



CONTRATO 443/10
OS N°001

CIDADE DE IRUPÍ

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE IRUPÍ

**VOLUME ÚNICO – PROJETO
HIDRÁULICO**

TOMO A

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE
CÁLCULO**

C-059-001-90-5-MD-0002

Apresentação

Este relatório é parte integrante do Contrato nº 443/2010, firmado entre a BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA e a CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento, quanto à contratação de empresa para Execução dos serviços de Consultoria para estudos de concepção, projetos técnicos em sistemas de esgotamento sanitário dos municípios de: Muqui, Iúna, Ibatiba, Fundão Sede, Fundão Timbuí, Rio Novo do Sul, Divino São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Apiacá, Piúma, Bom Jesus do Norte, Alto Rio Novo, Nova Venécia, Barra do São Francisco, Boa Esperança, Conceição da Barra, no estado do Espírito Santo.

Este texto trata-se memorial descritivo e de cálculo do Projeto Executivo do Sistema de Esgotamento Sanitário do distrito Sede do município de Irupi.

ÍNDICE

1	<i>Introdução</i>	7
2	<i>Caracterização Geral da Área</i>	8
2.1	Histórico, Localização e Acessos	8
2.2	Aspectos de Uso e Ocupação do Solo	10
3	<i>Parâmetros de Projeto</i>	14
4	<i>Projeção Populacional</i>	16
4.1.1	Generalidades	16
4.1.2	Dados de Referência	16
4.1.3	Método de Cálculo	16
4.1.4	Projeção Populacional	17
5	<i>Sistema de Saneamento Básico Existente</i>	19
6	<i>Concepção do Sistema Proposto</i>	24
6.1	Sistema de Coleta e Transporte de Esgotos	24
6.2	Sistema de Tratamento dos Esgotos Sanitários	27
6.2.1	Etapas de Tratamento	27
6.2.2	Subprodutos do tratamento	31
6.2.3	Desempenho Operacional	33
7	<i>Memorial de cálculo</i>	34
7.1	Vazões de Projeto	34
7.2	Rede Coletora	34
7.2.1	Dimensionamento Hidráulico Bacia A	35
7.2.2	Dimensionamento Hidráulico Bacia B	37
7.2.3	Dimensionamento Hidráulico Bacia C	43
7.3	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto	46
7.3.1	Elevatória de Esgoto Bruto B	46
7.3.2	Elevatória de Esgoto Bruto C	49
7.4	Estação de Tratamento de Esgoto	52
7.4.1	Desempenho Operacional	52
7.4.2	Parâmetros de Entrada	52
7.4.3	Tratamento Preliminar	54
7.4.4	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo	57
7.4.5	Filtro Biológico Aerado Submerso Nitrificante	58
7.4.6	Decantador Secundário	58
7.4.7	Subprodutos do tratamento	58
7.4.8	Estação elevatória recirculação	60

8	<i>Plano de operação, manutenção, contingência e emergência.....</i>	64
8.1	Estação Elevatória De Esgoto Bruto	64
8.1.1	<i>Operação e Manutenção</i>	<i>64</i>
8.1.2	<i>Contingência e Emergência.....</i>	<i>68</i>
8.2	Estação De Tratamento De Esgotos	69
8.2.1	<i>Operação e Manutenção</i>	<i>69</i>
8.2.2	<i>Contingência e Emergência.....</i>	<i>89</i>
9	<i>Referencias Bibliograficas</i>	92
	<i>SÍNTESE DO EMPREENDIMENTO</i>	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapas do Estado do Espírito Santo.....	8
Figura 2 - Mapa rodoviário das proximidades do município de Irupi.	9
Figura 3 - ETE Centro, existente.....	20
Figura 4 - ETE existente, Bairro Carolino Barbosa.....	21
Figura 5 - ETE existente, Bairro João Tomaz.....	22
Figura 6 – Planta de concepção do sistema.....	24
Figura 7 - Localização da ETE e do Emissário.....	27
Figura 8 - Fluxograma de comunicação em caso de pane eletromecânica	90
Figura 9 - Fluxograma de comunicação em caso de falta de energia.....	91
Figura 10 - Fluxograma de comunicação em caso de acidentes ambientais	91
Figura 11 - Área da ETE	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População ocupada segundo atividades.....	10
Tabela 2 - Distribuição setorial da população ocupada.....	10
Tabela 3 - População ocupada segundo faixa de rendimento.	11
Tabela 4 - Formas de abastecimento de água.	12
Tabela 5 - Forma de esgotamento sanitário dos.	12
Tabela 6 - Destino do lixo dos domicílios particulares permanentes.....	13
Tabela 7 - Taxa de crescimento geométrico para o município de Irupi.	16
Tabela 8 - Dados censitários demográficos do município de Irupi.	16
Tabela 9 - Projeção populacional para o distrito sede de Irupi.....	18
Tabela 10 - Evolução da vazão de contribuição ao longo do projeto.	25
Tabela 11 - Características do afluente e efluente final.	32
Tabela 12 - Eficiências de SS, DBO5 e DQO do UASB e do BF.	33
Tabela 13 - Vazões por Bacia de Esgotamento.	34
Tabela 14 - Relação entre a extensão de rede total e existente.	34
Tabela 15 - Ações de contingência nas elevatórias 68	
Tabela 16 - Problemas e soluções nas unidades de preliminares 71	
Tabela 17 - Principais problemas e prováveis soluções na produção de biogás . 79	
Tabela 18 - Principais problemas e prováveis soluções nos reatores UASB 81	
Tabela 19 - Parâmetros a serem monitorados nos UASB's 83	
Tabela 20 - Principais problemas e prováveis soluções no leito de secagem..... 87	
Tabela 21 - Ações de contingência e emergência do sistema de tratamento. 90	

