---|---|
| Vazão média (m³/s) (ano final de plano) | 0,009300 |
| Número de cestos (un) | 1 |
| Vazão média por cesto (m³/s) (ano final de plano) | 0,009300 |
| Malha da grade (cm) | 1,5 |
| Coeficiente Schroepfer (l/m³) | 0,0458 |
| Volume de sólidos (m³/dia) | 0,0368 |
| Dimensões da grade (mxmxm) | 0,4x0,6x0,4 |
| Volume útil do cesto (m³) | 0,096 |
| Peso do cesto com sólidos (kg) | 60 |
| Período de limpeza (dia) | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| FUNASA Fundação Nacional de Saúde | **Sistema de Esgotamento Sanitário<br>São Bento Abade - MG<br>EE-Final** | ESSE Engenharia e Consultoria |

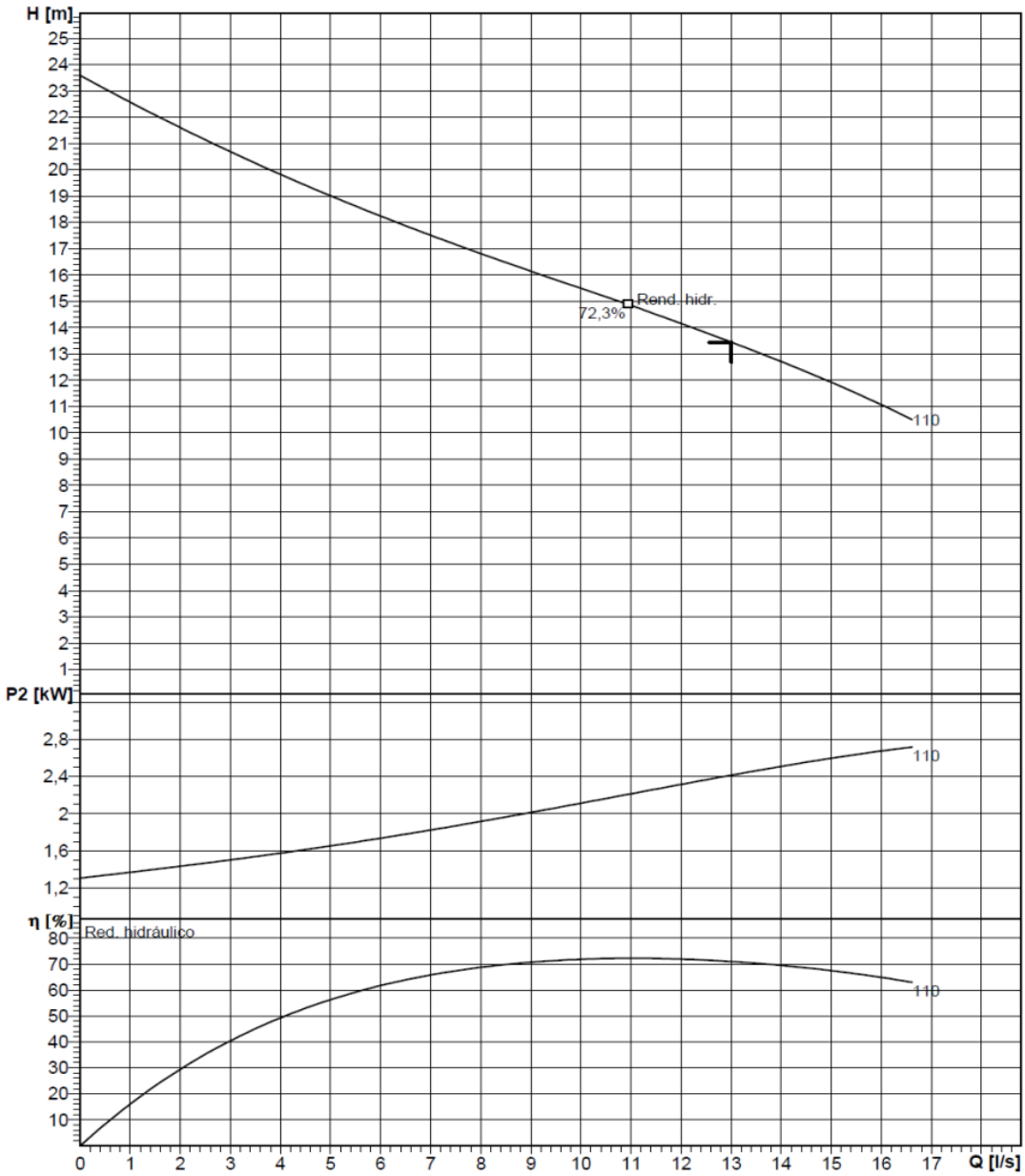
abs We know how water works

## Curva de performance da bomba
## EJ 40B 60HZ

Número da curva

Curva de referência
EJ 40B

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| SÃO BENTO ABADE | | | Bocal de descarga<br>3" | Frequência |
| Densidade<br>1000 kg/m³ | Viscosidade<br>1,57 mm²/s | Normas de referência<br>ISO 9906 Gr 2 | Velocidade nominal<br>3360 1/min | Data<br>10.05.2013 |
| Vazão<br>13 l/s | Altura<br>13,4 m | Potência nominal<br>2,42 kW | Red. hidráulico<br>71 % | NPSH |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Diam. do propulsor<br>110 mm | N de aletas<br>2 | Propulsor<br>Propulsor contrabloc, 2 canais | Dim. de sólidos<br>50 mm | Revisão 2009-11-06<br>0 |

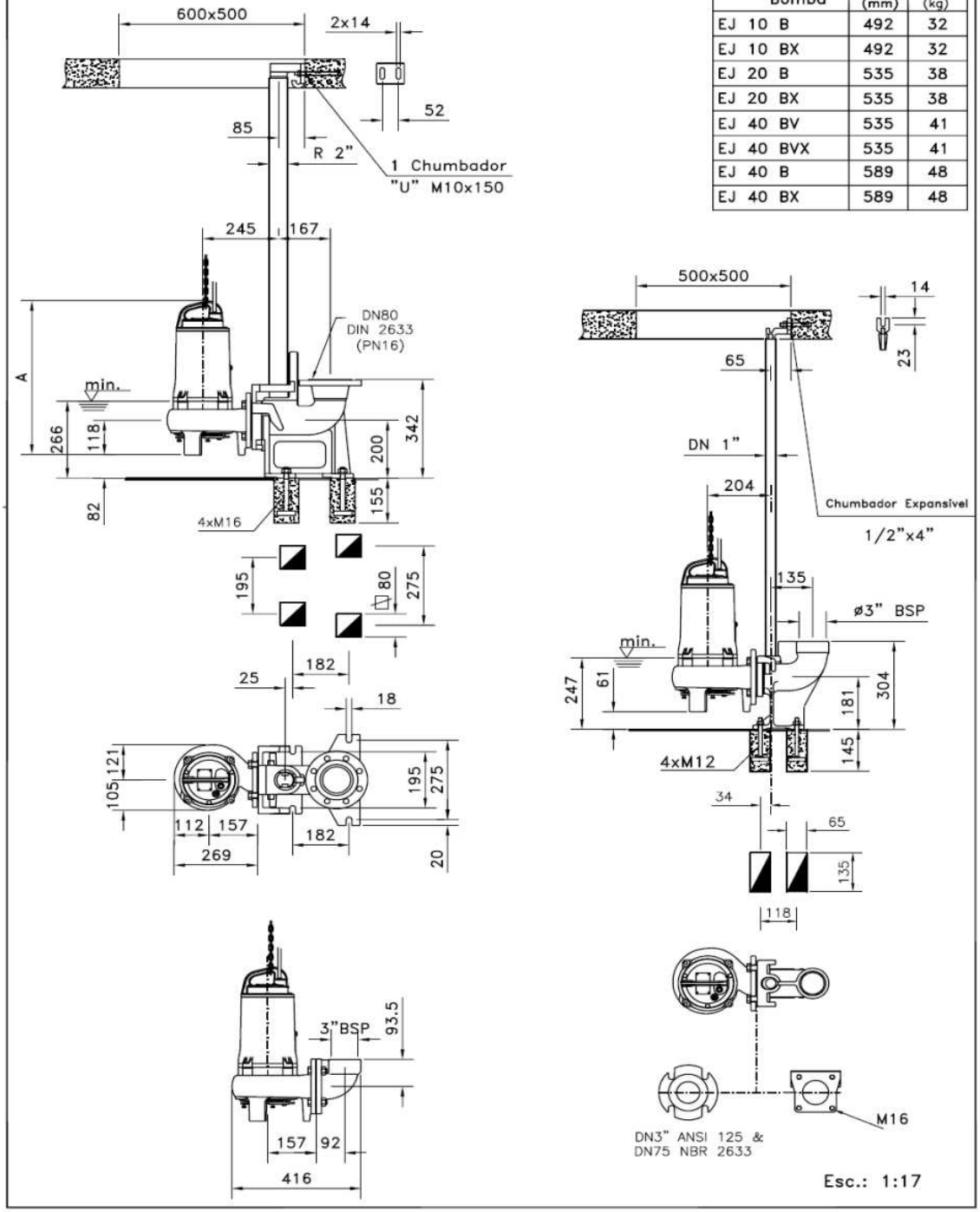
A ABS se reserva ao direito de mudar qualquer dado ou dimensão sem aviso prévio e não se responsabiliza pela utilização das informações contidas neste software.

ABSEL BRA 1.7.1 / 17.03.2005

| | | |
|---|---|---|
| abs | EJ | F45–0055 |
| | DIMENSIONAL | Replace: 25/11/04<br>Substitui: 25/07/06<br>Rev.: 3 |

Instalação pedestais DN 80 (curva integrada), 3" BSP e cotovelo

| Pump Bomba | A (mm) | Peso Weight c/cabo w.cable (kg) |
|---|---|---|
| EJ 10 B | 492 | 32 |
| EJ 10 BX | 492 | 32 |
| EJ 20 B | 535 | 38 |
| EJ 20 BX | 535 | 38 |
| EJ 40 BV | 535 | 41 |
| EJ 40 BVX | 535 | 41 |
| EJ 40 B | 589 | 48 |
| EJ 40 BX | 589 | 48 |



### 4.2.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
SÃO BENTO ABADE - 1ª ETAPA

## POPULAÇÃO VAZÃO E CARGA

### Início de Plano

*População*

| Ano | População total (hab) | Índice de atendimento | População atendida (hab) |
|---|---|---|---|
| 2.014 | 4.372 | 100% | 4.372 |

*Vazões*

| Ano | Vazão Doméstica (L/s) | | | Infiltração | Industrial | Vazão Total (L/s)* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mínima | média | máxima | (L/s) | (L/s) | mínima | média | máxima |
| 2.014 | 2,1 | 4,3 | 7,7 | 1,1 | 0,0 | 3,3 | 5,4 | 8,8 |

*Cargas orgânicas*

**DBO**

| Ano | Doméstica (kgDBO/d) | Industrial (kgDBO/d) | Total (kgDBO/d) | Concentração (mg/L) |
|---|---|---|---|---|
| 2.014 | 236 | 0 | 236 | 507 |

**DQO**

| Ano | Doméstica (kgDQO/d) | Industrial (kgDQO/d) | Total (kgDQO/d) | Concentração (mg/L) |
|---|---|---|---|---|
| 2.014 | 354 | 0 | 354 | 507 |

### Final de Plano

*População*

| Ano | População total (hab) | Índice de atendimento | População atendida (hab) |
|---|---|---|---|
| 2.034 | 4.697 | 100% | 4.697 |

*Vazões*

| Ano | Vazão Doméstica (L/s) | | | Infiltração | Industrial | Vazão Total (L/s)* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mínima | média | máxima | (L/s) | (L/s) | mínima | média | máxima |
| 2.034 | 2,3 | 4,6 | 8,2 | 1,1 | 0,0 | 3,4 | 5,7 | 9,4 |

*Cargas orgânicas*

**DBO**

| Ano | Doméstica (kgDBO/d) | Industrial (kgDBO/d) | Total (kgDBO/d) | Concentração (mg/L) |
|---|---|---|---|---|
| 2.034 | 254 | 0 | 254 | 514 |

**DQO**

| Ano | Doméstica (kgDQO/d) | Industrial (kgDQO/d) | Total (kgDQO/d) | Concentração (mg/L) |
|---|---|---|---|---|
| 2.034 | 380 | 0 | 380 | 514 |

* A vazão de infiltração, para o cálculo da ETE, foi estimada com base no critério estabelecido pela COPASA: 25% da vazão doméstica média ou Taxa de infiltração x extensão das redes coletoras nas áreas de contribuição da ETE. Escolhe-se a *MENOR* das duas (ver consideração sobre vazões no memorial).

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS**
**TRATAMENTO PRELIMINAR - Dimensionamento**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

## 1 Estimativas de vazões

| Ano | Vazão (l/s) | | |
|---|---|---|---|
| | Mínima | Média | Máxima |
| 2014 | 6,90 | 9,03 | 12,43 |
| 2034 | 7,06 | 9,35 | 13,00 |

## 2 Medidor Parshall

2.1

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tamanho do Medidor | w = 3 " | ou | 7,60 cm |
| Limites de aplicação do medidor | Limite inferior: | | 0,85 l/s |
| | Limite superior: | | 53,80 l/s |

2.2

| Altura da lâmina no canal do medidor Parshall - H (m) | n = | 1,547 | $Q = K \times H^n$ |
|---|---|---|---|
| | K = | 0,176 | |

| Ano | Vazão (l/s) | | | Altura da lâmina (m) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mínima | Média | Máxima | Mínima | Média | Máxima |
| 2014 | 6,90 | 9,03 | 12,43 | 0,12 | 0,15 | 0,18 |
| 2034 | 7,06 | 9,35 | 13,00 | 0,13 | 0,15 | 0,19 |

2.3

Rebaixamento a ser feito na calha Parshall - Z (m):

$$\frac{Q_{mín.}}{Q_{máx.}} = \frac{H_{mín} - Z}{H_{máx} - Z}$$

$$\frac{6,90}{13,00} = \frac{0,12 - Z}{0,19 - Z}$$

$Z = 0,05$ m

| **Valor de Z adotado** | **0,05** | **m** |
|---|---|---|

## 3 Desarenador

3.1

Lâmina máxima no desarenador - Hm (m):

$Hm = H_{máx} - Z$

$Hm = 0,19 - 0,05$

$Hm = 0,14$ m

| **Valor de Hm adotado** | **0,14** | **m** |
|---|---|---|

3.2

Largura do canal do desarenador - b (m):

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2014 | $b = \frac{Q_{máx}}{Hm \times v1}$ | $= \frac{0,0124}{0,14 \times 0,30}$ | = 0,30 | m |
| 2034 | $b = \frac{Q_{máx}}{Hm \times v1}$ | $= \frac{0,0130}{0,14 \times 0,30}$ | = 0,32 | m |

| **Valor de b adotado** | **0,35** | **m** |
|---|---|---|

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS**
**TRATAMENTO PRELIMINAR - Dimensionamento**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

