



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde

**PIRACEMA – MG – SEDE**

**TOMO III**

**PROJETO BÁSICO**

**(ETAPA ÚTIL – REV.A)**

**VOLUME 1**



**MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO**

**AGOSTO/2019**

**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.*



	<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>		ARQUIVO: <b>MD-2012.09-MG.PIR-SES-PB.001=1</b>							
	CONTRATANTE: <b>FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE</b>						CONTRATO: 09/2012			
	PROGRAMA: <b>PAC 2</b>						DATA: AGOSTO/2019			
	MUNICÍPIO/ÁREA: MUNICÍPIO DE PIRACEMA SEDE						FOLHA:			
	TÍTULO: <b>PROJETO BÁSICO – (ETAPA ÚTIL) MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO</b>									
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>										
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS									
0	EMISSÃO ORIGINAL									
A	REVISÃO CONFORME ATUALIZAÇÃO ORÇAMENTÁRIA									
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H	
DATA	05/2018	08/2019								
PROJETO										
EXECUÇÃO										
VERIFICAÇÃO										
APROVAÇÃO										



## APRESENTAÇÃO

O município de Piracema está contemplado 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.

O presente Memorial Descritivo é parte integrante do Projeto Básico da ETAPA ÚTIL, solicitado pela Prefeitura Municipal, para firmar convênio com a FUNASA para implantação das obras do sistema.

Os estudos e projetos da ETAPA ÚTIL estão estruturados da seguinte forma:

- **Volume 1 – Memorial Descritivo e Justificativo;**
- **Volume 2 – Orçamento;**
- **Volume 3 – Rede Coletora, Interceptores e Estação de Tratamento de esgotos;**
- **Volume 4 – Estação de Tratamento de Esgotos;**
- **Volume 5 – Estudo de Autodepuração;**



## PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE PIRACEMA – MG

### MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO (Etapa Útil)

#### SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	4
2.	SISTEMA PROPOSTO PARA FINAL DE PLANO .....	5
3.	ETAPA ÚTIL (1ª ETAPA) .....	7
4.	MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO .....	9
	4.1 DESCRIÇÃO GERAL .....	9
	4.1.1 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO .....	9
	4.1.1.2 Alcance de Projeto .....	13
	4.1.1.3 Percentual de Atendimento .....	Erro! Indicador não definido.
	4.1.2 VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO PARA A REDE COLETORA .....	13
	4.1.2.2 Vazão de Infiltração .....	14
	4.1.2.3 Vazão Industrial .....	14
	4.1.2.4 Contribuição em marcha .....	14
	4.1.2.5 Vazões de Dimensionamento .....	14
	4.1.3 INTERCEPTOR .....	14
	4.1.3.1 Lâmina Máxima Admissível .....	14
	4.1.3.2 Velocidades Máxima e Mínima .....	14
	4.1.3.3 Profundidade .....	15
	4.1.3.4 Distâncias Máximas entre PV's .....	15
	4.1.3.5 Vazão Mínima de Dimensionamento .....	15
	4.1.4 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE .....	15
	4.1.4.1 Vazões mínimas, médias e máximas .....	15
	4.1.4.2 Volume útil do poço de sucção .....	16
	4.1.4.3 Área útil do poço de sucção .....	16
	4.1.4.4 Ciclo de funcionamento .....	16
	4.1.4.5 Tempo de detenção .....	17
	4.1.4.6 Altura manométrica .....	17
	4.1.4.7 Altura geométrica .....	17
	4.1.4.8 Perdas de carga contínua .....	18



4.1.4.9	Perdas de carga localizadas .....	18
4.1.4.10	Velocidade de sucção e recalque .....	18
4.1.4.11	Dimensionamento das tubulações .....	18
4.1.4.12	Extravasores .....	19
<b>4.1.5</b>	<b>TRATAMENTO DE ESGOTOS .....</b>	<b>19</b>
4.1.5.1	Reatores UASB .....	19
4.1.5.2	Filtros Biológicos Percoladores e Decantadores Secundários .....	20
4.1.5.3	Ultravioleta .....	21
4.1.5.4	Desidratação do Lodo Digerido .....	22
4.1.5.5	Fossa Séptica .....	23
4.1.5.6	Filtro Anaeróbio .....	23
4.1.5.7	Sumidouro .....	23
<b>4.1.6</b>	<b>REDE DE DRENAGEM PLUVIAL .....</b>	<b>24</b>
4.1.6.1	Parâmetros básicos de cálculo de redes de água pluvial .....	26
<b>4.1.7</b>	<b>DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO .....</b>	<b>26</b>
4.1.7.1	Rede Coletora .....	27
4.1.7.2	Interceptores .....	28
4.1.7.3	Estação Elevatória .....	28
4.1.7.4	Tratamento de Esgotos .....	29
<b>5.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DO SISTEMA .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.</b>	<b>REDE COLETORA .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2</b>	<b>INTERCEPTORES .....</b>	<b>45</b>
<b>5.3</b>	<b>ELEVATÓRIA .....</b>	<b>46</b>
<b>5.4.</b>	<b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS .....</b>	<b>47</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>48</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>50</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Apresenta-se a seguir o Memorial Descritivo e Justificativo, parte integrante do **Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do município de Piracema / Minas Gerais (Etapa Útil-Rev.A)**, 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;*
- ✓ *Desenhos da Rede Coletora;*
- ✓ *Desenhos dos Interceptores;*
- ✓ *Desenhos da Elevatória;*
- ✓ *Desenhos da Estação de Tratamento de Esgotos;*
- ✓ *Orçamento.*

O presente documento tem com objetivo explicar os aspectos técnicos relacionados a etapalização da implantação do sistema de esgoto sanitário desta localidade de forma a atender aos limites orçamentários disponíveis para o Município.

O orçamento detalhado do Projeto Básico apresentou um valor das obras de R\$ 9.220.246,29, para o final do horizonte de projeto, enquanto que o valor aprovado do convênio disponível pelo Município é de R\$ 4.001.892,91.

Portanto, torna-se necessário o planejamento da implantação das obras de esgotamento sanitário no Município em etapas, solicitado pela Prefeitura de Piracema, assim como descrito no presente documento.

## 2. SISTEMA PROPOSTO PARA FINAL DE PLANO

Descreve-se neste item o sistema de esgotamento sanitário proposto para a zona urbana da sede do município de Piracema.

Pelo nível de urbanização em que o município se encontra e pela densidade populacional estudada, o sistema dinâmico de esgotamento sanitário é o mais indicado como solução.

Pode-se verificar na planta geral, desenho 340-PB-ES-01.00.01-REV.A do Projeto Básico – Etapa Útil, que o plano de escoamento da rede coletora foi configurado em uma sub-bacia e as unidades que compõem o sistema são:

- Rede coletora de esgotos a ser substituída ou complementada na SB-18;
- Interceptores situados às margens dos córregos;
- Estação Elevatória localizada na área da ETE (EE-Final) para recalque de todo o esgoto que contribui para a ETE;
- Estação de Tratamento (ETE) composta por reator UASB seguido por decantador secundário e filtro biológico percolador, com tratamento terciário por ultravioleta por ser o corpo receptor enquadrado como Classe 1;

A figura a seguir ilustra o sistema de esgotamento sanitário proposto para a sede municipal de Piracema, considerando o atendimento pleno em final de plano.

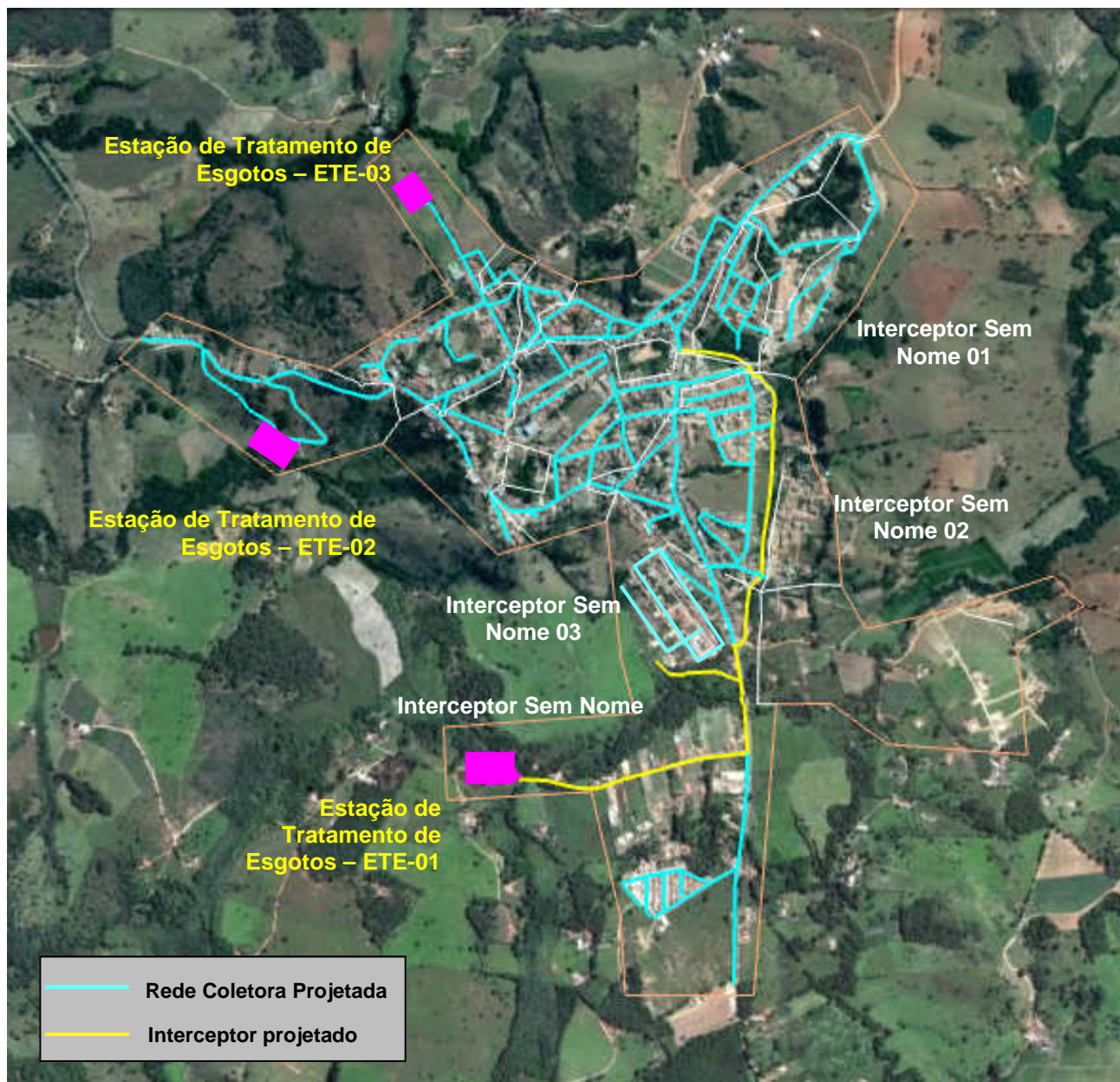


Figura 1: Croquis do sistema proposto para Final de Plano

### 3. ETAPA ÚTIL (1ª ETAPA)

A fim de atender os limites orçamentários disponíveis, conforme disposto anteriormente, foi definida, em conjunto com a FUNASA e Município, a concepção da Etapa Útil a ser implantada.

Entende-se como Etapa Útil a implantação de unidades em primeira etapa que tem como objetivo transportar a maior parte dos esgotos coletados hoje na sede municipal para a futura estação de tratamento de esgotos.

O quadro abaixo resume os dados relativos às duas etapas de implantação e o desenho 340-PB-ES-01.00.01-REV.A, ilustra as unidades a serem implantadas.

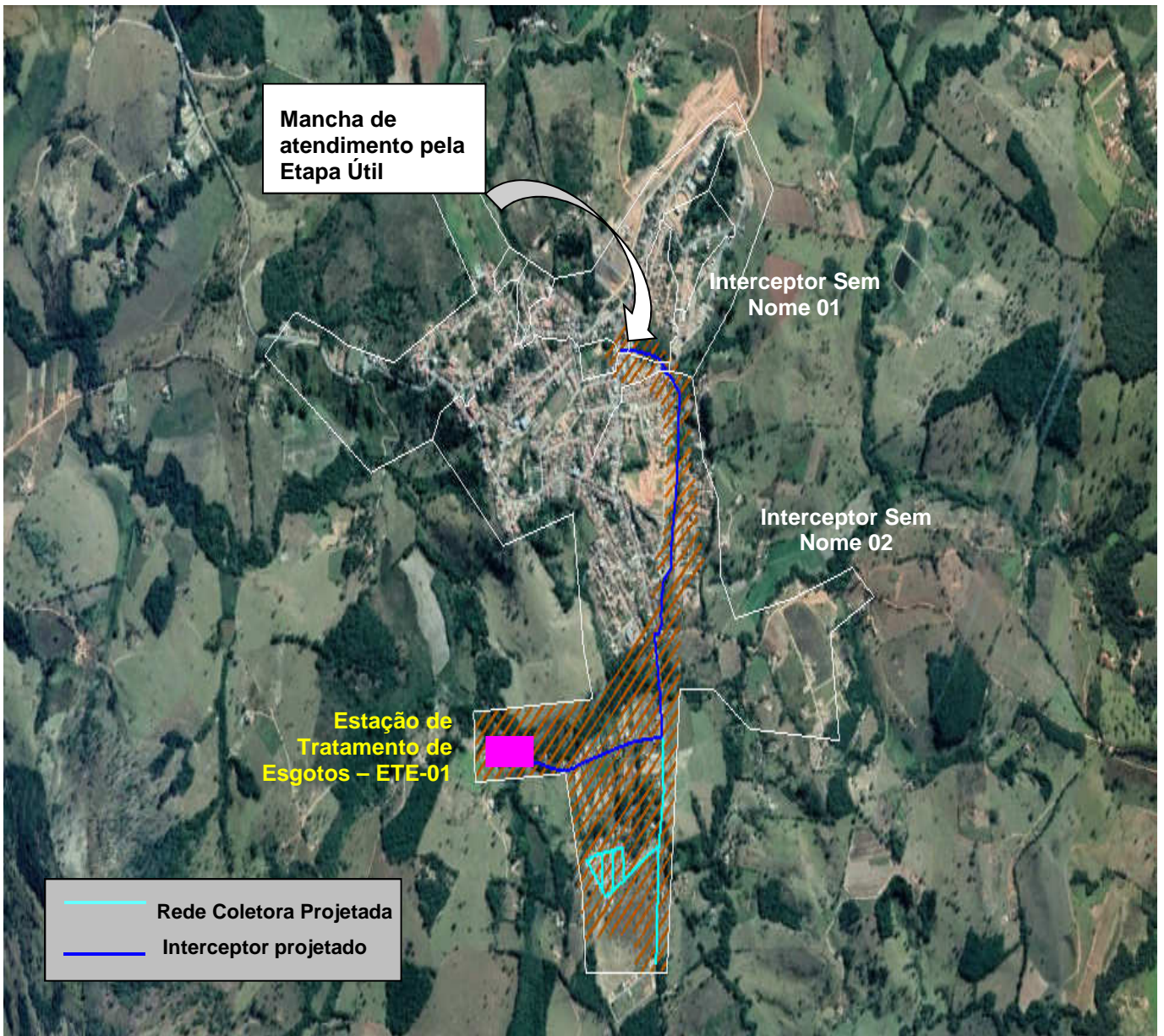
Item	Etapa Útil	Final de Plano	Total
Sub-bacias atendidas	18	01,02,03,04,05,05A,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18A, 19 e 20	Todas
Extensão de rede	1.628,60	19.178,65	20.807,25
Extensão de interceptor	2.221,20	259,85	2.481,05
Estação elevatória	EE-Final	-	EE-Final
Estações de tratamento	ETE-01	ETE-02 ETE-03	ETE-01 ETE-02 ETE-03

**Quadro 1:** Resumo das características da Etapa Útil e Final de Plano

A figura a seguir ilustra o sistema de esgotamento sanitário proposto para a sede municipal de Piracema, considerando o atendimento em 1ª Etapa.

Conforme pode ser observado pelo Quadro 1 e figura abaixo, a rede coletora, e as respectivas ligações prediais, a serem implantadas nesta 1ª Etapa são da sub-bacia 18.

**É importante destacar que a Etapa Útil proposta, com a implantação dos interceptores em toda a sua extensão, prevê a interligação de redes coletoras existentes desde o ponto inicial dos interceptores, viabilidade garantida pela Prefeitura Municipal e fundamental para o perfeito funcionamento do sistema.**



**Figura 2:** Croquis do sistema proposto para a Etapa Útil (1ª Etapa)

## 4. MEMORIAL DESCRITIVO E 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 do município de Piracema foram avaliados critérios como área de projeto, demografia e plano de escoamento.

A demografia da localidade levou em consideração o estudo populacional já realizado e apresentado no Relatório Técnico Preliminar – RTP. A tabela 4.1 mostra a projeção populacional desenvolvida pelo método Logístico para o horizonte de projeto (2016 a 2036).

**Tabela 4.1** – População anual de projeto

Ano	População
2016	3.684
2017	3.736
2018	3.786
2019	3.836
2020	3.884
2021	3.930
2022	3.975
2023	4.019
2024	4.061
2025	4.102
2026	4.141
2027	4.179
2028	4.216
2029	4.251
2030	4.285
2031	4.318
2032	4.350
2033	4.380
2034	4.409
2035	4.437
2036	4.463

Final de Plano →

A tabela 4.2 apresenta as populações e densidades por sub-bacia para o ano de 2036.

**Tabela 4.2 – População e densidade por sub-bacia (2036)**

<b>População e Densidade por Sub-bacia (2036)</b>			
<b>Sub-bacia</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Densidades (hab./ha)</b>	<b>População (hab)</b>
SUB-BACIA 01	16,50	15	248
SUB-BACIA 02	18,00	25	450
SUB-BACIA 03	1,28	10	12
SUB-BACIA 04	2,12	20	42
SUB-BACIA 05	10,05	25	251
SUB-BACIA 05A	1,54	10	15
SUB-BACIA 06	19,78	30	593
SUB-BACIA 07	17,84	30	535
SUB-BACIA 08	5,85	25	146
SUB-BACIA 09	5,75	10	55
SUB-BACIA 10	12,84	10	128
SUB-BACIA 11	1,69	0	0
SUB-BACIA 12	6,53	25	163
SUB-BACIA 13	22,37	30	671
SUB-BACIA 14	4,24	30	127
SUB-BACIA 15	13,17	30	395
SUB-BACIA 16	3,25	5	16
SUB-BACIA 17	27,39	5	137
SUB-BACIA 18	17,19	20	344
SUB-BACIA 18A	2,47	20	49
SUB-BACIA 19	8,45	10	84
SUB-BACIA 20	21,08	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>239,38</b>		<b>4.463</b>

As sub-bacias 11 e 20 correspondem a áreas verdes, sem ocupação atual e sem previsão de ocupação futura.

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, nesse caso, é calculada tomando-se como parâmetro a extensão da rede coletora a ser implantada e as taxas de infiltração para redes projetadas e existentes, conforme o caso.

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

- ✓ *Consumo de água per capita: QPC: 120 L/hab.dia;*
- ✓ *Taxa de infiltração de rede coletora projetada: 0,0001 L/s.m;*
- ✓ *Taxa de infiltração de rede coletora existente: 0,0002 L/s.m;*

As vazões de infiltração foram calculadas utilizando-se os seguintes parâmetros:

$$Q_{i_{nf}} = t_{i_{nf}} \times L$$

Onde:

$t_{i_{nf}}$  = taxa de infiltração por metro linear, conforme acima<sup>1</sup>

L = extensão da rede coletora (m)

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		$Q_{\text{doméstica máxima}} + Q_{\text{infiltração}}$
Interceptor		
Estação Elevatória		
Estação de Tratamento	Tratamento preliminar	$Q_{\text{doméstica média}} + Q_{\text{infiltração}}^1$
	Processo biológico	

A tabela 4.3 contém as populações e vazões do sistema para Final de Plano.

**Tabela 4.3 – Vazões mínimas, médias e máximas por sub-bacia para o ano de 2036**

Sub-bacia	População total Hab.	Índice de atendimento %	População Atendida Hab.	Vazões Domésticas (l/s)			Rede existente	Rede projetada	Vazão de Infiltração	Vazões Totais (l/s)		
	(hab)	(%)	(hab)	Mínima	Média	Máxima	(m)	(m)	(l/s)	Mínima	Média	Máxima
SB-01	248	100	248	0,14	0,28	0,50	0,00	1.580,00	0,16	0,30	0,43	0,65
SB-02	450	100	450	0,25	0,50	0,90	0,00	2.061,95	0,21	0,46	0,71	1,11
SB-03	12	100	12	0,01	0,01	0,02	0,00	295,60	0,03	0,04	0,04	0,05
SB-04	42	100	42	0,02	0,05	0,08	0,00	382,90	0,04	0,06	0,09	0,12
SB-05	251	100	251	0,14	0,28	0,50	0,00	1.026,00	0,10	0,24	0,38	0,61
SB-05A	15	100	15	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03
SB-06	593	100	593	0,33	0,66	1,19	0,00	3.410,55	0,34	0,67	1,00	1,53
SB-07	535	100	535	0,30	0,59	1,07	0,00	2.288,20	0,23	0,53	0,82	1,30
SB-08	146	100	146	0,08	0,16	0,29	0,00	1.001,05	0,10	0,18	0,26	0,39
SB-09	55	100	55	0,03	0,06	0,11	0,00	635,40	0,06	0,09	0,12	0,17
SB-10	128	100	128	0,07	0,14	0,26	0,00	1.311,65	0,13	0,20	0,27	0,39
SB-11	0	100	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SB-12	163	100	163	0,09	0,18	0,33	0,00	610,85	0,06	0,15	0,24	0,39
SB-13	671	100	671	0,37	0,75	1,34	0,00	2.945,60	0,29	0,67	1,04	1,64
SB-14	127	100	127	0,07	0,14	0,25	0,00	446,00	0,04	0,12	0,19	0,30
SB-15	395	100	395	0,22	0,44	0,79	0,00	1.182,90	0,12	0,34	0,56	0,91
SB-16	16	100	16	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03
SB-17	137	100	137	0,08	0,15	0,27	0,00	0,00	0,00	0,08	0,15	0,27
SB-18	344	100	344	0,19	0,38	0,69	0,00	1.628,60	0,16	0,35	0,54	0,85
SB-18A	49	100	49	0,03	0,05	0,10	199,00	0,00	0,04	0,07	0,09	0,14
SB-19	84	100	84	0,05	0,09	0,17	0,00	0,00	0,00	0,05	0,09	0,17
SB-20	0	100	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>4.463</b>	<b>100</b>	<b>4.463</b>	<b>2,48</b>	<b>4,96</b>	<b>8,93</b>	<b>199,00</b>	<b>20.807,25</b>	<b>2,12</b>	<b>4,60</b>	<b>7,08</b>	<b>11,05</b>

A tabela 4.4 mostra as vazões anuais da localidade ao longo dos vinte anos de estudo. Salienta-se que em ambos os casos não se considera a contribuição dos interceptores para o cálculo da vazão de infiltração.

**Tabela 4.4 – Vazões anuais totais de contribuição**

Ano	População Hab	% de atendimento	População atendida Hab	Vazão Doméstica (L/s)			Vazão de Infiltração (L/S)	Vazões Totais (l/s)		
				mínima	média	máxima		Mínima	Média	Máxima
2016	3.684	90	3.315	1,84	3,68	6,63	2,12	3,962	5,804	8,751
2017	3.736	90	3.362	2,08	4,15	7,47	2,12	4,196	6,271	9,592
2018	3.786	90	3.408	2,10	4,21	7,57	2,12	4,224	6,328	9,693
2019	3.836	90	3.452	2,13	4,26	7,67	2,12	4,252	6,382	9,792
2020	3.884	90	3.495	2,16	4,32	7,77	2,12	4,278	6,436	9,888
2021	3.930	90	3.537	2,18	4,37	7,86	2,12	4,304	6,487	9,981
2022	3.975	90	3.578	2,21	4,42	7,95	2,12	4,329	6,538	10,071
2023	4.019	90	3.617	2,23	4,47	8,04	2,12	4,353	6,586	10,158
2024	4.061	90	3.655	2,26	4,51	8,12	2,12	4,377	6,633	10,243
2025	4.102	90	3.692	2,28	4,56	8,20	2,12	4,399	6,678	10,325
2026	4.141	100	4.141	2,30	4,60	8,28	2,12	4,421	6,722	10,403
2027	4.179	100	4.179	2,32	4,64	8,36	2,12	4,442	6,764	10,479
2028	4.216	100	4.216	2,34	4,68	8,43	2,12	4,463	6,805	10,553
2029	4.251	100	4.251	2,36	4,72	8,50	2,12	4,482	6,844	10,624
2030	4.285	100	4.285	2,38	4,76	8,57	2,12	4,501	6,882	10,692
2031	4.318	100	4.318	2,40	4,80	8,64	2,12	4,520	6,919	10,757
2032	4.350	100	4.350	2,42	4,83	8,70	2,12	4,537	6,953	10,820
2033	4.380	100	4.380	2,43	4,87	8,76	2,12	4,554	6,987	10,880
2034	4.409	100	4.409	2,45	4,90	8,82	2,12	4,570	7,019	10,938
2035	4.437	100	4.437	2,46	4,93	8,87	2,12	4,585	7,050	10,994
2036	4.463	100	4.463	2,48	4,96	8,93	2,12	4,60	7,08	11,05

#### 4.1.1.2 ALCANCE DE PROJETO

Considerando os prazos necessários à implementação do sistema, adotou-se 10 anos para o alcance do projeto, sendo 2016 o primeiro ano de operação, desta forma o período de projeto será fixado entre os anos 2016 e 2026.