1 INTRODUÇÃO

A seguir está apresentado o Projeto Técnico para a Sede do município de Irupi desenvolvido de forma a atender as diretrizes definidas pela CESAN e obedecendo às normas vigentes da ABNT.

2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

2.1 HISTÓRICO, LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O Município de Irupi foi criado pela Lei de nº 4520/91 de 15 de Janeiro de 1991, desmembrado de Lúna, tendo sua instalação em 1º de Janeiro de 1993.

Irupi está localizado na região Microrregião do Pólo Caparaó do Espírito Santo, ocupando uma área de 206 Km², distando 201 Km da capital (Vitória). Apresenta altitude de 735 metros, na latitude 20° 20' 44" S e longitude 41° 38' 27" W.Gr.

O município de Irupi limita-se ao norte com o município de Ibatiba, a leste, a oeste e ao sul com Lúna. O relevo apresentado varia entre o montanhoso e o fortemente ondulado. É composto pelo distrito Sede e Santa Cruz, como mostra a Figura 1.

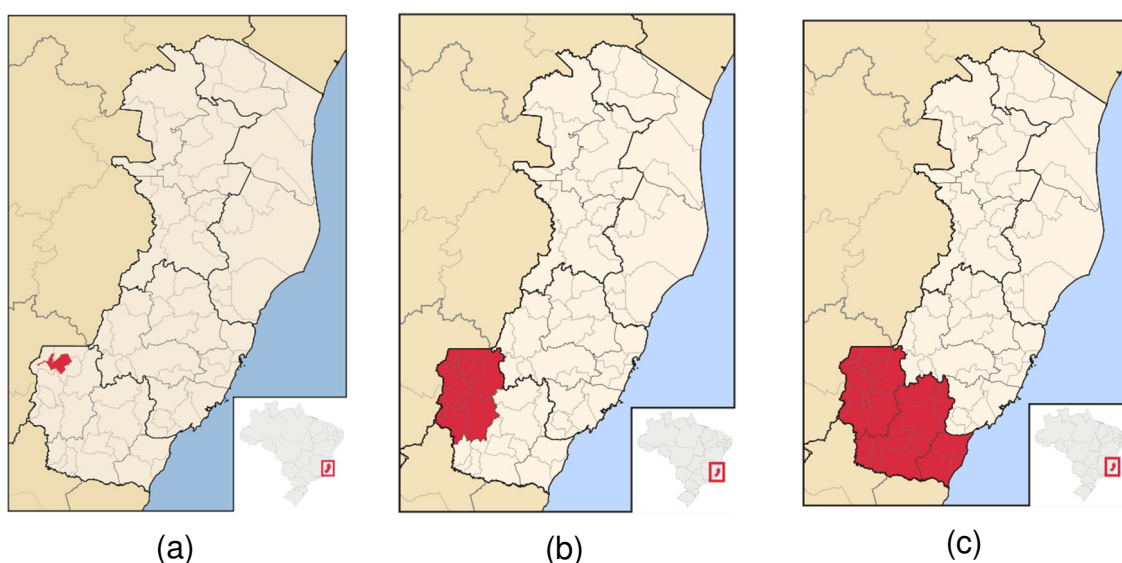


Figura 1 - Mapas do Estado do Espírito Santo

(a) Município de Irupi; (b) Microrregião de Alegre e Caparaó e
(c) Mesorregião Sul Espírito-Santense.

Quanto à paisagem hidrográfica, o município é servido pela bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, cuja área é de 185Km², destacando-se como principais rios: pardo, Pardinho e Santa Cruz.

O clima predominante é o de montanha, onde as chuvas são abundantes de outubro à dezembro. A temperatura média é de 19,44°C e a precipitação pluviométrica é de aproximadamente 1.200mm/ano.

A economia do município é predominantemente rural, baseada na agricultura, ou seja, na cultura do café arábica.