## 3 Desarenador

3.3 Verificação das velocidades para diferentes vazões no desarenador:

| Ano | Vazão ($m^3/s$) | | Altura (m) | | Seção útil - (Hm x b) ($m^2$) | Velocidade (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Parshall | Desarenador | | |
| 2014 | $Q_{mín}$ = | 0,007 | 0,12 | 0,08 | 0,028 | 0,250 |
| | $Q_{méd}$ = | 0,009 | 0,15 | 0,10 | 0,04 | 0,26 |
| | $Q_{máx}$ = | 0,012 | 0,18 | 0,13 | 0,05 | 0,26 |
| 2034 | $Q_{mín}$ = | 0,007 | 0,13 | 0,08 | 0,03 | 0,25 |
| | $Q_{méd}$ = | 0,009 | 0,15 | 0,10 | 0,04 | 0,26 |
| | $Q_{máx}$ = | 0,013 | 0,19 | 0,14 | 0,05 | 0,27 |

3.4 Comprimento do desarenador - L (m):

L = 25 x Hm
L = 25 x 0,14
} L = 3,40 m

| **Valor de L adotado** | **5,00** | **m** |
|---|---|---|

3.5 Área superficial ($m^2$):

b x L = 0,35 x 5,00 = 1,75 $m^2$

3.6 Taxa de escoamento superficial para a vazão máxima - Tes ($m^3/m^2.d$):

Q = 13,00 l/s x 86,4 = 1123,14 $m^3/d$

para $Q / A = \frac{1123,14 \ m^3/d}{1,75 \ m^2} = 641,80 \ \frac{m^3}{m^2.d}$

Obs: atende à NB 570 / 1990: 600 < Tes < 1300 $\frac{m^3}{m^2.d}$

3.7 Quantidade de material retido (l/d):

$$\frac{Q_{méd} \text{ (final)} \times 86,4 \times 30}{1000} = \frac{9,35 \times 86,4 \times 30}{1000} = 24 \text{ l/d}$$

Base de cálculo: 30 litros de material retido / 1000 $m^3$ de esgoto afluente.
Admitindo-se uma limpeza do desarenador a cada 15 dias, a profundidade do depósito será de:

0,02 $m^3/d$ x 15 d = 0,36 $m^3$

0,02 $m^3/d$ x 365 d = 8,84 $m^3$/ano

$\frac{0,36}{1,75}$ = 0,21 m

| **Valor da profundidade adotada para material depositado** | **0,30** | **m** |
|---|---|---|

## 4 Gradeamento fino

4.1 Características da grade fina:

| | |
|---|---|
| Espessura das barras - t (mm) | 6,4 |
| Abertura entre barras - a (mm) | 10,0 |
| Velocidade estimada de passagem na grade - v (m/s) | 0,60 |
| Perda de carga mínima na grade - Hf (m) | 0,15 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS**
**TRATAMENTO PRELIMINAR - Dimensionamento**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

## 4 Gradeamento fino

### 4.2 Área útil necessária - Au ($m^2$):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $Au = \frac{Q_{máx}}{v}$ | = | $\frac{0,0124}{0,60}$ | = | 0,02 m² |
| 2034 | $Au = \frac{Q_{máx}}{v}$ | = | $\frac{0,0130}{0,60}$ | = | 0,02 m² |

### 4.3 Área do canal até o nível d'água - S ($m^2$):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $S = \frac{Au \times (a + t)}{a}$ | = | $\frac{0,02 \times [10,0 + 6,4]}{10}$ | = | 0,03 m² |
| 2034 | $S = \frac{Au \times (a + t)}{a}$ | = | $\frac{0,02 \times [10,0 + 6,4]}{10}$ | = | 0,04 m² |

### 4.4 Largura do canal da grade fina - b (m):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $b = \frac{S}{y_2}$ | = | $\frac{0,03}{0,15}$ | = | 0,23 m |
| 2034 | $b = \frac{S}{y_2}$ | = | $\frac{0,04}{0,15}$ | = | 0,24 m |

| | | |
|---|---|---|
| **Largura adotada** | **0,30** | **m** |

### 4.5 Velocidade no canal de montante - v (m/s):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $v = \frac{Q}{b \times y_2}$ | = | $\frac{0,0124}{0,30 \times 0,15}$ | = | 0,28 m/s |
| 2034 | $v = \frac{Q}{b \times y_2}$ | = | $\frac{0,0130}{0,30 \times 0,15}$ | = | 0,29 m/s |

### 4.6 Determinação do número total de barras - n (barras):

| | |
|---|---|
| Largura do canal - b (mm) | 300 |
| Abertura entre barras - a (mm) | 10,0 |
| Espessura das barras - t (mm) | 6,4 |

*Número de barras - n (barras)*

$$n = \frac{b - a}{t + a} = \frac{300 - 10,0}{6,4 + 10,0} = 17,68$$

| | | |
|---|---|---|
| **Número de barras adotado** | **17** | **barras** |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS**
**TRATAMENTO PRELIMINAR - Dimensionamento**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

## 4 Gradeamento fino

### 4.2 Área útil necessária - Au ($m^2$):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $Au = \frac{Q_{máx}}{v}$ | = | $\frac{0,0124}{0,60}$ | = | 0,02 m² |
| 2034 | $Au = \frac{Q_{máx}}{v}$ | = | $\frac{0,0130}{0,60}$ | = | 0,02 m² |

### 4.3 Área do canal até o nível d'água - S ($m^2$):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $S = \frac{Au \times (a + t)}{a}$ | = | $\frac{0,02 \times [10,0 + 6,4]}{10}$ | = | 0,03 m² |
| 2034 | $S = \frac{Au \times (a + t)}{a}$ | = | $\frac{0,02 \times [10,0 + 6,4]}{10}$ | = | 0,04 m² |

### 4.4 Largura do canal da grade fina - b (m):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $b = \frac{S}{y_2}$ | = | $\frac{0,03}{0,15}$ | = | 0,23 m |
| 2034 | $b = \frac{S}{y_2}$ | = | $\frac{0,04}{0,15}$ | = | 0,24 m |

| | | |
|---|---|---|
| **Largura adotada** | **0,30** | **m** |

### 4.5 Velocidade no canal de montante - v (m/s):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $v = \frac{Q}{b \times y_2}$ | = | $\frac{0,0124}{0,30 \times 0,15}$ | = | 0,28 m/s |
| 2034 | $v = \frac{Q}{b \times y_2}$ | = | $\frac{0,0130}{0,30 \times 0,15}$ | = | 0,29 m/s |

### 4.6 Determinação do número total de barras - n (barras):

| | |
|---|---|
| Largura do canal - b (mm) | 300 |
| Abertura entre barras - a (mm) | 10,0 |
| Espessura das barras - t (mm) | 6,4 |

*Número de barras - n (barras)*

$$n = \frac{b - a}{t + a} = \frac{300 - 10,0}{6,4 + 10,0} = 17,68$$

| | | |
|---|---|---|
| **Número de barras adotado** | **17** | **barras** |

## 4 Gradeamento fino

### 4.7

As velocidades na grade para as vazões são as seguintes:

| Ano | Vazão (m³/s) | | Área Líquida - Au (m²) | Área Total - St (m²) | Altura - H (m) | Velocidade (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $Q_{mín}$ = | 0,007 | 0,02 | 0,02 | 0,08 | 0,35 |
| | $Q_{méd}$ = | 0,009 | 0,02 | 0,03 | 0,10 | 0,45 |
| | $Q_{máx}$ = | 0,012 | 0,02 | 0,04 | 0,13 | 0,60 |
| 2034 | $Q_{mín}$ = | 0,007 | 0,02 | 0,02 | 0,08 | 0,35 |
| | $Q_{méd}$ = | 0,009 | 0,02 | 0,03 | 0,10 | 0,45 |
| | $Q_{máx}$ = | 0,013 | 0,03 | 0,04 | 0,14 | 0,43 |

### 4.8

Volume de material retido - $V_{ret}$ (m³/ano):

Base de cálculo: 38 litros de material retido / 1000 m³ de esgoto gradeado.
Tem-se para a vazão média afluente o seguinte volume:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | $V_{ret}$ = | 29,65 | l/dia | = | 0,030 | $m^3$/dia | = | 10,95 | m³/ano |
| 2034 | | 30,69 | | | 0,031 | | | 11,32 | |

### 4.9

Cálculo da eficiência da grade - E (%)

$$E = \frac{a}{a + t} = 0,61 = 61\%$$

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS**
**TRATAMENTO PRELIMINAR - Perfil Hidráulico**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

## 1 Determinação da perda de carga

1.1 Perda de carga na comporta a jusante do desarenador - $h_{f1}$ (m):

$$h_{f1} = \frac{v^2}{2g} \times 0,2 = 0,0010 \text{ m}$$

| **Valor de $h_{f1}$ adotado** | **0,005** | **m** |
|---|---|---|

1.2 Perda de carga na comporta a jusante da grade - $h_{f2}$ (m):

$$h_{f2} = \frac{v^2}{2g} \times 0,2 = 0,0009 \text{ m}$$

| **Valor de $h_{f2}$ adotado** | **0,005** | **m** |
|---|---|---|

1.3 Perda de carga na grade: (METCALF & EDDY)

| | |
|---|---|
| Velocidade através da grade - $V_G$ (m/s) | 0,60 |
| Velocidade a montante da grade - $V_m$ (m/s) | 0,29 |
| Coeficiente de fricção / valor típico - K | 1,43 |

*Perda de carga na grade - $DH_G$ (m)*

$$DH_G = \frac{k \times (V_G^2 - V_m^2)}{2g} = 0,020 \text{ m} < 0,150 \text{ m}$$ (Perda de carga mínima segundo NBR-12.208)

1.4 Altura da lâmina a montante da comporta e jusante da grade - $y_2$ (m):

$$y_2 = y_1 + h_{f1} + h_{f2} = 0,15 \text{ m}$$

## 2 Perfil hidráulico

2.1 Medidor Parshall:

| | |
|---|---|
| Cota de assentamento do medidor Parshall (m) | 933,25 |
| Vazão máxima em final de plano (l/s) | 13,00 |
| Altura máxima da lâmina de esgoto na seção de medição do medidor de vazão (m) | 0,19 |
| Cota do NA na seção de medição do medidor Parshall (m) | 933,44 |

2.2 Comporta:

| | |
|---|---|
| Cota do canal a jusante da comporta | 933,30 |
| Cota do NA a montante da comporta | 933,44 |

2.3 Grade:

| | |
|---|---|
| Desnível na cabeceira do canal da grade (m) | 0,00 |
| Cota da chegada do interceptor (m) | 933,30 |
| Cota de assentamento do canal da grade (m) | 933,30 |
| Cota do NA a jusante da grade | 933,45 |
| Cota do NA máximo a montante da grade | 933,60 |

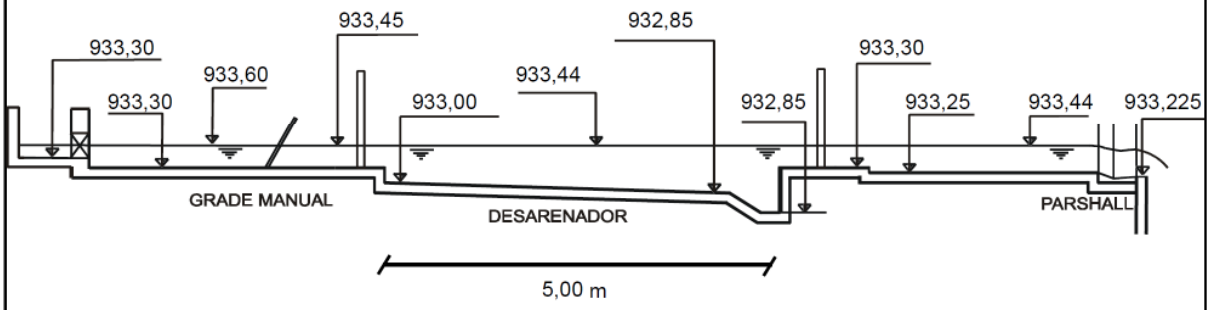
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
TRATAMENTO PRELIMINAR - Perfil Hidráulico
São Bento Abade - 1ª Etapa

## 2 Perfil hidráulico

2.4 Desarenador:

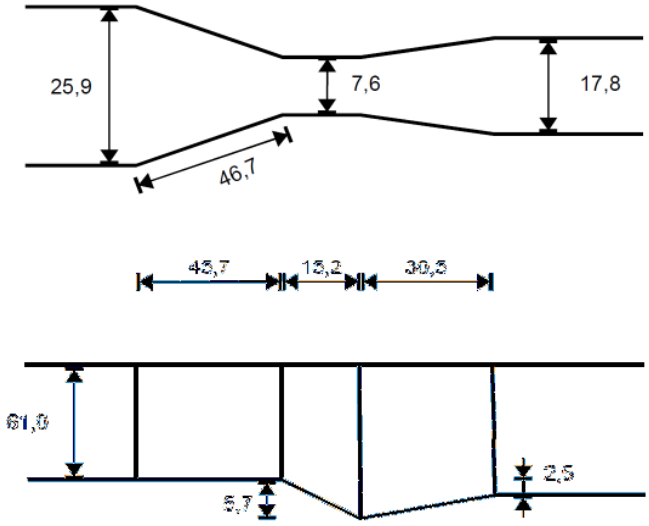
| | |
|---|---|
| Desnível na cabeceira do desarenador (m) | 0,30 |
| Cota de assentamento na cabeceira do desarenador (m) | 933,00 |
| Decréscimo na cota do desarenador para garantir a declividade (m) | 0,15 |
| Cota de assentamento no final do desarenador (m) | 932,85 |
| Altura do rebaixo para coleta de areia (m) | 0,00 |
| Cota do fundo do depósito de material sedimentado (m) | 932,85 |

2.5 Perfil Hidráulico:




2.6 Dimensões padronizadas de medidores Parshall (cm):

**Medidor Parshall de 3 polegadas**



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES
São Bento Abade - 1ª Etapa