#### 4.1.2 VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO PARA A REDE COLETORA

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

✓ *Vazão Média*

$$Q_{med} = \frac{P \times Q_{pc} \times K_r}{86.400}$$

✓ *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)

Q<sub>pc</sub>=cota *per capita* de consumo diário de água

K<sub>1</sub>= 1,20 – coeficiente do dia de maior consumo

K<sub>2</sub>= 1,50 – coeficiente da hora de maior consumo

K<sub>3</sub>= 0,50 – coeficiente da hora de menor consumo

K<sub>r</sub>= 0,80 – coeficiente de retorno água/esgoto

#### 4.1.2.2 VAZÃO DE INFILTRAÇÃO

$$Q_{i_{nf}} = t_{i_{nf}} \times L$$

Onde:

t<sub>inf</sub>=taxa de infiltração por metro linear igual a 0,0001 L/s.m para redes novas e 0,0002 L/s.m para redes existentes;

L=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 em Piracema.

#### 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

A Tabela 4.2 apresenta a população e as densidades por sub-bacia para o ano de 2036. Já a Tabela 4.3 apresenta 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 NBR 12.207/1992 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 9649/86 – 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 9649/86. 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 (m<sup>3</sup>/s)
- R=raio hidráulico (m)
- n=coeficiente de rugosidade
- A=área da seção molhada (m<sup>2</sup>)
- I=declividade (m/m)

#### **4.1.3.5 VAZÃO MÍNIMA DE DIMENSIONAMENTO**

Conforme preconiza a NBR 9649/86 – 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 12.208/92 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:

$$V_1 = 2,50 \times Q_b \text{ (para uma bomba operando).}$$

A vazão da bomba selecionada ( $Q_b$ ) 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 ( $H_u$ ):* ..... 60 cm;
- *Folga para alarme de níveis máximos e mínimos:* ..... 10 cm;
- *Altura útil entre a partida de cada bomba:* ..... 30 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 DO POÇO DE SUCÇÃO

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

Onde:

$A_u$ =área útil ( $m^2$ );

$V_u$ =volume útil ( $m^3$ );

$H_u$ =altura útil (m).

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

#### 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:

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

Assim, o ciclo de funcionamento será:

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

Onde:

$V_u$ =volume útil do poço de sucção ( $m^3$ )

$Q$ =vazão afluyente ao poço de sucção ( $m^3/min$ )

$Q_b$ =vazão da bomba ( $m^3/min$ )

#### 4.1.4.5 TEMPO DE DETENÇÃO

O tempo de detenção médio, conforme NBR-12.208/92, é:

$$\bar{T}_d = \frac{V_e}{Q_i};$$

$$\bar{T}_d \leq 30 \text{ min} .$$

Onde:

$\bar{T}_d$  = tempo de detenção médio (min);

$\bar{Q}_i$  = vazão média de início de plano ( $m^3/min$ );

$V_e$ =volume efetivo, que é o volume compreendido entre o fundo do poço de sucção e o nível médio de operação das bombas ( $m^3$ ).

O volume efetivo é determinado pela seguinte expressão:

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

Onde:

$V_e$ =volume efetivo ( $m^3$ );

$A_b$ =área da base do poço de sucção ( $m^2$ );

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

$Vol_{\text{enchimento}}$ =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:

$$H_m = H_g + h_{fc} + h_{fl}$$

Onde:

$H_m$ =altura manométrica (m);

$H_g$ =altura geométrica (m);

$h_{fc}$ =perda de carga contínua (m);

$h_{fl}$ =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:

$$h_{fc} = J \times L;$$

sendo :

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

Onde:

Q=vazão (m<sup>3</sup>/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:

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

Onde:

V=velocidade na tubulação (m/s);

g=aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>);

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 (m<sup>3</sup>/s);

A=área da tubulação (m<sup>2</sup>);

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-12.208/92.

#### **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 (m<sup>3</sup>/s).

#### 4.1.4.12 EXTRAVASORES

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

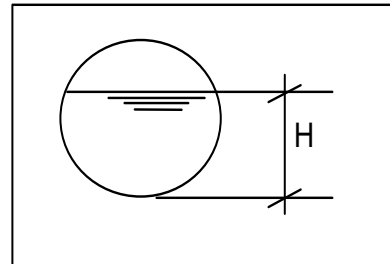
$$Q = 1,518 D^{0,693} H^{1,807}$$

Onde:

Q=vazão (m<sup>3</sup>/s);

D=diâmetro da seção circular (m);

H=altura da lâmina (m).



#### 4.1.5 TRATAMENTO DE ESGOTOS

A verificação das condições de funcionamento das unidades dos sistemas para as vazões e cargas estabelecidas em projeto levou em consideração os principais critérios e parâmetros de dimensionamento.

##### 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/m<sup>3</sup>xd)*

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 (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>xd)*

As cargas hidráulicas volumétricas foram mantidas abaixo de 5,0 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>xd;

↳ *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/kgDQO aplicada. Para a avaliação do volume de sólidos, considerou-se um lodo com concentração de 4% e densidade igual a 1020 kg/m<sup>3</sup>;

↳ *Compartimento de decantação*

As taxas de escoamento superficial recomendadas nos decantadores são de 20 a 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia. 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<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia. Para a vazão máxima diária a faixa é de 18,0 a 22,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia. A faixa para a vazão máxima horária é de 25 a 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia.

↳ *Carga orgânica volumétrica*

Recomenda-se a adoção de uma carga orgânica volumétrica entre 0,5 e 1,0 kg DBO/m<sup>3</sup>.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<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia.

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

↳ *Coefficiente de produção de lodo no FBP*

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

↳ *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/m<sup>3</sup>.

#### **4.1.5.3 ULTRAVIOLETA**

A radiação ultravioleta é parte do espectro eletromagnético referente a comprimentos de onda entre 100 e 400nm. A intensidade dessa radiação é definida de acordo com o valor de absorção pelo oxigênio e ozônio, sendo assim dividida:

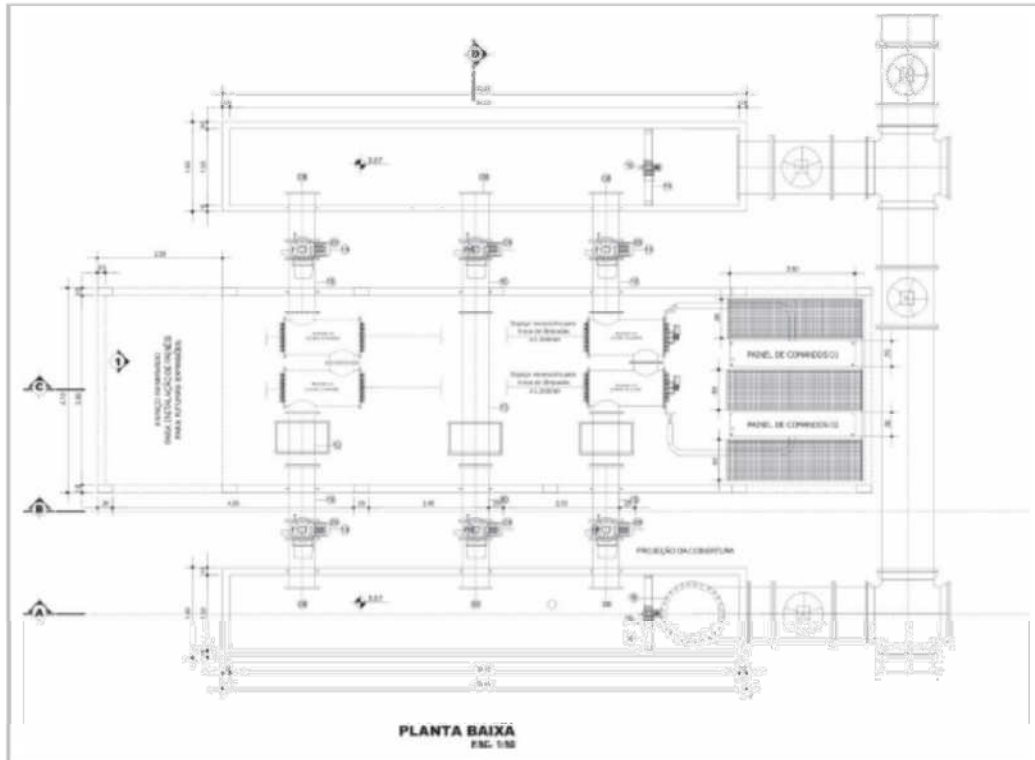
- UV-C – comprimento de onda entre 100nm e 280nm;
- UV-B – comprimento de onda entre 280nm e 315nm;
- UV-A – comprimento de onda entre 315nm e 400nm.

As lâmpadas de baixa pressão de vapor de mercúrio emanam de 80 a 90% da energia do comprimento de onda igual a 253,4nm, se aproximando da radiação ideal de 264nm. As lâmpadas de média pressão (policromáticas) emitem espectro mais amplo que varia de 180 a 1370nm e a potencia nominal entre 2kW a 9,6kW, possuem alta potência e são utilizadas principalmente quando se tem grandes vazões a serem tratadas. A radiação por elas emitida abrange todo o espectro germicida e entre suas vantagens estão seu custo relativo, operação e implantação simples de serem executadas, não produz resíduos tóxicos e o tempo de contato é baixo. Comparativamente a processos que utilizam o cloro como agente de desinfecção, o UV se apresenta mais eficaz na remoção de vírus e bactérias, além de não ser prejudicial à saúde, não gerar sólidos residuais, o tempo de contato ser curto, não gerar reação com a amônia e não depender do pH.

O tratamento por desinfecção acontece por meio da passagem do efluente pós-tratamento da ETE, por um tubo de quartzo onde as lâmpadas de vapor de mercúrio (monocromáticas), posicionadas de forma homogênea nas três dimensões internas e paralelas ao fluxo de forma a permitir a maximização da exposição da massa líquida à radiação UV, emitem energia no comprimento de onda de 253,4nm. Desta forma, os microrganismos que porventura estejam presentes no efluente são inativados pela penetração da radiação na membrana de proteção da célula, e a consequente destruição do DNA pela absorção da luz ultravioleta pelo ácido nucleico, provocando um rearranjo da informação genética do microrganismo e interferindo na capacidade de reprodução da célula.

O sistema de desinfecção proposto para a ETE Piracema será assim composto, ou seja, o efluente após ser tratado na ETE passará por uma câmara em INOX dotada com três lâmpadas UV de baixa pressão e alta intensidade, três tubos de quartzo monocristalinos e três reatores eletrônicos UV de 75w, conforme indica o modelo a seguir. Esse tratamento é dito *reator de contato*.

Assim tratado o efluente final atenderá também às exigências da Resolução CONAMA nº 357/05 e da Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG número 01, de 05 de maio de 2008 e aos padrões de lançamento estipulados por ela.



Ex. de um projeto de Sistema Desinfecção UV alta vazão em série tipo Z com sistema automático de limpeza

**Figura 4.1 – Sistema Desinfecção UV**

#### **4.1.5.4 DESIDRATAÇÃO DO LODO DIGERIDO**

A desidratação do lodo digerido nos reatores anaeróbios previstos no sistema de tratamento de Piracema será realizada por processo natural, utilizando de leitos de secagem, cujo dimensionamento foi realizado observando as recomendações da NBR 12.209/92 – Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.

A seguir são reproduzidos os principais itens da NBR 12.209/92 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 7,5 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 4 (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 líquido 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.”*

#### **4.1.5.5 FOSSA SÉPTICA**

##### *↳ Tempo de detenção hidráulica (TDH)*

Os valores típicos desse parâmetro em tanques sépticos encontram-se na faixa de 12 a 24 horas, conforme NBR 7229.

##### *↳ Temperatura*

Recomendam-se temperaturas superiores a 20° C para o processo biológico que ocorre na fossa séptica.

##### *↳ Contribuição de lodo fresco ( $L_f$ )*

Recomendam-se valores de contribuição de lodo fresco para sistemas públicos de tratamento em fossa séptica de 0,02 a 4,0 L/pessoa.dia, conforme tipo de prédio e ocupante, conforme NBR 7229.

##### *↳ Taxa de acumulação de lodo (K)*

Para as taxas de acumulação do lodo são recomendados valores entre 57 e 254 dias, que variam conforme os intervalos de limpeza da fossa e a temperatura ambiente, conforme NBR 7229.

##### *↳ Remoção de lodo*

A remoção periódica do lodo é de suma importância, pois a sua acumulação reduz razoavelmente o tempo de detenção hidráulica, prejudicando o processo de estabilização da matéria orgânica e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade do efluente.

Intervalos de limpeza do tanque entre 1 e 5 anos são considerados em projetos e estão diretamente relacionados ao volume do tanque.

#### **4.1.5.6 FILTRO ANAERÓBIO**

##### *↳ Tempo de detenção hidráulica (TDH)*

O tempo de detenção hidráulica, de acordo com a NBR 13.969 (ABNT, 1997), pode variar de 0,5 a 1,17 dia para filtros anaeróbios utilizados como pós-tratamento de fossas sépticas.

##### *↳ Temperatura*

Os filtros anaeróbios podem ser operados satisfatoriamente em temperaturas entre 20 e 38°C, e até mesmo em temperaturas inferiores.

##### *↳ Profundidade da camada suporte*

Para filtros anaeróbios utilizados como pós-tratamento de tanques sépticos, a altura recomendada para o meio suporte é de 0,6m de acordo com a NBR 13969 (ABNT, 1997).

#### **4.1.5.7 SUMIDOURO**

##### *↳ Taxa de aplicação superficial (TAS)*

A taxa de aplicação máxima diária deve variar de 0,20 a 0,024m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia, de acordo com o tipo de solo.

A seguir, são apresentadas algumas recomendações da NBR 13969 (ABNT/1997):

- a) a altura útil do sumidouro deve ser determinada de modo a manter a distância vertical mínima de 1,50m entre o fundo do poço e o nível máximo do aquífero;
- b) a distância mínima entre as paredes dos poços múltiplos deve ser 1,50m;
- c) o menor diâmetro interno do sumidouro deve ser 0,30m.

#### 4.1.6 REDE DE DRENAGEM PLUVIAL

Os seguintes critérios e parâmetros foram utilizados no dimensionamento das estruturas de drenagem:

↪ *Tempo de concentração e intensidade pluviométrica*

$$T_c = 57 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Tendo em vista que a contribuição para a área da ETE é pequena e próxima, considerou-se Tc variando entre 8 e 10 minutos, i = 150 mm/h, para um período de recorrência de TR = 10 anos.

↪ *Coefficiente de escoamento*

$$F = \frac{8,86 \times L}{\sqrt{A}}, \text{ sendo que:}$$

L = extensão do talvegue, em km;

A = área, em hectares.

$$f = \frac{2}{1+F}$$

$$c_1 = \frac{2}{2+F}$$

c<sub>2</sub> = fração da área impermeabilizada

$$c = f \frac{c_2}{c_1}$$

↪ *Vazões*

Foi utilizado o Método Racional para o cálculo das vazões:

$$Q = 2,78 \times C \times i \times A, \text{ em l/s, sendo:}$$

C = calculado para a área de contribuição e  $i = 150 \text{ mm/h}$

### ↪ Tempo de recorrência

Considerando-se que os dispositivos a serem implantados são simples e estão sendo projetados com o intuito de coletar a água que escoa superficialmente na área da ETE e direcioná-la ao rio, tomou-se como referência as “Especificações para Elaboração de Anteprojeto e Projeto Executivo do Sistema de Águas Pluviais de Belo Horizonte”, adotando-se um tempo de recorrência de 10 anos (rede de drenagem pluvial).

### ✓ Fórmulas adotadas:

Para verificação da suficiência das sarjetas foi adotada a expressão obtida experimentalmente por IZZARD & TAPLEY, aplicando-se a fórmula de Manning:

$$Q_s = 0,375 \frac{Z}{n} I^{1/2} Y^{8/3}, \text{ onde:}$$

$Q_s$  = descarga da sarjeta (l/s);

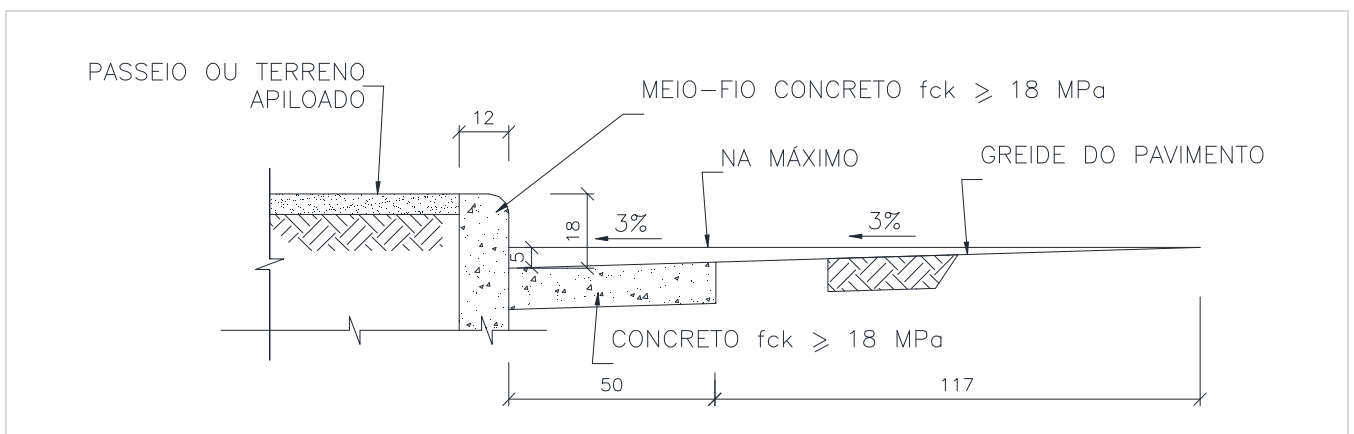
Z = recíproca da declividade d'água (cm);

N = coeficiente de rugosidade de Manning (0,014);

I = greide longitudinal da via (m/m);

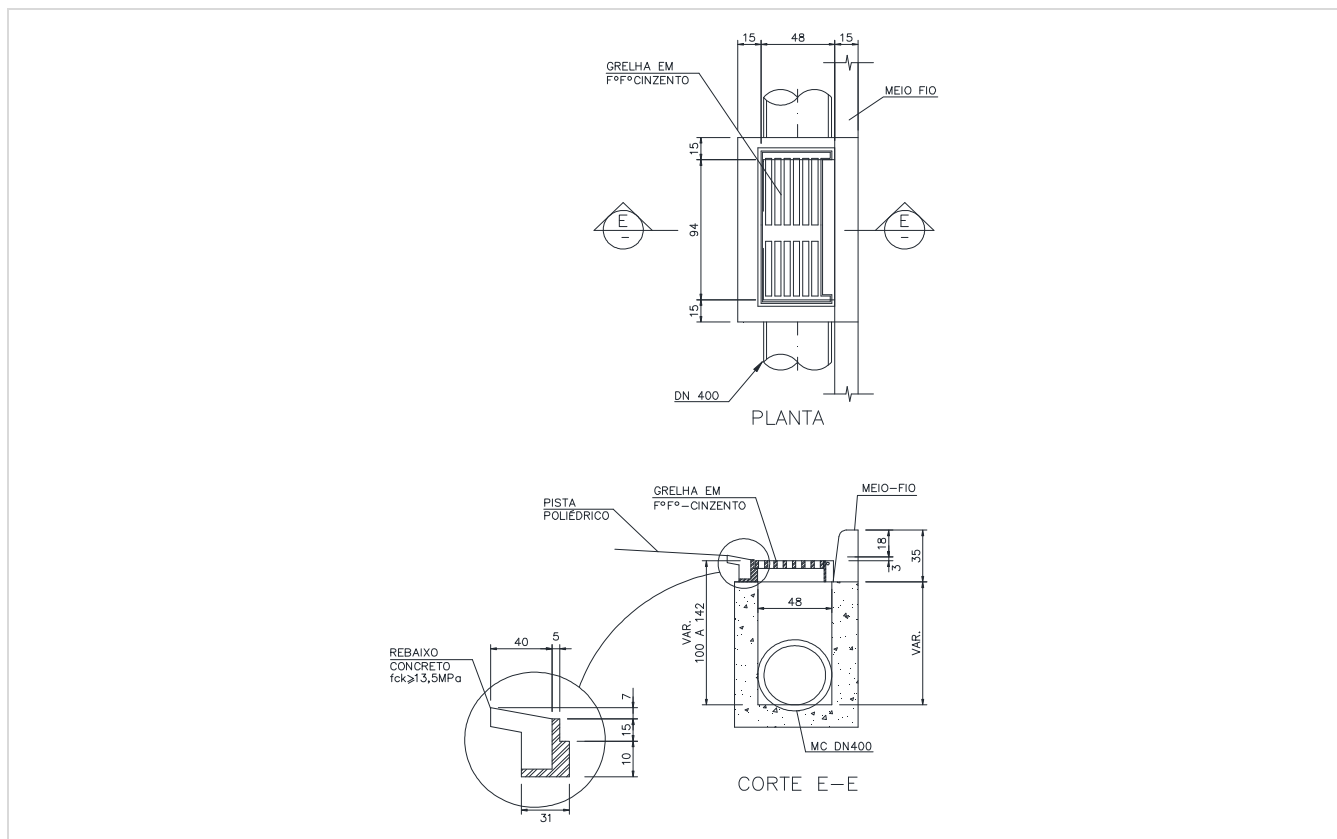
Y = altura da lâmina d'água (cm).

A velocidade máxima suportada por superfícies em concreto, sem que se façam presentes os efeitos da erosão e abrasão por partículas arrastadas, foi tomada igual a 2,0 m/s. Para a sarjeta padrão, isto é, para  $Y = 7 \text{ cm}$  e declividade transversal da via igual a 0,01 m/m, tem-se:  $Q = 141,76 \text{ l/s}$  no caso de utilização de sarjeta com meio fio baixo. A sarjeta utilizada é padrão 'A' da Sudecap, conforme figura 4.2.



**Figura 4.2 – Sarjeta Tipo A padrão Sudecap**

A verificação da suficiência de “engolimento” da boca de lobo foi desenvolvida em função das declividades longitudinais e transversais da via, sendo considerada boca de lobo com grade de ferro fundido. Utilizou-se o método recomendado pelas experiências da Universidade de John Hopkins. Modelo de boca de lobo conforme figura 4.4.



**Figura 4.3 – Detalhe da boca de lobo tipo**

#### 4.1.6.1 PARÂMETROS BÁSICOS DE CÁLCULO DE REDES DE ÁGUA PLUVIAL

Foram adotados os seguintes parâmetros básicos:

- ✓ Diâmetro mínimo:
  - Ligação BL – PV – ALA: 400 mm
- ✓ Velocidade máxima: 6,0 m/s
- ✓ Altura máxima da lâmina: 80%
- ✓ Coeficiente de rugosidade (Manning): 0,014
- ✓ Velocidade mínima: 0,75 m/s
- ✓ Distância máxima entre PVs: 120 m
- ✓ Distância máxima entre BLs: 80 m
- ✓ Boca de lobo: Simples – em via interna

Adotou-se a fórmula de Manning:

$$V = \frac{0,397 - D^{2/3} I^{1/2}}{n} \quad \text{e} \quad Q = \frac{0,312 - D^{8/3} I^{1/2}}{n}$$

#### 4.1.7 DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO (ETAPA ÚTIL)

O sistema proposto para a etapa útil prevê a implantação de 1.628,60 metros de rede coletora, um interceptor dividido em duas partes, sendo uma à margem esquerda do Córrego Sem Nome e outra à margem direita, uma estação elevatória final, uma estação de

tratamento principal composta por reator anaeróbio, filtro biológico percolador e decantador secundário com tratamento terciário composto por ultravioleta (ETE-01).

No projeto do sistema de esgotamento sanitário de Piracema optou-se por uma solução eficiente e, do ponto de vista técnico e ambiental, rigorosamente adequada. Optou-se ainda, no tocante aos aspectos operacionais e econômicos, por uma solução simples, minimizando-se o uso de unidades elevatórias, as quais oneram o sistema.

Neste sentido, cabe uma justificativa com relação à adoção de tratamento terciário para desinfecção na estação de tratamento principal, ETE-01.

Com relação aos aspectos ambientais, devem ser observadas as resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011, que tratam da classificação dos corpos d'água e das condições e padrões de lançamento de efluentes, e a resolução 274/200 que versa sobre critérios de balneabilidade em água brasileiras, as quais estão sendo atendidas pelo presente projeto. A jusante dos lançamentos dos efluentes tratados de Piracema, o primeiro uso relacionado a recreação de contato primário encontra-se a aproximadamente 44 km, na represa de Monsenhor João Alexandre (Represa de Cajuru), a aproximadamente 32 km a jusante da confluência do Rio do Peixe com o Rio Pará, de forma que está assegurada a balneabilidade deste corpo d'água. Ademais, a montante da confluência do Rio do Peixe com o Rio Pará, nos trechos iniciais após os lançamentos e onde não há usos relacionados a recreação de contato primário, a presença de coliformes termotolerantes está resguardada pelo Artigo 13 da resolução 430/2011, reproduzido a seguir: *“Na zona de mistura serão admitidas concentrações de substâncias em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo receptor, desde que não comprometam os usos previstos para o mesmo.”*.

#### 4.1.7.1 REDE COLETORA

Conforme já exposto, não haverá aproveitamento de rede existente.

O resumo das características das redes por sub-bacia é apresentado a seguir.