Os principais atrativos da região são a Pedra da Tia Velha, a Gruta do Quirino, a Cachoeira do Chiador e a Cachoeira de São José.

A Figura 2 apresenta o mapa rodoviário do município de Irupi.



Figura 2 - Mapa rodoviário das proximidades do município de Irupi.

2.2 ASPECTOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Segundo informações levantadas durante o recenseamento realizado em 2000, as quais foram sintetizadas nas Tabela 1 e Tabela 2, a economia do município de Irupi fundamenta-se na agropecuária (66,7% da população “ocupada”) e em atividades de prestação de serviço (18,88% da população “ocupada”).

Tabela 1 - População ocupada segundo atividades.

Atividades	População Ocupada
Agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal	3.320
Atividades mal especificadas	40
Pesca	10
Indústrias de transformação	130
Produção e distribuição de eletricidade, gás e água	0
Construção	190
Comércio; reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos	350
Alojamento e alimentação	90
Transporte, armazenagem e comunicações	80
Atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas	80
Administração pública, defesa e seguridade social	240
Educação	190
Saúde e serviços sociais	20
Outros serviços coletivos, sociais e pessoais	80
Serviços domésticos	160
Total	4.980

Fonte: IBGE. Micro dados do Censo de 2000.

Tabela 2 - Distribuição setorial da população ocupada.

Atividades agrupadas	%
Atividades agropecuárias	66,67
Atividades industriais	6,63
Comércio e reparação	7,03
Atividades de prestação de serviço	18,88
Atividades mal especificadas	0,80
Total	100,00

Fonte: IBGE. Micro dados do Censo de 2000.

A cidade possui baixo índice de industrialização e somente um hospital, que atende apenas a casos emergenciais.

Percebe-se, pelos dados apresentados na Tabela 3, que o município pode ser classificado como um município de renda média, pois cerca de 38,7% da população ocupada tem renda mensal maior que um salário mínimo e menor que três salários mínimos.

Tabela 3 - População ocupada segundo faixa de rendimento.

Faixa de renda mensal familiar per capita em Salário Mínimo (SM)	Número de famílias	%
Sem Rendimentos	40	1,5
Até 1 SM	180	6,6
Mais de 1 a 2 SM	620	22,9
Mais de 2 a 3 SM	430	15,9
Mais de 3 a 5 SM	640	23,6
Mais de 5 a 10 SM	540	19,9
Mais de 10 a 15 SM	130	4,8
Mais de 15 a 20 SM	50	1,8
Mais de 20 a 30 SM	60	2,2
Mais de 30 SM	20	0,7
Total	2.710	100,0

Fonte: IBGE. Micro dados do Censo de 2000.

Segundo informações da CESAN, o município possui 88% de atendimento em distribuição de água tratada e 0% de rede coletora de esgotos. Como praticamente não apresenta valas negras, conclui-se que o destino final dos esgotos domésticos são os corpos d'água através da rede de drenagem existente.

Na Tabela 4 são apresentadas as formas de abastecimento de água dos domicílios particulares permanentes segundo Censo IBGE 2000.

Tabela 4 - Formas de abastecimento de água.

Origem do abastecimento de água	Canalização	Número de domicílios	%
Rede Geral	Canalizada em pelo menos um cômodo	7.790	56,53
	Canalizada só na propriedade ou terreno	110	0,80
Poço ou nascente	Canalizada em pelo menos um cômodo	5.250	38,10
	Canalizada só na propriedade ou terreno	390	2,83
	Não Canalizada	40	0,29
Outra	Canalizada em pelo menos um cômodo	120	0,87
	Canalizada só na propriedade ou terreno	40	0,29
	Não Canalizada	40	0,29
Total		13.780	100,0

Fonte: IBGE. Micro dados do Censo 2000

Na Tabela 5 são apresentadas as formas de esgotamento sanitários dos domicílios particulares permanentes segundo Censo IBGE 2000.

Tabela 5 - Forma de esgotamento sanitário dos.

Forma de Esgotamento	Tem banheiro	Só tem sanitário	Não tem banheiro sanitário	Total (%)
Fossa rudimentar	80	10	-	1,83
Fossa séptica	140	-	-	2,86
Outro escoadouro	110	10	-	2,45
Rede geral de esgoto ou pluvial	1610	10	-	33,06
Rio, lago ou mar	2.640	30	-	54,49
Vala	260	-	-	5,31
Total	98,8	1,2	-	100

Fonte: IBGE. Micro dados do Censo 2000

Na Tabela 6 são apresentadas as diversas formas de destinação dos resíduos sólidos dos domicílios particulares permanentes segundo Censo IBGE 2000.

Tabela 6 - Destino do lixo dos domicílios particulares permanentes.