## DIMENSIONAMENTO DOS REATORES ANAERÓBIOS DE MANTA DE LODO

| ***CRITERIOS E PARAMETROS DE PROJETO*** | Início | Final |
|---|---|---|
| População atendida (hab) | 4.615 | 4.697 |
| Quota "per capita" (l/hab.d) | 105 | 105 |
| Coeficiente de retorno | 0,8 | 0,8 |
| Coeficiente dia maior consumo | 1,2 | 1,2 |
| Coeficiente hora maior consumo | 1,5 | 1,5 |
| Coeficiente hora menor contribuição | 0,5 | 0,5 |
| Tempo de detenção hidráulica adotado - para Qméd com k1 (h) | 7,5 | 7,5 |
| Tempo de detenção hidráulica resultante (h) | 11,3 | 11,2 |
| Temperatura do esgoto (C) | 23 | 22 |
| Eficiencia esperada - remoção de DQO (%) | 66 | 66 |
| Eficiência corrigida para TDH resultante - remoção de DQO (%) | 65 | 65 |
| Eficiencia esperada - remoção de DBO (%) | 74 | 74 |
| Eficiência corrigida para TDH resultante - remoção de DBO (%) | 75 | 75 |
| Contribuição per capita de DBO (g/hab/d) | 54 | 54 |
| Contribuição per capita de DQO (g/hab/d) | 81 | 81 |
| Coeficiente de Produção de lodo (kg SST/kgDQOapl.) | 1,15 | 0,15 |
| Coeficiente de Produção de lodo (kg DQOlodo/kgDQOapl.) | 1,31 | 0,17 |
| Concentração esperada do lodo de descarte (%) | 4,00 | 4,00 |
| Densidade do lodo (kg/m³) | 1.020 | 1.020 |

| ***CALCULO DAS VAZOES DE PROJETO*** | | |
|---|---|---|
| Vazão doméstica mínima (l/s) | 2,24 | 2,28 |
| Vazão doméstica média - sem k1 (l/s) | 4,49 | 4,57 |
| Vazão doméstica média - com k1 (l/s) | 5,38 | 5,48 |
| Vazão doméstica máxima (l/s) | 8,08 | 8,22 |
| Qinfiltração (l/s) | 1,14 | 1,14 |
| Vazão industrial mínima (l/s) | 0,00 | 0,00 |
| Vazão industrial média (l/s) | 0,00 | 0,00 |
| Vazão industrial máxima (l/s) | 0,00 | 0,00 |
| Qmín total (l/s) | 3,39 | 3,42 |
| Qméd total - sem k1 - Qméd (l/s) | 5,63 | 5,71 |
| Qméd diária total - com k1 - Qméd diária (l/s) | 6,53 | 6,62 |
| Qmáx horária total - com k1 e k2 - Qmáx (l/s) | 9,22 | 9,36 |
| Qlodo de retorno do FBP (l/s) | 0,11 | 0,11 |
| Qtotal 1 - sem k1 - incluindo Qlodo - l/s (Qt1) | 5,74 | 5,82 |
| Qtotal 2 - com k1 - incluindo Qlodo - l/s (Qt2) | 6,64 | 6,74 |
| Qtotal 3 - com k1 e k2 - incluindo Qlodo - l/s (Qt3) | 9,33 | 9,48 |
| Qmínima (m³/h) | 12,19 | 12,33 |
| Qmédia 1 - sem k1 (m³/h) | 20,26 | 20,55 |
| Qmédia 2 - com k1 (m³/h) | 23,49 | 23,84 |
| Qmáx (m³/h) | 33,18 | 33,70 |
| Qlodo de retorno do FBP (m³/h) | 0,41 | 0,41 |
| Qtotal 1 - sem k1 - incluindo Qlodo (m³/h) | 20,67 | 20,96 |
| Qtotal 2 - com k1 - incluindo Qlodo (m³/h) | 23,90 | 24,25 |
| Qtotal 3 - com k1 e k2 - incluindo Qlodo (m³/h) | 33,59 | 34,11 |

| ***DIMENSIONAMENTO DO REATOR*** | | |
|---|---|---|
| Volume total (m³) | 176,20 | 178,78 |
| Número de módulos | 3 | 3 |
| Volume de cada módulo (m³) | 58,73 | 59,59 |
| Altura do módulo (m) | 4,70 | 4,70 |
| Área de cada módulo (m²) | 12,50 | 12,68 |
| Largura de cada módulo - comprimento da coifa (m) | 3,20 | 3,20 |
| Largura do fundo de cada reator (m) | 3,20 | 3,20 |
| Larg. Área de influência do tubo de distribuição (m) | 1,50 | 1,50 |
| Número de tubos de distribuição por coifa (un) | 4 | 4 |
| Número equivalente de reatores por módulo | 2 | 2 |
| Largura total do módulo (m) | 6,40 | 6,40 |
| Comprimento (m) | 1,95 | 1,98 |
| Comprimento corrigido do reator (m) | 3,00 | 3,00 |
| Comprimento do fundo de cada reator (m) | 3,00 | 3,00 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**
**DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

| ***DIMENSIONAMENTO DO REATOR*** | Início | Final |
|---|---|---|
| Número de coifas em cada reator (un) | 1 | 1,00 |
| Espaçamento entre coifas - larg. Decantador (m) | 3,00 | 3,00 |
| Número de coifas em cada módulo (un) | 2 | 2,00 |
| Número total de coifas no conjunto de módulos (un) | 6 | 6,00 |
| Área corrigida do módulo (m²) | 19,20 | 19,20 |
| Área corrigida do fundo de cada reator (m²) | 9,60 | 9,60 |
| Volume corrigido de cada reator (m³) | 45,12 | 45,12 |
| Volume corrigido de cada módulo (m³) | 90,24 | 90,24 |
| Volume total de módulos (m³) | 270,72 | 270,72 |
| Folga vol (%) | 53,65 | 51,43 |
| *Verificações hidráulicas no corpo do reator* | | |
| TDH máximo (h) | 22,22 | 21,96 |
| TDH médio 1 - Qméd sem k1 (h) | 13,36 | 13,17 |
| TDH médio 2 - Qméd com k1 (h) | 11,52 | 11,36 |
| TDH mínimo - Qmáx com k1 e k2 (h) | 8,16 | 8,03 |
| TDH 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (h) | 13,10 | 12,92 |
| TDH 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (h) | 11,33 | 11,16 |
| TDH 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FBP (h) | 8,06 | 7,94 |
| Velocidade ascensional mínima (m/h) | 0,21 | 0,21 |
| Velocidade ascensional média (m/h) | 0,35 | 0,36 |
| Velocidade ascensional máxima (m/h) | 0,58 | 0,59 |
| Vel. ascensional 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h) | 0,36 | 0,36 |
| Vel. ascensional 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h) | 0,41 | 0,42 |
| Vel. ascensional 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h) | 0,58 | 0,59 |
| *Densidade de tubos de distribuição de esgotos* | | |
| Área de influência de cada tubo distribuidor (m²) | 2,56 | 2,56 |
| Número resultante de tubos de distribuição, por reator (un) | 3,8 | 3,8 |
| Número ajustado de tubos de distribuição, por reator (un) | 4 | 4 |
| Área influência corrigida (m²) | 2,40 | 2,40 |

| **Determinação das aberturas para o decantador** | | |
|---|---|---|
| Vel. máx. p/Qméd (m/h) | 2,50 | 2,50 |
| Vel. máx. p/Qmáx (m/h) | 4,00 | 4,00 |
| Comprimento do reator (m) | 3,00 | 3,00 |
| Largura total do reator à meia profundidade (m) | 6,40 | 6,40 |
| Largura total do reator junto ao NA (m) | 6,40 | 6,40 |
| Número Decantadores por reator (un) | 1 | 1 |
| Largura de cada modulo de decantação (m) | 3,00 | 3,00 |
| Número de aberturas longitudinais à coifa (junto às paredes maiores) | 2 | 2 |
| Número total de aberturas longitudinais, por reator | 2 | 2 |
| Número de aberturas transversais à coifa (junto às paredes menores) | 2 | 2 |
| Número total de aberturas tranversais, por reator | 2 | 2 |
| Comprimento das aberturas tranversais-equivalente a largura inferior da coifa (junto às paredes menores - m) | 2,30 | 2,30 |
| Trespasse (m) | 0,15 | 0,15 |
| Largura abertura (m) | 0,35 | 0,35 |
| Comprimento de aberturas longitudinais por reator (m) | 6,40 | 6,40 |
| Comprimento de aberturas longitudinais por módulo (m) | 12,80 | 12,80 |
| Comprimento de aberturas transversais por reator (m) | 4,60 | 4,60 |
| Comprimento de aberturas transversais por módulo (m) | 4,60 | 4,60 |
| Área livre (m²) | 6,09 | 6,09 |
| *Verificação das velocidades resultantes nas aberturas* | | |
| Velocidade média nas aberturas (m/h) | 1,29 | 1,30 |
| Velocidade máxima nas aberturas (m/h) | 1,82 | 1,84 |
| Velocidade nas aberturas 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FB (m/h) | 1,13 | 1,15 |
| Velocidade nas aberturas 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FB (m/h) | 1,31 | 1,33 |
| Velocidade nas aberturas 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FB (m/h) | 1,84 | 1,87 |
| *Compartimento de Decantação* | | |
| Taxa de aplicação superficial permitida para Qmáx (m³/m²/d) | 30 | 30 |
| TDH mínimo permitido para Qméd (h) | 1,5 | 1,5 |
| Largura da parte superior da coifa (compartimento de gases) (m) | 0,30 | 0,30 |
| Espessura da parede da coifa (mm) | 5 | 5 |
| Comprimento do reator (m) | 3,00 | 3,00 |
| Largura cada reator à meia profundidade (m) | 3,20 | 3,20 |
| Largura cada reator junto ao NA (m) | 3,20 | 3,20 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**
**DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

| *Compartimento de Decantação* | Início | Final |
|---|---|---|
| Largura de cada compartimento de decantação (m) | 3,00 | 3,00 |
| Número de decantadores por reator | 1 | 1 |
| Número de decantadores por módulo | 2 | 2 |
| Largura de cada decantador - descontada a largura da coifa (m) | 2,69 | 2,69 |
| Largura de cada decantador junto ao NA (m) | 2,69 | 2,69 |
| Largura total de decantadores (m) | 5,38 | 5,38 |
| Área mín=Q/taxa(m²) | 5,40 | 5,48 |
| Volume mín=Q*HRT (m³) | 10,13 | 10,27 |
| Comprimento mínimo do decantador (comprimento da coifa) (m) | 1,00 | 1,02 |
| Comprimento adotado para o decantador (comprimento da coifa) (m) | 3,20 | 3,20 |
| Profundidade da seção retangular - parte superior da coifa (m) | 0,40 | 0,40 |
| Profundidade mínima da seção triangular - parte inferior da coifa (m) | 0,38 | 0,39 |
| Profundidade necessária para a seção triangular visando uma inclinação de 50° (m) | 1,19 | 1,19 |
| Profundidade adotada para a seção triangular (m) | 1,50 | 1,50 |
| Inclinação resultante para a seção triangular da coifa (°) | 56,4 | 56,4 |
| Profundidade total do decantador - coifa (m) | 1,90 | 1,90 |
| *Dimensões finais da coifa do decantador* | | |
| Espessura da parede da coifa (mm) | 5 | 5 |
| Altura da seção retangular - parte superior da coifa (compartimento de gases) | 0,40 | 0,40 |
| Largura da seção retangular - parte superior da coifa (compartimento de gases) | 0,30 | 0,30 |
| Largura total da coifa na sua extremidade inferior (m) | 2,30 | 2,30 |
| Altura da seção triangular - parte inferior da coifa | 1,50 | 1,50 |
| Largura da seção triangular | 1,00 | 1,00 |
| Inclinação da coifa (°) | 56,44 | 56,44 |
| Volume de decantação corrigido/reator (m³) | 19,80 | 19,80 |
| Área de decantação corrigida/reator (m²) | 17,22 | 17,22 |
| Taxa aplicação média (m/d) | 10,92 | 11,08 |
| Taxa de aplicação máxima (m/d) | 15,42 | 15,66 |
| Taxa de aplicação equalizada (m/d) | | |
| Taxa de aplicação média - incluindo lodo de retorno do FBP (m/d) | 11,11 | 11,27 |
| Taxa de aplicação máxima - incluindo lodo de retorno do FBP (m/d) | 15,61 | 15,85 |
| TDH médio corrigido (h) | 2,53 | 2,49 |
| TDH mínimo corrigido (h) | 1,79 | 1,76 |
| TDH equalizado (h) | | |
| TDH médio - incluindo lodo de retorno do FBP (h) | 2,49 | 2,45 |
| TDH mínimo - incluindo lodo de retorno do FBP (h) | 1,77 | 1,74 |
| *Compartimento de Digestão* | | |
| Prof.total decantador (m) | 1,90 | 1,90 |
| Prof. câmara digestão (m) | 2,80 | 2,80 |
| Prof. fundo a 6° (m) | -1,00 | 0,00 |
| Prof. compart. (m) | 2,80 | 2,80 |
| Prof. util reator (m) | 4,70 | 4,70 |
| Vol. compart. (m³) | 50,50 | 47,30 |
| TDH méd. compart (h) | 7,48 | 6,91 |
| TDH mín. compart (h) | 4,57 | 4,21 |
| TDH mínimo no compartimento digestão - incluido lodo de retorno do FBP (h) | 4,51 | 4,16 |

***VAZÕES E CARGAS ORGÂNICAS***

**Carga de DBO (kg/d)**

| | | |
|---|---|---|
| Vazão de lodo de retorno do FBP (m³/d) | 9,73 | 9,86 |
| DBO do lodo de retorno do FBP (mg/l) | 2.789,00 | 2.789,00 |
| Carga lodo de retorno do FBP (kgDBO/d) | 27,13 | 27,51 |
| Carga doméstica (kg/d) | 249,21 | 253,64 |
| Carga industrial (kg/d) | 0,00 | 0,00 |
| ***Carga total afluente: doméstica + industrial (kgDBO/d)*** | ***249,21*** | ***253,64*** |
| ***Carga total afluente: doméstica + industrial + lodo de retorno FBP (kgDBO/d)*** | ***276,34*** | ***281,15*** |
| ***Carga total efluente - com lodo de retorno (kgDBO/d)*** | ***69,08*** | ***70,29*** |
| Carga orgânica volumétrica (kgDBO/m³.d) | 1,02 | 1,04 |
| Carga hidráulica volumétrica (m³/m³/d) | 1,80 | 1,82 |