**Tabela 4.5** – Principais características da rede coletora a ser implantada na Etapa Útil

Sub-bacia	Diâmetro (mm)	Material	Extensão da rede projetada (m)
SB-18	150	PVC	1.628,60
<b>TOTAL</b>	---	---	1.628,60

Levando-se em consideração que a população atendida estimada de início de plano é de 344 habitantes (2016), que a média de moradores em domicílios particulares é de 3,00 habitantes (IBGE, 2010), que a taxa de economias por ligação seja de 1,02 (SNIS, 2014) e que haverá necessidade de se implantar 1.628,60 (etapa útil) metros de rede, estima-se que será necessária a implantação inicial de, aproximadamente, 89 novas ligações prediais.

$$LPs = (\text{População IP} / \text{taxa de ocupação média}) \times (\%RE / \%RP)$$

$$LPs = \sim 160 \text{ unidades.}$$

#### 4.1.7.2 INTERCEPTORES

Os interceptores a serem considerados para compor o sistema de esgotamento sanitário do município de Piracema são:

**Tabela 4.6** – Principais características dos interceptores a serem implantados

Interceptor	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Material	Situação
Sem Nome 1 ME	150	235,80	PVC	Projetado
Sem Nome 2 MD	150	1.975,40	PVC	Projetado

De maneira geral não foi constatada em campo a presença de rochas nos locais propostos para o caminhamento dos interceptores. As características do solo e subsolo constarão dos levantamentos geotécnicos. Com relação às medidas estruturais demandadas em função de alguma fragilidade do terreno, deverão ser tratadas na elaboração do projeto executivo, podendo, inclusive, repercutir em alteração do caminhamento do interceptor e consequente revisão do projeto básico.

Os locais onde há necessidade de travessia estão definidos nos desenhos 340-PB-ES-01.04.01-REV.A e 02.03.01.

#### 4.1.7.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

O sistema projetado contará com uma estação elevatória, a EE-Final, conforme mencionado. Suas principais características são as seguintes:

##### ↳ Estação elevatória EE-Final

O terreno utilizado para a implantação dessa elevatória possui todas as características de qualidade para essa implantação.

<i>Tipo de bomba</i> .....	<i>submersível</i>
<i>Fabricante</i> .....	<i>Xylem</i>
<i>Modelo</i> .....	<i>NP 3085 SH3 Adaptive 256</i>
<i>Potência nominal instalada</i> .....	<i>4,0 CV</i>
<i>Potência no ponto de operação</i> .....	<i>4,0 CV</i>
<i>Rotação</i> .....	<i>3415 rpm</i>
<i>Vazão por conjunto</i> .....	<i>8,00 L/s</i>
<i>Vazão total recalçada</i> .....	<i>8,00 L/s</i>
<i>Altura manométrica</i> .....	<i>14,16 m.c.a.</i>
<i>Rendimento do conjunto</i> .....	<i>53,10 %</i>
<i>Submergência mínima</i> .....	<i>260 mm</i>
<i>Passagem máxima de sólidos</i> .....	<i>100 mm</i>



Tensão de trabalho.....	220 V
Número de conjuntos .....	01 + 01
Linha de recalque:	
• extensão .....	24 m
• diâmetro.....	100 mm
• material.....	FoFo

A estação elevatória será implantada na mesma área destinada à ETE-01.

#### 4.1.7.4 TRATAMENTO DE ESGOTOS

##### ↳ ETE-01 – UASB+FBP+DS+UV

O projeto da ETE-01 foi dividido em módulos, onde cada módulo possui dois reatores UASB, quatro filtros biológicos e quatro decantadores secundários.

Os reatores anaeróbios de manta de lodo são frequentemente 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 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 correspondentes 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), cujas bolhas apresentam 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 possui uma estrutura que possibilita as funções de separação e acúmulo de gás e de desagregação e retorno dos sólidos (biomassa). Esta estrutura é denominada separador trifásico, por desassociar 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 constante entrada de alimento no reator na forma de DBO, há um crescimento contínuo da biomassa. Isto traz a necessidade de remoções periódicas dessa biomassa

(lodo) de forma a manter o sistema em equilíbrio, ressalta-se, contudo, que 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 considerado 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 frequentemente feita através de distribuidores rotativos, movidos pela própria carga hidráulica dos esgotos. No entanto, em sistemas de menor porte, a distribuição pode acontecer por meio de calhas e vertedores fixos, ou seja, sem a necessidade de equipamentos. O líquido escoar rapidamente pelo meio suporte. A matéria orgânica, no entanto, é adsorvida pela película microbiana, ficando retida tempo suficiente para a 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.

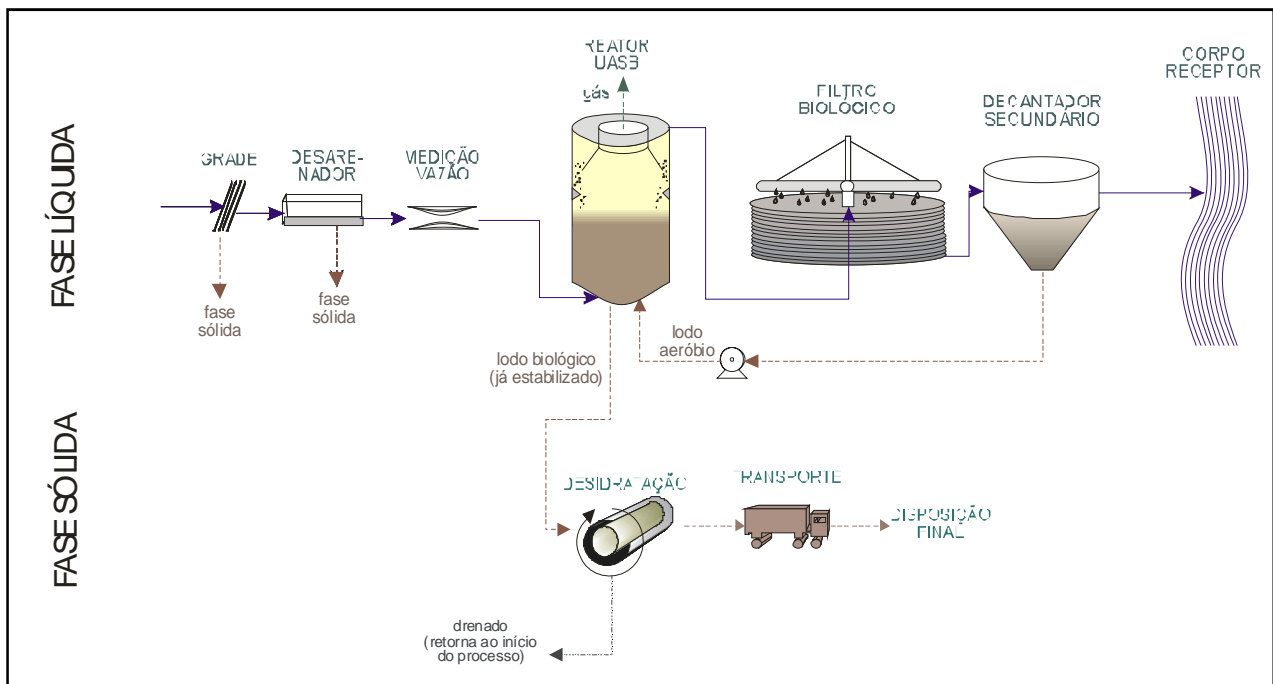
À medida que a biomassa cresce na superfície das pedras, o espaço vazio tende a diminuir, fazendo com que a velocidade de escoamento nos poros aumente. Ao atingir um determinado valor, esta velocidade causa uma tensão de cisalhamento, que desaloja parte do material aderido. Esta é uma forma natural de 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 escoar 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 4.4** - 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.

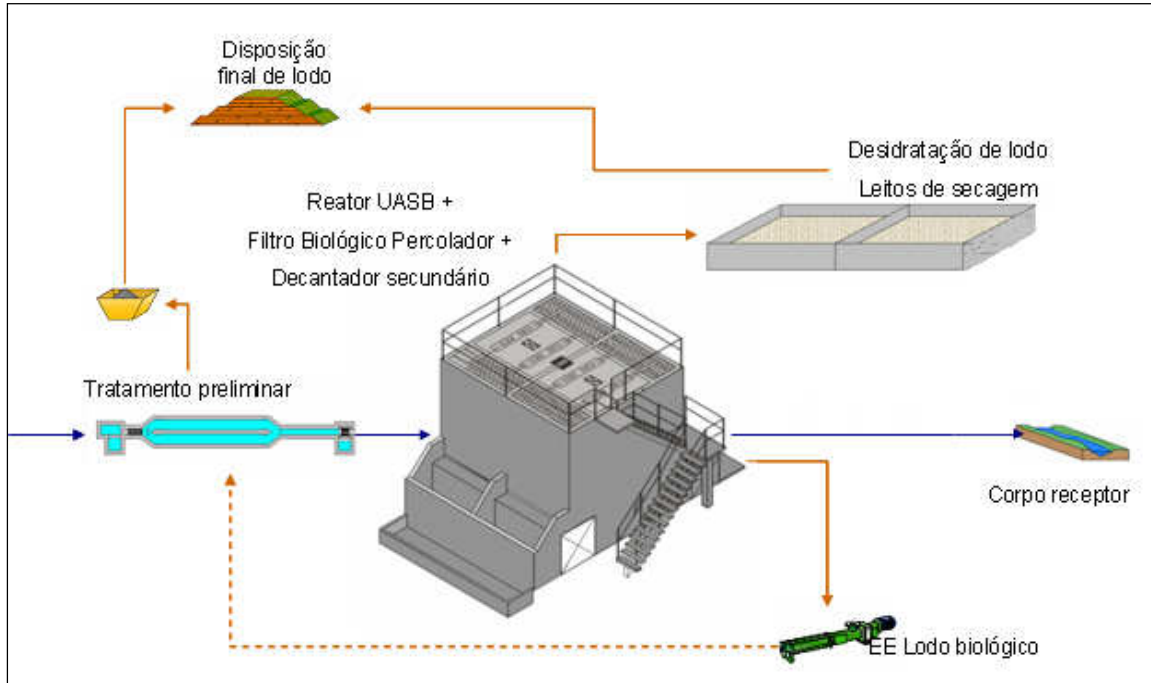
As figuras a seguir ilustram um sistema projetado pela ESSE Engenharia que se encontra implantado pela COPASA MG para uma população aproximada de 4.200 habitantes.



**Figura 4.5** – Vista de um sistema compacto composto por reator UASB + filtro biológico 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 a ETE de Piracema, salientando-se que no caso dessa localidade também será acrescida a desinfecção dos efluentes pelo sistema de radiação ultra violeta já descrito anteriormente.



**Figura 4.6** - Fluxograma típico de um sistema composto por reator UASB seguido de filtros biológicos percoladores e decantadores secundários em módulo compacto

Ressalta-se que não foi observada *in loco* a ocorrência de rochas, nem de espécimes vegetais de porte ou protegidas pela legislação ambiental no terreno destinado à implantação da ETE-01 que possa vir a inviabilizar a sua construção. Há necessidade de execução de sondagem para a verificação das condições do solo e do nível do lençol freático.

Apresenta-se a seguir as principais características da ETE-01.

✓ Tratamento Preliminar

Os sólidos presentes no esgoto afluente à 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 3". A vazão de dimensionamento e verificação hidráulica para o sistema preliminar é de 8,06 L/s, correspondente à vazão máxima afluente à estação de tratamento (considerando-se a vazão correspondente à infiltração nos interceptores).

- Grade de limpeza manual

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

- espaçamento entre as barras: ..... 10 mm;
- espessura de cada barra: ..... 6,4 mm;
- eficiência da grade:.....61%.

Admitindo-se que a velocidade máxima através da grade seja de 0,27 m/s, têm-se:

- área útil de gradeamento (ano 2036):.....0,0135 m<sup>2</sup>;

- área efetiva de gradeamento (ano 2036):.....0,022 m<sup>2</sup>;
- 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 m<sup>3</sup> de esgoto afluente à ETE. A quantidade de material gradeado, portanto, será:

- Quantidade média de material retido na grade (ano 2036): 0,018 m<sup>3</sup>/dia (6,40 m<sup>3</sup>/ano)

- Desarenador

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

- lâmina máxima no desarenador:.....0,09 m.

As dimensões do canal do desarenador são:

- largura do desarenador:.....0,35 m;
- comprimento do desarenador: .....3,00 m;

Verificação da taxa de aplicação superficial para a vazão máxima: 663,58 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d;

A verificação das velocidades nos desarenadores para as diferentes vazões é apresentada na tabela a seguir:

**Tabela 4.7 – Verificação das velocidades no desarenador para as diferentes vazões**

Ano	Vazão (m <sup>3</sup> /s)		Altura (m)		Seção útil (Hm x b) (m <sup>2</sup> )	Velocidade (m/s)
			Parshall	Desarenador		
2016	Q mín	0,003	0,08	0,03	0,011	0,286
	Q méd	0,004	0,09	0,04	0,01	0,29
	Q máx	0,006	0,12	0,07	0,02	0,24
2036	Q mín	0,004	0,08	0,03	0,01	0,38
	Q méd	0,005	0,10	0,05	0,02	0,29
	Q máx	0,008	0,14	0,09	0,03	0,25

A quantidade de areia removida foi calculada considerando uma taxa de 30 litros de areia removida para cada 1000 m<sup>3</sup> de esgoto afluente. Admitindo-se uma limpeza dos desarenadores a cada 15 dias. Para vazão média de final de plano, 5,34 L/s, têm-se:

- quantidade média de areia removida (ano 2036): .....5,05 m<sup>3</sup>/ano;
- intervalo de limpeza do desarenador: ..... 15 dias;
- volume de areia acumulado em 15 dias: .....0,21 m<sup>3</sup>;
- profundidade do rebaixo para acúmulo de areia:.....0,30 m;
- volume do rebaixo para acúmulo de areia: 2 canais de (0,30 x 0,35 x 3,00) m<sup>3</sup>.

- 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: ..... 0,14 m.

✓ 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 a implantação de dois módulos. 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
Número de reatores	4 un
Largura de cada reator	3,20 m
Comprimento de cada reator	3,00 m
Área de cada reator	9,60 m <sup>2</sup>
Altura total dos reatores	5,30 m
Altura útil dos reatores	4,70 m
Volume útil de cada reator	45,12 m <sup>3</sup>

✓ 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<sub>5</sub> 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 4 (quatro) reatores para tratamento secundário que atenderá a demanda populacional durante todo o período de projeto, o que proporciona a implantação de 8 (oito) filtros e 8 (oito) decantadores contíguos aos filtros.

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
<b>Filtros biológicos percoladores</b>	
Número total de pares	8 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 <sup>2</sup>
Volume útil de cada filtro	16,90 m <sup>2</sup>
<b>Decantadores secundários</b>	
Número total de pares	8 un
Largura de cada decantador	1,07 m
Comprimento de cada decantador	3,20 m
Área de cada decantador	3,42 m <sup>2</sup>
Volume útil de cada decantador	5,50 m <sup>2</sup>

✓ Sistema de Desinfecção

A desinfecção do efluente final se dará, conforme foi dito anteriormente, por meio de radiação UV, cuja absorção pelo ácido nucleico das células dos microrganismos, os tornam incapazes de se reproduzir. O sistema foi definido de acordo com as características do efluente listadas a seguir.:

- 01 linha hidráulica de fluxo.
- Vazão média na linha hidráulica – 6,0 l/s (21,6 m<sup>3</sup>/h)
- Sólidos suspensos totais estimado (eficiência de 90%): 30mg/L
- Transmittância estimada: mínimo de 55% (1cm)
- Densidade de bactérias estimada: 10<sup>7</sup> NMP/100ml
- Objetivo de redução de carga bact.: 3 LOG
- Destino do efluente: descarte em corpo hídrico

✓ 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**

Ano	População		Material Gradeado		Areia		Lodo desidratado		Material a ser Aterrado		
	Atendida (hab.)	Vazão Média (l/s)	l/d	m <sup>3</sup> /ano	l/d	m <sup>3</sup> /ano	l/d	m <sup>3</sup> /ano	l/d	m <sup>3</sup> /ano	Acumulado (m <sup>3</sup> /ano)
2016	2.276	4,47	14,66	5,35	11,57	4,22	79	29	106	39	39
2017	2.334	4,53	14,87	5,43	11,74	4,29	81	30	108	39	78
2018	2.365	4,56	14,99	5,47	11,83	4,32	82	30	109	40	118
2019	2.422	4,63	15,20	5,55	12,00	4,38	84	31	112	41	158
2020	2.453	4,66	15,31	5,59	12,08	4,41	85	31	113	41	200
2021	2.509	4,72	15,51	5,66	12,25	4,47	87	32	115	42	242
2022	2.538	4,76	15,62	5,70	12,33	4,50	88	32	116	42	284
2023	2.593	4,82	15,82	5,77	12,49	4,56	90	33	119	43	327
2024	2.621	4,85	15,92	5,81	12,57	4,59	91	33	120	44	371
2025	2.675	4,91	16,12	5,88	12,72	4,64	93	34	122	45	416
2026	2.701	4,94	16,21	5,92	12,80	4,67	94	34	123	45	461
2027	2.754	5,00	16,41	5,99	12,95	4,73	96	35	125	46	506
2028	2.778	5,02	16,49	6,02	13,02	4,75	97	35	126	46	553
2029	2.831	5,08	16,69	6,09	13,17	4,81	99	36	128	47	599
2030	2.854	5,11	16,77	6,12	13,24	4,83	99	36	129	47	647
2031	2.905	5,16	16,96	6,19	13,39	4,89	101	37	132	48	695
2032	2.926	5,19	17,03	6,22	13,45	4,91	102	37	132	48	743
2033	2.977	5,24	17,22	6,28	13,59	4,96	104	38	134	49	792
2034	2.996	5,27	17,29	6,31	13,65	4,98	104	38	135	49	841
2035	3.046	5,32	17,47	6,38	13,79	5,03	106	39	137	50	892
2036	3.064	5,34	17,54	6,40	13,84	5,05	107	39	138	50	942
TOTAL	-----	-----	-----	124,12	-----	97,99	-----	720	-----	942	-----

## ✓ Leitos de Secagem

 ↪ *Produção do lodo no Reator UASB:*

- Lodo produzido: ..... 54,43 kgSST/d
- Concentração de sólidos no lodo: ..... 4 %
- Volume diário de lodo: ..... 1,33 m<sup>3</sup>/d
- Frequência de descarte: ..... 15 dias
- Volume por descarte: ..... 20,0 m<sup>3</sup>

 ↪ *Cálculo dos leitos de secagem de lodo:*

- Volume de lodo a ser descartado: ..... 40,00 m<sup>3</sup>
- Altura da camada de lodo: ..... 0,35 m
- Área necessária: ..... 57,20 m<sup>2</sup>
- Número de leitos de secagem: ..... 04 un
- Dimensões adotadas para os leitos de secagem: ..... (4,0 x 5,0) m<sup>2</sup>

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

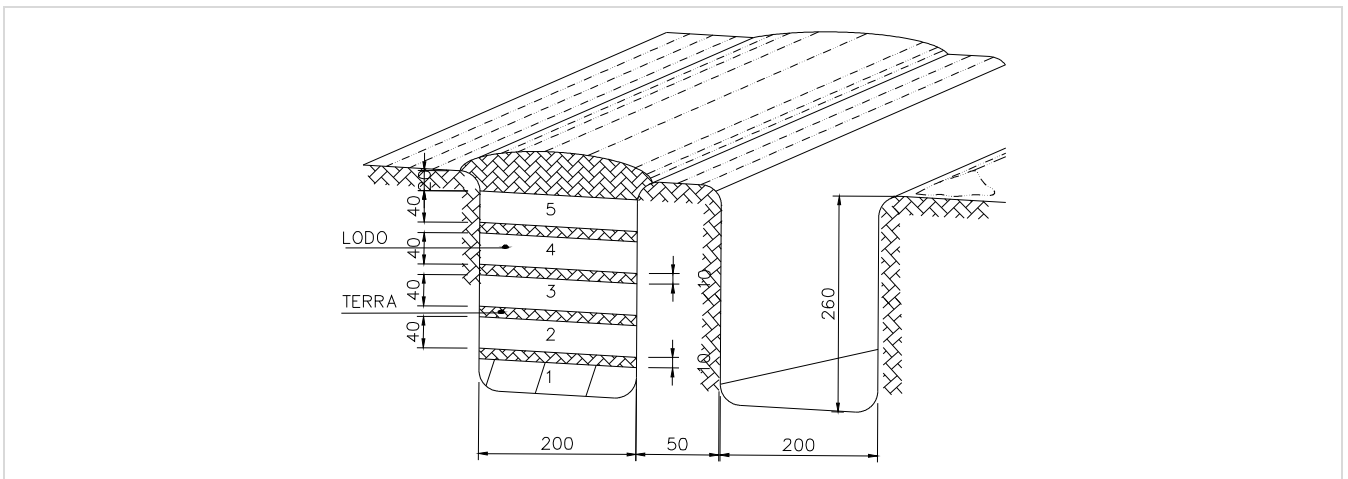
✓ Sistema de Disposição Final dos Resíduos Sólidos

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 espuma do reator UASB.

Previu-se uma área para o aterro dos resíduos em caso de alguma eventualidade, com a capacidade prevista para o aterramento do volume total de resíduo gerado durante o horizonte de projeto.

- Volume total de resíduos (2036): .....942 m<sup>3</sup>
- Profundidade útil da vala: .....2,60 m
- Largura da vala: .....2,00 m
- Espaçamento entre valas:.....0,50 m
- Área total de aterro: .....~ 1.270 m<sup>2</sup>

Salienta-se que não há necessidade de se prever impermeabilização de fundo para o aterro de resíduos proposto, pois a abertura da vala acontecerá apenas quando houver necessidade. Além disso, a largura da vala é muito pequena (Figura 4.9), ocorre apenas no momento do aterramento, sendo o volume a ser aterrado, mínimo, além de ser material inerte.



**Figura 4.7 – Layout da vala de resíduos**

✓ Emissário Final

O emissário final será responsável pelo transporte do efluente tratado até o seu lançamento no Rio do Peixe. O lançamento será realizado em um dissipador de energia para que o desenvolvimento de processos erosivos seja minimizado. As tabelas a seguir apresentam as

suas principais características e o seu dimensionamento e o desenho 340-PB-ES-05.01.03 apresenta as características construtivas do emissário e seu perfil.

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

<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Extensão (m)</b>	<b>Material</b>
150	40,00*	PVC

(\*) Valor de extensão da rede a partir do PV-03

**Tabela 4.12 – Dimensionamento do Emissário Final**

TRECHO		EXTENSÃO (m)		VAZÃO (l/s)				COTA DO TERRENO		COTA COLETOR		PROF. COLETOR (m)		PROF. PV JUSANTE	DEGRAU (m)	DECLIV. (%)	DIÂM (mm)	MATERIAL
Mont.	Jus.	Trecho	Acum.	Conc.	Mont.	Marcha	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.					
PV-003	LANÇAMENTO	40,00	40,00	7,91	7,91	0,00	7,91	804,45	803,10	803,21	802,80	1,24	0,30	0,30	0,00	1,02	150	PVC

#### ✓ 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.

#### ✓ Resumo dos Critérios e Parâmetros Adotados e das Verificações Efetuadas para os reatores UASB

Os dimensionamentos efetuados para a estação 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.

#### ✓ Sistema de Drenagem

A ETE-01 receberá rede de drenagem pluvial que será composta por bocas de lobo, canaletas, sarjetas, tubos de 400 mm de concreto armado e cordão de terra para proteção da área externa à ETE.

As caixas de passagem, se houver, serão executadas em concreto, revestidas com argamassa de cimento e areia 1:3, com espessura de 2 cm, recobrimento de ferragem superior a 4 cm, podendo ser construída em bloco de concreto cheio, o mesmo acontecendo com os PVs.

Os cordões de terra são compostos de solo argiloso com 60cm de altura e 80cm de largura, compactado em camadas de 10,0cm. Sobre estes cordões deverão ser dispostas mantas de grama armada com tela de polietileno ou material similar.

Apresenta-se a seguir a planilha de cálculo da rede de drenagem para a área da ETE.

**Tabela 4.13 – Dimensionamento do trecho de rede até a ala de lançamento**

TRECHO		RUA	EXT. (m)	ÁREA CONTRIBUIÇÃO (ha)		VAZÃO (l/s)			COTA DO TERRENO		COTA COLETOR		PROF. COLETOR (m)		PROF. PV JUSANTE	DEGRAU (m)	DECLIV. (%)	DIÂM (mm)	MATERIAL
Montante	Jusante			Simplex	Acum.	Mont.	Trecho	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.					
BL-01	ALA	Área ETE	10,00	0,090	0,090	13,92	13,92	13,92	806,000	803,400	804,900	803,400	1,100		0,000	0,000	15,00	400	MC

## **5. DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DO SISTEMA**

### **5.1. REDE COLETORA**

A vazão em marcha considerada nas planilhas de cálculo é definida dividindo-se a vazão total pela extensão total da rede coletora, desta forma tem-se a vazão por metro de rede coletora.

Para o dimensionamento das redes coletoras, 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 9.649/89, garantindo-se tensão trativa acima de 1,0 Pa.