Destino do lixo	Urbana	%	Rural	%	Total	%
Coletado	1.750	98,9	90	2,9	1840	37,7
Jogado em rio, lago ou mar	-	-	80	2,6	80	1,6
Jogado terreno baldio ou logradouro	20	1,1	780	36,1	800	16,4
Queimado ou Enterrado	-	-	2160	69,5	2160	44,3
Total	1.770	100	3110	100	4880	100

Fonte: IBGE. Micro dados do Censo 2000.

3 PARÂMETROS DE PROJETO

Para a readequar o SES de Irupi foram utilizados os mesmos parâmetros apresentados no projeto da Aquaconsult, elaborado através do Contrato de Prestação de Serviços nº 016/05, As No 036/06, sendo os principais discriminados a seguir:

No projeto em questão foi adotado o valor de 150 l/hab. dia para o consumo per capita de água.

O coeficiente de retorno utilizado foi de 0,80. O coeficiente do dia e da hora de maior consumo adotados foram $K1 = 1,2$ (coeficiente do dia de maior consumo) e $K2 = 1,5$ (coeficiente da hora de maior consumo)

O redimensionamento da rede foi feito de forma que se tivesse, sempre que possível, um escoamento por gravidade. A vazão de redimensionamento da rede foi estimada a partir do consumo per capita de água, utilizando-se os coeficientes de retorno e de pico.

Adotou-se ainda para a rede coletora, um diâmetro mínimo de 150 mm, com a lâmina d'água máxima de 75% do diâmetro.

O coeficiente de infiltração utilizado foi de 0,20 l/s.km. O coeficiente de rugosidade (n) segue os valores de $n = 0,010$ para PVC e $n = 0,012$ para Ferro Fundido.

Os recobrimentos mínimos a serem adotados foram de 0,65 m de rede no passeio e 0,90 na via de circulação de veículos.

A distância máxima observada entre PVs será de 100 m e ser adotou-se dissipador sempre que o coletor afluente ao PV apresentou degrau com altura igual ou maior que 0,50 m.

O menor valor de vazão em qualquer trecho foi de 1,5 l/s. A menor velocidade admitida em cada trecho foi de 0,50m/s. A máxima velocidade final admitida foi de 5,00 m/s. Quando a velocidade final foi superior a velocidade crítica a maior lâmina admissível foi de 50% do diâmetro do coletor. As condições hidráulicas dos trechos foram ser verificadas para as vazões de pico de final de plano.

A rede coletora é em tubulação de PVC (Vinilfort - EB 644) ou em ferro fundido dependendo da situação e localização da rede.

As linhas de recalque são por gravidade ou por recalque e material adotado foi ferro fundido para tubulações por recalque. As velocidades máxima e mínima admissíveis para emissários por recalque serão 3,00m/s e 0,60 m/s respectivamente.

As estações elevatórias foram utilizadas sempre que a profundidade dos coletores apresentaram valores incompatíveis com a construção da rede, e sempre que ocorreram a necessidade de transpor obstáculos, onde coletores com fluxo por gravidade não sejam possíveis. As estações elevatórias terão o formato cilíndrico. O tempo de detenção do esgoto no poço de sucção não foi superior a 30 minutos. Os conjuntos elevatórios foram dimensionados para a vazão máxima de final de plano. O tempo de ciclo adotado é de 6 minutos, no mínimo. Os conjuntos moto-bomba utilizados são preferencialmente do tipo submersíveis, com acionamento automático, com pelo menos uma unidade de reserva.

4 PROJEÇÃO POPULACIONAL

4.1.1 Generalidades

O distrito sede de Irupi apresenta taxa de crescimento geométrica (k_g) entre os anos de 2000 e 2010 de 2,27% (ver Tabela 7).

Tabela 7 - Taxa de crescimento geométrico para o município de Irupi.

Taxa Geométrica de Crescimento Populacional	
Período	k_g
2000 → 2009	2,27%

Fonte: IBGE-2010

4.1.2 Dados de Referência

Os dados de referência empregados nos cálculos de projeção populacional encontram-se condensados na Tabela 8.

Tabela 8 - Dados censitários demográficos do município de Irupi.

Situação dos Domicílios	2000	2010
Urbano	3 537	4 437
Rural	6 819	7 286
Total	10 356	11 723

Fonte: Recenseamento Geral do Brasil (IBGE).

4.1.3 Método de Cálculo

A projeção da população para o distrito Sede de Irupi foi estimada com o emprego de modelo matemático de crescimento populacional denominado Crescimento Geométrico.

Neste método pressupõe-se que o crescimento da população é proporcional a população existente em um determinado ano. Sua formulação matemática é representada a seguir:

$$P = P_0 \times e^{K_g \times (t - t_2)} \quad (12)$$

onde

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \quad (13)$$

Nas quais:

- P₁: população no penúltimo censo
- P₂: população no último censo;
- P₀: população conhecida no instante “0”;
- P: população projetada;
- K_g: taxa de crescimento geométrico;
- t₁: ano do penúltimo censo;
- t₂: ano do último censo;
- t: ano da projeção.