**Carga de DQO (kg/d)**

| | | |
|---|---|---|
| Carga lodo de retorno do FBP (kg/d) | 40,69 | 41,26 |
| Carga doméstica (kg/d) | 373,82 | 380,46 |
| Carga industrial (kg/d) | 0,00 | 0,00 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**
**DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

| **Carga de DQO (kg/d)** | Início | Final |
|---|---|---|
| ***Carga total afluente: doméstica + industrial (kgDQO/d)*** | ***373,82*** | ***380,46*** |
| ***Carga total afluente: doméstica + industrial + lodo de retorno FBP (kgDQO/d)*** | ***414,50*** | ***421,72*** |
| ***Carga total efluente - com lodo de retorno (kgDQO/d)*** | ***139,24*** | ***141,67*** |
| Carga orgânica volumétrica (kgDQO/m³.d) | 1,53 | 1,56 |
| **Vazões médias contribuintes (m³/d)** | | |
| Vazão do lodo de retorno do FBP (m³/d) | 9,73 | 9,86 |
| Vazão média (doméstica+infiltração) (m³/d) | 486,30 | 493,19 |
| Vazão média industrial (m³/d) | 0,00 | 0,00 |
| ***Vazão média total (m³/d)*** | ***496,02*** | ***503,05*** |
| **Concentrações médias de DBO (mg/l)** | | |
| **Afluente** | | |
| DBO méd doméstica (mg/l) | 512,46 | 514,29 |
| DBO méd industrial (mg/l) | 0,00 | 0,00 |
| DBO méd doméstica + industrial (mg/l) | 512,46 | 514,29 |
| DBO méd total (doméstica + industrial + lodo retorno) (mg/l) | 557,10 | 558,89 |
| **Efluente** | | |
| DBO média: doméstica + industrial (mg/l) | ***128*** | ***129*** |
| DBO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l) | ***139*** | ***140*** |
| **Concentrações médias de DQO (mg/l)** | | |
| **Afluente** | | |
| DQO méd doméstica (mg/l) | 768,70 | 771,43 |
| DQO méd industrial (mg/l) | 0,00 | 0,00 |
| **DQO média: doméstica + industrial (mg/l)** | **768,70** | **771,43** |
| **DQO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)** | **835,65** | **838,33** |
| **Efluente** | | |
| DBO média: doméstica + industrial (mg/l) | ***269*** | ***270*** |
| DBO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l) | ***292*** | ***293*** |
| ***PRODUÇÃO DE GASES*** | | |
| K(t) = (P*K)/(R*(273+t)) | 2,64 | 2,64 |
| So: DQO doméstica + industrial (mg/l) | 768,70 | 771,43 |
| So: DQO doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l) | 835,65 | 838,33 |
| S: DQO doméstica + industrial (mg/l) | 269,04 | 270,00 |
| S: DQO doméstica + industrial + lodo retorno) (mg/l) | 292,48 | 293,42 |
| DQOch4=Qméd.((So-S)-Yobs x So) - sem lodo de retorno | 182,64 | 185,88 |
| DQOch4=Qméd.((So-S)-Yobs x So) - com lodo de retorno | 198,55 | 202,00 |
| Qch4=DQOch4 x K(t) - sem lodo de retorno (m³/d) | 69,08 | 70,31 |
| Qch4=DQOch4 x K(t) - com lodo de retorno (m³/d) | 75,10 | 76,41 |
| Taxa teórica resultante - sem lodo de retorno (m³CH4/kgDQOrem.) | 0,28 | 0,28 |
| Taxa teórica resultante - com lodo de retorno (m³CH4/kgDQOrem.) | 0,28 | 0,28 |
| Produção esperada de CH4 - sem lodo de retorno (60% produção teórica) | 41,45 | 42,19 |
| Produção esperada de CH4 - com lodo de retorno (60% produção teórica) | 45,06 | 45,84 |
| Percentagem esperada de metano no biogás (%) | 0,70 | 0,70 |
| Produção esperada de biogás - sem lodo de retorno (m³/d) | 59,21 | 60,27 |
| Produção esperada de biogás - com lodo de retorno (m³/d) | 64,37 | 65,49 |
| **Produção de biogás por módulo - sem retorno de lodo (m³/d)** | 19,74 | 20,09 |
| **Produção de biogás por módulo - com retorno de lodo (m³/d)** | 21,46 | 21,83 |
| **Produção de biogás por reator - sem retorno de lodo (m³/d)** | 9,87 | 10,04 |
| **Produção de biogás por reator - com retorno de lodo (m³/d)** | 10,73 | 10,92 |
| **Tubulações para a coleta do biogás (em cada reator)** | | |
| Diâmetro mínimo das tubulações de gás (mm) | 50 | 50 |
| Velocidade máxima das tubulações de gás (m/s) | 3,50 | 3,50 |
| Decliv. mín. p/ drenagem do condensado (%) | 1,00 | 1,00 |
| Vazão de biogás - sem retorno de lodo (l/s) | 0,11 | 0,12 |
| Vazão de biogás - com retorno de lodo (l/s) | 0,12 | 0,13 |
| Área necessária (m²) | 0,0000 | 0,0000 |
| Diâmetro mínimo necessário (mm) | 7 | 7 |
| Diâmetro tubulação biogás adotado (mm) | 50 | 50 |
| Velocidade resultante - sem retorno de lodo (mm) | 0,06 | 0,06 |
| Velocidade resultante - com retorno de lodo (mm) | 0,06 | 0,06 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**
**DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

| ***SEPARADOR DE GASES*** | Início | Final |
|---|---|---|
| Taxa Liber. ($m^3/m^2/h$) | 1 | 1 |
| Espessura da parede da coifa (mm) | 5 | 5 |
| Largura mínima da coifa (m) | 0,30 | 0,30 |
| Comprimento de cada coifa (m) | 3,20 | 3,20 |
| Área mínima de cada coifa ($m^2$) | 0,96 | 0,96 |
| Número de coifas por módulo (un) | 1 | 1 |
| Número de coifas por reator (un) | 2 | 2 |
| Área total p/ liberação de biogás ($m^2$) | 1,92 | 1,92 |
| Taxa de liberação resultante - sem retorno de lodo ($m^3/m^2.h$) | 0,43 | 0,44 |
| Taxa de liberação resultante - com retorno de lodo ($m^3/m^2.h$) | 0,47 | 0,47 |

| ***PRODUÇÃO DE LODO ANAERÓBIO*** | | |
|---|---|---|
| Coeficiente de Produção de lodo (kg SST/kgDQOapl.) | 0,15 | 0,15 |
| Densidade do lodo ($kg/m^3$) | 1020 | 1020 |
| Concentração esperada do lodo de descarte (%) | 4,00 | 4,00 |
| Produção média total de SST nos reatores (KgSST/d) | 62,18 | 63,26 |
| Vol. méd. ($m^3$SST/d) | 1,52 | 1,55 |

**RESUMO GERAL - Reatores UASB**

| **DADOS GERAIS DO SISTEMA** | | |
|---|---|---|
| População atendida - hab (P) | 4.615 | 4.697 |
| Qméd total - sem k1 - Qméd (l/s) | 5,63 | 5,71 |
| Qméd diária total - com k1 - Qméd diária (l/s) | 6,53 | 6,62 |
| Qmáx horária total - com k1 e k2 - Qmáx (l/s) | 9,22 | 9,36 |
| Qtotal 1 - sem k1 - incluindo Qlodo - l/s (Qt1) | 5,74 | 5,82 |
| Qtotal 2 - com k1 - incluindo Qlodo - l/s (Qt2) | 6,64 | 6,74 |
| Qtotal 3 - com k1 e k2 - incluindo Qlodo - l/s (Qt3) | 9,33 | 9,48 |

| **CRITERIOS E PARAMETROS DE PROJETO** | | |
|---|---|---|
| Tempo de detenção hidráulica adotado p/ Qméd com k1 - h (TDH) | 7,50 | 7,50 |
| Temperatura do esgoto - °C (T) | 22 | 22 |
| Coeficiente Produção de lodo - kgSST/kgDQOapl (Y) | 0,15 | 0,15 |
| Coeficiente Produção de lodo - kgDQOlodo/kgDQOapl (Yobs) | 0,17 | 0,17 |
| Concentração do lodo de descarte - % ($C_{lodo}$) | 4 | 4 |
| Densidade do lodo de descarte - kgSST/$m^3$ (D) | 1.020 | 1.020 |
| Veloc. máxima nas aberturas para decantador - p/Qméd - m/h (Vab-méd) | 2,50 | 2,50 |
| Veloc. máxima nas aberturas para decantador - p/Qmáx - m/h (Vab-máx) | 4,00 | 4,00 |

| **DIMENSIONAMENTO DO REATOR** | | |
|---|---|---|
| Volume do reator - $m^3$ (Vt=Qméd diária x TDH) | 176,2 | 178,8 |
| Número de reatores - adotado (Nr) | 3,00 | 3,00 |
| Volume de cada reator - $m^3$ (Vr=Vt/Nr) | 59 | 60 |
| Altura do reator - adotado - m (Hr) | 4,70 | 4,70 |
| Área de cada reator - $m^2$ (Ar=Vr/Hr) | 12,50 | 12,68 |
| Número de reatores em cada módulo (Nm) | 2 | 2 |
| Largura de cada reator (comprimento da coifa) - m (Lm) | 3,20 | 3,20 |
| Largura total do módulo - m (Lr) | 6,40 | 6,40 |
| Comprimento do módulo - m (C) | 1,95 | 1,98 |
| Comprimento corrigido do módulo - m (Cr) | 3,00 | 3,00 |
| Área corrigida de cada reator - $m^2$ (Amc=Lm x Cr) | 9,60 | 9,60 |
| Área corrigida de cada módulo - $m^2$ (Arc=Lr x Cr) | 19,20 | 19,20 |
| Área total corrigida - $m^2$ (Atc=Arc x N) | 57,60 | 57,60 |
| Volume corrigido de cada módulo - $m^3$ (Vrc=Arc x Hr) | 90,24 | 90,24 |
| Volume total corrigido - $m^3$ (Vtc=Vrc x Nr) | 270,72 | 270,72 |

| **Verificação dos tempos de detenção hidráulica no reator** | | |
|---|---|---|
| TDH médio 1 - Qméd sem k1 (h) | 13,36 | 13,17 |
| TDH médio 2 - Qméd com k1 (h) | 11,52 | 11,36 |
| TDH mínimo - Qmáx com k1 e k2 (h) | 8,16 | 8,03 |
| TDH 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (h) | 13,10 | 12,92 |
| TDH 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (h) | 11,33 | 11,16 |
| TDH 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FBP (h) | 8,06 | 7,94 |

| **Verificação das velocidades ascensionais no reator** | | |
|---|---|---|
| Velocidade ascensional mínima (m/h) | 0,21 | 0,21 |
| Velocidade ascensional média (m/h) | 0,35 | 0,36 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**
**DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

| **Verificação das velocidades ascensionais no reator** | Início | Final |
|---|---|---|
| Velocidade ascensional máxima (m/h) | 0,58 | 0,59 |
| Vel. ascensional 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h) | 0,36 | 0,36 |
| Vel. ascensional 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h) | 0,41 | 0,42 |
| Vel. ascensional 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h) | 0,58 | 0,59 |

| **Determinação do número de tubos de distribuição** | | |
|---|---|---|
| Área de influência máxima por distribuidor - m² (Ad) | 2,56 | 2,56 |
| Número de distribuidores por reator (Ndm=Amc/Ad) | 3,75 | 3,75 |
| Número corrigido de distribuidores por reator - adotado para simetria de distrib. (Ndcm) | 4 | 4 |
| Número corrigido de distribuidores por módulo (Ndr=Ndcm x Nm) | 8 | 8 |
| Número total de distribuidores (Ndt=Ndr x Nr) | 24 | 24 |
| Área de influência corrigida - m² (Adc) | 2,40 | 2,40 |

| **Separador trifásico** | | |
|---|---|---|
| Número de decantadores/coifas por reator (Ndec) | 1 | 1 |
| Número de aberturas longitudinais simples por reator (Nals) | 2 | 2 |
| Número de aberturas longitudinais duplas por reator (Nald=Ndec-1) | 0 | 0 |
| Número equivalente aberturas longitudinais simples (Neqals = Nals + Nald x 2) | 2 | 2 |
| Comprimento de cada decantador/coifa - m (Cdec=Lm) | 3,20 | 3,20 |
| Comprimento de cada abertura transversal - equivalente a largura inferior da coifa - m (Cat) | 2,30 | 2,30 |
| Comprimento equivalente de aberturas longitudinais simples - m (Ceqals=Cdec x Neqals) | 6,40 | 6,40 |
| Comprimento total de aberturas transversais por reator - m (Ctat=Cat x Ntat) | 4,60 | 4,60 |
| Comprimento total de aberturas simples por reator - m (Ctas=Ceqals + Ctat) | 11,00 | 11,00 |
| Área mínima das aberturas simples - m² (Aas=Qméd/Vab) | 1,57 | 1,59 |
| Largura mínima das aberturas simples - m (Las=Aas/Ceas) | 0,14 | 0,14 |
| Largura corrigida das aberturas simples - m (Lcas) | 0,35 | 0,35 |
| Largura corrigida das aberturas duplas - m (Lcad) | 0,70 | 0,70 |
| Área corrigida das aberturas simples transversais e longitudinais - m² (Atcas=Las x Ctas) | 3,85 | 3,85 |

| | | |
|---|---|---|
| Veloc. méd. aberturas para decantador - m/h ((Vab-méd=(Qméd/(Nr x Nm)/Atcas)) | 1,29 | 1,30 |
| Veloc. máx. aberturas para decantador - m/h ((Vab-máx=(Qmáx/(Nr x Nm)/Atcas)) | 1,82 | 1,84 |
| Veloc. méd. com lodo retorno nas aberturas para decantador - m/h ((Vab-eq=(Qt1/(Nr x Nm)/Atcas)) | 1,13 | 1,15 |
| Veloc. máx. com lodo retorno nas aberturas para decantador - m/h ((Vab-tot=(Qt3/(Nr x Nm)/Atcas)) | 1,84 | 1,87 |

| | | |
|---|---|---|
| Largura superior da coifa - adotado - m (Lsc) | 0,30 | 0,30 |
| Espessura parede da coifa - aço/fibra/pp - mm (Esc) | 5,00 | 5,00 |
| Largura de cada módulo de decantação - m (Ldec) | 3,00 | 3,00 |
| Largura útil de cada decantador - m (Ludec=Ldec - Lsc - 2xEsc) | 2,69 | 2,69 |
| Comp. equiv. decantador/coifa por reator - m (Ceqdec=Cdec x Ndec) | 3,20 | 3,20 |
| Profund.seção retangular decantador - m (Hrdec) | 0,40 | 0,40 |
| Profund.seção triangular decantador - m (Htdec) | 1,50 | 1,50 |
| Profund. Total do decantador - m (Hdec=Htdec + Hrdec) | 1,90 | 1,90 |
| Inclinação parede do decantador - graus | 56,44 | 56,44 |
| Volume de decantação - por reator - m³ (Vdec) | 9,90 | 9,90 |
| Área superficial de decantação - por reator - m² (Adec=Ceqdec x Ludec) | 8,61 | 8,61 |
| TAS méd. no decantador - m³/m².d (TASméd=Qméd/Adec) | 10,92 | 11,08 |
| TAS máx. no decantador - m³/m².d (TASmáx=Qmáx/Adec) | 15,42 | 15,66 |
| TAS méd. no decantador, com lodo de retorno - m³/m³.d (TASeq=Qt1/Adec) | 11,11 | 11,27 |
| TAS máx. no decantador, com lodo de retorno - m³/m².d (TASt-Qt3/Adec) | 15,61 | 15,85 |
| TDH méd. no decantador - h (TDHdec-méd=Vdec/Qméd) | 2,53 | 2,49 |
| TDH mín.no decantador - h (TDHdec-mín=Vdec/Qmáx) | 1,79 | 1,76 |
| TDH méd. no decantador, com lodo de retorno - h (TDHdec-eq=Vdec/Qt1) | 2,49 | 2,45 |
| TDH mín. no decatandor, com lodo de retorno - h (TDHdec-t/Vdec/Qt3) | 1,77 | 1,74 |

**VERIFICAÇÃO DE CARGAS ORGÂNICAS E CONCENTRAÇÕES**
**DQO**
**Afluente**

| | | |
|---|---|---|
| Carga total afluente: doméstica + industrial (kgDQO/d) | 373,82 | 380,46 |
| Carga total afluente: doméstica + industrial + lodo de retorno FBP (kgDQO/d) | 414,50 | 421,72 |
| DQO média: doméstica + industrial (mg/l) | 768,70 | 771,43 |
| DQO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l) | 835,65 | 838,33 |

**Efluente**

| | | |
|---|---|---|
| Carga total efluente - com lodo de retorno (kgDQO/d) | 139,24 | 141,67 |
| DBO média: doméstica + industrial (mg/l) | 269,04 | 270,00 |
| DBO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l) | 292,48 | 293,42 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**
**DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

**DBO**

| **Afluente** | Início | Final |
|---|---|---|
| Carga total afluente: doméstica + industrial (kgDBO/d) | 249,21 | 253,64 |
| Carga total afluente: doméstica + industrial + lodo de retorno FBP (kgDBO/d) | 276,34 | 281,15 |
| DBO méd doméstica + industrial (mg/l) | 512,46 | 514,29 |
| DBO méd total (doméstica + industrial + lodo retorno) (mg/l) | 557,10 | 558,89 |
| **Efluente** | | |
| Carga total efluente - com lodo de retorno (kgDBO/d) | 69,08 | 70,29 |
| DBO média: doméstica + industrial (mg/l) | 128,12 | 128,57 |
| DBO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l) | 139,28 | 139,72 |