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - PIRACEMA-MG**  
**DIMENSIONAMENTO DAS REDES COLETORAS - FINAL DE PLANO**

SB-18

Contribuições em marcha  
l/(s.km)

Rede exist. -  
Rede proj. 0.5237



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)	σE (Pa)	OBSERVAÇÃO	
Mont.	Jus.			Exist.	Trecho	Acum.	Conc.	Mont.	Marcha	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.											Jus.
PS-001	PV-002	RUA SEM NOME 29	AS		68.00	68.00		0.00	0.04	0.04	821.73	821.8	819.73	819.42	2.00	2.38	2.38	0.00	0.46	150	PVC	25.81	0.42	2.83	1.04	
PV-002	PV-003	RUA SEM NOME 29	AS		75.00	143.00		0.04	0.04	0.07	821.8	820.99	819.42	819.08	2.38	1.91	1.91	0.00	0.45	150	PVC	25.96	0.41	2.83	1.02	
PV-003	PV-004	RUA SEM NOME 29	AS		63.00	206.00		0.07	0.03	0.11	820.99	819.28	819.08	818.23	1.91	1.05	1.05	0.00	1.35	150	PVC	19.71	0.61	2.51	2.41	
PV-004	PV-005	RUA SEM NOME 29	AS		80.00	286.00		0.11	0.04	0.15	819.28	816.58	818.23	815.53	1.05	1.05	1.05	0.00	3.37	150	PVC	15.72	0.84	2.27	4.90	
PV-005	PV-025	RUA SEM NOME 29	AS		50.00	336.00		0.15	0.03	0.18	816.58	814.77	815.53	813.72	1.05	1.05	2.45	1.40	3.62	150	PVC	15.45	0.86	2.25	5.18	
PS-006	PV-007	RUA SEM NOME 30	AS		60.00	396.00		0.00	0.03	0.03	839.43	834.71	838.38	833.66	1.05	1.05	1.05	0.00	7.87	150	PVC	12.77	1.14	2.06	9.44	
PV-007	PV-008	RUA SEM NOME 30	AS		65.00	461.00		0.03	0.03	0.07	834.71	829.59	833.66	828.54	1.05	1.05	1.05	0.00	7.88	150	PVC	12.77	1.14	2.06	9.45	
PV-008	PV-023	RUA SEM NOME 30	AS		63.00	524.00		0.07	0.03	0.10	829.59	824.46	828.54	823.41	1.05	1.05	1.05	0.00	8.14	150	PVC	12.66	1.15	2.05	9.69	
PS-009	PV-010	RUA SEM NOME 30	TE		40.00	564.00		0.00	0.02	0.02	837.54	835.32	836.49	834.27	1.05	1.05	1.05	0.00	5.55	150	PVC	13.91	1.01	2.14	7.21	
PV-010	PV-011	RUA SEM NOME 30	E		55.00	619.00		0.02	0.03	0.05	835.32	830.48	834.27	829.43	1.05	1.05	1.55	0.50	8.80	150	PVC	12.42	1.19	2.03	10.29	
PV-011	PV-015	RUA SEM NOME 40	TE		75.00	694.00		0.05	0.04	0.09	830.48	825.74	828.93	824.24	1.55	1.50	1.50	0.00	6.25	150	PVC	13.51	1.05	2.11	7.90	
PS-012	PV-013	RUA SEM NOME 31	PO		20.00	714.00		0.00	0.01	0.01	839.42	838.34	838.37	837.29	1.05	1.05	1.05	0.00	5.40	150	PVC	14.00	1.00	2.15	7.06	
PV-013	PV-014	RUA SEM NOME 31	PO		60.00	774.00		0.01	0.03	0.04	838.34	831.13	837.29	830.08	1.05	1.05	1.05	0.00	12.02	150	PVC	11.51	1.33	1.96	13.08	
PV-014	PV-015	RUA SEM NOME 31	PO		45.00	819.00		0.04	0.02	0.07	831.13	825.74	830.08	824.69	1.05	1.05	1.50	0.45	11.98	150	PVC	11.52	1.33	1.96	13.05	
PV-015	PV-018	RUA SEM NOME 40	PO		51.00	870.00		0.15	0.03	0.18	825.74	824.99	824.24	823.94	1.50	1.05	1.05	0.00	0.59	150	PVC	24.24	0.45	2.75	1.26	
PS-016	PV-017	RUA SE NOME 32	PO		60.00	930.00		0.00	0.03	0.03	836.2	830.18	835.15	829.13	1.05	1.05	1.05	0.00	10.03	150	PVC	12.03	1.24	2.00	11.38	
PV-017	PV-018	RUA SE NOME 32	PO		45.00	975.00		0.03	0.02	0.05	830.18	824.99	829.13	823.94	1.05	1.05	1.05	0.00	11.53	150	PVC	11.63	1.31	1.97	12.67	
PV-018	PV-020	RUA SEM NOME 40	PO		50.60	1,025.60		0.24	0.03	0.26	824.99	825.5	823.94	823.70	1.05	1.80	1.80	0.00	0.47	150	PVC	25.67	0.42	2.82	1.06	
PS-019	PV-020	RUA SEM NOME 33	PO		80.00	1,105.60		0.00	0.04	0.04	831.39	825.5	830.34	824.45	1.05	1.05	1.80	0.75	7.36	150	PVC	12.98	1.11	2.07	8.97	
PV-020	PV-021	RUA SEM NOME 40	PO		58.00	1,163.60		0.30	0.03	0.33	825.5	825.78	824.45	824.19	1.05	1.59	1.59	0.00	0.45	150	PVC	25.96	0.41	2.83	1.02	
PV-021	PV-022	RUA SEM NOME 40	PO		15.00	1,178.60		0.33	0.01	0.34	825.78	825.07	824.19	824.02	1.59	1.05	1.05	0.00	1.13	150	PVC	20.60	0.57	2.56	2.10	
PV-022	PV-023	RUA SEM NOME 40	PO		20.00	1,198.60		0.34	0.01	0.35	825.07	824.46	824.02	823.41	1.05	1.05	1.05	0.00	3.05	150	PVC	16.11	0.81	2.29	4.54	
PV-023	PV-024	RUA SEM NOME 30	AS		48.00	1,246.60		0.45	0.03	0.48	824.46	819.55	823.41	818.50	1.05	1.05	1.05	0.00	10.23	150	PVC	11.98	1.25	2.00	11.56	
PV-024	PV-025	RUA SEM NOME 30	AS		45.00	1,291.60		0.48	0.02	0.50	819.55	814.77	818.50	813.72	1.05	1.05	2.45	1.40	10.62	150	PVC	11.87	1.27	1.99	11.90	
PV-025	PV-026	RUA SEM NOME 29	AS		80.00	1,371.60		0.68	0.04	0.72	814.77	811.29	812.32	809.99	2.45	1.30	1.30	0.00	2.91	150	PVC	16.30	0.80	2.30	4.38	
PV-026	PV-027	RUA SEM NOME 29	AS		80.00	1,451.60		0.72	0.04	0.76	811.29	808.2	809.99	807.15	1.30	1.05	1.05	0.00	3.55	150	PVC	15.52	0.86	2.25	5.10	
PV-027	PV-028	RUA SEM NOME 29	AS		80.00	1,531.60		0.76	0.04	0.80	808.2	807.12	807.15	806.07	1.05	1.05	1.05	0.00	1.35	150	PVC	19.71	0.61	2.51	2.41	
PV-028	PV-029	RUA SEM NOME 29	AS		60.00	1,591.60		0.80	0.03	0.83	807.12	806.7	806.07	805.65	1.05	1.05	1.05	0.00	0.70	150	PVC	23.22	0.48	2.70	1.44	
PV-029	ISND-029	RUA SEM NOME 29	AS		37.00	1,628.60		0.83	0.02	0.85	806.7	806.52	805.65	805.47	1.05	1.05	1.95	0.90	0.49	150	PVC	25.40	0.42	2.81	1.09	LANÇAMENTO NO ISND-029



## 5.2 INTERCEPTORES

Interceptor Sem Nome ME

Interceptor Sem Nome MD

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - PIRACEMA-MG**  
**DIMENSIONAMENTO DOS INTERCEPTORES - FINAL DE PLANO**

**INTERCEPTOR SEM NOME 1 - MARGEM ESQUERDA**

Contribuições em marcha  
l/(s.km)

Rede exist.      Interc. proj.  
-                      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)	σ <sub>E</sub> (Pa)	OBSERVAÇÃO		
Mont.	Jus.			Exist.	Trecho	Acum.	Conc.	Mont.	Marcha	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.											Jus.	
ISNE-001	ISNE-002	ÁREA VERDE	TE		25.00	25.00	1.30	1.30	0.00	1.30	827.20	825.50	826.15	824.45	1.05	1.05	1.05	0.00	6.80	150	PVC	13.23	1.08	2.09	8.43	CONTRIBUIÇÃO DA SB-07	
ISNE-002	ISNE-003	ÁREA VERDE	TE		50.00	75.00		1.30	0.01	1.31	825.50	823.17	824.45	822.12	1.05	1.05	1.05	0.00	4.66	150	PVC	14.52	0.95	2.19	6.30		
ISNE-003	ISNE-004	ÁREA VERDE	TE		78.60	153.60		1.31	0.01	1.31	823.17	821.58	822.12	820.53	1.05	1.05	1.05	0.00	2.02	150	PVC	17.84	0.70	2.40	3.30		
ISNE-004	ISNE-005	ÁREA VERDE	TE		28.50	182.10		1.31	0.00	1.32	821.58	821.50	820.53	820.40	1.05	1.10	1.10	0.00	0.46	150	PVC	25.81	0.42	2.83	1.04		
ISNE-005	ISNE-006	ÁREA VERDE	TE		37.40	219.50	0.57	1.88	0.00	1.89	821.50	821.95	820.40	820.23	1.10	1.72	1.72	0.00	0.45	150	PVC	29.18	0.44	2.97	1.13	CONTRIBUIÇÃO DA SB-08	
ISNE-006	ISNE-007	ÁREA VERDE	TE		7.30	226.80	0.39	2.27	0.00	2.28	821.95	820.17	820.23	819.12	1.72	1.05	1.50	0.45	15.21	150	PVC	13.33	1.63	2.10	18.99	CONTRIBUIÇÃO DA SB-10	
ISNE-007	ISND-002	ÁREA VERDE	TE		9.00	235.80		2.28	0.00	2.28	820.17	821.29	818.67	818.62	1.50	2.67	2.67	0.00	0.56	150	FF°	3	0.39	0.50	3.03	1.45	LANÇAMENTO NO INSD-002



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - PIRACEMA-MG**  
**DIMENSIONAMENTO DOS INTERCEPTORES - FINAL DE PLANO**

**Contribuições em marcha**  
**l/(s.km)**

**Rede exist.**      **Interc. proj.**  
-                      0.1000

**INTERCEPTOR SEM NOME 2 - MARGEM DIREITA**

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)	G <sub>E</sub> (Pa)	OBSERVAÇÃO	
Mont.	Jus.			Exist.	Trecho	Acum.	Conc.	Mont.	Marcha	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.											Jus.
ISND-001	ISND-002	ÁREA VERDE	TE		20.00	20.00	2.13	2.13	0.00	2.13	822.28	821.30	821.23	820.25	1.05	1.05	1.05	0.00	4.90	150	PVC	17.06	1.07	2.35	7.68	CONTRIBUIÇÃO DA SB-06
ISND-002	ISND-003	ÁREA VERDE	TE		15.00	35.00	2.28	4.41	0.00	4.41	821.30	819.98	820.25	818.93	1.05	1.05	1.05	0.00	8.80	150	PVC	21.15	1.62	2.59	16.73	CONTRIBUIÇÃO DO ISNE
ISND-003	ISND-004	ÁREA VERDE	TE		15.00	50.00		4.41	0.00	4.41	819.98	819.09	818.93	818.04	1.05	1.05	1.05	0.00	5.93	150	PVC	23.35	1.41	2.71	12.29	
ISND-004	ISND-005	ÁREA VERDE	TE		35.00	85.00		4.41	0.00	4.42	819.09	819.28	818.04	817.88	1.05	1.40	1.40	0.00	0.46	150	PVC	45.82	0.56	3.54	1.63	
ISND-005	ISND-006	ÁREA VERDE	TE		30.00	115.00		4.42	0.00	4.42	819.28	818.89	817.88	817.74	1.40	1.15	1.15	0.00	0.47	150	PVC	45.56	0.56	3.53	1.66	
ISND-006	ISND-007	ÁREA VERDE	TE		20.00	135.00		4.42	0.00	4.42	818.89	818.14	817.74	817.09	1.15	1.05	1.05	0.00	3.25	150	PVC	27.21	1.14	2.89	7.68	
ISND-007	ISND-008	ÁREA VERDE	TE		69.00	204.00		4.42	0.01	4.43	818.14	817.32	817.09	816.27	1.05	1.05	1.05	0.00	1.19	150	PVC	35.35	0.79	3.21	3.48	
ISND-008	ISND-009	ÁREA VERDE	TE		75.00	279.00	0.69	5.12	0.01	5.13	817.32	816.03	816.27	814.98	1.05	1.05	1.05	0.00	1.72	150	PVC	34.65	0.94	3.19	4.95	CONTRIBUIÇÃO DA SB-13
ISND-009	ISND-010	ÁREA VERDE	TE		80.00	359.00		5.13	0.01	5.14	816.03	814.94	814.98	813.89	1.05	1.05	1.05	0.00	1.36	150	PVC	36.91	0.87	3.27	4.11	
ISND-010	ISND-011	ÁREA VERDE	TE		80.00	439.00		5.14	0.01	5.14	814.94	813.42	813.89	812.37	1.05	1.05	1.05	0.00	1.90	150	PVC	33.80	0.98	3.16	5.36	
ISND-011	ISND-012	ÁREA VERDE	TE		70.00	509.00		5.14	0.01	5.15	813.42	812.21	812.37	811.16	1.05	1.05	1.05	0.00	1.73	150	PVC	34.67	0.95	3.19	4.98	
ISND-012	ISND-013	ÁREA VERDE	TE		40.00	549.00		5.15	0.00	5.15	812.21	811.68	811.16	810.63	1.05	1.05	1.05	0.00	1.33	150	PVC	37.21	0.86	3.28	4.05	
ISND-013	ISND-014	ÁREA VERDE	TE		50.00	599.00		5.15	0.01	5.16	811.68	811.98	810.63	810.40	1.05	1.58	1.58	0.00	0.46	150	PVC	50.13	0.58	3.64	1.73	
ISND-014	ISND-015	ÁREA VERDE	TE		44.00	643.00		5.16	0.00	5.16	811.98	812.64	810.40	810.20	1.58	2.44	2.44	0.00	0.45	150	PVC	50.48	0.58	3.65	1.70	
ISND-015	ISND-016	ÁREA VERDE	TE		8.00	651.00	0.95	6.11	0.00	6.11	812.64	810.87	810.20	809.82	2.44	1.05	1.05	0.00	4.75	150	PVC	29.14	1.43	2.97	11.89	CONTRIBUIÇÃO DA SB-13
ISND-016	ISND-017	ÁREA VERDE	TE		46.40	697.40	0.39	6.50	0.00	6.50	810.87	811.51	809.82	809.61	1.05	1.90	1.90	0.00	0.45	150	PVC	58.13	0.61	3.80	1.84	CONTRIBUIÇÃO DA SB-12
ISND-017	ISND-018	ÁREA VERDE	TE		51.00	748.40		6.50	0.01	6.51	811.51	808.67	809.61	807.62	1.90	1.05	1.05	0.00	3.90	150	PVC	31.68	1.35	3.08	10.45	
ISND-018	ISND-019	ÁREA VERDE	TE		40.00	788.40		6.51	0.00	6.51	808.67	807.62	807.62	806.57	1.05	1.05	1.05	0.00	2.62	150	PVC	35.18	1.17	3.21	7.63	
ISND-019	ISND-020	ÁREA VERDE	TE		18.00	806.40		6.51	0.00	6.51	807.62	808.65	806.57	806.48	1.05	2.17	2.17	0.00	0.50	150	PVC	56.30	0.64	3.77	2.01	
ISND-020	ISND-021	ÁREA VERDE	TE		30.00	836.40		6.51	0.00	6.52	808.65	807.82	806.48	806.34	2.17	1.48	1.48	0.00	0.47	150	PVC	57.41	0.62	3.79	1.91	
ISND-021	ISND-022	ÁREA VERDE	TE		35.00	871.40		6.52	0.00	6.52	807.82	807.87	806.34	806.18	1.48	1.69	1.69	0.00	0.46	150	PVC	57.82	0.62	3.80	1.88	
ISND-022	ISND-023	ÁREA VERDE	TE		20.90	892.30		6.52	0.00	6.52	807.87	808.62	806.18	806.08	1.69	2.54	2.54	0.00	0.48	150	PVC	57.07	0.63	3.78	1.95	
ISND-023	ISND-024	RUA SEM NOME 29	AS		28.90	921.20	0.30	6.82	0.00	6.82	808.62	807.92	806.08	805.95	2.54	1.97	1.97	0.00	0.45	150	PVC	59.94	0.62	3.83	1.87	CONTRIBUIÇÃO DA SB-14
ISND-024	ISND-025	RUA SEM NOME 29	AS		80.00	1,001.20		6.82	0.01	6.83	807.92	806.85	805.95	805.59	1.97	1.26	1.26	0.00	0.45	150	PVC	59.99	0.62	3.83	1.87	
ISND-025	ISND-026	RUA SEM NOME 29	AS		41.40	1,042.60	0.94	7.77	0.00	7.77	806.85	807.55	805.59	805.40	1.26	2.15	2.15	0.00	0.46	150	PVC	64.83	0.64	3.90	1.99	CONTRIBUIÇÃO DO ISN3
ISND-026	ISND-026A	ÁREA VERDE	TE		4.20	1,046.80		7.77	0.00	7.77	807.55	807.25	805.40	805.38	2.15	1.87	1.87	0.00	0.48	150	PVC	63.91	0.65	3.89	2.06	
ISND-026A	ISND-026B	ÁREA VERDE	TE		25.00	1,071.80		7.77	0.00	7.78	807.25	807.25	805.38	805.24	1.87	2.01	2.01	0.00	0.56	150	PEAD	60.76	0.69	3.85	2.35	
ISND-026B	ISND-027	ÁREA VERDE	TE		4.70	1,076.50		7.78	0.00	7.78	807.25	807.50	805.24	805.21	2.01	2.29	2.29	0.00	0.64	150	PVC	58.22	0.73	3.81	2.62	
ISND-027	ISND-028	RUA SEM NOME	AS		75.00	1,151.50		7.78	0.01	7.78	807.50	806.46	805.21	804.87	2.29	1.59	1.59	0.00	0.45	150	PVC	65.37	0.64	3.91	1.95	
ISND-028	ISND-029	RUA SEM NOME	AS		66.00	1,217.50		7.78	0.01	7.79	806.46	806.52	804.87	804.57	1.59	1.95	1.95	0.00	0.45	150	PVC	65.41	0.64	3.91	1.95	
ISND-029	ISND-030	RUA ENTRE RIOS	TE		73.00	1,290.50	0.99	8.78	0.01	8.79	806.52	805.56	804.57	804.24	1.95	1.32	1.32	0.00	0.45	150	PVC	71.15	0.65	3.97	2.01	CONTRIBUIÇÃO DA SB-18
ISND-030	ISND-031	RUA ENTRE RIOS	TE		45.00	1,335.50		8.79	0.00	8.79	805.56	805.39	804.24	804.03	1.32	1.36	1.36	0.00	0.47	150	PVC	70.08	0.66	3.96	2.09	
ISND-031	ISND-032	RUA ENTRE RIOS	TE		36.00	1,371.50		8.79	0.00	8.80	805.39	805.32	804.03	803.86	1.36	1.46	1.46	0.00	0.47	150	PVC	70.10	0.66	3.96	2.09	
ISND-032	ISND-033	RUA ENTRE RIOS	TE		62.00	1,433.50		8.80	0.01	8.80	805.32	804.19	803.86	803.14	1.46	1.05	1.05	0.00	1.16	150	PVC	52.32	0.94	3.69	4.47	

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - PIRACEMA-MG**  
**DIMENSIONAMENTO DOS INTERCEPTORES - FINAL DE PLANO**

Contribuições em marcha  
l/(s.km)

Rede exist. Interc. proj.

- 0.1000

**INTERCEPTOR SEM NOME 2 - MARGEM DIREITA**

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)	σ <sub>E</sub> (Pa)	OBSERVAÇÃO	
Mont.	Jus.			Exist.	Trecho	Acum.	Conc.	Mont.	Marcha	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.											Jus.
ISND-033	ISND-034	RUA ENTRE RIOS	TE		64.00	1,497.50		8.80	0.01	8.81	804.19	804.95	803.14	802.85	1.05	2.10	2.10	0.00	0.45	150	PVC	71.27	0.65	3.97	2.01	
ISND-034	ISND-035	RUA ENTRE RIOS	TE		72.00	1,569.50		8.81	0.01	8.82	804.95	804.92	802.85	802.52	2.10	2.40	2.40	0.00	0.46	150	PVC	70.75	0.66	3.97	2.05	
ISND-035	ISND-036	RUA ENTRE RIOS	TE		46.00	1,615.50		8.82	0.00	8.82	804.92	804.83	802.52	802.31	2.40	2.52	2.52	0.00	0.46	150	PVC	70.78	0.66	3.97	2.05	
ISND-036	ISND-037	RUA ENTRE RIOS	TE		16.00	1,631.50		8.82	0.00	8.82	804.83	804.78	802.31	802.23	2.52	2.55	2.55	0.00	0.50	150	PVC	68.73	0.68	3.95	2.21	
ISND-037	ISND-038	RUA ENTRE RIOS	TE		20.00	1,651.50		8.82	0.00	8.82	804.78	804.55	802.23	802.14	2.55	2.41	2.41	0.00	0.45	150	PVC	71.36	0.65	3.97	2.01	
ISND-038	ISND-039	RUA ENTRE RIOS	TE		20.00	1,671.50		8.82	0.00	8.83	804.55	804.45	802.14	802.05	2.41	2.40	2.40	0.00	0.45	150	PVC	71.37	0.65	3.97	2.01	
ISND-039	ISND-040	RUA ENTRE RIOS	TE		35.00	1,706.50		8.83	0.00	8.83	804.45	804.35	802.05	801.89	2.40	2.46	2.46	0.00	0.46	150	PVC	70.83	0.66	3.97	2.05	
ISND-040	ISND-041	RUA ENTRE RIOS	TE		48.00	1,754.50		8.83	0.00	8.83	804.35	804.05	801.89	801.67	2.46	2.38	2.38	0.00	0.46	150	PVC	70.86	0.66	3.97	2.05	
ISND-041	ISND-042	RUA ENTRE RIOS	TE		64.00	1,818.50		8.83	0.01	8.84	804.05	803.79	801.67	801.38	2.38	2.41	2.41	0.00	0.45	150	PVC	71.46	0.65	3.97	2.01	
ISND-042	ISND-043	RUA ENTRE RIOS	TE		58.00	1,876.50		8.84	0.01	8.85	803.79	803.96	801.38	801.10	2.41	2.86	2.86	0.00	0.48	150	PVC	69.86	0.67	3.96	2.13	
ISND-043	ISND-044	RUA ENTRE RIOS	TE		10.50	1,887.00		8.85	0.00	8.85	803.96	803.73	801.10	801.05	2.86	2.68	2.68	0.00	0.48	150	PVC	69.87	0.67	3.96	2.13	
ISND-044	ISND-045	RUA ENTRE RIOS	TE		4.80	1,891.80		8.85	0.00	8.85	803.73	804.04	801.05	800.44	2.68	3.60	3.60	0.00	12.71	150	PVC	27.37	2.26	2.90	30.19	
ISND-045	ISND-046	RUA ENTRE RIOS	TE		9.20	1,901.00		8.85	0.00	8.85	804.04	803.35	800.44	800.39	3.60	2.96	2.96	0.00	0.54	150	FF°	67.06	0.70	3.93	2.36	
ISND-046	ISND-047	RUA ENTRE RIOS	TE		8.80	1,909.80		8.85	0.00	8.85	803.35	803.00	800.39	800.35	2.96	2.65	2.65	0.00	0.45	150	PVC	71.51	0.65	3.97	2.01	
ISND-047	ISND-048	RUA ENTRE RIOS	TE		52.50	1,962.30		8.85	0.01	8.86	803.00	804.00	800.35	798.90	2.65	5.10	5.10	0.00	2.76	150	PVC	40.95	1.30	3.40	9.02	
ISND-048	EEE-FINAL	RUA ENTRE RIOS	TE		13.10	1,975.40		8.86	0.00	8.86	804.00	804.00	798.90	798.00	5.10	6.00	6.00	0.00	6.87	150	PVC	32.09	1.81	3.09	18.61	LANÇAMENTO NA EE-FINAL





## 5.3 ELEVATÓRIA

EEE FINAL



### 1. Dimensionamento do poço de sucção

Dados de Entrada	
Vazão mínima (l/s) (final de plano)	3.64
Vazão média (l/s) (final de plano)	5.34
Vazão máxima (l/s) (final de plano)	8.06
Número de bombas (01+01)	1
Vazão de recalque (l/s)	8.00
Vazão de cada bomba (l/s)	8.00

Dimensionamento	
Volume útil mínimo (m <sup>3</sup> )	1.20
Área da base do poço de sucção Ab (2,00x2,00 m <sup>2</sup> )	4.00
Altura útil adotada (m)	0.30
Volume útil adotado (m <sup>3</sup> )	1.20
(1)Altura média (m) hm	0.45
Volume morto (m <sup>3</sup> ) Vmorto	1.15
Volume efetivo (m <sup>3</sup> ) Ve=Ab*hm-Vmorto	0.65

(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 (m <sup>3</sup> /min) (final de plano)	0.22
Vazão de cada bomba (m <sup>3</sup> /min)	0.32
Volume útil adotado (m <sup>3</sup> )	1.20

Ciclo	
Tempo de subida - Ts (min)	5.49
Tempo de descida - Td (min)	11.76
Ciclo de funcionamento (min)	17.26

### 3. Tempo de detenção

Dados de Entrada	
Vazão média (m <sup>3</sup> /min) (final de plano)	0.32
Volume efetivo (m <sup>3</sup> ) Ve=Ab*hm	0.65
Tempo de Detenção	
Tempo de detenção (min)	2.03

#### 4. Altura manométrica

Dados de Entrada	
Vazão de recalque (l/s)	8.00
Vazão de cada bomba (l/s)	8.00
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)	2.00
Material Barrilete de Recalque	FoFo
Coefficiente de rugosidade (C) no Barrilete de Recalque	120
Material da Linha de Recalque	FoFo
Coefficiente de rugosidade (C) na Linha de Recalque	120
Cota de fundo do poço de sucção (m)	799.10
NA mín Poço de sucção (m)	799.40
NA máx Poço de sucção (m)	799.70
Cota de chegada da linha de recalque (m)	812.72
Velocidade de sucção (m/s)	-
Velocidade no barrilete de recalque (m/s)	1.02
Extensão da linha de recalque (m)	23.74
Diâmetro da linha de recalque (mm)	100