4.1.4 Projeção Populacional

Assumiu-se a hipótese de que o distrito sede município de Irupi, área de projeto, crescerá segundo uma taxa de crescimento geométrica a partir do ano t₀, com população inicial estimada de 4.263 habitantes.

Tomou-se como base a taxa de crescimento geométrico K_g calculado para o período de 2000 a 2010.

A partir deste índice e critérios adotados foi calculada a projeção populacional para o distrito sede do município de Irupi, cujos resultados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Projeção populacional para o distrito sede de IrupiTaxa de crescimento geométrico (k_g): 2,27%.

ano	população
2012	4.461
2013	4.563
2014	4.668
2015	4.775
2016	4.884
2017	4.996
2018	5.111
2019	5.228
2020	5.348
2021	5.470

ano	população
2022	5.596
2023	5.724
2024	5.855
2025	5.990
2026	6.127
2027	6.267
2028	6.411
2029	6.558
2030	6.708
2031	6.862

5 SISTEMA DE SANEAMENTO BASICO EXISTENTE

Segundo o projeto elaborado em 2006 pela Aquaconsult, para o município de Irupí, este possui um sistema de abastecimento de água gerido pela CESAN, sendo 38,9% abastecido pelo sistema público e 60,6% por poços e nascentes.

Quanto ao esgoto a sede do município possui cobertura de 90,3% com sistema de esgotamento sanitário implantado e operado pela Prefeitura Municipal. O Sistema Existente possuía na época do projeto (2006), 4.087 metros de rede, 3 elevatórias e 3 estações de tratamento compactas do tipo fossa e filtro. Conforme projeto, partes das redes estão entupidas ou com baixa declividade dificultando que o esgoto chegue ao tratamento. Desta forma as unidades existentes estão funcionando precariamente e parte do esgoto esta sendo lançado in natura no Rio Pardinho.

Na visita feita pela equipe técnica constatou-se de fato, a existência das três estações de tratamento do tipo fossa filtro, sendo que uma estava localizada no Centro, outra no bairro Caroline Barbosa e outra no Bairro João Tomaz.

O sistema Fossa Filtro executado próximo ao Centro foi implantado na rua sem identificação, paralela a Rua João Porcino de Almeida, na administração do Prefeito Adilson Bento de Freitas e inaugurada em junho de 1999.



Figura 3 - ETE Centro, existente.

Localizada entre um terreno vazio e uma casa, o sistema de tratamento é o único que estava em operação, apesar de não ocorrer por parte da prefeitura nenhum tipo de acompanhamento. Observou-se que as redes existentes nas proximidades da ETE têm baixa profundidade e declividade, apresentando frequentemente problemas de entupimento e extravasão dos esgotos sanitários.

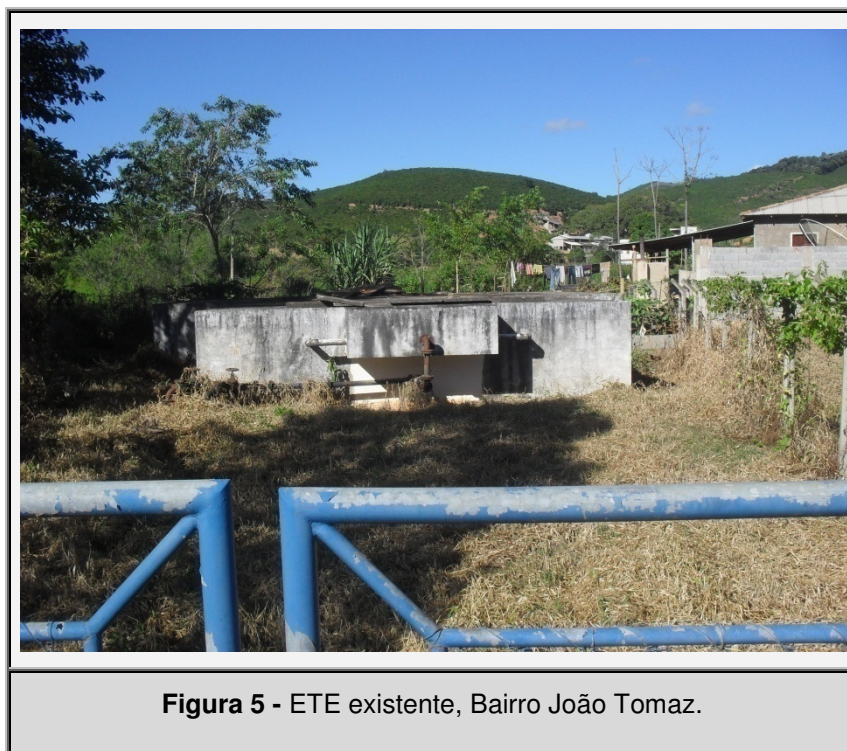
A segunda Estação de Tratamento de Esgoto, também do tipo Fossa Filtro, está localizada no Bairro Caroline Barbosa em área próxima a várias residências e foi inaugurada no ano de 2008, dentre as três estações é a mais recente e nunca entrou em funcionamento.