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE GASES**

| | | |
|---|---|---|
| Pressão atmosférica - atm (Patm) | 1 | 1 |
| DQO de um mol de CH4 - gDQO/mol (K) | 64 | 64 |
| Constante dos gases - atm.L/mol.K (R) | 0,08206 | 0,08206 |
| Temperatura operacional do reato - °C (T) | 22 | 22 |
| Fator de correção de temperatura - kgDQO/m³ (Kt=(P x K)/Rx(273+T)) | 2,64 | 2,64 |
| DQO convertida em biomassa - kgDQOlodo/d (DQOlodo=Yobsx Lodqo) | 23,82 | 23,89 |
| So: DQO doméstica + industrial (mg/l) | 768,70 | 771,43 |
| So: DQO doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l) | 835,65 | 838,33 |
| S: DQO doméstica + industrial (mg/l) | 269,04 | 270,00 |
| S: DQO doméstica + industrial + lodo retorno) (mg/l) | 292,48 | 293,42 |
| DQOch4=Qméd.((So-S)-Yobs x So) - sem lodo de retorno | 182,64 | 185,88 |
| DQOch4=Qméd.((So-S)-Yobs x So) - com lodo de retorno | 198,55 | 202,00 |
| Qch4=DQOch4 x K(t) - sem lodo de retorno (m³/d) | 69,08 | 70,31 |
| Qch4=DQOch4 x K(t) - com lodo de retorno (m³/d) | 75,10 | 76,41 |
| Produção esperada de CH4 - sem lodo de retorno (60% produção teórica) | 41,45 | 42,19 |
| Produção esperada de CH4 - com lodo de retorno (60% produção teórica) | 45,06 | 45,84 |
| Percentagem esperada de metano no biogás (%) | 0,70 | 0,70 |
| Produção esperada de biogás - sem lodo de retorno (m³/d) | 59,21 | 60,27 |
| Produção esperada de biogás - com lodo de retorno (m³/d) | 64,37 | 65,49 |
| Produção de biogás por módulo - sem retorno de lodo (m³/d) | 19,74 | 20,09 |
| Produção de biogás por módulo - com retorno de lodo (m³/d) | 21,46 | 21,83 |
| Produção de biogás por reator - sem retorno de lodo (m³/d) | 9,87 | 10,04 |
| Produção de biogás por reator - com retorno de lodo (m³/d) | 10,73 | 10,92 |
| Diâmetro tubulação biogás adotado (mm) | 50 | 50 |
| Velocidade resultante - sem retorno de lodo (mm) | 0,06 | 0,06 |
| Velocidade resultante - com retorno de lodo (mm) | 0,06 | 0,06 |

**SEPARADOR DE GASES**

| | | |
|---|---|---|
| Espessura da parede da coifa (mm) | 5 | 5 |
| Largura mínima da coifa (m) | 0,30 | 0,30 |
| Comprimento de cada coifa (m) | 3,20 | 3,20 |
| Área mínima de cada coifa (m²) | 0,96 | 0,96 |
| Número de coifas por módulo (un) | 1 | 1 |
| Número de coifas por reator (un) | 2 | 2 |
| Área total p/ liberação de biogás (m²) | 1,92 | 1,92 |
| Taxa de liberação resultante - sem retorno de lodo (m³/m².h) | 0,43 | 0,44 |
| Taxa de liberação resultante - com retorno de lodo (m³/m².h) | 0,47 | 0,47 |
| **PRODUÇÃO DE LODO ANAERÓBIO** | | |
| Coeficiente de Produção de lodo (kg SST/kgDQOapl.) | 0,15 | 0,15 |
| Densidade do lodo (kg/m³) | 1020 | 1020 |
| Concentração esperada do lodo de descarte (%) | 4,00 | 4,00 |
| Produção média total de SST nos reatores (KgSST/d) | 62,18 | 63,26 |
| Vol. méd. (m³SST/d) | 1,52 | 1,55 |

## DIMENSIONAMENTO DO PÓS-TRATAMENTO (FILTROS BIOLÓGICOS)

**Remoção de DBO e Carga Orgânica no reator UASB**

| | | |
|---|---|---|
| Eficiência de remoção esperada | 75,00 | 75,00 |
| Carga de DBO afluente - esgoto bruto afluente ao UASB (kg/d) | 276,34 | 281,15 |
| DBO afluente (mg/l) | 557,10 | 558,89 |
| Carga de DBO efluente (kg/d) | 69,08 | 70,29 |
| DBO efluente (mg/l) | 139,28 | 139,72 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**
**DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

**Dimensionamento dos Filtros Biológicos**

| **Critérios e parâmetros adotados - Filtro de Alta Taxa (pós reator UASB)** | | Final |
|---|---|---|
| Profundidade (2,0 a 3,0 m) | 2,20 | 2,20 |
| Taxa de aplicação superficial (para Qmáxima diária) - 18 a 22 m³/m².d | 22 | 22 |
| Concent $DBO_5$ afluente (mg/L) | 139 | 140 |
| Concent. Desejada $DBO_5$ no efluente (mg/L) | 60 | 60 |
| Taxa de recirculação do efluente (percentagem da vazão afluente) | 0 | 0 |

**Determinação das dimensões do filtro**

| | | |
|---|---|---|
| Determinação da área superficial do filtro (m²) | 26,07 | 26,45 |
| Número de reatores UASB | 3 | 3 |
| Número de filtros laterais (un) | 6 | 6 |
| Área superficial de cada filtro (m²) | 4,35 | 4,41 |
| Percentual de Acréscimo de área superficial em função dos vazios para inspeção e amostragem de lodo (%) | 0,00 | 0,00 |
| Área superficial majorada em função dos vazios para inspeção e amostragem de lodo (m²) | 4,35 | 4,41 |
| Comprimento do reator UASB (m) | 3,20 | 3,20 |
| Número de compartimentos do reator UASB | 2,00 | 2,00 |
| Espessura da parede divisória do compartimento de digestão do reator UASB (m) | 0,00 | 0,00 |
| Número de paredes divisórias do compartimento de digestão do reator UASB | 0 | 0 |
| Comprimento total do reator UASB (m) | 6,40 | 6,40 |
| Largura do FBP (m) | 0,68 | 0,69 |
| Largura corrigida do FBP (m) | 1,20 | 1,20 |
| Área superficial útil corrigida de cada filtro, excluindo os vazios para inspeção e amostragem de lodo (m²) | 7,68 | 7,68 |

**Resumo**

| | | |
|---|---|---|
| Profundidade do filtro (m) | 2,20 | 2,20 |
| Largura de cada FBP (m) | 1,20 | 1,20 |
| Comprimento de cada FBP (m) | 6,40 | 6,40 |
| Área corrigida de cada filtro (m²) | 7,68 | 7,68 |
| Volume de cada filtro (m³) | 16,90 | 16,90 |

**Verificação das cargas aplicadas**

| | | |
|---|---|---|
| Carga hidráulica verificada - p/ Qméd sem k1e com lodo de retorno (m³/m².d) (verificar: 15 a 18 m³/m².d) | 10,76 | 10,92 |
| Carga hidráulica verificada - p/ Qméd com k1 e lodo de retorno (m³/m².d) (verificar: 18 a 22 m³/m².d) | 12,45 | 12,63 |
| Carga hidráulica verificada - p/ Qmáx com k1e k2 e lodo de retorno (m³/m².d) (verificar: 25 a 30 m³/m².d) | 17,49 | 17,77 |
| Carga hidráulica verificada - p/ Qméd com k1 + lodo de retorno + recirculação do efluente(m³/m².d) | 17,49 | 17,77 |
| Cargas orgânicas recomendadas (kgDBO/m³.d) | **0,50 a 1,00** | |
| Carga orgânica (kgDBO/m³.d) | 0,68 | 0,69 |
| Carga orgânica com recirculação do efluente (kgDBO/m³.d) | | |
| Tempo detenção equivalente - p/ Qméd sem k1 e com lodo de retorno (h) | 1,64 | 1,61 |
| Tempo detenção equivalente - p/ Qméd com k1e lodo de retorno (h) | 1,41 | 1,39 |
| Tempo detenção equivalente - p/ Qméd com k1e k2 e lodo de retorno (h) | 1,01 | 0,99 |
| Tempo de detenção equivalente - p/Qméd com k1 + lodo de retorno + recirculação do efluente (h) | | |

**Dimensionamento do Decantador Secundário (com placas paralelas)**

| | | |
|---|---|---|
| Altura da abertura entre o fundo do FB e o topo da bandela coletroa (passagem de ar para ventilação do FB) (m) | 0,18 | 0,18 |
| Altura da bandeja que coleta o efluente do FB e envia para o decantador (m) | 0,09 | 0,09 |
| Inclinação da bandeja que coleta o efluente do FB e envia para o decantador (%) | 9,29 | 9,29 |
| Altura da lâmina de água acima do compartimento com placas (m) | 0,20 | 0,20 |
| Inclinação das placas paralelas no decantador - com a horizontal (o) | 60,0 | 60,0 |
| Altura do compartimento de decantação com placas paralelas (m) | 0,50 | 0,50 |
| Projeção horizontal de cada placa paralela do compartimento de decantação (m) | 0,29 | 0,29 |
| Espaçamento entre placas paralelas (cm) | 4,00 | 4,00 |
| Número de placas paralelas (un) | 16 | 16 |
| Largura do compartimento de decantação com placas paralelas - parte inferior inclusive abertura para descida do lodo (m) | 0,78 | 0,78 |
| Largura do compartimento de decantação com placas paralelas - parte superior, inclusive abertura para lodo (m) | 1,07 | 1,07 |
| Largura da abertura para passagen do lodo proveniente do FB (m) | 0,10 | 0,10 |
| Largura do compartimento de decantação abaixo do compartimento com placas (m) | 0,78 | 0,78 |
| Altura do compartimento de decantação abaixo do compartimento com placas (m) | 0,30 | 0,30 |
| Inclinação da parte inclinada do compartimento de decantação (o) | 50 | 50 |
| Altura do poço de lodo no compartimento de decantação - parte inclinada (m) | 0,75 | 0,75 |
| Altura do poço de lodo no compartimento de decantação - parte reta (m) | 0,15 | 0,15 |
| Altura total do compartimento de decantação, inclusive abertura de ar para ventilação do FB (m) | 2,17 | 2,17 |
| Comprimento total de cada decantador (m) | 6,40 | 6,40 |
| Largura de cada decantador em sua parte superior (acima das placas) (m) | 0,97 | 0,97 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**
**DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES**
**São Bento Abade - 1ª Etapa**

| **Área e volume do decantador de cada decantador** | Início | Final |
|---|---|---|
| Área superficial de cada decantador, em sua parte superior (acima das placas) (m²) | 6,20 | 6,20 |
| Volume do compartimento vertical superior (acima das placas) (m³) | 1,24 | 1,24 |
| Volume do compartimento de placas paralelas (m³) | 2,96 | 2,96 |
| Volume do compartimento vertical inferior (abaixo das placas) (m³) | 1,31 | 1,31 |
| Volume de cada decantador (incluindo apenas os compartimentos de parede vertical e o compartimento de placas (m³) | 5,50 | 5,50 |

| **Verificação das cargas aplicadas no decantador** | | |
|---|---|---|
| Tempo detenção equivalente - p/ Qméd sem k1 e com lodo de retorno (h) | 0,53 | 0,53 |
| Tempo detenção equivalente - p/ Qméd com k1e lodo de retorno (h) | 0,46 | 0,45 |
| Tempo detenção equivalente - p/ Qméd com k1e k2 e lodo de retorno (h) | 0,33 | 0,32 |
| Tempo de detenção equivalente - p/ Qméd com k1 + lodo de retorno + recirculação do efluente (h) | | |
| Carga hidráulica verificada - p/ Qméd sem k1e com lodo de retorno (m³/m².d) (verificar: 15 a 18 m³/m².d) | 13,33 | 13,52 |
| Carga hidráulica verificada - p/ Qméd com k1 e lodo de retorno (m³/m².d) (verificar: 18 a 22 m³/m².d) | 15,42 | 15,65 |
| Carga hidráulica verificada - p/ Qmáx com k1e k2 e lodo de retorno (m³/m².d) (verificar: 25 a 30 m³/m².d) | 21,67 | 22,01 |
| Carga hidráulica verificada - p/ Qméd com k1+ lodo de retorno + recirculação do efluente (m³/m².d) | | |

| **Verificação das taxas aplicadas na canaleta de saída** | | |
|---|---|---|
| Comprimento do decantador, acima do compartimento de placas (m) | 6,40 | 6,40 |
| Largura da canaleta externa de coleta do efluente (m) | 0,10 | 0,10 |
| Taxa de escoamento na canaleta de coleta do efluente - p/ Qméd sem k1 e com lodo de retorno (l/s.m) | 0,45 | 0,45 |
| Taxa de escoamento na canaleta de coleta do efluente - p/ Qméd com k1 e com lodo de retorno (l/s.m) | 0,52 | 0,53 |
| Taxa de escoamento na canaleta de coleta do efluente - p/ Qmáx com k1 e k2 e lodo de retorno (l/s.m) | 0,73 | 0,74 |

## PRODUÇÃO DE LODO NO SISTEMA

**Avaliação da produção de lodo no sistema (retornado para o reator UASB a partir do Decantador Secundário)**

Produção de lodo no FBP

| | | |
|---|---|---|
| Plodo-fbp = Yfbp x Qméd-t x (So-fbp - Se-fbp) - (kgSST/d) | 29,49 | 30,08 |
| Volume total de lodo aeróbio (retornado para o reator uasb) (m³/d) | 2,89 | 2,95 |
| Vlodo = [Plodo-fbp / (d-lodo x C-lodo)] / 86,4 (l/s) | 0,03 | 0,03 |
| Percentual de sólidos voláteis no lodo aeróbio (retornado para o reator uasb) (%) | 75,00 | 75,00 |
| Produção de lodo volátil aeróbio (retornado para o reator uasb) | | |
| Plodo-vol = Plodo x SSV/SST (kgSSV/d) | 22,12 | 22,56 |

| **Lodo para desaguamento (anaeróbio + aeróbio digerido no reator UASB)** | | |
|---|---|---|
| Produção de lodo nos reatores UASB (kgSST/d) | 62,18 | 63,26 |
| Lodo aeróbio produzido no FBP e enviado para digestão no reator UASB (kgSST/d) | 29,49 | 30,08 |
| Lodo aeróbio volátil produzido no FBP e enviado para digestão no reator UASB (kgSSV/d) | 22,12 | 22,56 |
| Percentual de redução de sólidos voláteis no reator UASB (%) | 40 | 40 |
| Redução de sólidos voláteis, após digestão anaeróbia no reator UASB (kgSSV/d)<br>Dssv = Plodo-fbp-vol x (fssv/100) | 8,85 | 9,02 |
| Produção total de lodo a ser enviada para desaguamento (kgSST/d)<br>Plodo-t = Plodo-uasb + Plodo-fbp - Dssv | 82,82 | 84,31 |
| Volume total de lodo a ser enviado para desaguametno (m³/d)<br>Ciclo de secagem (d) | 2,03<br>15 | 2,07<br>15 |
| Volume de lodo descartado em cada batelada (m³/ciclo de secagem) | 30,45 | 31,00 |
| Altura da lâmina de lodo no leito (m) | 0,35 | 0,35 |
| Área de leito de secagem necessária (m²) | 87,00 | 88,56 |
| Área per capita de leito de secagem resultante (m²/hab) | 0,02 | 0,02 |
| Carga de sólidos resultante (kgSST/m²) | 14,28 | 14,28 |
| Teor de sólidos após secagem no leito (%) | 30,00 | 30,00 |
| Peso específico do lodo seco (kg/m³) | 1.100 | 1.100 |
| Volume de lodo seco a ser disposto na estufa (m³) | 3,76 | 3,83 |