Desníveis Geométricos	
Desnível geométrico máx (m)	13.32
Desnível geométrico mín (m)	13.02

#### Perda de Carga Contínua

$h_{fc1} = L_R * 10,643 * Q^{1,85} * D^{-4,87} * C^{-1,85}$ (m) (Linha de Recalque)	0.35
$h_{fc2} = L_B * 10,643 * Q^{1,85} * D^{-4,87} * C^{-1,85}$ (m) (Barrilete de Recalque)	0.03
$h_{fcT} = h_{fc1} + h_{fc2}$	0.38
Coefficiente $b = C^{-1,85} * (L_R * 10,643 * D_R^{-4,87} + L_B * 10,643 * D_B^{-4,87})$	2,894.50

#### 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	100	3	0.20	0.60	8.00	1.02	0.03	495.76
VÁLVULA DE RETENÇÃO	100	1	2.50	2.50	8.00	1.02	0.13	2,065.67
REGISTRO GAVETA	100	1	0.20	0.20	8.00	1.02	0.01	165.25
TÊ PASS. LATERAL	100	1	1.30	1.30	8.00	1.02	0.07	1,074.15
TÊ PASS. DIRETA	100	2	0.60	1.20	8.00	1.02	0.06	991.52
CURVA 90	100	3	0.40	1.20	8.00	1.02	0.06	991.52
CURVA 45	100	5	0.20	1.00	8.00	1.02	0.05	826.27
CURVA 22	100	0	0.10	0.00	8.00	1.02	0.00	0.00
SAÍDA DA TUBULAÇÃO	100	1	1.00	1.00	8.00	1.02	0.05	826.27
Somatório							0.46	7,436.41

#### Perda de Carga Total

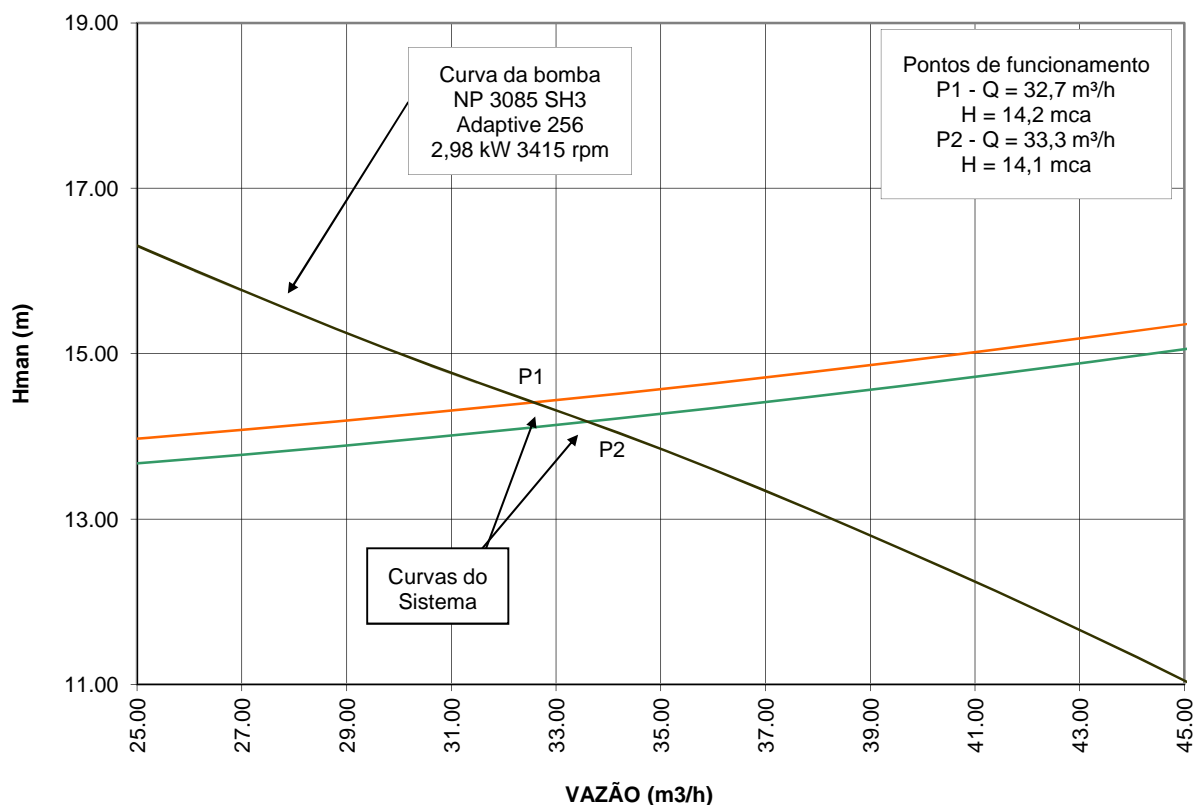
	$H_{fc}$	$H_{fl}$	$H_f$
Totais	0.38	0.46	0.84





NPSH requerido: (m)	Afogada
Rendimento (%)	80.5
Submersão mínima (mm)	260
Peso do conjunto (kg)	0
Passagem máx. sólidos (mm)	0

## 6. Curvas do sistema e da bomba



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

Vazão média (m³/s) (ano final de plano)	0.005340
Número de cestos (un)	1
Vazão média por cesto (m³/s) (ano final de plano)	0.005340
Malha da grade (cm)	1.5
Coefficiente Schroepfer (l/m³)	0.0458
Volume de sólidos (m³/dia)	0.0211
Dimensões da grade (mxmxm)	0,4x0,6x0,4
Volume útil do cesto (m³)	0.096
Peso do cesto com sólidos (kg)	50
Período de limpeza (dia)	4



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde

## Sistema de Esgotamento Sanitário PIRACEMA - MG EE-Final



### NP 3085 SH 3- Adaptive 256

#### Curva de desempenho



#### Bomba

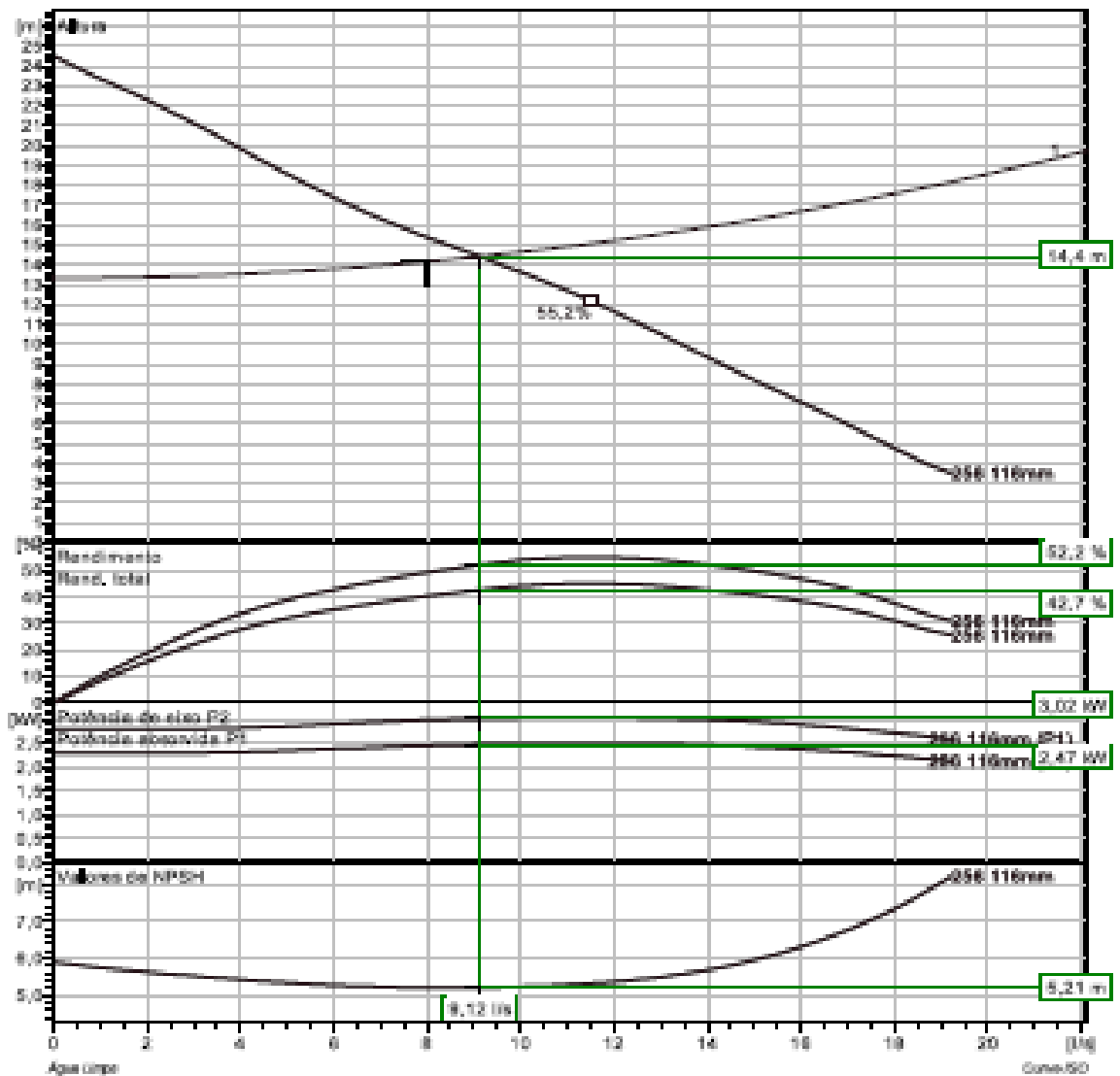
Discharge Flange Diameter 80 mm  
Inlet diameter 80 mm  
Impeller diameter 116 mm  
Number of blades 3

#### Motor

Motor # N3085\_160 15-08-2,0LW 4hp  
Stator variant 29  
Frequência 60 Hz  
Rated voltage 220 V  
Número de pólos 2  
Fases 3-  
Potência nominal 2,98 kW  
Corrente nominal 10 A  
Corrente de partida 42 A  
Velocidade nominal 3415 1/min

Fator de potência  
1/1 Load 0,93  
3/4 Load 0,91  
1/2 Load 0,88

Rendimentos  
1/1 Load 80,5 %  
3/4 Load 82,0 %  
1/2 Load 82,0 %



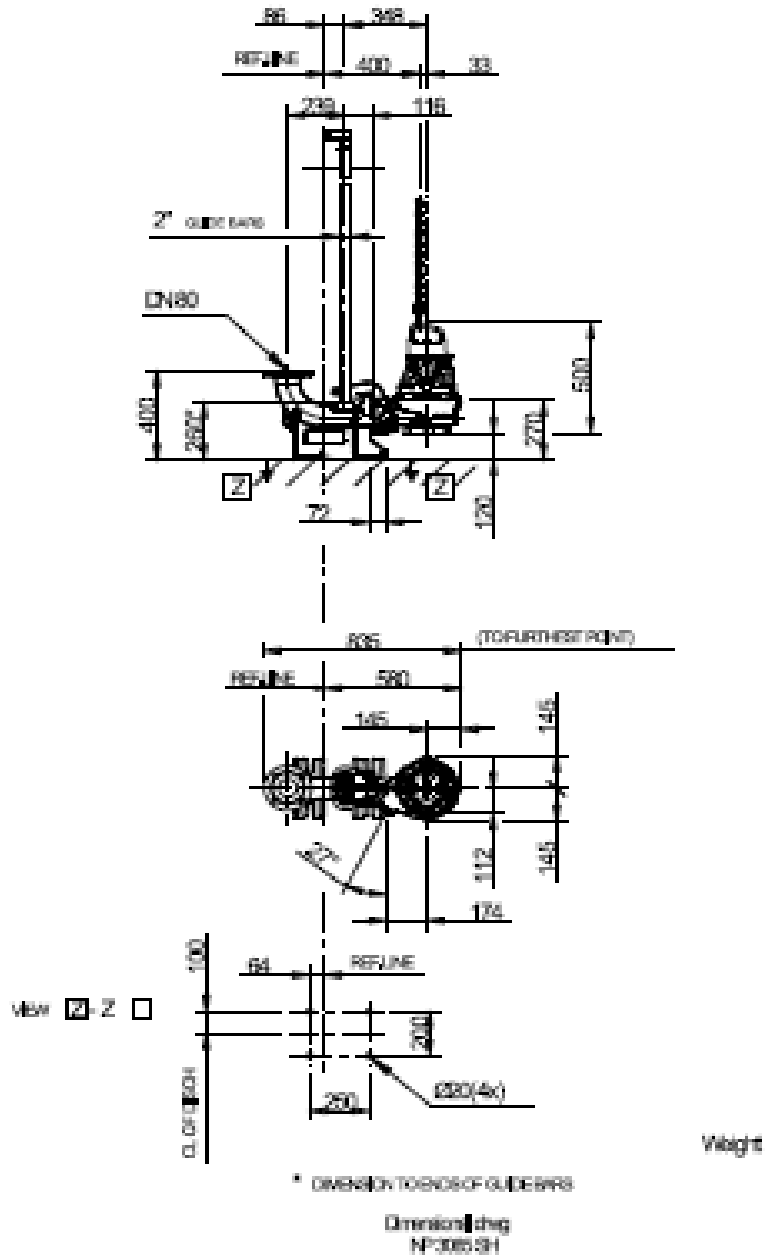


Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde

Sistema de Esgotamento Sanitário  
PIRACEMA - MG  
EE-Final



NP 3085 SH 3- Adaptive 256  
Dimensional drawing





## 5.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

ETE-01 – UASB + FB + DS



POPULAÇÃO VAZÃO E CARGA

**Início de Plano**

População

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento	População atendida (hab)
2016	2,529	90	2,276

Vazões

Tratamento Preliminar

Ano	Vazão Doméstica (L/s)			Infiltração (L/s)	Industrial (L/s)	Vazão Total (L/s)*		
	mínima	média	máxima			mínima	média	máxima
2016	1.26	2.53	4.55	1.94	0.00	3.20	4.47	6.49

ETE

Ano	Vazão Doméstica (L/s)			Infiltração (L/s)	Industrial (L/s)	Vazão Total (L/s)*		
	mínima	média	máxima			mínima	média	máxima
2016	1.26	2.53	4.55	0.85	0.00	2.12	3.38	5.40

Cargas orgânicas

**DBO**

Ano	Doméstica (kgDBO/d)	Industrial (kgDBO/d)	Total (kgDBO/d)	Concentração (mg/L)
2016	123	0	123	319

**DQO**

Ano	Doméstica (kgDQO/d)	Industrial (kgDQO/d)	Total (kgDQO/d)	Concentração (mg/L)
2016	184	0	184	478

**Final de Plano**

População

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento	População atendida (hab)
2036	3,064	100	3,064

Vazões

Tratamento Preliminar

Ano	Vazão Doméstica (L/s)			Infiltração (L/s)	Industrial (L/s)	Vazão Total (L/s)*		
	mínima	média	máxima			mínima	média	máxima
2036	1.70	3.40	6.13	1.94	0.00	3.64	5.34	8.06

ETE

Ano	Vazão Doméstica (L/s)			Infiltração (L/s)	Industrial (L/s)	Vazão Total (L/s)*		
	mínima	média	máxima			mínima	média	máxima
2036	1.70	3.40	6.13	0.85	0.00	2.55	4.26	6.98



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS



PIRACEMA - MG

Cargas orgânicas

**DBO**

Ano	Doméstica (kgDBO/d)	Industrial (kgDBO/d)	Total (kgDBO/d)	Concentração (mg/L)
2036	165	0	165	359

**DQO**

Ano	Doméstica (kgDQO/d)	Industrial (kgDQO/d)	Total (kgDQO/d)	Concentração (mg/L)
2036	248	0	248	538

\* 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 (Rede+Interceptor) de contribuição da ETE. Escolhe-se a **MENOR** das duas.



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
TRATAMENTO PRELIMINAR - Dimensionamento  
PIRACEMA - MG**



**1 Estimativas de vazões**

Ano	Vazão (l/s)		
	Mínima	Média	Máxima
2016	3.20	4.47	6.49
2036	3.64	5.34	8.06

**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 x H <sup>n</sup>
		K = 0.176	

Ano	Vazão (l/s)			Altura da lâmina (m)		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
2016	3.20	4.47	6.49	0.08	0.09	0.12
2036	3.64	5.34	8.06	0.08	0.10	0.14

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

$$\left. \begin{aligned} \frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} &= \frac{H_{\min} - Z}{H_{\max} - Z} \\ \frac{3.20}{8.06} &= \frac{0.08 - Z}{0.14 - Z} \end{aligned} \right\} Z = 0.03 \text{ m}$$

<b>Valor de Z adotado</b>	<b>0.05</b> m
---------------------------	---------------

**3 Desarenador**

3.1 Lâmina máxima no desarenador - Hm (m):

$$\left. \begin{aligned} H_m &= H_{\max} - Z \\ H_m &= 0.14 - 0.05 \end{aligned} \right\} H_m = 0.09 \text{ m}$$

<b>Valor de Hm adotado</b>	<b>0.09</b> m
----------------------------	---------------

3.2 Largura do canal do desarenador - b (m):

2016	$b = \frac{Q_{\max}}{H_m \times v_1} = \frac{0.0065}{0.09 \times 0.30} = 0.25 \text{ m}$
2036	$b = \frac{Q_{\max}}{H_m \times v_1} = \frac{0.0081}{0.09 \times 0.30} = 0.31 \text{ m}$

<b>Valor de b adotado</b>	<b>0.35</b> m
---------------------------	---------------



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
TRATAMENTO PRELIMINAR - Dimensionamento  
PIRACEMA - MG**



<b>3</b>	<b>Desarenador</b>																																															
3.3	<p>Verificação das velocidades para diferentes vazões no desarenador:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ano</th> <th colspan="2" rowspan="2">Vazão (m³/s)</th> <th colspan="2">Altura (m)</th> <th rowspan="2">Seção útil - (Hm x b) (m²)</th> <th rowspan="2">Velocidade (m/s)</th> </tr> <tr> <th>Parshall</th> <th>Desarenador</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">2016</td> <td>Q<sub>min</sub> =</td> <td>0.003</td> <td>0.08</td> <td>0.03</td> <td>0.011</td> <td>0.286</td> </tr> <tr> <td>Q<sub>méd</sub> =</td> <td>0.004</td> <td>0.09</td> <td>0.04</td> <td>0.01</td> <td>0.29</td> </tr> <tr> <td>Q<sub>máx</sub> =</td> <td>0.006</td> <td>0.12</td> <td>0.07</td> <td>0.02</td> <td>0.24</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2036</td> <td>Q<sub>min</sub> =</td> <td>0.004</td> <td>0.08</td> <td>0.03</td> <td>0.01</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td>Q<sub>méd</sub> =</td> <td>0.005</td> <td>0.10</td> <td>0.05</td> <td>0.02</td> <td>0.29</td> </tr> <tr> <td>Q<sub>máx</sub> =</td> <td>0.008</td> <td>0.14</td> <td>0.09</td> <td>0.03</td> <td>0.25</td> </tr> </tbody> </table>	Ano	Vazão (m³/s)		Altura (m)		Seção útil - (Hm x b) (m²)	Velocidade (m/s)	Parshall	Desarenador	2016	Q <sub>min</sub> =	0.003	0.08	0.03	0.011	0.286	Q <sub>méd</sub> =	0.004	0.09	0.04	0.01	0.29	Q <sub>máx</sub> =	0.006	0.12	0.07	0.02	0.24	2036	Q <sub>min</sub> =	0.004	0.08	0.03	0.01	0.38	Q <sub>méd</sub> =	0.005	0.10	0.05	0.02	0.29	Q <sub>máx</sub> =	0.008	0.14	0.09	0.03	0.25
Ano	Vazão (m³/s)				Altura (m)				Seção útil - (Hm x b) (m²)	Velocidade (m/s)																																						
			Parshall	Desarenador																																												
2016	Q <sub>min</sub> =	0.003	0.08	0.03	0.011	0.286																																										
	Q <sub>méd</sub> =	0.004	0.09	0.04	0.01	0.29																																										
	Q <sub>máx</sub> =	0.006	0.12	0.07	0.02	0.24																																										
2036	Q <sub>min</sub> =	0.004	0.08	0.03	0.01	0.38																																										
	Q <sub>méd</sub> =	0.005	0.10	0.05	0.02	0.29																																										
	Q <sub>máx</sub> =	0.008	0.14	0.09	0.03	0.25																																										
3.4	<p>Comprimento do desarenador - L (m):</p> $\left. \begin{array}{l} L = 25 \times Hm \\ L = 25 \times 0.09 \end{array} \right\} L = 2.15 \text{ m}$ <p><b>Valor de L adotado</b> <span style="float: right;"><b>3.00 m</b></span></p>																																															
3.5	<p>Área superficial (m²):</p> $b \times L = 0.35 \times 3.00 = 1.05 \text{ m}^2$																																															
3.6	<p>Taxa de escoamento superficial para a vazão máxima - Tes (m³/m².d):</p> $Q = 8.06 \text{ l/s} \times 86,4 = 696.76 \text{ m}^3/\text{d}$ <p>para <math>Q/A = \frac{696.76 \text{ m}^3/\text{d}}{1.05 \text{ m}^2} = 663.58 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2.\text{d}}</math></p> <p>Obs: <b>atende</b> à NB 570 / 1990: <math>600 &lt; Tes &lt; 1300 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2.\text{d}}</math></p>																																															
3.7	<p>Quantidade de material retido (l/d):</p> $\frac{Q_{\text{méd}} (\text{final}) \times 86,4 \times 30}{1000} = \frac{5.34 \times 86.4 \times 30}{1000} = 13.84 \text{ l/d}$ <p>Base de cálculo: 30 litros de material retido / 1000 m³ de esgoto afluente. Admitindo-se uma limpeza do desarenador a cada 15 dias, a profundidade do depósito será de:</p> $0.01 \text{ m}^3/\text{d} \times 15 \text{ d} = 0.21 \text{ m}^3$ $0.01 \text{ m}^3/\text{d} \times 365 \text{ d} = 5.05 \text{ m}^3/\text{ano}$ $\frac{0.21}{1.05} = 0.20 \text{ m}$ <p><b>Valor da profundidade adotada para material depositado</b> <span style="float: right;"><b>0.30 m</b></span></p>																																															
<b>4</b>	<b>Gradeamento fino</b>																																															
4.1	<p>Características da grade fina:</p> <table border="1"> <tr> <td>Espessura das barras - t (mm)</td> <td align="right">6.4</td> </tr> <tr> <td>Abertura entre barras - a (mm)</td> <td align="right">10.0</td> </tr> <tr> <td>Velocidade estimada de passagem na grade - v (m/s)</td> <td align="right">0.60</td> </tr> <tr> <td>Perda de carga mínima na grade - Hf (m)</td> <td align="right">0.15</td> </tr> </table>	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																																							
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  
PIRACEMA - MG**