Figura 4 - ETE existente, Bairro Carolino Barbosa.

Ela é composta por uma estação elevatória colocada na entrada do sistema, onde previamente ocorre o gradeamento dos esgotos que vão para a ETE. Os efluentes da estação são lançados no Córrego do Machado, afluente do Rio Pardinho.

A terceira Estação de Tratamento de Esgoto, novamente do tipo Fossa Filtro, está localizada no Bairro João Tomaz e já se encontra com residências bem próximas, principalmente de um dos lados, o outro lado temos a divisa com um curso de água e um terreno vazio, um pasto pequeno, onde está previsto a futura estação de tratamento de esgoto, segundo o projeto elaborado pela Aquaconsult. Esta estação também nunca entrou em funcionamento e os esgotos estão sendo lançados neste curso de água, tanto a montante como a jusante da ETE.



Esta estação de tratamento foi construída de forma que, tanto a fossa como os filtros fazem parte de uma estrutura única, temos uma estação elevatória na entrada para bombear os esgotos para o início do tratamento, que depois de tratados são lançados do curso de água, que é afluente do Rio Pardinho. A ETE está muito próxima a curso de água e aproximadamente a uns 140 metros do rio.

Com relação as redes de esgotos implantadas no município, pelos pontos pesquisados, elas aparentam ter sido bem executadas. Na área central foram abertos vários poços de vistas, encontrando-se em funcionamento. Com exceção das redes próximas ao tratamento, como já tínhamos comentado.

Segundo informações fornecidas através de levantamento feito em 2006 pela prefeitura e acompanhada pelo chefe de pólo de lúna, Sr Fidélis e confirmado por relatório recente, foram feitas várias obras de melhorias no sistema no ano de 2004/2005, implantou-se redes novas para atender a área central e a área do bairro Carolino Barbosa. Na área central, 60% das redes coletoras projetadas foram implantadas e como não foram migradas todas as ligações o sistema está

ainda operando com as redes antigas, que segundo consta são de manilha de barro e diâmetro de 200 mm, já as novas são em PVC e diâmetro de 150 mm. Na área central a grande maioria das ligações apresentam caixa de ligação na frente do imóvel, só não se sabe se todas estão ligadas a rede e se sua ligação é possível. As maiorias das ligações desta área estão ligadas a rede coletora salvo algumas exceções que estão ligadas nas galerias de águas pluviais ou estão lançando diretamente nos cursos de águas.

Com relação ao Bairro João Tomaz não foi possível analisar as condições da rede executada, pois seus poços de visitas se encontram encobertos, porem segundo as informações neste bairro também foram feitas redes novas e não são constatados problemas decorrentes de entupimento da tubulação e os que esporadicamente acontecem são resolvidos através de limpeza com caminhão pipa.

6 CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

6.1 SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTOS

A área urbana foi dividida em 3 (três) bacias de esgotamento com as nomenclaturas de A a C como pode ser observado na planta de concepção

Figura 6 – Planta de concepção do sistema.