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS**
**PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**
**SÃO BENTO ABADE - 1ª Etapa**

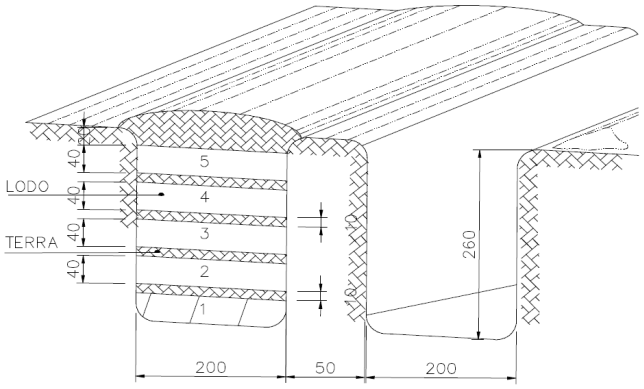
| Ano | População atendida | Material Gradeado | | Areia | | Lodo desidratado | | Material a ser Aterrado | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | l/d | $m^3$/ano | l/d | $m^3$/ano | l/d | $m^3$/ano | l/d | $m^3$/ano | Acumulado ($m^3$/ano) |
| 2014 | 4.372 | 29,648 | 10,821 | 23,406 | 8,543 | 152 | 56 | 205 | 75 | 75 |
| 2.015 | 4.409 | 29,766 | 10,865 | 23,499 | 8,577 | 153 | 56 | 207 | 75 | 150 |
| 2.016 | 4.443 | 29,874 | 10,904 | 23,585 | 8,609 | 155 | 56 | 208 | 76 | 226 |
| 2.017 | 4.473 | 29,970 | 10,939 | 23,661 | 8,636 | 156 | 57 | 209 | 76 | 303 |
| 2.018 | 4.500 | 30,056 | 10,971 | 23,729 | 8,661 | 157 | 57 | 210 | 77 | 379 |
| 2.019 | 4.524 | 30,133 | 10,999 | 23,789 | 8,683 | 157 | 57 | 211 | 77 | 457 |
| 2.020 | 4.547 | 30,206 | 11,025 | 23,847 | 8,704 | 158 | 58 | 212 | 77 | 534 |
| 2.021 | 4.566 | 30,267 | 11,047 | 23,895 | 8,722 | 159 | 58 | 213 | 78 | 612 |
| 2.021 | 4.584 | 30,325 | 11,068 | 23,940 | 8,738 | 159 | 58 | 214 | 78 | 690 |
| 2.023 | 4.600 | 30,376 | 11,087 | 23,981 | 8,753 | 160 | 58 | 214 | 78 | 768 |
| 2.024 | 4.615 | 30,423 | 11,105 | 24,019 | 8,767 | 161 | 59 | 215 | 78 | 847 |
| 2.025 | 4.628 | 30,465 | 11,120 | 24,051 | 8,779 | 161 | 59 | 216 | 79 | 925 |
| 2.026 | 4.639 | 30,500 | 11,133 | 24,079 | 8,789 | 161 | 59 | 216 | 79 | 1.004 |
| 2.027 | 4.649 | 30,532 | 11,144 | 24,104 | 8,798 | 162 | 59 | 216 | 79 | 1.083 |
| 2.028 | 4.659 | 30,564 | 11,156 | 24,129 | 8,807 | 162 | 59 | 217 | 79 | 1.162 |
| 2.029 | 4.667 | 30,589 | 11,165 | 24,150 | 8,815 | 162 | 59 | 217 | 79 | 1.241 |
| 2.030 | 4.674 | 30,612 | 11,173 | 24,167 | 8,821 | 163 | 59 | 217 | 79 | 1.321 |
| 2.031 | 4.681 | 30,634 | 11,181 | 24,185 | 8,827 | 163 | 59 | 218 | 79 | 1.400 |
| 2.032 | 4.687 | 30,653 | 11,188 | 24,200 | 8,833 | 163 | 60 | 218 | 80 | 1.480 |
| 2.033 | 4.692 | 30,669 | 11,194 | 24,213 | 8,838 | 163 | 60 | 218 | 80 | 1.559 |
| 2.034 | 4.697 | 30,685 | 11,200 | 24,225 | 8,842 | 163 | 60 | 218 | 80 | 1.639 |
| *TOTAL* | ------ | *636,9* | *232,49* | *502,85* | *183,54* | *3.351* | *1.223* | *4.491* | *1.639* | ------ |

## 1 Dimensionamento do Aterro de Resíduos Gerados na ETE

| | | |
|---|---|---|
| Material a ser aterrado em 2034 (acumulado) | 1.639 | $m^3$ |
| Profundidade da vala: | 2,60 | m |
| Largura da vala (b): | 2,0 | m |
| Altura de cada camada de resíduos | 0,40 | m |
| Altura de cada camada de terra | 0,10 | m |
| Altura da última camada de terra | 0,20 | m |
| Área requerida total do aterro (At): | 1231,8 | $m^2$ |

1.1 O layout da vala de resíduo é apresentado a seguir:

VALAS PARA A DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA ETE



**1. Vazão de projeto (L/s):**

| Ano | mínima | média | máxima |
|---|---|---|---|
| 2014 | 3,3 | 5,4 | 8,8 |
| 2024 | 3,4 | 5,6 | 9,2 |
| 2034 | 3,4 | 5,7 | 9,4 |

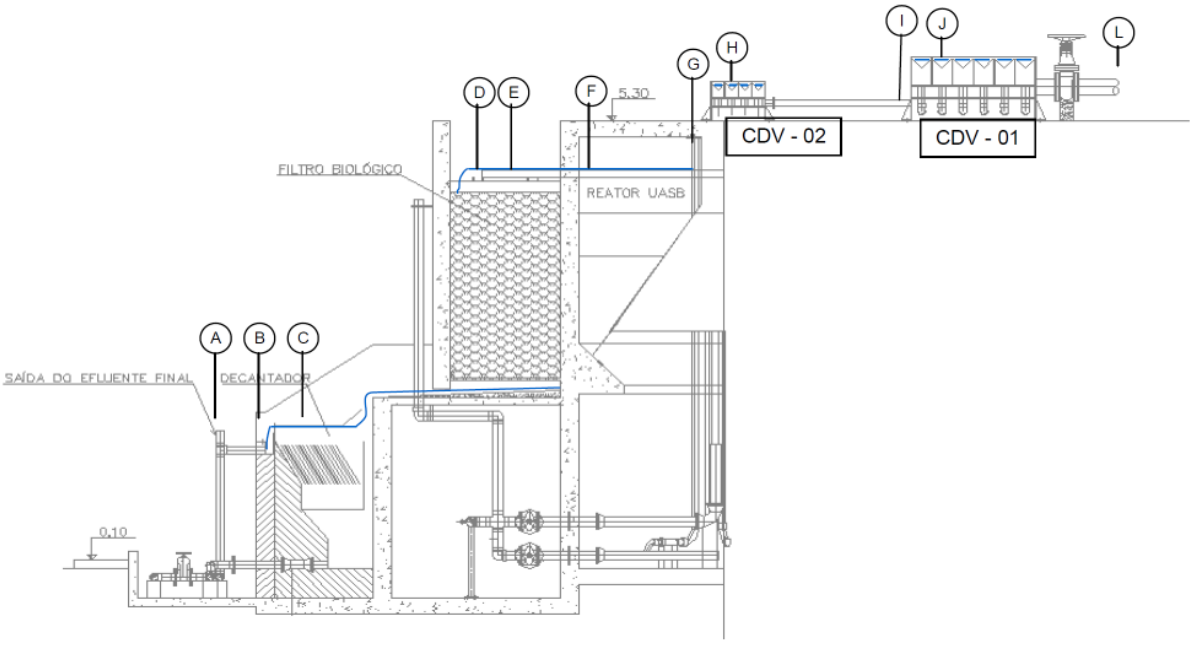
**2. Número de módulos:**

| Ano | | |
|---|---|---|
| | 2024 | 3 |
| | 2034 | 3 |

**3. Vazão máxima (L/s), por módulo de reator/filtro/decantador:**

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 3,0726 |
| 2034 | 3,1205 |

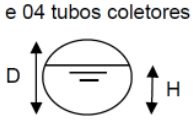
**4. Perfil hidráulico no módulo Reator UASB/Filtro Biológico/Decantador:**




***Trecho A - B***

Altura da lâmina d'água na canaleta será calculada considerando que tubo de saída interligado a esta funcione como um vertedor circular. Cada módulo possui 04 canaletas e 04 tubos coletores do efluente final DN 85 mm.

$$Q = 1{,}518 . D^{0{,}693} . H^{1{,}807} \Leftrightarrow H = \left( \frac{Q}{1{,}518 . D^{0{,}693}} \right)^{\frac{1}{1{,}807}}$$




Vazão por tubo (L/s)

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 0,7682 |
| 2034 | 0,7801 |

Altura da lâmina d'água a montante do tubo de coleta (m):

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 0,0386 |
| 2034 | 0,0389 |

Cota no fundo da calha: 1,36 m Considerando o nível do terreno como referência = 0,00 m

NA dentro da calha - B (m)

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 1,3986 |
| 2034 | 1,3989 |

***Trecho B - C***

Calha coletora do efluente dos decantadores, cada módulo contém 04 calhas coletoras com 16 vertedores triangulares.

Cota da soleira do vertedor: 1,69 m Considerando o nível do terreno como referência = 0,00 m



detalhe do vertedor

Altura da lâmina d'água calculado a partir da fórmula de Thompson (m): $H = (\frac{Q}{1,4})^{2/5}$

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 0,0164 |
| 2034 | 0,0165 |

NA dentro no decantador secundário - C (m)

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 1,7064 |
| 2034 | 1,7065 |

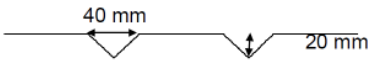
***Trecho C - D***

As taxas de aplicação superficial no FBP apresentam-se satisfatórias sendo que o efluente percola, por gravidade, aos decantadores secundários, portanto, não há de se considerar perdas de carga significativas de forma a afogar o meio suporte do filtro.

***Trecho D - E***

Canaleta de distribuição do esgoto ao filtro.

Cota no fundo da canaleta: 4,7 m Considerando o nível do terreno como referência = 0,00 m
Cota da soleira do vertedor: 4,75 m
Canaleta de distribuição do efluente aos filtros, cada módulo contém 04 calhas coletoras com 32 vertedores triangulares.



detalhe do vertedor

Altura da lâmina d'água calculado a partir da fórmula de Thompson (m): $H = (\frac{Q}{1,4})^{2/5}$

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 0,0124 |
| 2034 | 0,0125 |

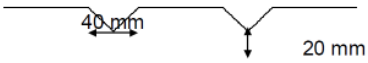
NA dentro da canaleta (m)

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 4,7624 |
| 2034 | 4,7625 |

A transição da canaleta de coleta do efluente do reator UASB (Canaleta 2.2) para a canaleta afluente ao filtro biológico percolador (Canaleta 1) se da por gravidade.

***Trecho E - F***

Coleta do efluente do reator UASB pelas Canaletas 2.1 e 2.2. Cada módulo contém 02 calhas coletoras com 32 vertedores triangulares.




detalhe do vertedor

Cota da soleira do vertedor: 4,81 m

Altura da lâmina d'água no interior da zona de sedimentação do reator UASB será calculado a partir da fórmula de Thompson (m):

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 0,0164 |
| 2034 | 0,0165 |

NA no interior da zona de sedimentação do reator UASB - F

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 4,8264 |
| 2034 | 4,8265 |

***Trecho F - G***

Perda de carga na tubulação de distribuição do reator UASB e caixa de distribuição de vazão CDV - 02.

Equação utilizada, perda contínua - Hazen-Williams $J = 10{,}643 \cdot Q^{1.85} \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87}$

Perda de carga localizada $h_f = \Sigma k \cdot \frac{V^2}{2.g}$

Características da tubulação de distribuição:

Número de tubos distribuidores por módulo = 8,00
Extensão: 7,50 m
Diâmetro: 75 mm interno = 66,40 mm
Material: polipropileno C = 140

Peças especiais:

| | k | n |
|---|---|---|
| Entrada normal = | 0,50 | 1,00 |
| Curva de 90º = | 0,40 | 2,00 |
| Saída de canalização= | 1,00 | 1,00 |
| Σk | 2,300 | |

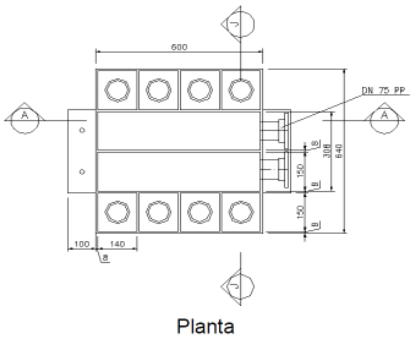
| Ano | Hf contínua | Hf localizada | Hf total |
|---|---|---|---|
| 2024 | 0,0022 | 0,0014 | 0,0037 |
| 2034 | 0,0023 | 0,0015 | 0,0038 |

NA a jusante do vertedor da caixa de distribuição:

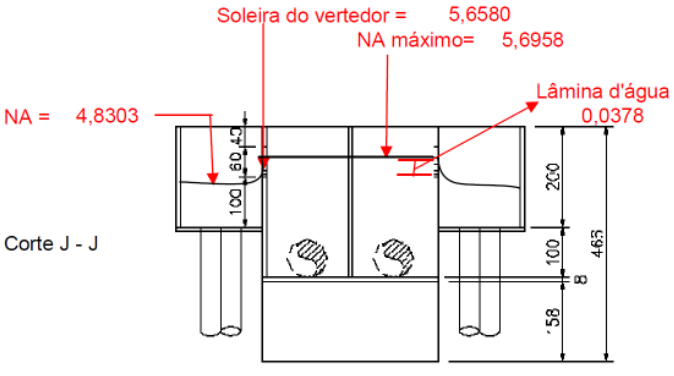
| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 4,8300 |
| 2034 | 4,8303 |

***Trecho G - H***

Caixa de distribuição CDV - 2




Planta




Corte J - J

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**PERFIL HIDRÁULICO - ETE**
**SÃO BENTO ABADE - 1ª Etapa**

Cota da soleira do vertedor: 5,66 m Considerando o nível do terreno como referência = 0,00 m

Altura da lâmina d'água calculado a partir da fórmula de Thompson (m): $H = (\frac{Q}{1,4})^{\frac{2}{5}}$