<b>4</b>	<b>Gradeamento fino</b>												
4.2	<p>Área útil necessária - <math>A_u</math> (<math>m^2</math>):</p> <table border="1"> <tr> <td align="center">2016</td> <td align="center"> <math>A_u = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v} = \frac{0.0065}{0.60} = 0.0108 \text{ m}^2</math> </td> </tr> <tr> <td align="center">2036</td> <td align="center"> <math>A_u = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v} = \frac{0.0081}{0.60} = 0.0135 \text{ m}^2</math> </td> </tr> </table>	2016	$A_u = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v} = \frac{0.0065}{0.60} = 0.0108 \text{ m}^2$	2036	$A_u = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v} = \frac{0.0081}{0.60} = 0.0135 \text{ m}^2$								
2016	$A_u = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v} = \frac{0.0065}{0.60} = 0.0108 \text{ m}^2$												
2036	$A_u = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v} = \frac{0.0081}{0.60} = 0.0135 \text{ m}^2$												
4.3	<p>Área do canal até o nível d'água - <math>S</math> (<math>m^2</math>):</p> <table border="1"> <tr> <td align="center">2016</td> <td align="center"> <math>S = \frac{A_u \times (a + t)}{a} = \frac{0.01 \times [10.0 + 6.4]}{10} = 0.018 \text{ m}^2</math> </td> </tr> <tr> <td align="center">2036</td> <td align="center"> <math>S = \frac{A_u \times (a + t)}{a} = \frac{0.01 \times [10.0 + 6.4]}{10} = 0.022 \text{ m}^2</math> </td> </tr> </table>	2016	$S = \frac{A_u \times (a + t)}{a} = \frac{0.01 \times [10.0 + 6.4]}{10} = 0.018 \text{ m}^2$	2036	$S = \frac{A_u \times (a + t)}{a} = \frac{0.01 \times [10.0 + 6.4]}{10} = 0.022 \text{ m}^2$								
2016	$S = \frac{A_u \times (a + t)}{a} = \frac{0.01 \times [10.0 + 6.4]}{10} = 0.018 \text{ m}^2$												
2036	$S = \frac{A_u \times (a + t)}{a} = \frac{0.01 \times [10.0 + 6.4]}{10} = 0.022 \text{ m}^2$												
4.4	<p>Largura do canal da grade fina - <math>b</math> (m):</p> <table border="1"> <tr> <td align="center">2016</td> <td align="center"> <math>b = \frac{S}{y_2} = \frac{0.02}{0.10} = 0.18 \text{ m}</math> </td> </tr> <tr> <td align="center">2036</td> <td align="center"> <math>b = \frac{S}{y_2} = \frac{0.02}{0.10} = 0.22 \text{ m}</math> </td> </tr> </table> <p><b>Largura adotada</b> <span style="float: right;"><b>0.30 m</b></span></p>	2016	$b = \frac{S}{y_2} = \frac{0.02}{0.10} = 0.18 \text{ m}$	2036	$b = \frac{S}{y_2} = \frac{0.02}{0.10} = 0.22 \text{ m}$								
2016	$b = \frac{S}{y_2} = \frac{0.02}{0.10} = 0.18 \text{ m}$												
2036	$b = \frac{S}{y_2} = \frac{0.02}{0.10} = 0.22 \text{ m}$												
4.5	<p>Velocidade no canal de montante - <math>v</math> (m/s):</p> <table border="1"> <tr> <td align="center">2016</td> <td align="center"> <math>v = \frac{Q}{b \times y_2} = \frac{0.0065}{0.30 \times 0.10} = 0.22 \text{ m/s}</math> </td> </tr> <tr> <td align="center">2036</td> <td align="center"> <math>v = \frac{Q}{b \times y_2} = \frac{0.0081}{0.30 \times 0.10} = 0.27 \text{ m/s}</math> </td> </tr> </table>	2016	$v = \frac{Q}{b \times y_2} = \frac{0.0065}{0.30 \times 0.10} = 0.22 \text{ m/s}$	2036	$v = \frac{Q}{b \times y_2} = \frac{0.0081}{0.30 \times 0.10} = 0.27 \text{ m/s}$								
2016	$v = \frac{Q}{b \times y_2} = \frac{0.0065}{0.30 \times 0.10} = 0.22 \text{ m/s}$												
2036	$v = \frac{Q}{b \times y_2} = \frac{0.0081}{0.30 \times 0.10} = 0.27 \text{ m/s}$												
4.6	<p>Determinação do número total de barras - <math>n</math> (barras):</p> <table border="1"> <tr> <td>Largura do canal - <math>b</math> (mm)</td> <td align="right">300</td> </tr> <tr> <td>Abertura entre barras - <math>a</math> (mm)</td> <td align="right">10.0</td> </tr> <tr> <td>Espessura das barras - <math>t</math> (mm)</td> <td align="right">6.4</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2"><i>Número de barras - <math>n</math> (barras)</i></td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2"> <math display="block">n = \frac{b - a}{t + a} = \frac{300 - 10.0}{6.4 + 10.0} = 17.68</math> </td> </tr> <tr> <td><b>Número de barras adotado</b></td> <td align="right"><b>17 barras</b></td> </tr> </table>	Largura do canal - $b$ (mm)	300	Abertura entre barras - $a$ (mm)	10.0	Espessura das barras - $t$ (mm)	6.4	<i>Número de barras - <math>n</math> (barras)</i>		$n = \frac{b - a}{t + a} = \frac{300 - 10.0}{6.4 + 10.0} = 17.68$		<b>Número de barras adotado</b>	<b>17 barras</b>
Largura do canal - $b$ (mm)	300												
Abertura entre barras - $a$ (mm)	10.0												
Espessura das barras - $t$ (mm)	6.4												
<i>Número de barras - <math>n</math> (barras)</i>													
$n = \frac{b - a}{t + a} = \frac{300 - 10.0}{6.4 + 10.0} = 17.68$													
<b>Número de barras adotado</b>	<b>17 barras</b>												



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
TRATAMENTO PRELIMINAR - Dimensionamento  
PIRACEMA - MG**



<b>4</b>	<b>Gradeamento fino</b>																																								
4.7	<p>As velocidades na grade para as vazões são as seguintes:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ano</th> <th rowspan="2">Vazão (m³/s)</th> <th colspan="2">Área</th> <th rowspan="2">Altura - H (m)</th> <th rowspan="2">Velocidade (m/s)</th> </tr> <tr> <th>Líquida - Au (m²)</th> <th>Total - St (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">2016</td> <td>Q<sub>mín</sub> = 0.003</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.03</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>Q<sub>méd</sub> = 0.004</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.04</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>Q<sub>máx</sub> = 0.006</td> <td>0.01</td> <td>0.02</td> <td>0.07</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2036</td> <td>Q<sub>mín</sub> = 0.004</td> <td>0.01</td> <td>0.01</td> <td>0.03</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>Q<sub>méd</sub> = 0.005</td> <td>0.01</td> <td>0.02</td> <td>0.05</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>Q<sub>máx</sub> = 0.008</td> <td>0.02</td> <td>0.03</td> <td>0.09</td> <td>0.40</td> </tr> </tbody> </table>	Ano	Vazão (m³/s)	Área		Altura - H (m)	Velocidade (m/s)	Líquida - Au (m²)	Total - St (m²)	2016	Q <sub>mín</sub> = 0.003	0.01	0.01	0.03	0.30	Q <sub>méd</sub> = 0.004	0.01	0.01	0.04	0.40	Q <sub>máx</sub> = 0.006	0.01	0.02	0.07	0.60	2036	Q <sub>mín</sub> = 0.004	0.01	0.01	0.03	0.40	Q <sub>méd</sub> = 0.005	0.01	0.02	0.05	0.50	Q <sub>máx</sub> = 0.008	0.02	0.03	0.09	0.40
Ano	Vazão (m³/s)			Área				Altura - H (m)	Velocidade (m/s)																																
		Líquida - Au (m²)	Total - St (m²)																																						
2016	Q <sub>mín</sub> = 0.003	0.01	0.01	0.03	0.30																																				
	Q <sub>méd</sub> = 0.004	0.01	0.01	0.04	0.40																																				
	Q <sub>máx</sub> = 0.006	0.01	0.02	0.07	0.60																																				
2036	Q <sub>mín</sub> = 0.004	0.01	0.01	0.03	0.40																																				
	Q <sub>méd</sub> = 0.005	0.01	0.02	0.05	0.50																																				
	Q <sub>máx</sub> = 0.008	0.02	0.03	0.09	0.40																																				
4.8	<p>Volume de material retido - V<sub>ret</sub> (m³/ano):</p> <p>Base de cálculo: 38 litros de material retido / 1000 m³ de esgoto gradeado. Tem-se para a vazão média afluyente o seguinte volume:</p> <table border="1"> <tr> <td>2016</td> <td rowspan="2">V<sub>ret</sub> =</td> <td>14.66</td> <td rowspan="2">l/dia</td> <td rowspan="2">=</td> <td>0.015</td> <td rowspan="2">m³/dia</td> <td rowspan="2">=</td> <td>5.35</td> <td rowspan="2">m³/ano</td> </tr> <tr> <td>2036</td> <td>17.54</td> <td>0.018</td> <td>6.40</td> </tr> </table>	2016	V <sub>ret</sub> =	14.66	l/dia	=	0.015	m³/dia	=	5.35	m³/ano	2036	17.54	0.018	6.40																										
2016	V <sub>ret</sub> =	14.66		l/dia			=			0.015		m³/dia	=	5.35	m³/ano																										
2036		17.54	0.018		6.40																																				
4.9	<p>Cálculo da eficiência da grade - E (%)</p> $E = \frac{a}{a + t} = 0.61 = 61\%$																																								



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
TRATAMENTO PRELIMINAR - Perfil Hidráulico**



**Estiva**

<b>1</b>		<b>Determinação da perda de carga</b>	
1.1	Perda de carga na comporta a jusante do desarenador - $h_{f1}$ (m):  $h_{f1} = \frac{v^2}{2g} \times 0.2 = 0.0010 \text{ m}$		
	<b>Valor de <math>h_{f1}</math> adotado</b>	<b>0.005</b>	<b>m</b>
1.2	Perda de carga na comporta a jusante da grade - $h_{f2}$ (m):  $h_{f2} = \frac{v^2}{2g} \times 0.2 = 0.0008 \text{ m}$		
	<b>Valor de <math>h_{f2}</math> adotado</b>	<b>0.005</b>	<b>m</b>
1.3	Perda de carga na grade: (METCALF & EDDY)  Velocidade através da grade - $V_G$ (m/s) <span style="float:right">0.60</span> Velocidade a montante da grade - $V_m$ (m/s) <span style="float:right">0.27</span> Coeficiente de fricção / valor típico - K <span style="float:right">1.43</span>  $DH_G = \frac{k \times (V_G^2 - V_m^2)}{2g} = 0.021 \text{ m} < 0,150 \text{ m}$ (Perda de carga mínima segundo NBR-12.208)		
1.4	Altura da lâmina a montante da comporta e jusante da grade - $y_2$ (m):  $y_2 = y_1 + h_{f1} + h_{f2} = 0.10 \text{ m}$		
<b>2</b>		<b>Perfil hidráulico</b>	
2.1	Medidor Parshall:  Cota de assentamento do medidor Parshall (m) <span style="float:right">859.04</span> Vazão máxima em final de plano (l/s) <span style="float:right">8.06</span> Altura máxima da lâmina de esgoto na seção de medição do medidor de vazão (m) <span style="float:right">0.14</span> Cota do NA na seção de medição do medidor Parshall (m) <span style="float:right">859.18</span>		
2.2	Comporta:  Cota do canal a jusante da comporta <span style="float:right">859.30</span> Cota do NA a montante da comporta <span style="float:right">859.39</span>		
2.3	Grade:  Desnível na cabeceira do canal da grade (m) <span style="float:right">0.00</span> Cota da chegada do interceptor (m) <span style="float:right">859.30</span> Cota de assentamento do canal da grade (m) <span style="float:right">859.30</span> Cota do NA a jusante da grade <span style="float:right">859.40</span> Cota do NA máximo a montante da grade <span style="float:right">859.55</span>		



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
TRATAMENTO PRELIMINAR - Perfil Hidráulico



Estiva

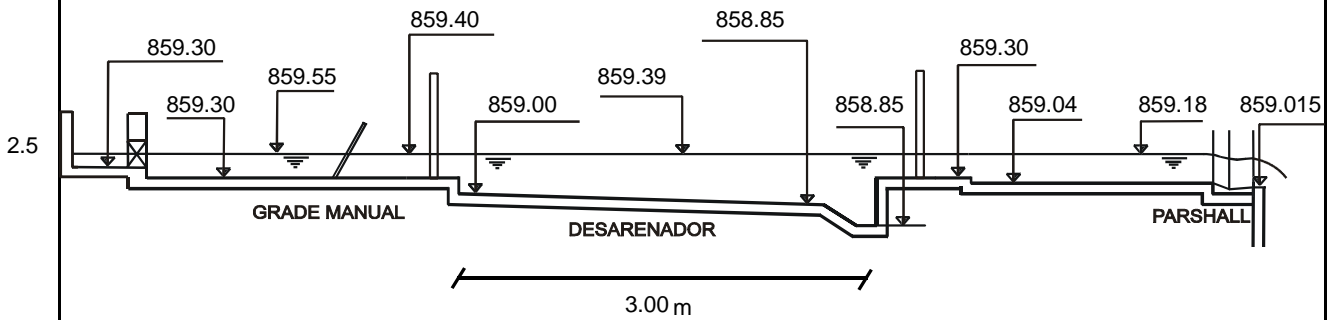
2

Perfil hidráulico

Desarenador:

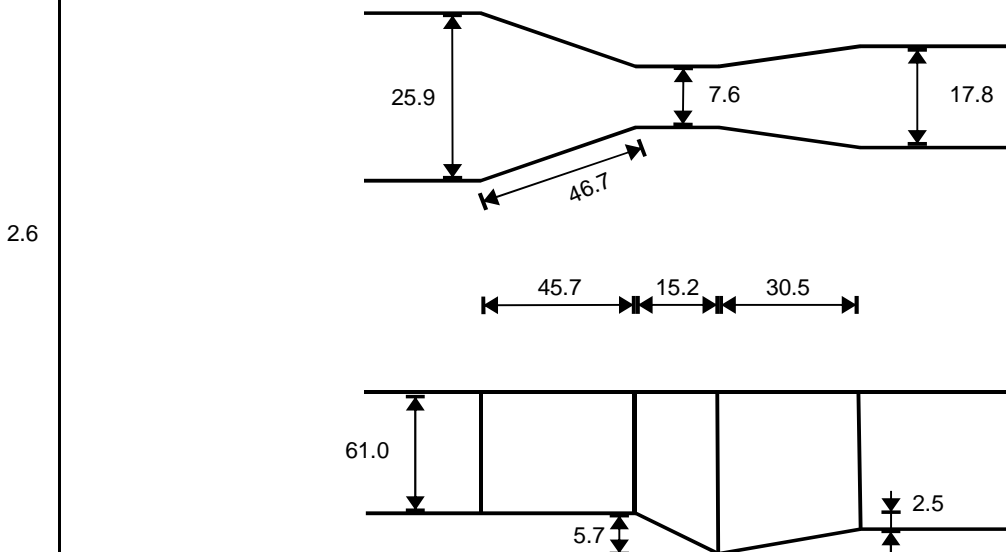
2.4	Desnível na cabeceira do desarenador (m)	0.30
	Cota de assentamento na cabeceira do desarenador (m)	859.00
	Decréscimo na cota do desarenador para garantir a declividade (m)	0.15
	Cota de assentamento no final do desarenador (m)	858.85
	Altura do rebaixo para coleta de areia (m)	0.00
	Cota do fundo do depósito de material sedimentado (m)	858.85

Perfil Hidráulico (desenho esquemático):



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  
PIRACEMA - MG**



**DIMENSIONAMENTO DOS REATORES ANAERÓBIOS DE MANTA DE LODO**

<b>CRITERIOS E PARAMETROS DE PROJETO</b>	<b>Início</b>	<b>Final</b>
População atendida (hab)	2,276	3,064
Quota "per capita" (l/hab.d)	120	120
Coefficiente de retorno	0.8	0.8
Coefficiente dia maior consumo	1.2	1.2
Coefficiente hora maior consumo	1.5	1.5
Coefficiente hora menor contribuição	0.5	0.5
Tempo de detenção hidráulica adotado - para Q <sub>méd</sub> com k1 (h)	7.5	7.5
Tempo de detenção hidráulica resultante (h)	12.7	10.0
Temperatura do esgoto (C)	23	22
Eficiência esperada - remoção de DQO (%)	66	66
Eficiência corrigida para TDH resultante - remoção de DQO (%)	65	65
Eficiência 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
Coefficiente de Produção de lodo (kg SST/kgDQOapl.)	1.15	0.15
Coefficiente de Produção de lodo (kg DQO lodo/kgDQOapl.)	1.31	0.17
Concentração esperada do lodo de descarte (%)	4.00	4.00
Densidade do lodo (kg/m <sup>3</sup> )	1,020	1,020

**CALCULO DAS VAZOES DE PROJETO**

Vazão doméstica mínima (l/s)	1.26	1.70
Vazão doméstica média - sem k1 (l/s)	2.53	3.40
Vazão doméstica média - com k1 (l/s)	3.03	4.09
Vazão doméstica máxima (l/s)	4.55	6.13
Q <sub>infiltração</sub> (l/s)	0.85	0.85
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
Q <sub>mín</sub> total (l/s)	2.12	2.55
Q <sub>méd</sub> total - sem k1 - Q <sub>méd</sub> (l/s)	3.38	4.26
Q <sub>méd</sub> diária total - com k1 - Q <sub>méd</sub> diária (l/s)	3.89	4.94
Q <sub>máx</sub> horária total - com k1 e k2 - Q <sub>máx</sub> (l/s)	5.40	6.98
Q <sub>lodo</sub> de retorno do FBP (l/s)	0.07	0.09
Q <sub>total</sub> 1 - sem k1 - incluindo Q <sub>lodo</sub> - l/s (Qt1)	3.45	4.34
Q <sub>total</sub> 2 - com k1 - incluindo Q <sub>lodo</sub> - l/s (Qt2)	3.95	5.02
Q <sub>total</sub> 3 - com k1 e k2 - incluindo Q <sub>lodo</sub> - l/s (Qt3)	5.47	7.06
Q <sub>mín</sub> (m <sup>3</sup> /h)	7.62	9.19
Q <sub>média</sub> 1 - sem k1 (m <sup>3</sup> /h)	12.17	15.32
Q <sub>média</sub> 2 - com k1 (m <sup>3</sup> /h)	13.99	17.77
Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /h)	19.45	25.12
Q <sub>lodo</sub> de retorno do FBP (m <sup>3</sup> /h)	0.24	0.31
Q <sub>total</sub> 1 - sem k1 - incluindo Q <sub>lodo</sub> (m <sup>3</sup> /h)	12.41	15.63
Q <sub>total</sub> 2 - com k1 - incluindo Q <sub>lodo</sub> (m <sup>3</sup> /h)	14.23	18.08
Q <sub>total</sub> 3 - com k1 e k2 - incluindo Q <sub>lodo</sub> (m <sup>3</sup> /h)	19.69	25.43

**DIMENSIONAMENTO DO REATOR**

Volume total (m <sup>3</sup> )	104.91	133.28
Número de módulos	2	2
Volume de cada módulo (m <sup>3</sup> )	52.45	66.64
Altura do módulo (m)	4.70	4.70
Área de cada módulo (m <sup>2</sup> )	11.16	14.18
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)	1.74	2.22
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  
PIRACEMA - MG**

**DIMENSIONAMENTO DO REATOR**

	Início	Final
Número de coifas em cada reator (un)	1.00	1.00
Espaçamento entre coifas - larg. Decantador (m)	3.00	3.00
Número de coifas em cada módulo (un)	2.00	2.00
Número total de coifas no conjunto de módulos (un)	4.00	4.00
Área corrigida do módulo (m <sup>2</sup> )	19.20	19.20
Área corrigida do fundo de cada reator (m <sup>2</sup> )	9.60	9.60
Volume corrigido de cada reator (m <sup>3</sup> )	45.12	45.12
Volume corrigido de cada módulo (m <sup>3</sup> )	90.24	90.24
Volume total de módulos (m <sup>3</sup> )	180.48	180.48
Folga vol (%)	72.04	35.42
<i>Verificações hidráulicas no corpo do reator</i>		
TDH máximo (h)	23.70	19.64
TDH médio 1 - Q <sub>méd</sub> sem k1 (h)	14.83	11.78
TDH médio 2 - Q <sub>méd</sub> com k1 (h)	12.90	10.16
TDH mínimo - Q <sub>máx</sub> com k1 e k2 (h)	9.28	7.18
TDH 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (h)	14.54	11.55
TDH 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (h)	12.68	9.98
TDH 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FBP (h)	9.16	7.10
Velocidade ascensional mínima (m/h)	0.20	0.24
Velocidade ascensional média (m/h)	0.32	0.40
Velocidade ascensional máxima (m/h)	0.51	0.65
Vel. ascensional 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h)	0.32	0.41
Vel. ascensional 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h)	0.37	0.47
Vel. ascensional 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h)	0.51	0.66
<i>Densidade de tubos de distribuição de esgotos</i>		
Área de influência de cada tubo distribuidor (m <sup>2</sup> )	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 (m <sup>2</sup> )	2.40	2.40
<b>Determinação das aberturas para o decantador</b>		
Vel. máx. p/Q <sub>méd</sub> (m/h)	2.50	2.50
Vel. máx. p/Q <sub>máx</sub> (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 transversais, por reator	2	2
Comprimento das aberturas transversais-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 (m <sup>2</sup> )	6.09	6.09
<i>Verificação das velocidades resultantes nas aberturas</i>		
Velocidade média nas aberturas (m/h)	1.15	1.46
Velocidade máxima nas aberturas (m/h)	1.60	2.06
Velocidade nas aberturas 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FB (m/h)	1.02	1.28
Velocidade nas aberturas 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FB (m/h)	1.17	1.48
Velocidade nas aberturas 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FB (m/h)	1.62	2.09
<i>Compartimento de Decantação</i>		
Taxa de aplicação superficial permitida para Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	30	30
TDH mínimo permitido para Q <sub>méd</sub> (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  
PIRACEMA - MG**



	Início	Final
<b>Compartimento de Decantação</b>		
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(m <sup>2</sup> )	4.87	6.13
Volume mín=Q*HRT (m <sup>3</sup> )	9.13	11.49
Comprimento mínimo do decantador (comprimento da coifa) (m)	0.90	1.14
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)	0.26	0.53
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 (m <sup>3</sup> )	19.80	19.80
Área de decantação corrigida/reator (m <sup>2</sup> )	17.22	17.22
Taxa aplicação média (m/d)	9.75	12.39
Taxa de aplicação máxima (m/d)	13.56	17.51
Taxa de aplicação equalizada (m/d)		
Taxa de aplicação média - incluindo lodo de retorno do FBP (m/d)	9.92	12.60
Taxa de aplicação máxima - incluindo lodo de retorno do FBP (m/d)	13.73	17.73
TDH médio corrigido (h)	2.83	2.23
TDH mínimo corrigido (h)	2.04	1.58
TDH equalizado (h)		
TDH médio - incluindo lodo de retorno do FBP (h)	2.78	2.19
TDH mínimo - incluindo lodo de retorno do FBP (h)	2.01	1.56

**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. (m <sup>3</sup> )	50.50	47.30
TDH méd. compart (h)	8.30	6.18
TDH mín. compart (h)	5.19	3.77
TDH mínimo no compartimento digestão - incluindo lodo de retorno do FBP (h)	5.13	3.72

**VAZÕES E CARGAS ORGÂNICAS**

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

Vazão de lodo de retorno do FBP (m <sup>3</sup> /d)	5.84	7.35
DBO do lodo de retorno do FBP (mg/l)	2,789.00	2,789.00
Carga lodo de retorno do FBP (kgDBO/d)	16.29	20.51
Carga doméstica (kg/d)	122.89	165.45
Carga industrial (kg/d)	0.00	0.00
<b>Carga total afluente: doméstica + industrial (kgDBO/d)</b>	<b>122.89</b>	<b>165.45</b>
<b>Carga total afluente: doméstica + industrial + lodo de retorno FBP (kgDBO/d)</b>	<b>139.18</b>	<b>185.96</b>
<b>Carga total efluente - com lodo de retorno (kgDBO/d)</b>	<b>34.79</b>	<b>46.49</b>
Carga orgânica volumétrica (kgDBO/m <sup>3</sup> .d)	0.77	1.03
Carga hidráulica volumétrica (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .d)	1.62	2.04

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

Carga lodo de retorno do FBP (kg/d)	24.43	30.76
Carga doméstica (kg/d)	184.34	248.17
Carga industrial (kg/d)	0.00	0.00



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES  
PIRACEMA - MG



Carga de DQO (kg/d)	Início	Final
<b>Carga total afluente: doméstica + industrial (kgDQO/d)</b>	<b>184.34</b>	<b>248.17</b>
<b>Carga total afluente: doméstica + industrial + lodo de retorno FBP (kgDQO/d)</b>	<b>208.77</b>	<b>278.94</b>
<b>Carga total efluente - com lodo de retorno (kgDQO/d)</b>	<b>70.13</b>	<b>93.70</b>
Carga orgânica volumétrica (kgDQO/m³.d)	1.16	1.55

Vazões médias contribuintes (m³/d)	Início	Final
<b>Vazão do lodo de retorno do FBP (m³/d)</b>	<b>5.84</b>	<b>7.35</b>
Vazão média (doméstica+infiltração) (m³/d)	292.00	367.67
Vazão média industrial (m³/d)	0.00	0.00
<b>Vazão média total (m³/d)</b>	<b>297.84</b>	<b>375.02</b>

Concentrações médias de DBO (mg/l)	Início	Final
<b>Afluente</b>		
DBO méd doméstica (mg/l)	420.85	450.00
DBO méd industrial (mg/l)	0.00	0.00
DBO méd doméstica + industrial (mg/l)	420.85	450.00
DBO méd total (doméstica + industrial + lodo retorno) (mg/l)	467.28	495.86

<b>Efluente</b>		
DBO média: doméstica + industrial (mg/l)	<b>105</b>	<b>113</b>
DBO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)	<b>117</b>	<b>124</b>

Concentrações médias de DQO (mg/l)	Início	Final
<b>Afluente</b>		
DQO méd doméstica (mg/l)	631.28	675.00
DQO méd industrial (mg/l)	0.00	0.00
<b>DQO média: doméstica + industrial (mg/l)</b>	<b>631.28</b>	<b>675.00</b>
<b>DQO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)</b>	<b>700.93</b>	<b>743.79</b>

<b>Efluente</b>		
DBO média: doméstica + industrial (mg/l)	<b>221</b>	<b>236</b>
DBO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)	<b>245</b>	<b>260</b>

**PRODUÇÃO DE GASES**

$K(t) = (P \cdot K) / (R \cdot (273 + t))$	2.64	2.64
So: DQO doméstica + industrial (mg/l)	631.28	675.00
So: DQO doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)	700.93	743.79
S: DQO doméstica + industrial (mg/l)	220.95	236.25
S: DQO doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)	245.32	260.33
DQOch4=Qméd.((So-S)-Yobs x So) - sem lodo de retorno	90.06	121.25
DQOch4=Qméd.((So-S)-Yobs x So) - com lodo de retorno	100.00	133.61
Qch4=DQOch4 x K(t) - sem lodo de retorno (m³/d)	34.07	45.86
Qch4=DQOch4 x K(t) - com lodo de retorno (m³/d)	37.82	50.54
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)	20.44	27.52
Produção esperada de CH4 - com lodo de retorno (60% produção teórica)	22.69	30.32
Porcentagem esperada de metano no biogás (%)	0.70	0.70
Produção esperada de biogás - sem lodo de retorno (m³/d)	29.20	39.31
Produção esperada de biogás - com lodo de retorno (m³/d)	32.42	43.32
<b>Produção de biogás por módulo - sem retorno de lodo (m³/d)</b>	<b>14.60</b>	<b>19.66</b>
<b>Produção de biogás por módulo - com retorno de lodo (m³/d)</b>	<b>16.21</b>	<b>21.66</b>
<b>Produção de biogás por reator - sem retorno de lodo (m³/d)</b>	<b>7.30</b>	<b>9.83</b>
<b>Produção de biogás por reator - com retorno de lodo (m³/d)</b>	<b>8.11</b>	<b>10.83</b>
<b>Tubulações para a coleta do biogás (em cada reator)</b>		
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)	0.08	0.11
Vazão de biogás - com retorno de lodo (l/s)	0.09	0.13
Área necessária (m²)	0.0000	0.0000
Diâmetro mínimo necessário (mm)	6	7
Diâmetro tubulação biogás adotado (mm)	50	50
Velocidade resultante - sem retorno de lodo (mm)	0.04	0.06
Velocidade resultante - com retorno de lodo (mm)	0.05	0.06