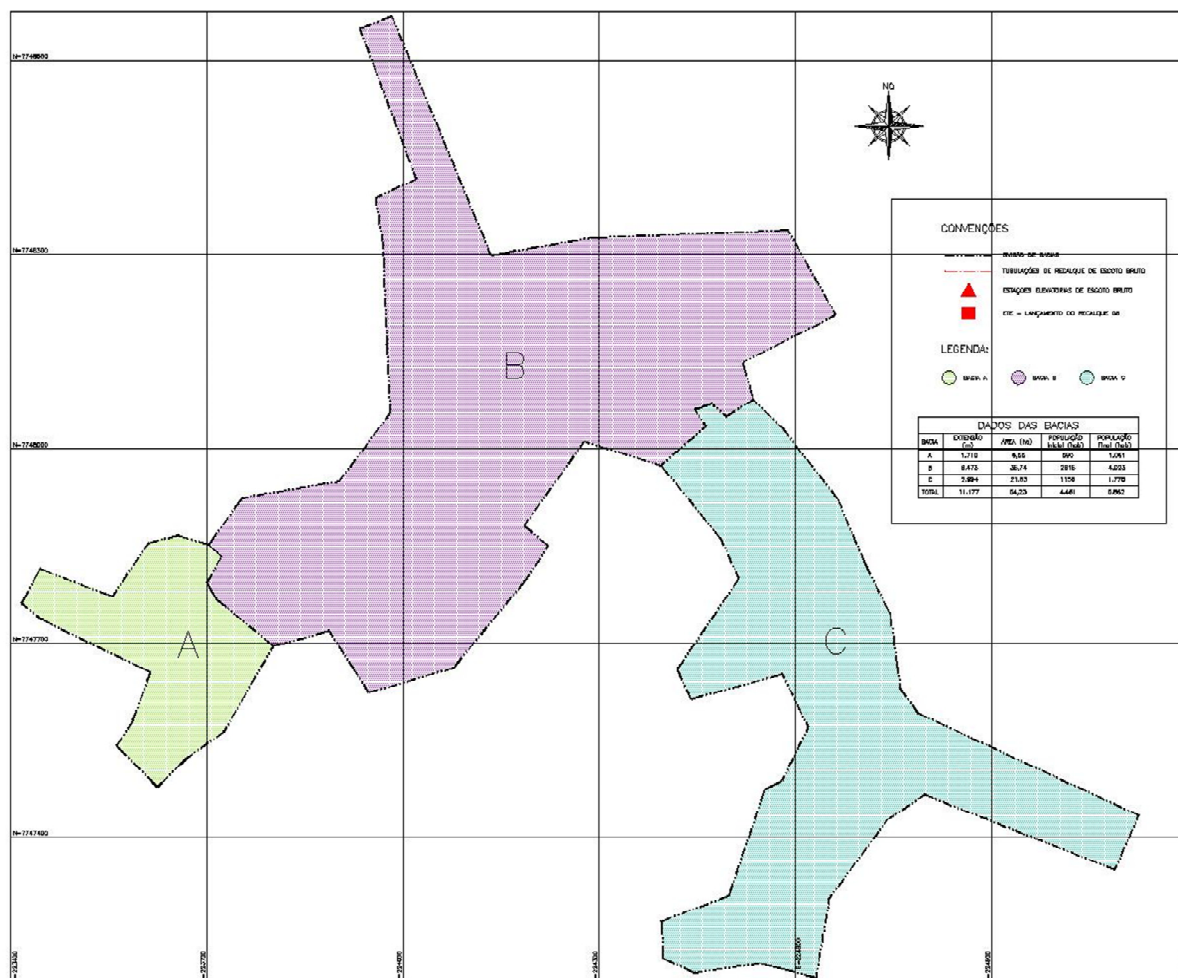


Figura 6 – Planta de concepção do sistema.

O sistema de coleta e transporte de esgotamento sanitário do distrito sede do município consiste em rede coletora secundária nos logradouros, os quais descarregarão seus efluentes líquidos em coletores troncos ou interceptores localizados em fundos de vale e em margens de cursos d'água. Foram necessários 11.167 metros de rede coletora, não possui interceptores.

São previstas 2 (duas) estações elevatórias de esgoto bruto para inversão de fluxo e reunir todo esgoto gerado em um único ponto de tratamento.

A Tabela 10 apresenta a evolução da vazão de contribuição ao longo do projeto.

Tabela 10 - Evolução da vazão de contribuição ao longo do projeto.

Ano	População (hab)	Vazões Finais (l/s)	
		Média	Máx Horária
2012	4.461	8,43	13,39
2013	4.563	8,57	13,64
2014	4.668	8,72	13,91
2015	4.775	8,87	14,17
2016	4.884	9,02	14,45
2017	4.996	9,17	14,73
2018	5.111	9,33	15,01
2019	5.228	9,50	15,31
2020	5.348	9,66	15,61
2021	5.470	9,83	15,91
2022	5.596	10,01	16,23
2023	5.724	10,19	16,55
2024	5.855	10,37	16,87
2025	5.990	10,55	17,21
2026	6.127	10,75	17,55
2027	6.267	10,94	17,90
2028	6.411	11,14	18,26
2029	6.558	11,34	18,63
2030	6.708	11,55	19,01
2031	6.862	11,77	19,39