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 0,0376 |
| 2034 | 0,0378 |

NA dentro da caixa de distribuição CDV - 2 - H

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 5,6956 |
| 2034 | 5,6958 |

***Trecho H - I***

Interligação entre CDV - 2 e CDV - 1

Perda de carga na tubulação de interligação CDV - 1 a CDV - 2

Equação utilizada, perda contínua - Hazen-Williams $J = 10,643 . Q^{1,85} . C^{-1,85} . D^{-4,87}$

Perda de carga localizada $h_f = \Sigma k . \frac{V^2}{2.g}$

Características da tubulação de distribuição:

Número de tubos distribuidores por módulo = 2
Extensão: 19,50 m
Diâmetro: 75 mm interno = 66,40 mm
Material: polipropileno C = 140

Peças especiais:

| | k | n |
|---|---|---|
| Registro = | 2,50 | 1,00 |
| Entrada normal = | 0,50 | 1,00 |
| Curva de 90º = | 0,40 | 3,00 |
| Saída de canalização= | 1,00 | 1,00 |
| Σk | 5,200 | |

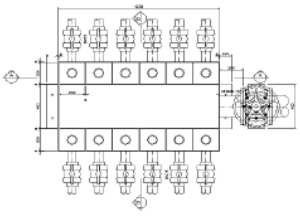
| Ano | Hf contínua | Hf localizada | Hf total |
|---|---|---|---|
| 2024 | 0,0755 | 0,0522 | 0,1277 |
| 2034 | 0,0777 | 0,0539 | 0,1315 |

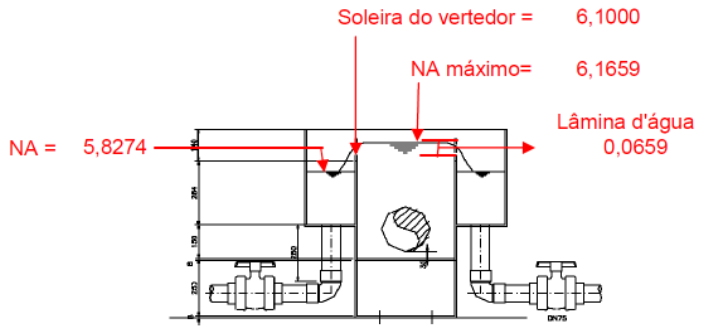
NA a jusante do vertedor da caixa de distribuição CDV -01:

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 5,8233 |
| 2034 | 5,8274 |

***Trecho I - J***

Caixa de distribuição CDV - 1






Desenho ilustrativo (número de distribuição em função do número de módulos. 2 Interligações por módulo

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**
**PERFIL HIDRÁULICO - ETE**
**SÃO BENTO ABADE - 1ª Etapa**

Cota da soleira do vertedor: 6,10 m Considerando o nível do terreno como referência = 0,00 m

Altura da lâmina d'água calculado a partir da fórmula de Thompson: $H = (\frac{Q}{1,4})^{\frac{2}{5}}$

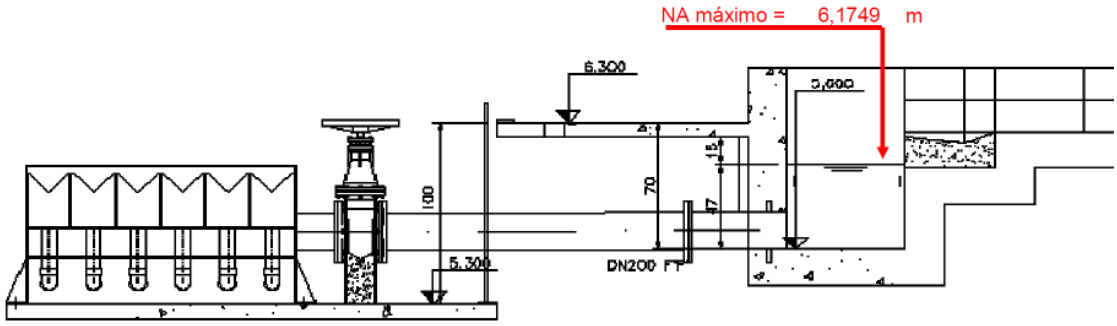
| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 0,0655 |
| 2034 | 0,0659 |

NA dentro da caixa de distribuição CDV - 1 - J

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 6,1655 |
| 2034 | 6,1659 |

***Trecho J - L***

Interligação do tratamento preliminar a CDV - 1




Equação utilizada, perda contínua - Hazen-Williams $J = 10,643 . Q^{1,85} . C^{-1,85} . D^{-4,87}$

Perda de carga localizada $h_f = \Sigma k . \frac{V^2}{2.g}$

Características da tubulação de distribuição:

Extensão: 2,50 m
Diâmetro: 200 mm interno = 200,00 mm
Material: FoFo C = 140

Peças especiais:

| | k | n |
|---|---|---|
| Registro de gaveta = | 0,20 | 1,00 |
| Entrada normal = | 0,50 | 1,00 |
| Saída de canalização= | 1,00 | 1,00 |
| Σk | 1,700 | |

| Ano | Hf contínua | Hf localizada | Hf total |
|---|---|---|---|
| 2024 | 0,0012 | 0,0075 | 0,0087 |
| 2034 | 0,0013 | 0,0077 | 0,0090 |

NA máximo na saída do tratamento prelimiar (cota da soleira do vertedor de extravasão):

| Ano | máxima |
|---|---|
| 2024 | 6,1742 |
| 2034 | 6,1749 |

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE BIOGÁS
SÃO BENTO ABADE - 1ª Etapa

## 1 Estimativas de vazões

Estimativa da Produção de Metano e Biogás

| Ano | População Atendida (hab) | Vazões Totais (l/s) | | | Produção Média de Metano (m³/dia) | Produção Média de Biogás (m³/dia) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mínima | Média | Máxima | | |
| 2014 | 4.372 | 3,27 | 5,39 | 8,79 | 45,06 | 64,37 |
| 2015 | 4.409 | 3,28 | 5,43 | 8,86 | 45,10 | 64,43 |
| 2016 | 4.443 | 3,30 | 5,46 | 8,92 | 45,14 | 64,48 |
| 2017 | 4.473 | 3,32 | 5,49 | 8,97 | 45,18 | 64,54 |
| 2018 | 4.500 | 3,33 | 5,52 | 9,02 | 45,22 | 64,60 |
| 2019 | 4.524 | 3,34 | 5,54 | 9,06 | 45,26 | 64,65 |
| 2020 | 4.547 | 3,35 | 5,56 | 9,10 | 45,30 | 64,71 |
| 2021 | 4.566 | 3,36 | 5,58 | 9,13 | 45,33 | 64,76 |
| 2022 | 4.584 | 3,37 | 5,60 | 9,16 | 45,37 | 64,82 |
| 2023 | 4.600 | 3,38 | 5,61 | 9,19 | 45,41 | 64,88 |
| 2024 | 4.615 | 3,39 | 5,63 | 9,22 | 45,45 | 64,93 |
| 2025 | 4.628 | 3,39 | 5,64 | 9,24 | 45,49 | 64,99 |
| 2026 | 4.639 | 3,40 | 5,65 | 9,26 | 45,53 | 65,04 |
| 2027 | 4.649 | 3,40 | 5,66 | 9,28 | 45,57 | 65,10 |
| 2028 | 4.659 | 3,41 | 5,67 | 9,29 | 45,61 | 65,16 |
| 2029 | 4.667 | 3,41 | 5,68 | 9,31 | 45,65 | 65,21 |
| 2030 | 4.674 | 3,41 | 5,69 | 9,32 | 45,69 | 65,27 |
| 2031 | 4.681 | 3,42 | 5,69 | 9,33 | 45,73 | 65,32 |
| 2032 | 4.687 | 3,42 | 5,70 | 9,34 | 45,77 | 65,38 |
| 2033 | 4.692 | 3,42 | 5,70 | 9,35 | 45,81 | 65,44 |
| 2034 | 4.697 | 3,42 | 5,71 | 9,36 | 45,84 | 65,49 |

Vazões do gás produzido nos reatores UASB:

| | | |
|---|---|---|
| $Q_{média}$ | (ano 2034) | 65,49 m³/dia |
| $Q_{média}$ por reator | (ano 2034) | 32,75 m³/dia |
| Número de módulos por reator | | 3 módulo(s) |
| $Q_{média}$ por módulo | (ano 2034) | 0,45 m³/h.módulo |
| $Q_{média}$ por módulo | (ano 2034) | 0,000126 m³/s.módulo |

**Vazão por coifas em cada módulo**

$$Q_{CM} = 0{,}000126 \frac{m^3}{s.módulo} \times \frac{1}{1} CM^{-1} = 0{,}00013 \frac{m^3}{s.CM}$$

**Parâmetros para estimar a perda de carga**

Formula de Pole :

$$Q = 0{,}0021 \left( \frac{\Delta H_w . D^5}{S_g . L} \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta H_w}{L} = \left( \frac{Q}{0{,}0021} \right)^2 . \left( \frac{S_g}{D^5} \right)$$

onde : Q = vazão (m³/h)
$\Delta H_w$ = perda de carga (mm $H_20$)
D = diâmetro da tubulação (mm)
$S_g$ = Peso relativo do gás (em relação ao ar)
L = Comprimento da tubulação (m)

Determinação do $S_g$ do gás:

$\gamma\ CH_4$ = 0,7168 kg/m³ 1 atm e 0º C
$\gamma\ CO_2$ = 1,9768 kg/m³ 1 atm e 0º C
$\gamma$ ar = 1,293 kg/m³ 1 atm e 0º C

$$Sg\ CH_4 = \frac{0{,}7168}{1{,}293} = 0{,}55437$$

$$Sg\ CO_2 = \frac{1{,}9768}{1{,}293} = 1{,}52885$$

Sendo o biogás 70% $CH_4$ e 30% $CO_2$:

$S_{g\text{ - biogás}}$ = (0,70 x 0,55437) + (0,30 x 1,52885)
$S_{g\text{ - biogás}}$ = 0,8467

## 2 Dimensionamento das tubulações

### 2.1 Trecho A - B

$A_{A-B} = 0{,}00013 \frac{m^3}{s} \times \frac{1\ s}{3{,}50\ m} = 0{,}00004\ m^2$

Adotou-se 2 polegadas - Schedule 40

$\frac{\Delta H_w}{L} = \left(\frac{0{,}45}{0{,}0021}\right)^2 \times \left(\frac{0{,}84671}{50{,}80}\right)^5$

$L = 5{,}20\ m$

$\Delta H_w = 0{,}0001\ m/m \times 5{,}20\ m = 0{,}00\ mm\ H_2O$

### 2.2 Trecho B - Queimador

$A_{B-C} = 0{,}00025 \frac{m^3}{s} \times \frac{1\ s}{3{,}50\ m} = 0{,}00007\ m^2$

Adotou-se 2 polegadas - Schedule 40

$\frac{\Delta H_w}{L} = \left(\frac{0{,}91}{0{,}0021}\right)^2 \times \left(\frac{0{,}84671}{50{,}80}\right)^5$

$L = 6{,}00\ m$

$\Delta H_w = 0{,}0005\ m/m \times 6{,}00\ m = 0{,}00\ mm\ H_2O$

### 2.3 Trecho C - D

$A_{C-D} = 0{,}00051 \frac{m^3}{s} \times \frac{1\ s}{3{,}50\ m} = 0{,}00014\ m^2$

Adotou-se 2 polegadas - Schedule 40

$\frac{\Delta H_w}{L} = \left(\frac{1{,}82}{0{,}0021}\right) \times \left(\frac{0{,}84671}{50{,}80}\right)$

$L = 32{,}00\ m$

$\Delta H_w = 0{,}0019\ m/m \times 32{,}00\ m = 0{,}06\ mm\ H_2O$

### 2.15 Perda de Carga Total

Maior trecho:
A - Queimador
$\Delta H_{w-TOT} = 0{,}06\ mm\ H_2O$

## Dimensionamento dos leitos de secagem

| | | |
|---|---|---|
| Lodo produzido: | 84.31 | kgSST/d |
| Concentração de sólidos no lodo: | 4 | % |
| Volume diário de lodo: | 2.07 | m³/d |
| Frequência de descarte: | 15 | dias |
| Volume por descarte: | 31.0 | m³ |
| Altura da camada de lodo | 0.35 | m |
| Área necessária: | 88.6 | m² |
| **Número de leitos de secagem** | **8** | |
| Área de cada leito de secagem: | 11.1 | m² |
| **Dimensões adotadas para cada leito** | **4,0 x 5,0** | **m²** |
| Área resultante | 160 | m² |
| Taxa de aplicação de sólidos no leito | 7.9 | kg/m² |

## Disposição final de resíduos sólidos

Uma estimativa da produção média de resíduos sólidos na estação de tratamento de esgotos, ao longo dos anos, foi apresentada em tabelas anteriores.
A disposição final dos resíduos produzidos será em valas de aterro, a serem implantadas na área da ETE.

| | | |
|---|---|---|
| Período de operação do aterro: | 20 | anos |
| Altura das valas: | 2.6 | m |
| Largura das valas: | 2 | m |
| Espaçamento entre valas: | 0.5 | m |
| Volume por metro linear de vala: | | |
| . altura da camada de sólidos: | 0.4 | m |
| . altura da camada de aterro: | 0.1 | m |
| . número de camadas por vala: | 5 | camadas |
| . volume efetivo de sólidos por metro linear de vala: | 2.4 | m³/m |
| Área para aterro de resíduos: | | |
| Volume de areia e material gradeado (acumulado 20 anos): | 416.03 | m³ |
| . comprimento de vala: | 173.35 | m |
| . área efetiva em 20 anos: | 346.69 | m² |
| Volume de lodo desidratado (acumulado 20 anos): | 1,223 | m³ |
| . comprimento de vala: | 510 | m |
| . área efetiva em 20 anos: | 1,019 | m² |
| Área total efetiva em 20 anos: | 1,366 | m² |
| **Área total com espaçamento de 0,50 m** | **2,222** | **m²** |