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES  
PIRACEMA - MG**

**SEPARADOR DE GASES**

	Início	Final
Taxa Liber. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	1.92	1.92
Taxa de liberação resultante - sem retorno de lodo (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h)	0.32	0.43
Taxa de liberação resultante - com retorno de lodo (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h)	0.35	0.47

**PRODUÇÃO DE LODO ANAERÓBIO**

Coefficiente de Produção de lodo (kg SST/kgDQOapl.)	0.15	0.15
Densidade do lodo (kg/m <sup>3</sup> )	1020	1020
Concentração esperada do lodo de descarte (%)	4.00	4.00
Produção média total de SST nos reatores (KgSST/d)	31.32	41.84
Vol. méd. (m <sup>3</sup> SST/d)	0.77	1.03

**RESUMO GERAL - Reatores UASB****DADOS GERAIS DO SISTEMA**

População atendida - hab (P)	2,276	3,064
Qméd total - sem k1 - Qméd (l/s)	3.38	4.26
Qméd diária total - com k1 - Qméd diária (l/s)	3.89	4.94
Qmáx horária total - com k1 e k2 - Qmáx (l/s)	5.40	6.98
Qttotal 1 - sem k1 - incluindo Qlodo - l/s (Qt1)	3.45	4.34
Qttotal 2 - com k1 - incluindo Qlodo - l/s (Qt2)	3.95	5.02
Qttotal 3 - com k1 e k2 - incluindo Qlodo - l/s (Qt3)	5.47	7.06

**CRITERIOS E PARAMETROS DO PROJETO**

Tempo de detenção hidráulica adotado p/ Qméd com k1 - h (TDH)	7.50	7.50
Temperatura do esgoto - °C (T)	22	22
Coefficiente Produção de lodo - kgSST/kgDQOapl (Y)	0.15	0.15
Coefficiente Produção de lodo - kgDQOlodo/kgDQOapl (Yobs)	0.17	0.17
Concentração do lodo de descarte - % (C <sub>lodo</sub> )	4	4
Densidade do lodo de descarte - kgSST/m <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> (Vt=Qméd diária x TDH)	104.9	133.3
Número de reatores - adotado (Nr)	2.00	2.00
Volume de cada reator - m <sup>3</sup> (Vr=Vt/Nr)	52	67
Altura do reator - adotado - m (Hr)	4.70	4.70
Área de cada reator - m <sup>2</sup> (Ar=Vr/Hr)	11.16	14.18
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)	1.74	2.22
Comprimento corrigido do módulo - m (Cr)	3.00	3.00
Área corrigida de cada reator - m <sup>2</sup> (Amc=Lm x Cr)	9.60	9.60
Área corrigida de cada módulo - m <sup>2</sup> (Arc=Lr x Cr)	19.20	19.20
Área total corrigida - m <sup>2</sup> (Atc=Arc x N)	38.40	38.40
Volume corrigido de cada módulo - m <sup>3</sup> (Vrc=Arc x Hr)	90.24	90.24
Volume total corrigido - m <sup>3</sup> (Vtc=Vrc x Nr)	180.48	180.48

**Verificação dos tempos de detenção hidráulica no reator**

TDH médio 1 - Qméd sem k1 (h)	14.83	11.78
TDH médio 2 - Qméd com k1 (h)	12.90	10.16
TDH mínimo - Qmáx com k1 e k2 (h)	9.28	7.18
TDH 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (h)	14.54	11.55
TDH 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (h)	12.68	9.98
TDH 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FBP (h)	9.16	7.10

**Verificação das velocidades ascensionais no reator**

Velocidade ascensional mínima (m/h)	0.20	0.24
Velocidade ascensional média (m/h)	0.32	0.40



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES  
PIRACEMA - MG**

**Verificação das velocidades ascensionais no reator**

	Início	Final
Velocidade ascensional máxima (m/h)	0.51	0.65
Vel. ascensional 1 - Vazão sem k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h)	0.32	0.41
Vel. ascensional 2 - Vazão com k1 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h)	0.37	0.47
Vel. ascensional 3 - Vazão com k1 e k2 - incluindo lodo de retorno do FBP (m/h)	0.51	0.66

**Determinação do número de tubos de distribuição**

Área de influência máxima por distribuidor - m <sup>2</sup> (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. (Ndcem)	4	4
Número corrigido de distribuidores por módulo (Ndr=Ndcem x Nm)	8	8
Número total de distribuidores (Ndt=Ndr x Nr)	16	16
Área de influência corrigida - m <sup>2</sup> (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 - m <sup>2</sup> (Aas=Qméd/Vab)	1.40	1.78
Largura mínima das aberturas simples - m (Las=Aas/Ceas)	0.13	0.16
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 - m <sup>2</sup> (Atcas=Las x Ctas)	3.85	3.85
Veloc. méd. aberturas para decantador - m/h ((Vab-méd=(Qméd/(Nr x Nm)/Atcas))	1.15	1.46
Veloc. máx. aberturas para decantador - m/h ((Vab-máx=(Qmáx/(Nr x Nm)/Atcas))	1.60	2.06
Veloc. méd. com lodo retorno nas aberturas para decantador - m/h ((Vab-eq=(Qt1/(Nr x Nm)/Atcas))	1.02	1.28
Veloc. máx. com lodo retorno nas aberturas para decantador - m/h ((Vab-tot=(Qt3/(Nr x Nm)/Atcas))	1.62	2.09

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 - m <sup>3</sup> (Vdec)	9.90	9.90
Área superficial de decantação - por reator - m <sup>2</sup> (Adec=Ceqdec x Ludec)	8.61	8.61
TAS méd. no decantador - m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d (TASméd=Qméd/Adec)	9.75	12.39
TAS máx. no decantador - m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d (TASmáx=Qmáx/Adec)	13.56	17.51
TAS méd. no decantador, com lodo de retorno - m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d (TASeq=Qt1/Adec)	9.92	12.60
TAS máx. no decantador, com lodo de retorno - m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d (TASst=Qt3/Adec)	13.73	17.73
TDH méd. no decantador - h (TDHdec-méd=Vdec/Qméd)	2.83	2.23
TDH mín.no decantador - h (TDHdec-mín=Vdec/Qmáx)	2.04	1.58
TDH méd. no decantador, com lodo de retorno - h (TDHdec-eq=Vdec/Qt1)	2.78	2.19
TDH mín. no decantador, com lodo de retorno - h (TDHdec-t/Vdec/Qt3)	2.01	1.56

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

Carga total afluente: doméstica + industrial (kgDQO/d)	184.34	248.17
Carga total afluente: doméstica + industrial + lodo de retorno FBP (kgDQO/d)	208.77	278.94
DQO média: doméstica + industrial (mg/l)	631.28	675.00
DQO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)	700.93	743.79

**Efluente**

Carga total efluente - com lodo de retorno (kgDQO/d)	70.13	93.70
DBO média: doméstica + industrial (mg/l)	220.95	236.25
DBO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)	245.32	260.33



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES  
PIRACEMA - MG**

**DBO****Afluente**

	Início	Final
Carga total afluente: doméstica + industrial (kgDBO/d)	122.89	165.45
Carga total afluente: doméstica + industrial + lodo de retorno FBP (kgDBO/d)	139.18	185.96
DBO méd doméstica + industrial (mg/l)	420.85	450.00
DBO méd total (doméstica + industrial + lodo retorno) (mg/l)	467.28	495.86

**Efluente**

Carga total efluente - com lodo de retorno (kgDBO/d)	34.79	46.49
DBO média: doméstica + industrial (mg/l)	105.21	112.50
DBO média total: doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)	116.82	123.97

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE GASES**

Pressão atmosférica - atm (Patm)	1	1
DQO de um mol de CH <sub>4</sub> - 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/m <sup>3</sup> (Kt=(P x K)/Rx(273+T))	2.64	2.64
DQO convertida em biomassa - kgDQO/lodo/d (DQO <sub>lodo</sub> =Yobsx Lodqo)	19.98	21.20
So: DQO doméstica + industrial (mg/l)	631.28	675.00
So: DQO doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)	700.93	743.79
S: DQO doméstica + industrial (mg/l)	220.95	236.25
S: DQO doméstica + industrial + lodo retorno (mg/l)	245.32	260.33
DQOch <sub>4</sub> =Qméd.((So-S)-Yobs x So) - sem lodo de retorno	90.06	121.25
DQOch <sub>4</sub> =Qméd.((So-S)-Yobs x So) - com lodo de retorno	100.00	133.61
Qch <sub>4</sub> =DQOch <sub>4</sub> x K(t) - sem lodo de retorno (m <sup>3</sup> /d)	34.07	45.86
Qch <sub>4</sub> =DQOch <sub>4</sub> x K(t) - com lodo de retorno (m <sup>3</sup> /d)	37.82	50.54
Produção esperada de CH <sub>4</sub> - sem lodo de retorno (60% produção teórica)	20.44	27.52
Produção esperada de CH <sub>4</sub> - com lodo de retorno (60% produção teórica)	22.69	30.32
Porcentagem esperada de metano no biogás (%)	0.70	0.70
Produção esperada de biogás - sem lodo de retorno (m <sup>3</sup> /d)	29.20	39.31
Produção esperada de biogás - com lodo de retorno (m <sup>3</sup> /d)	32.42	43.32
Produção de biogás por módulo - sem retorno de lodo (m <sup>3</sup> /d)	14.60	19.66
Produção de biogás por módulo - com retorno de lodo (m <sup>3</sup> /d)	16.21	21.66
Produção de biogás por reator - sem retorno de lodo (m <sup>3</sup> /d)	7.30	9.83
Produção de biogás por reator - com retorno de lodo (m <sup>3</sup> /d)	8.11	10.83
Diâmetro tubulação biogás adotado (mm)	50	50
Velocidade resultante - sem retorno de lodo (mm)	0.04	0.06
Velocidade resultante - com retorno de lodo (mm)	0.05	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 (m <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	1.92	1.92
Taxa de liberação resultante - sem retorno de lodo (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h)	0.32	0.43
Taxa de liberação resultante - com retorno de lodo (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h)	0.35	0.47

**PRODUÇÃO DE LODO ANAERÓBIO**

Coefficiente de Produção de lodo (kg SST/kgDQOapl.)	0.15	0.15
Densidade do lodo (kg/m <sup>3</sup> )	1020	1020
Concentração esperada do lodo de descarte (%)	4.00	4.00
Produção média total de SST nos reatores (KgSST/d)	31.32	41.84
Vol. méd. (m <sup>3</sup> SST/d)	0.77	1.03

**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)	139.18	185.96
DBO afluente (mg/l)	467.28	495.86
Carga de DBO efluente (kg/d)	34.79	46.49
DBO efluente (mg/l)	116.82	123.97



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO  
DIMENSIONAMENTO DOS REATORES/FILTROS E DECANTADORES  
PIRACEMA - MG**



**Dimensionamento dos Filtrros 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 Q <sub>máxima</sub> diária) - 18 a 22 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	22	22
Concent DBO <sub>5</sub> afluente (mg/L)	117	124
Concent. Desejada DBO <sub>5</sub> 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 (m <sup>2</sup> )	15.52	19.72
Número de reatores UASB	2	2
Número de filtros laterais (un)	4	4
Área superficial de cada filtro (m <sup>2</sup> )	3.88	4.93
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 (m <sup>2</sup> )	3.88	4.93
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)	0.61	0.77
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 (m <sup>2</sup> )	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 (m <sup>2</sup> )	7.68	7.68
Volume de cada filtro (m <sup>3</sup> )	16.90	16.90

**Verificação das cargas aplicadas**

Carga hidráulica verificada - p/ Q <sub>méd</sub> sem k1 e com lodo de retorno (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d) (verificar: 15 a 18 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	9.70	12.21
Carga hidráulica verificada - p/ Q <sub>méd</sub> com k1 e lodo de retorno (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d) (verificar: 18 a 22 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	11.12	14.12
Carga hidráulica verificada - p/ Q <sub>máx</sub> com k1 e k2 e lodo de retorno (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d) (verificar: 25 a 30 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	15.38	19.87
Carga hidráulica verificada - p/ Q <sub>méd</sub> com k1 + lodo de retorno + recirculação do efluente (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	15.38	19.87
Cargas orgânicas recomendadas (kgDBO/m <sup>3</sup> .d)	<b>0,50 a 1,00</b>	
Carga orgânica (kgDBO/m <sup>3</sup> .d)	0.51	0.69
Carga orgânica com recirculação do efluente (kgDBO/m <sup>3</sup> .d)		
Tempo detenção equivalente - p/ Q <sub>méd</sub> sem k1 e com lodo de retorno (h)	2.72	2.16
Tempo detenção equivalente - p/ Q <sub>méd</sub> com k1 e lodo de retorno (h)	2.37	1.87
Tempo detenção equivalente - p/ Q <sub>méd</sub> com k1 e k2 e lodo de retorno (h)	1.72	1.33
Tempo de detenção equivalente - p/ Q <sub>méd</sub> 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 coletora (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 passagem 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  
PIRACEMA - MG**

**Área e volume do decantador de cada decantador**

	Início	Final
Área superficial de cada decantador, em sua parte superior (acima das placas) (m <sup>2</sup> )	6.20	6.20
Volume do compartimento vertical superior (acima das placas) (m <sup>3</sup> )	1.24	1.24
Volume do compartimento de placas paralelas (m <sup>3</sup> )	2.96	2.96
Volume do compartimento vertical inferior (abaixo das placas) (m <sup>3</sup> )	1.31	1.31
Volume de cada decantador (incluindo apenas os compartimentos de parede vertical e o compartimento de placas) (m <sup>3</sup> )	5.50	5.50

**Verificação das cargas aplicadas no decantador**

Tempo detenção equivalente - p/ Q <sub>méd</sub> sem k1 e com lodo de retorno (h)	0.89	0.70
Tempo detenção equivalente - p/ Q <sub>méd</sub> com k1 e lodo de retorno (h)	0.77	0.61
Tempo detenção equivalente - p/ Q <sub>méd</sub> com k1 e k2 e lodo de retorno (h)	0.56	0.43
Tempo de detenção equivalente - p/ Q <sub>méd</sub> com k1 + lodo de retorno + recirculação do efluente (h)		
Carga hidráulica verificada - p/ Q <sub>méd</sub> sem k1 e com lodo de retorno (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d) (verificar: 15 a 18 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	12.01	15.12
Carga hidráulica verificada - p/ Q <sub>méd</sub> com k1 e lodo de retorno (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d) (verificar: 18 a 22 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	13.77	17.50
Carga hidráulica verificada - p/ Q <sub>máx</sub> com k1 e k2 e lodo de retorno (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d) (verificar: 25 a 30 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	19.06	24.61
Carga hidráulica verificada - p/ Q <sub>méd</sub> com k1+ lodo de retorno + recirculação do efluente (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .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/ Q <sub>méd</sub> sem k1 e com lodo de retorno (l/s.m)	0.27	0.34
Taxa de escoamento na canaleta de coleta do efluente - p/ Q <sub>méd</sub> com k1 e com lodo de retorno (l/s.m)	0.31	0.39
Taxa de escoamento na canaleta de coleta do efluente - p/ Q <sub>máx</sub> com k1 e k2 e lodo de retorno (l/s.m)	0.43	0.55

**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 = Y <sub>fbp</sub> x Q <sub>méd-t</sub> x (S <sub>o-fbp</sub> - S <sub>e-fbp</sub> ) - (kgSST/d)	12.69	17.99
Volume total de lodo aeróbio (retornado para o reator uasb) (m <sup>3</sup> /d)	1.24	1.76
V <sub>lodo</sub> = [Plodo-fbp / (d-lodo x C-lodo)] / 86,4 (l/s)	0.01	0.02
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)	9.52	13.49

**Lodo para desaguamento (anaeróbio + aeróbio digerido no reator UASB)**

Produção de lodo nos reatores UASB (kgSST/d)	31.32	41.84
Lodo aeróbio produzido no FBP e enviado para digestão no reator UASB (kgSST/d)	12.69	17.99
Lodo aeróbio volátil produzido no FBP e enviado para digestão no reator UASB (kgSSV/d)	9.52	13.49
Percentual de redução de sólidos voláteis no reator UASB (%)	40	40
Redução de sólidos voláteis, após digestão anaeróbia no reator UASB (kgSSV/d)	3.81	5.40
D <sub>ssv</sub> = Plodo-fbp-vol x (f <sub>ssv</sub> /100)		
Produção total de lodo a ser enviada para desaguamento (kgSST/d)	40.20	54.43
Plodo-t = Plodo-uasb + Plodo-fbp - D <sub>ssv</sub>		
Volume total de lodo a ser enviado para desaguamento (m <sup>3</sup> /d)	0.99	1.33
Ciclo de secagem (d)	15	15
Volume de lodo descartado em cada batelada (m <sup>3</sup> /ciclo de secagem)	14.78	20.01
Altura da lâmina de lodo no leito (m)	0.35	0.35
Área de leito de secagem necessária (m <sup>2</sup> )	42.23	57.18
Área per capita de leito de secagem resultante (m <sup>2</sup> /hab)	0.02	0.02
Carga de sólidos resultante (kgSST/m <sup>2</sup> )	14.28	14.28
Teor de sólidos após secagem no leito (%)	30.00	30.00
Peso específico do lodo seco (kg/m <sup>3</sup> )	1,100	1,100
Volume de lodo seco a ser disposto na estufa (m <sup>3</sup> )	1.83	2.47



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
PIRACEMA - MG



Ano	População Atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Material Gradeado		Areia		Lodo desidratado		Material a ser Aterrado		
			L/d	m <sup>3</sup> /ano	L/d	m <sup>3</sup> /ano	L/d	m <sup>3</sup> /ano	L/d	m <sup>3</sup> /ano	Acumulado (m <sup>3</sup> /ano)
2016	2,276	4.47	14.66	5.35	11.57	4.22	79	29	106	39	39
2017	2,334	4.53	14.87	5.43	11.74	4.29	81	30	108	39	78
2018	2,365	4.56	14.99	5.47	11.83	4.32	82	30	109	40	118
2019	2,422	4.63	15.20	5.55	12.00	4.38	84	31	112	41	158
2020	2,453	4.66	15.31	5.59	12.08	4.41	85	31	113	41	200
2021	2,509	4.72	15.51	5.66	12.25	4.47	87	32	115	42	242
2022	2,538	4.76	15.62	5.70	12.33	4.50	88	32	116	42	284
2023	2,593	4.82	15.82	5.77	12.49	4.56	90	33	119	43	327
2024	2,621	4.85	15.92	5.81	12.57	4.59	91	33	120	44	371
2025	2,675	4.91	16.12	5.88	12.72	4.64	93	34	122	45	416
2026	2,701	4.94	16.21	5.92	12.80	4.67	94	34	123	45	461
2027	2,754	5.00	16.41	5.99	12.95	4.73	96	35	125	46	506
2028	2,778	5.02	16.49	6.02	13.02	4.75	97	35	126	46	553
2029	2,831	5.08	16.69	6.09	13.17	4.81	99	36	128	47	599
2030	2,854	5.11	16.77	6.12	13.24	4.83	99	36	129	47	647
2031	2,905	5.16	16.96	6.19	13.39	4.89	101	37	132	48	695
2032	2,926	5.19	17.03	6.22	13.45	4.91	102	37	132	48	743
2033	2,977	5.24	17.22	6.28	13.59	4.96	104	38	134	49	792
2034	2,996	5.27	17.29	6.31	13.65	4.98	104	38	135	49	841
2035	3,046	5.32	17.47	6.38	13.79	5.03	106	39	137	50	892
2036	3,064	5.34	17.54	6.40	13.84	5.05	107	39	138	50	942
TOTAL	-----	-----	-----	124.12	-----	97.99	-----	720	-----	942	-----



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
ATERRO DE RESÍDUOS DA ETE  
PIRACEMA - MG



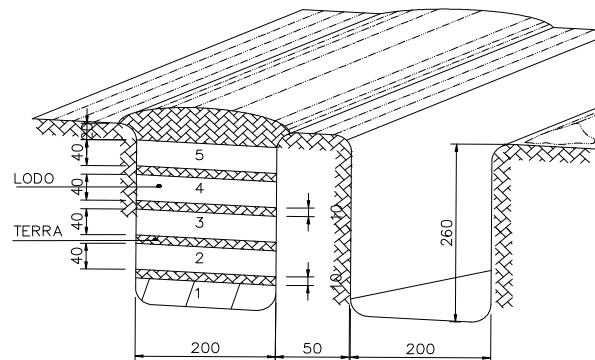
1 Dimensionamento do Aterro de Resíduos Gerados na ETE

Material a ser aterrado em 2036	942	m <sup>3</sup>
Profundidade da vala:	2.60	m
Largura da vala (b):	2.0	m
Comprimento da vala	5.0	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
Volume de resíduos na vala	20.0	m <sup>3</sup>
Volume de terra na vala	6.0	m <sup>3</sup>
Número de valas de aterro	47	
Área requerida total do aterro (At):	1270	m <sup>2</sup>

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
2016	3.20	4.47	6.49
2026	3.44	4.94	7.34
2036	3.64	5.34	8.06

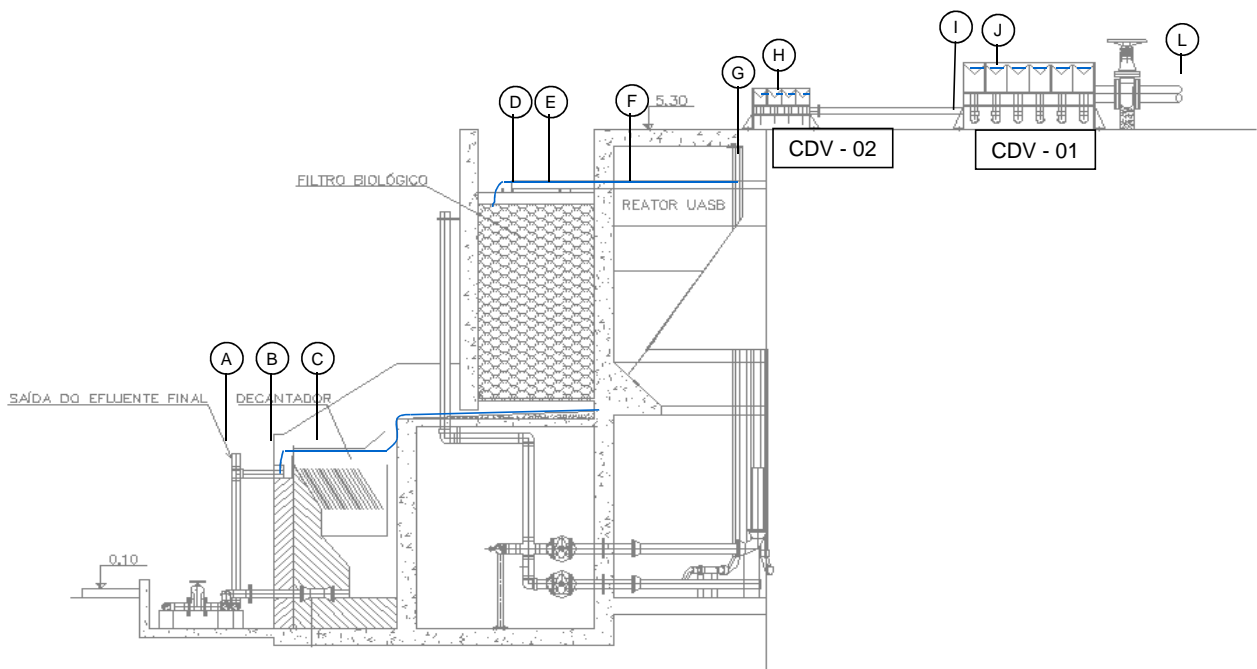
**2. Número de módulos:**

Ano	2016	2036
	2	2

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

Ano	máxima
2016	3.6691
2036	4.0322

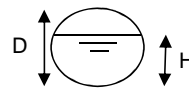
**4. Perfil hidráulico no módulo Reator UASB/Filtro Biológico/Decantador:**



**Trecho A - B**

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

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



Vazão por tubo (L/s)

Ano	máxima
2016	0.9173
2036	1.0080

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

Ano	máxima
2016	0.0426
2036	0.0449



Cota no fundo da calha: 1.36 m Considerando o nível do terreno como referência = 0,00 m

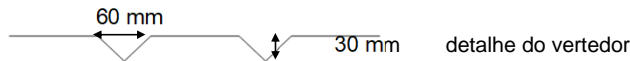
NA dentro da calha - B (m)

Ano	máxima
2016	1.4026
2036	1.4049

#### 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



Altura da lâmina d'água calculado a partir da fórmula de Thompson (m):

$$H = \left(\frac{Q}{1,4}\right)^{2/5}$$

Ano	máxima
2016	0.0176
2036	0.0183

NA dentro no decantador secundário - C (m)

Ano	máxima
2016	1.7076
2036	1.7083

#### 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.

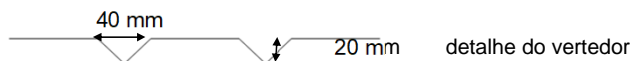
#### Trecho D - E

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.