↳ *Emissário*

**Situação 1 – Tubulação recebendo o efluente tratado a partir dos módulos de tratamento.**

| SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SÃO BENTO ABADE<br>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS<br>EMISSÁRIO (SITUAÇÃO 1) | Contribuições em marcha l/(s.km) | |
|---|---|---|
| | Rede exist. | Rede proj. |
| | - | 8,4403 |

| TRECHO | | RUA | PAVIM. | EXTENSÃO (m) | | | VAZÃO (l/s) | | | | COTA DO TERRENO | | COTA COLETOR | | PROF. COLETOR (m) | | PROF. PV JUSANTE | DEGRAU (m) | DECLIV. (%) | DIÂM (mm) | MATERIAL | Y/D (%) | VEL. FINAL (m/s) | VEL. CRÍTICA (m/s) | σε (Pa) | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mont. | Jus. | | | Exist. | Trecho | Acum. | Conc. | Mont. | Marcha | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | | | | | | | | | | |
| PV-008 | PV-009 | ÁREA DA ETE | CI | | 10,80 | 10,80 | 2,69 | 2,69 | 0,09 | 2,78 | 927,10 | 927,10 | 926,45 | 926,32 | 0,65 | 0,78 | 0,78 | 0,00 | 1,20 | 150 | PVC | 27,69 | 0,70 | 2,91 | 2,88 | Recebe o efl. tratado |
| EX.TPL | PV-009 | ÁREA DA ETE | CI | | 5,30 | 16,10 | 5,83 | 5,83 | 0,04 | 5,87 | 927,10 | 927,10 | 926,40 | 926,32 | 0,70 | 0,78 | 0,78 | 0,00 | 1,51 | 150 | PVC | 38,59 | 0,93 | 3,32 | 4,72 | Recebe o efl. tratado |
| PV-009 | PV-010 | ÁREA DA ETE | CI | | 1,70 | 17,80 | 2,69 | 11,35 | 0,01 | 11,36 | 927,10 | 927,10 | 926,32 | 926,30 | 0,78 | 0,80 | 0,80 | 0,00 | 1,18 | 150 | PVC | 61,02 | 1,01 | 3,85 | 4,96 | Recebe dos reatores |
| PV-010 | PV-011 | ÁREA DA ETE | CI | | 10,80 | 28,60 | 2,69 | 14,05 | 0,09 | 14,14 | 927,10 | 927,10 | 926,30 | 926,10 | 0,80 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,85 | 150 | PVC | 60,79 | 1,26 | 3,85 | 7,75 | Recebe dos reatores |
| PV-011 | PV-012 | ÁREA DA ETE | CI | | 1,25 | 29,85 | 2,69 | 16,83 | 0,01 | 16,84 | 927,10 | 927,10 | 926,10 | 925,90 | 1,00 | 1,20 | 1,20 | 0,00 | 16,00 | 150 | PVC | 36,04 | 2,94 | 3,24 | 47,51 | Recebe dos reatores |
| PV-012 | PV-013 | ÁREA DA ETE | CI | | 22,00 | 51,85 | | 16,84 | 0,19 | 17,03 | 927,10 | 927,10 | 925,90 | 925,35 | 1,20 | 1,75 | 1,75 | 0,00 | 2,50 | 150 | PVC | 62,20 | 1,47 | 3,87 | 10,60 | |
| PV-013 | PV-015 | ÁREA DA ETE | TE | | 32,85 | 84,70 | | 17,03 | 0,28 | 17,30 | 927,10 | 925,73 | 925,35 | 924,73 | 1,75 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,89 | 150 | PVC | 69,16 | 1,33 | 3,95 | 8,36 | |
| PS-014 | PV-015 | ÁREA DA ETE | CI | | 12,05 | 96,75 | | 0,00 | 0,10 | 0,10 | 926,10 | 925,73 | 925,40 | 924,73 | 0,70 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 5,56 | 200 | PVC | 9,55 | 0,98 | 2,07 | 6,76 | |
| PV-015 | ALA | ÁREA DA ETE | TE | | 23,15 | 119,90 | | 17,41 | 0,20 | 17,60 | 925,73 | 924,60 | 924,73 | 924,60 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,56 | 200 | PVC | 62,78 | 0,85 | 4,48 | 3,18 | |

**Situação 1 – Tubulação recebendo o efluente a partir do extravasor da elevatória final.**

| SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SÃO BENTO ABADE<br>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO<br>EMISSÁRIO (SITUAÇÃO 2) | Contribuições em marcha l/(s.km) | |
|---|---|---|
| | Rede exist. | Rede proj. |
| | - | 8,4403 |

| TRECHO | | RUA | PAVIM. | EXTENSÃO (m) | | | VAZÃO (l/s) | | | | COTA DO TERRENO | | COTA COLETOR | | PROF. COLETOR (m) | | PROF. PV JUSANTE | DEGRAU (m) | DECLIV. (%) | DIÂM (mm) | MATERIAL | Y/D (%) | VEL. FINAL (m/s) | VEL. CRÍTICA (m/s) | σε (Pa) | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mont. | Jus. | | | Exist. | Trecho | Acum. | Conc. | Mont. | Marcha | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | Mont. | Jus. | | | | | | | | | | |
| PV-008 | PV-009 | ÁREA DA ETE | CI | | 10,80 | 10,80 | | 0,00 | 0,09 | 0,09 | 927,10 | 927,10 | 926,45 | 926,32 | 0,65 | 0,78 | 0,78 | 0,00 | 1,20 | 150 | PVC | 20,30 | 0,58 | 2,54 | 2,20 | |
| EX.TPL | PV-009 | ÁREA DA ETE | CI | | 5,30 | 16,10 | | 0,00 | 0,04 | 0,04 | 927,10 | 927,10 | 926,40 | 926,32 | 0,70 | 0,78 | 0,78 | 0,00 | 1,51 | 150 | PVC | 19,17 | 0,63 | 2,48 | 2,63 | |
| PV-009 | PV-010 | ÁREA DA ETE | CI | | 1,70 | 17,80 | | 0,14 | 0,01 | 0,15 | 927,10 | 927,10 | 926,32 | 926,30 | 0,78 | 0,80 | 0,80 | 0,00 | 1,18 | 150 | PVC | 20,38 | 0,58 | 2,55 | 2,17 | |
| PV-010 | PV-011 | ÁREA DA ETE | CI | | 10,80 | 28,60 | | 0,15 | 0,09 | 0,24 | 927,10 | 927,10 | 926,30 | 926,10 | 0,80 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,85 | 150 | PVC | 18,23 | 0,68 | 2,42 | 3,08 | |
| PV-011 | PV-012 | ÁREA DA ETE | CI | | 1,25 | 29,85 | | 0,24 | 0,01 | 0,25 | 927,10 | 927,10 | 926,10 | 925,90 | 1,00 | 1,20 | 1,20 | 0,00 | 16,00 | 150 | PVC | 10,73 | 1,47 | 1,90 | 16,30 | |
| PV-012 | PV-013 | ÁREA DA ETE | CI | | 22,00 | 51,85 | | 0,25 | 0,19 | 0,44 | 927,10 | 927,10 | 925,90 | 925,35 | 1,20 | 1,75 | 1,75 | 0,00 | 2,50 | 150 | PVC | 16,92 | 0,76 | 2,34 | 3,89 | |
| PV-013 | PV-015 | ÁREA DA ETE | TE | | 32,85 | 84,70 | | 0,44 | 0,28 | 0,71 | 927,10 | 925,73 | 925,35 | 924,73 | 1,75 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,89 | 150 | PVC | 18,13 | 0,69 | 2,42 | 3,13 | |
| PS-014 | PV-015 | ÁREA DA ETE | CI | | 12,05 | 96,75 | 17,90 | 17,90 | 0,10 | 18,00 | 926,10 | 925,73 | 925,40 | 924,73 | 0,70 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 5,56 | 200 | PVC | 32,91 | 2,00 | 3,61 | 20,49 | Extravasor da elevatória |
| PV-015 | ALA | ÁREA DA ETE | TE | | 23,15 | 119,90 | | 18,72 | 0,20 | 18,91 | 925,73 | 924,60 | 924,73 | 924,60 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,56 | 200 | PVC | 65,88 | 0,86 | 4,52 | 3,25 | |

## BIBLIOGRAFIA

ANDREOLI, C., VON SPERLING, M., FERNANDES, F. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 6 - Lodos de esgotos: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001.

AZEVEDO NETO, J. M. Manual de hidráulica - 8ª Edição. São Paulo: Editora Blucher, 1998.

CHERNICHARO, C.. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 5 - Reatores anaeróbios. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2007.

CONAMA, Resolução n° 357/05. Conselho Nacional do M eio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente, 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades @ [Internet]. Atualizado em fevereiro de 2011; acessado em fevereiro de 2012. Disponível na URL: http://www.ibge.gov.br/

NORMATIVA, Deliberação CERH/COPAM n° 01. Conselho E stadual de Política Ambiental, 2008.

TSUTIYA, M. T., ALEM SOBRINHO, P., Coleta e transporte de esgoto sanitário - 1ª Edição. São Paulo: Departameto de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

VIÇOSA, U.F. Atlas das águas [Internet]. Acessado em Julho de 2012. Disponível na URL: http://www.atlasdasaguas.ufv.br

VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol.1 - Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 7 - Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2007.

## ANEXOS

- ✓ DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS

**DESCRIÇÃO TOPOGRÁFICA DA ÁREA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO ABADE - MG.**

**PROPRIETÁRIO PRESUMIDO:** João Valério de Deus

**ENDEREÇO:** Rua Sem Nome, S/N

**ÁREA:** 5.420,00 m² (Cinco Mil Quatrocentos e Vinte Metros Quadrados).

**CLASSIFICAÇÃO DO TERRENO:** URBANO

**UTILIZAÇÃO DO TERRENO:** PLENO DOMÍNIO

**DATUM SAD-69 / MERIDIANO CENTRAL - 45ºW**

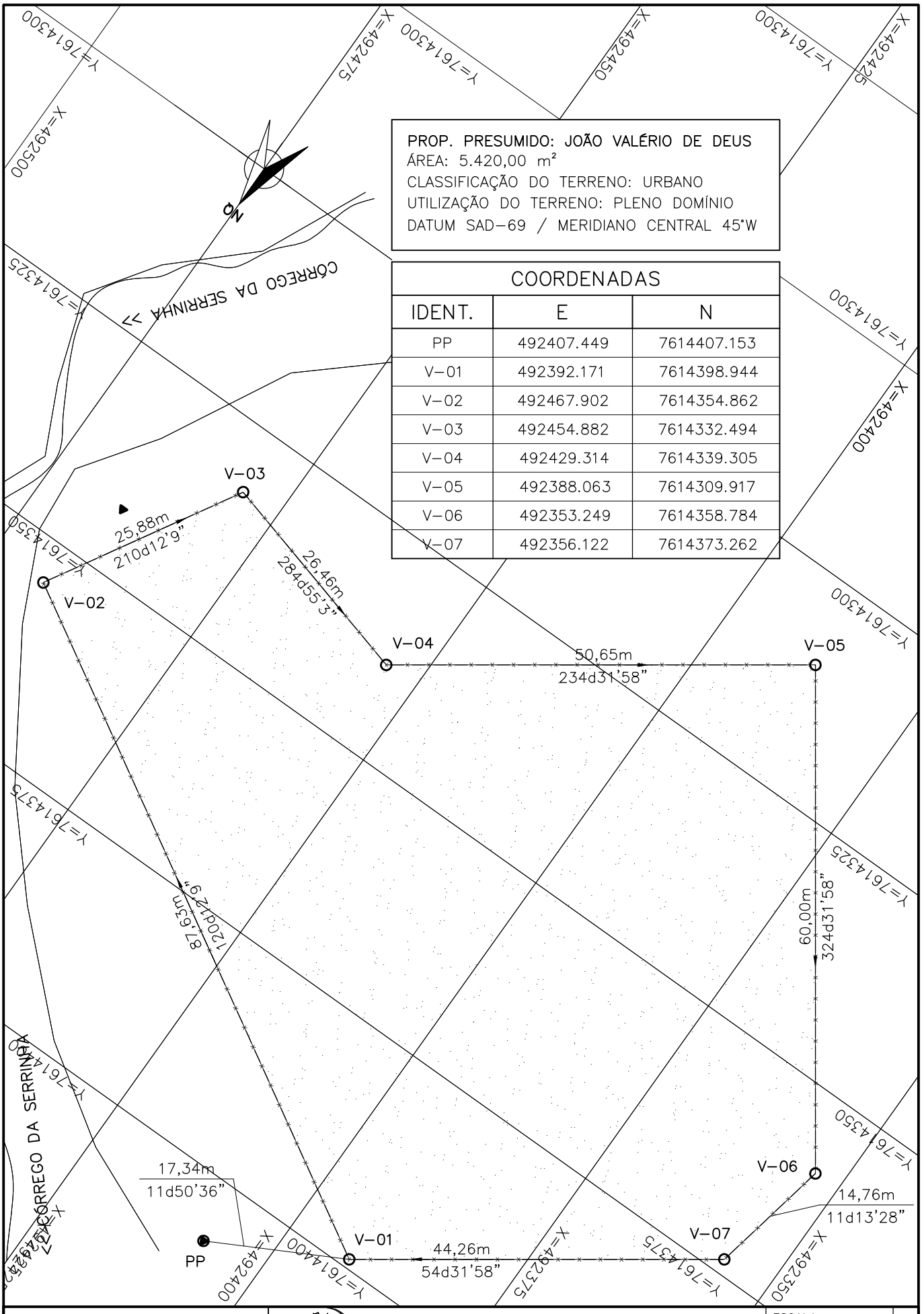
**MATERIALIZAÇÃO DO PONTO DE PARTIDA, TRANSPORTE DAS AMARRAÇÕES E DESCRIÇÃO DAS DIVISAS.**

O ponto de partida (PP), foi materializado no vértice no marco topográfico implantado próximo da área da ETE com coordenadas N: 7614407.153 e E: 492407.449. Deste com o azimute de 11d50'36" e distância de 17,34 m, tem-se o V-01 (vértice – um), com coordenadas N: 7614398.944 e E: 492392.171. Deste com o azimute de 120d12'9" e distância de 87,63m, tem-se o V-02 (vértice – dois), com coordenadas N: 7614354.862 e E: 492467.902. Deste, com o azimute de 210d12'9" e distância de 25,88m, tem-se o V-03 (vértice – três), com coordenadas N: 7614332.494 e E: 492454.882. Deste, com o azimute de 284d55'3" e distância de 26,46m, tem-se o V-04 (vértice – quatro), com coordenadas N: 7614339.305 e E: 492429.314. Deste, com o azimute de 234d31'58" e distância de 50,65m, tem-se o V-05 (vértice – cinco), com coordenadas N: 7614309.917 e E: 492388.063. Deste, com o azimute de 324d31'58" e distância de 60,00m, tem-se o V-06 (vértice – seis), com coordenadas N: 7614358.784 e E: 492353.249. Deste, com o azimute de 11d13'28" e distância de 14,76m, tem-se o V-07 (vértice – sete), com coordenadas N: 7614373.262 e E: 492356.122. Deste, com o azimute de 54d31'58" e distância de 44,26m, tem-se o V-01 (vértice – um), onde teve início e termina esta descrição.

Nova Lima, 24 de maio de 2013.

_____

**Cláudio von Sperling**
**CREA 11.845/D**
**ESSE Engenharia e Consultoria Ltda.**




| COORDENADAS | | |
|---|---|---|
| IDENT. | E | N |
| PP | 492407.449 | 7614407.153 |
| V-01 | 492392.171 | 7614398.944 |
| V-02 | 492467.902 | 7614354.862 |
| V-03 | 492454.882 | 7614332.494 |
| V-04 | 492429.314 | 7614339.305 |
| V-05 | 492388.063 | 7614309.917 |
| V-06 | 492353.249 | 7614358.784 |
| V-07 | 492356.122 | 7614373.262 |

ESSE Engenharia e Consultoria

FUNASA

MINISTÉRIO DA SAÚDE – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

SÃO BENTO ABADE – MG – SEDE

ESCALA : 1:600

RT Cláudio von Sperling crea nº 11.845/D

VISTO:

PROJ.: LCSC APROV.: ARS APROV.:

DES.: SCSV DATA: MAIO/2013 DATA:

# SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

## DESCRIÇÃO TOPOGRÁFICA

ÁREA DA ETE

MD-2012.009-MG.SBA-SES-STP.001=0

Nº

FOLHA :

ARQ.