Altura da lâmina d'água calculado a partir da fórmula de Thompson (m):

$$H = \left(\frac{Q}{1,4}\right)^{2/5}$$

Ano	máxima
2016	0.0133
2036	0.0138

NA dentro da canaleta (m)

Ano	máxima
2016	4.7633
2036	4.7638

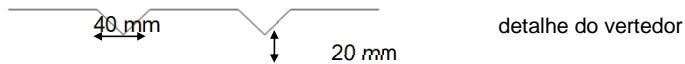
A transição da canaleta de coleta do efluente do reator UASB (Canaleta 2.2) para a canaleta afluyente ao filtro biológico percolador (Canaleta 1) se dá por gravidade.

#### 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.



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
PERFIL HIDRÁULICO - ETE  
PIRACEMA



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
2016	0.0176
2036	0.0183

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

Ano	máxima
2016	4.8276
2036	4.8283

**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  $h_f = \Sigma k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$

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 90° =	0.40	2.00
Saída de canalização =	1.00	1.00
$\Sigma k$	2.300	

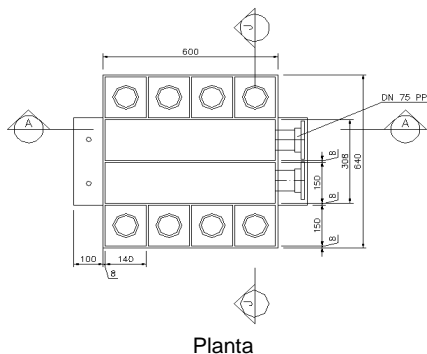
Ano	Hf contínua	Hf localizada	Hf total
2016	0.0031	0.0021	0.0052
2036	0.0037	0.0025	0.0062

NA a jusante do vertedor da caixa de distribuição:

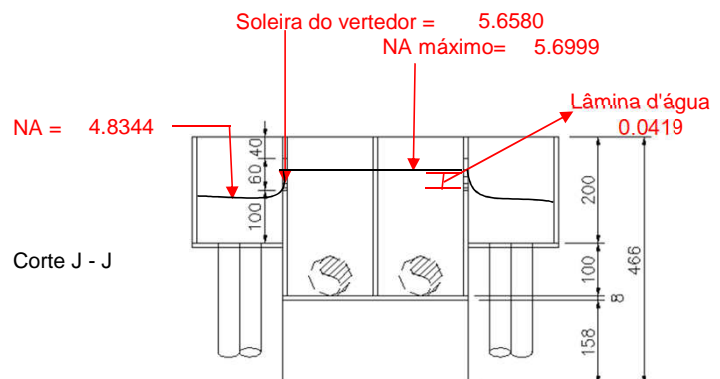
Ano	máxima
2016	4.8327
2036	4.8344

**Trecho G - H**

Caixa de distribuição CDV - 2



Planta



Corte J - J



Cota da soleira do vertedor: 5.658 m Considerando o nível do terreno como referência = 0,00 m

Altura da lâmina d'água calculado a partir da fórmula de Thompson (m):  $H = \left(\frac{Q}{1,4}\right)^{2/3}$

Ano	máxima
2016	0.0404
2036	0.0419

NA dentro da caixa de distribuição CDV - 2 - H

Ano	máxima
2016	5.6984
2036	5.6999

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

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

Características da tubulação de distribuição:

Número de tubos distribuidores por módulo = 2  
Extensão: 8.50 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 90° =	0.40	3.00
Saída de canalização =	1.00	1.00
$\Sigma k$	5.200	

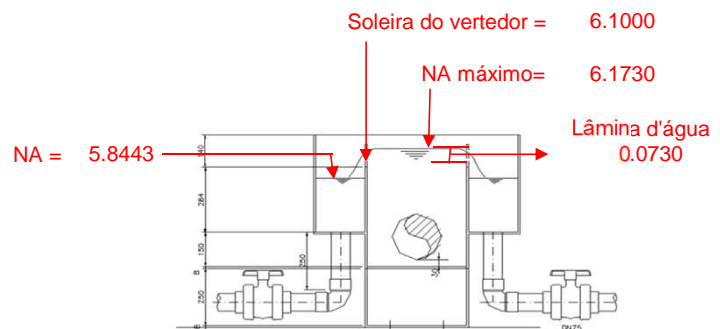
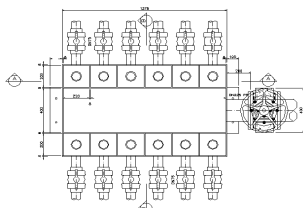
Ano	Hf contínua	Hf localizada	Hf total
2016	0.0457	0.0745	0.1201
2036	0.0544	0.0899	0.1443

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

Ano	máxima
2016	5.8185
2036	5.8443

### Trecho I - J

Caixa de distribuição CDV - 1



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



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:  $H = \left(\frac{Q}{1,4}\right)^{2/5}$

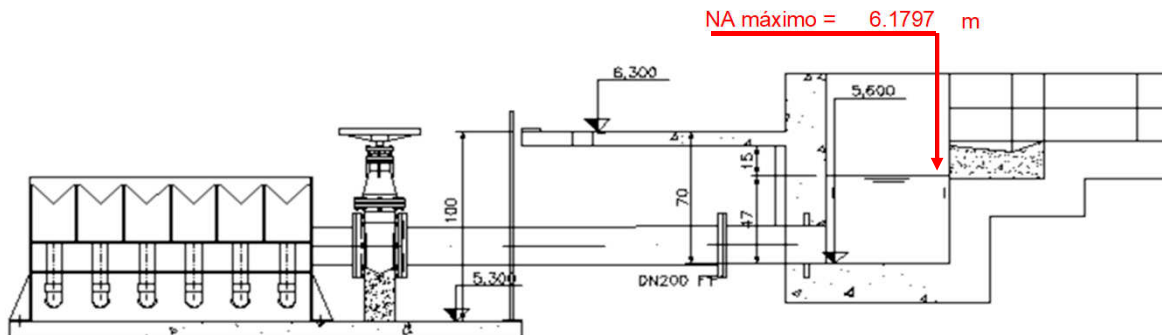
Ano	máxima
2016	0.0703
2036	0.0730

NA dentro da caixa de distribuição CDV - 1 - J

Ano	máxima
2016	6.1703
2036	6.1730

### Trecho J - L

Interligação do tratamento preliminar a CDV - 1



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  $h_f = \Sigma k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$

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
$\Sigma k$	1.700	

Ano	Hf contínua	Hf localizada	Hf total
2016	0.0008	0.0047	0.0055
2036	0.0010	0.0057	0.0067

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

Ano	NA máximo
2016	6.1758
2036	6.1797

**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		
2,016	2,276	3.20	4.47	6.49	22.69	32.42
2,017	2,334	3.23	4.53	6.60	23.08	32.97
2,018	2,365	3.25	4.56	6.67	23.46	33.51
2,019	2,422	3.28	4.63	6.78	23.84	34.06
2,020	2,453	3.30	4.66	6.84	24.22	34.60
2,021	2,509	3.33	4.72	6.95	24.60	35.15
2,022	2,538	3.35	4.76	7.01	24.98	35.69
2,023	2,593	3.38	4.82	7.12	25.36	36.23
2,024	2,621	3.39	4.85	7.18	25.75	36.78
2,025	2,675	3.42	4.91	7.29	26.13	37.32
2,026	2,701	3.44	4.94	7.34	26.51	37.87
2,027	2,754	3.47	5.00	7.45	26.89	38.41
2,028	2,778	3.48	5.02	7.49	27.27	38.96
2,029	2,831	3.51	5.08	7.60	27.65	39.50
2,030	2,854	3.52	5.11	7.64	28.03	40.05
2,031	2,905	3.55	5.16	7.75	28.42	40.59
2,032	2,926	3.56	5.19	7.79	28.80	41.14
2,033	2,977	3.59	5.24	7.89	29.18	41.68
2,034	2,996	3.60	5.27	7.93	29.56	42.23
2,035	3,046	3.63	5.32	8.03	29.94	42.77
2,036	3,064	3.64	5.34	8.06	30.32	43.32

Vazões do gás produzido nos reatores UASB:

Q <sub>média</sub>	(ano 2036)	43.32 m³/dia
Q <sub>média</sub> por reator	(ano 2036)	21.66 m³/dia
Número de módulos por reator		1 módulo (s)
Q <sub>média</sub> por módulo	(ano 2036)	0.90 m³/h.módulo
Q <sub>média</sub> por módulo	(ano 2036)	0.000251 m³/s.módulo

**Vazão por coifas em cada módulo**

$$Q_{CM} = 0.000251 \frac{m^3}{s.módulo} \times \frac{1}{1} CM^{-1} = 0.00025 \frac{m^3}{s.CM}$$

**Parâmetros para estimar a perda de carga**

Formula de Pole :

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

onde : Q = vazão (m³/h)  
 $\Delta H_w$  = perda de carga (mm H<sub>2</sub>O)  
 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:

$$\begin{aligned} \gamma CH_4 &= 0.7168 \text{ kg/m}^3 \text{ 1 atm e } 0^\circ \text{ C} \\ \gamma CO_2 &= 1.9768 \text{ kg/m}^3 \text{ 1 atm e } 0^\circ \text{ C} \\ \gamma ar &= 1.293 \text{ kg/m}^3 \text{ 1 atm e } 0^\circ \text{ C} \end{aligned}$$

$$S_g CH_4 = \frac{0.7168}{1.293} = 0.55437$$

$$S_g CO_2 = \frac{1.9768}{1.293} = 1.52885$$

Sendo o biogás 70% CH<sub>4</sub> e 30% CO<sub>2</sub>:

$$S_g - \text{biogás} = (0,70 \times 0.55437) + (0,30 \times 1.52885)$$

$$S_g - \text{biogás} = 0.8467$$

2	Dimensionamento das tubulações
2.1	<p><b>Trecho A - B</b></p> $A_{A-B} = 0.00025 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ s}}{3.50 \text{ m}} = 0.00007 \text{ m}^2$ <p>Adotou-se 2 polegadas - Schedule 40</p> $\frac{\Delta H_w}{L} = \left( \frac{0.90}{0.0021} \right)^2 \times \left( \frac{0.84671}{50.80} \right)$ <p>L = 5.20 m</p> $\Delta H_w = 0.0005 \text{ m/m} \times 5.20 \text{ m} = 0.0024 \text{ mm H}_2\text{O}$
2.2	<p><b>Trecho B - Queimador</b></p> $A_{B-C} = 0.00050 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ s}}{3.50 \text{ m}} = 0.00014 \text{ m}^2$ <p>Adotou-se 2 polegadas - Schedule 40</p> $\frac{\Delta H_w}{L} = \left( \frac{1.80}{0.0021} \right)^2 \times \left( \frac{0.84671}{50.80} \right)$ <p>L = 6.00 m</p> $\Delta H_w = 0.0018 \text{ m/m} \times 6.00 \text{ m} = 0.0111 \text{ mm H}_2\text{O}$
2.3	<p><b>Trecho C - D</b></p> $A_{C-D} = 0.00100 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ s}}{3.50 \text{ m}} = 0.00029 \text{ m}^2$ <p>Adotou-se 2 polegadas - Schedule 40</p> $\frac{\Delta H_w}{L} = \left( \frac{3.61}{0.0021} \right)^2 \times \left( \frac{0.84671}{50.80} \right)$ <p>L = 32.00 m</p> $\Delta H_w = 0.0074 \text{ m/m} \times 32.00 \text{ m} = 0.24 \text{ mm H}_2\text{O}$

2.15	<b>Perda de Carga Total</b> Maior trecho: A - Queimador $\Delta H_{w-TOT} = 0.25 \text{ mm H}_2\text{O}$
------	---



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
LEITOS DE SECAGEM E DISPOSIÇÃO FINAL DE LODO  
PIRACEMA



**Dimensionamento dos leitos de secagem**

Lodo produzido:.....	54.43	kgSST/d
Concentração de sólidos no lodo:.....	4	%
Volume diário de lodo:.....	1.33	m <sup>3</sup> /d
Frequência de descarte:.....	15	dias
Volume por descarte:.....	20.0	m <sup>3</sup>
Altura da camada de lodo.....	0.35	m
Área necessária:.....	57.2	m <sup>2</sup>
<b>Número de leitos de secagem.....</b>	<b>4</b>	
Área de cada leito de secagem:.....	14.3	m <sup>2</sup>
<b>Dimensões adotadas para cada leito.....</b>	<b>4,0 x 5,0</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Área resultante.....	80	m <sup>2</sup>
Taxa de aplicação de sólidos no leito.....	10	kg/m <sup>2</sup>

**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:.....	2.2	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	m <sup>3</sup> /m
Área para aterro de resíduos:		
Volume de areia e material gradeado (acumulado 20 anos):.....	222	m <sup>3</sup>
. comprimento de vala:.....	92.55	m
. área efetiva em 20 anos:.....	185.09	m <sup>2</sup>
Volume de lodo desidratado (acumulado 20 anos):.....	720	m <sup>3</sup>
. comprimento de vala:.....	300	m
. área efetiva em 20 anos:.....	600	m <sup>2</sup>
Área total efetiva em 20 anos:.....	785	m <sup>2</sup>
<b>Área total com espaçamento de 0,50 m .....</b>	<b>1,270</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

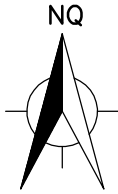
## 6. BIBLIOGRAFIA

- ABNT.NBR 9649/86 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário
- ABNT.NBR 12.208/92 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário
- ABNT.NBR 12.209/92 – Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário
- 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.
- CONAMA, Resolução nº 357/05. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- COPASA, Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Diretrizes para Elaboração de Estudos e Projetos. Volume V – Projeto Básico – Tomo II – Sistema de Esgoto Sanitário. Dezembro, 2011.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades @ [Internet]. Atualizado em fevereiro de 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em Maio de 2015.
- INPE, Instituto de Pesquisas Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/>>. Acesso em Agosto, 2015.
- NORMATIVA, Deliberação CERH/COPAM nº01. Conselho Estadual de Política Ambiental, 2008.
- OLIVEIRA, Edson Carlos Machado - “Desinfecção de Efluentes Sanitários Tratados Através da Radiação Ultravioleta” – Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- SNIS, Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em Maio de 2015.
- SUDECAP, Superintendência de Desenvolvimento da Capital. Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana do Município de Belo Horizonte, Outubro de 2004.
- TSUTIYA, M. T., ALEM SOBRINHO, P., Coleta e transporte de esgoto sanitário - 1ª Edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.
- VIÇOSA, U.F. Atlas das águas [Internet]. Disponível em: <<http://www.atlasdasaguas.ufv.br/>>. Acesso em Maio de 2015.
- 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 – Lagoas de estabilização. 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.



## 7. ANEXOS

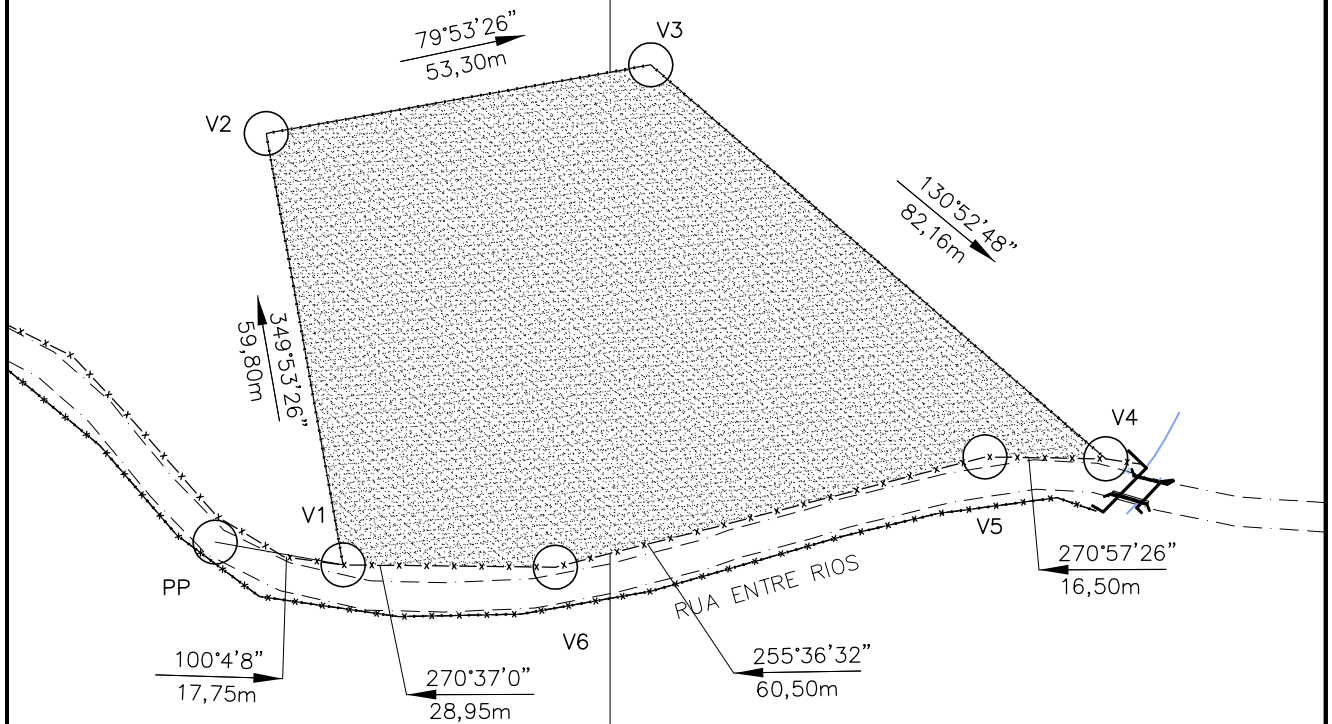
### DESCRIÇÃO TOPOGRÁFICA



PROP. PRESUMIDO: DESCONHECIDO  
 ÁREA: 4.935,00 m<sup>2</sup>  
 CLASSIFICAÇÃO DO TERRENO: URBANO  
 UTILIZAÇÃO DO TERRENO: PLENO DOMÍNIO  
 DATUM SAD-69 / MERIDIANO CENTRAL 45°W

Y=7.731.150

Y=7.731.150



Y=7.731.000

Y=7.731.000

COORDENADAS		
IDENT.	E	N
PP	554346.0847	7731045.2514
V1	554363.5540	7731042.1495
V2	554353.0570	7731101.0226
V3	554405.5296	7731110.3784
V4	554467.6513	7731056.6050
V5	554451.1444	7731056.8808
V6	554392.5186	7731041.8377



MINISTÉRIO DA SAÚDE – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE  
**PIRACEMA – MG – DISTRITO**

ESCALA :  
 1:1000

RT Cláudio von Sperling  
crea n° 11.845/D

VISTO:

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**  
**DESCRIÇÃO TOPOGRÁFICA**

N°

PROJ.: DLVS

APROV.: ARS

APROV.:

ÁREA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

FOLHA :

DES.: FHSCH

DATA: ABR/2016

DATA:

ETE 01  
 MD-2012.09-MG.PIR-SES-STP.001=0

ARQ

**DESCRIÇÃO TOPOGRÁFICA DA ÁREA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – ETE-01- PIRACEMA - MG.**

**PROPRIETÁRIO PRESUMIDO:** Desconhecido

**ENDEREÇO:** Rua Entre Rios

**ÁREA:** 4.935,00 m<sup>2</sup> (Quatro Mil, Novecentos e Trinta e Cinco Metros Quadrados).

**CLASSIFICAÇÃO DO TERRENO:** Urbano

**UTILIZAÇÃO DO TERRENO:** Pleno domínio

**DATUM SAD-69 / MERIDIANO CENTRAL - 45°W**

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

O ponto de partida (PP) foi materializado no Eixo da Rua Entre Rios, nas coordenadas N: 7731045.2514 m e E: 554346.0847 m. Deste com o azimute de 100°4'8" e a distância de 17,75m, tem-se o V-1 (vértice - um) com coordenadas N: 7731042.1495m e E: 554363.5540 m. Deste com o azimute de 349°53'26" e a distância de 59,80m, tem-se o V-2 (vértice - dois) com coordenadas N: 7731101.0226 m e E: 554353.0570 m. Deste com o azimute de 79°53'26" e a distância de 53,30 m, tem-se o V-3 (vértice - três) com coordenadas N:7731110.3784 m e E:554405.5296 m. Deste com o azimute de 130°52'48" e a distância de 82,16m, tem-se o V-4 (vértice - quatro) com coordenadas N:7731056.6050 m e E: 554467.6513 m. Deste com o azimute de 270°57'26" e a distância de 16,50m, tem-se o V-5 (vértice - cinco) com coordenadas N:7731056.8808 m e E: 554451.1444 m. Deste com o azimute de 255°36'32" e a distância de 60,50m, tem-se o V-6 (vértice - seis) com coordenadas N:7731041.8377 m e E: 554392.5186 m. Deste com o azimute de 270°37'0" e a distância de 28,95m, tem-se o V-1(vértice - um) com coordenadas N:7731042.1495 m e E: 554363.5540m, onde teve início e termina esta descrição.

Nova Lima, 15 de Maio de 2018.



---

Cláudio von Sperling  
CREA 11.845/D



## 8. ANEXOS

ART

**CREA-MG**

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DE MINAS GERAIS  
 Av. Álvares Cabral, 1600 - Fone 31 3299-8700 - Fax 31 3299-8720 - CEP 30170-001 - Belo Horizonte - Minas Gerais  
 Ouvidoria: 0800 28 30 273 - Atendimento: 0800 031 2732

VIA 03  
 ART Nº  
 1-41006502

## ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART MATRIZ OBRA / SERVIÇO

### CONTRATADO

04 Nome do profissional responsável pela Obra ou Serviço <b>CLAUDIO VON SPERLING</b>		05 Registro no CREA <b>MG-11845/D</b>	07 CPF <b>174.920.256-53</b>
06 Título(s) do Profissional <b>ENGENHEIRO CIVIL</b>		08 Telefone <b>(0031)0286-4266</b>	
09 Endereço Residencial do Profissional <b>RUA JUVENAL MELO SENRA, 000041 APTO 801 - BELVEDERE, BELO HORIZONTE/MG</b>		10 CEP <b>30320-660</b>	
11 Nome da Empresa Contratada <b>ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA</b>			
12 Registro no CREA <b>015638</b>	13 CNPJ <b>41.656.372/0001-58</b>	14 Capital Social <b>153.000,00</b>	15 Telefone <b>(0031)3264-9535</b>
16 Endereço para Correspondência <b>ALAM ALAMEDA DA SERRA,, 000500 CONJ. 602 - VALE DO SERENO, NOVA LIMA/MG</b>		17 CEP <b>34000-000</b>	

### CONTRATANTE

18 Nome do Contratante <b>FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE</b>	19 CPF ou CNPJ <b>26.989.350/0001-16</b>
20 Endereço para Correspondência <b>RUA SAS - QUADRA 4 BLOCO N, 4 ANDAR - BRASILIA/DF</b>	21 CEP <b>70070-040</b>

### DADOS DA OBRA / SERVIÇO

22 Nome do Proprietário <b>FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE</b>		23 CPF ou CNPJ <b>26.989.350/0001-16</b>							
24 Endereço da Obra ou Serviço <b>DIVERSOS SEDES E LOCALIDADES DO ESTADO DE MG, LOTES 5 E 7 -</b>									
25 Município <b>ABADIA DOS DOURADOS/MG</b>		26 CEP <b>30000-000</b>							
28 Atividade Técnica									
01 Geral Tipo <b>13 44</b>	02 Geral Tipo <b>17 44</b>	03 Geral Tipo <b>20 44</b>	04 Geral Tipo <b>21 44</b>	05 Geral Tipo <b>22 44</b>	06 Geral Tipo <b>43 44</b>	07 Geral Tipo <b>32 55</b>	08 Geral Tipo <b>22 55</b>	09 Geral Tipo <b>43 43</b>	10 Geral Tipo <b>22 30</b>
33 Finalidade <b>35400</b>	34 Ent. Classe <b>0086</b>	35 Quantificação <b>0,00</b>	36 Unidade	37 Valor da Obra/Serviço <b>7.564.271,55</b>		38 Honorários <b>0,00</b>		39 Tipo Contrato <b>4</b>	

40 Descrição Complementar  
**CT.09/2012-Diagnósticos/Estudos/Relatórios/Projetos Básico-Executivos/Levant.Topográficos de Sistemas Esgot. Sanitario**

### ASSINATURAS

<p><b>VINCULAÇÃO LEGAL</b></p> <p>A ART é regida pela Lei 6496/77 e, na falta de outro documento, vale para todos os efeitos legais, como contrato entre as partes.</p> <p>LEMBRETE - Concluída a obra ou serviço, há a necessidade de solicitar baixa da ART no CREA-MG. Cada ART baixada incorpora-se ao acervo técnico do profissional, do qual pode-se obter certidão mediante requerimento. O acervo técnico é documento de grande valia, principalmente como currículo, para participação de licitações e comprovações junto à previdência para efeito de aposentadoria.</p> <p>As informações constantes nesta ART são de exclusiva responsabilidade do profissional.</p>	<p>41 Responsabilizamos-nos pela veracidade das informações prestadas</p> <p style="text-align: center;"><i>BH, 02/05/2012</i></p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p style="text-align: center;">LOCAL E DATA</p> <p style="text-align: center;"><i>[Assinatura]</i></p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p style="text-align: center;">PROFISSIONAL</p> <p style="text-align: center;"><i>Cláudio Américo</i></p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p style="text-align: center;">CONTRATANTE</p>
--	---

### ESTA ART SÓ É VÁLIDA APÓS A COMPROVAÇÃO DO SEU PAGAMENTO.

42 Data de Pagamento	43 Valor da Taxa de ART <b>40,00</b>	Esta ART foi verificada eletronicamente pelo CREA-MG em 25/04/2012. Documento válido após a comprovação do pagamento. É de responsabilidade do profissional o envio da via do CREA-MG para fins de registro no acervo técnico.
----------------------	---	--

AUTENTICAÇÃO MECÂNICA

VIA DO CONTRATANTE