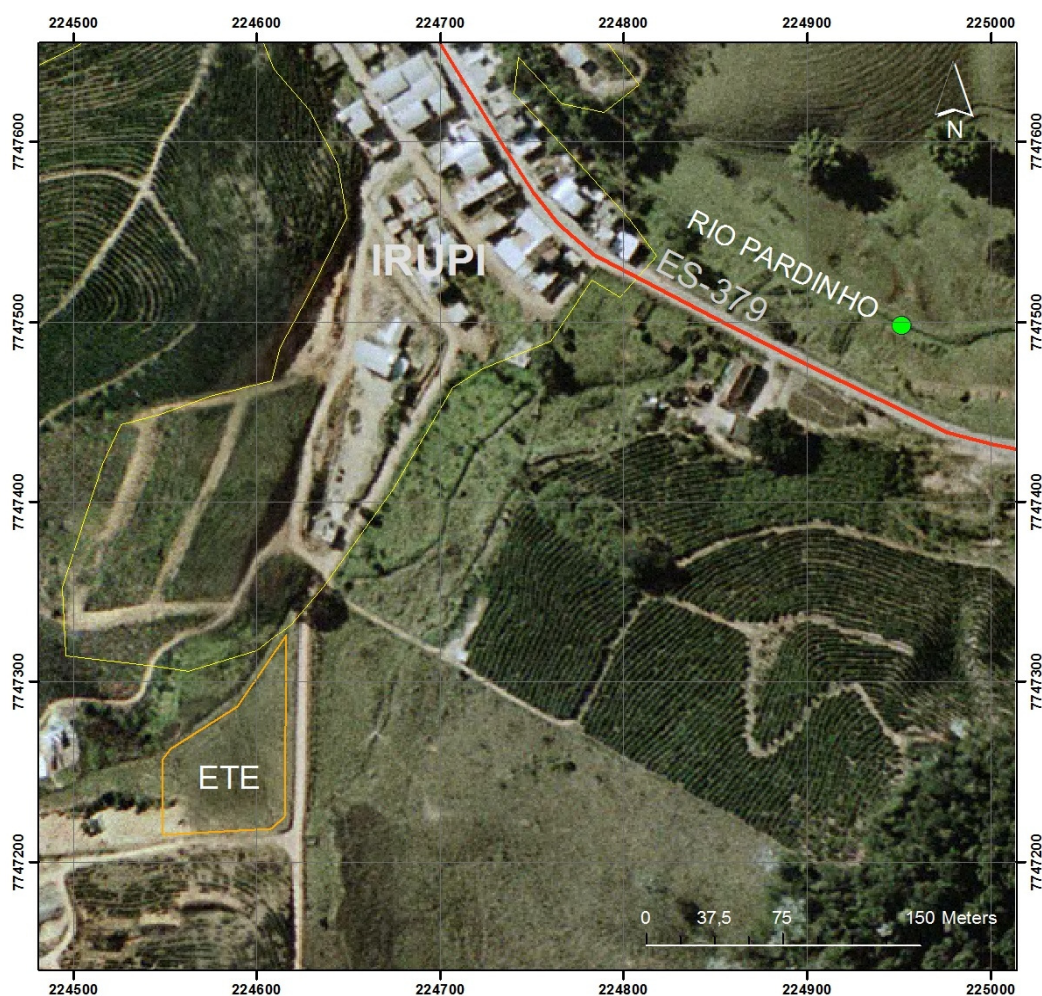
Parâmetros Utilizados:

Consumo per capita:	150 l/hab.dia;
Coefficiente de infiltração:	0,0002 l/s.m;
K1:	1,2;
K2:	1,5;
Coefficiente de retorno:	0,8;

Extensão da rede: 11.167 metros;
Vazão de infiltração: 2,24 l/s

A Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário está localizada nas coordenadas UTM 24k 224.583m E e 7.747.254m N, utilizando DATUM SIRGAS 2000. O corpo receptor do efluente tratado será o Rio Pardinho. O emissário de descarga está localizado nas coordenadas UTM 24k 224.952m E e 7.747.498m N, utilizando DATUM SIRGAS 2000.

O emissário possui 492 metros de extensão e DN 200mm. A Figura 7 mostra a localização da Estação de Tratamento de Esgoto de Irupi.



Legenda:

- Emissario Coordenadas UTM 24k 224.952 E e 7.747.498 S
- ES-379
- ETE IRUPI Coordenadas UTM 24k 224.583 E e 7.747.254 S
- Area Urbanizada

Figura 7 - Localização da ETE e do Emissário

6.2 SISTEMA DE TRATAMENTO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS

Todos os sistemas de tratamento implantados serão desativados, visto que em 2008, já estariam com sua capacidade de tratamento esgotada, conforme projeto da Aquaconsult, além de utilizarem tecnologia com baixa eficiência de tratamento.

Utilizaremos para dimensionamento das unidades de tratamento, reatores, biofiltro, decantador, a vazão média de final de plano, e para o gradeamento, caixa de areia, caixa de gordura, elevatória e medidor de vazão iremos considerar a vazão máxima horária de final de plano.

O sistema de tratamento projetado terá capacidade que atenda a vazão média de final de plano, 12 l/s. Teremos duas unidades de tratamento cada uma delas para vazão média de 6 l/s. O tratamento projetado emprega a tecnologia Reator UASB (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo) + FBASN (Filtro Aerado Submerso Nitrificante).

6.2.1 Etapas de Tratamento

4.2.1.1 Gradeamento

O principal objetivo da etapa de gradeamento é proteger o conjunto moto-bomba que compõe a estação elevatória de esgoto bruto. O gradeamento é constituído por uma grade média, com limpeza manual, onde o material retido é removido periodicamente, devendo ser disposto em aterro sanitário.

4.2.1.2 Caixa de areia

Nesta etapa ocorre a remoção da areia contida no esgoto através da sedimentação: os grãos de areia, devido às suas maiores dimensões e densidade, vão para o fundo da unidade desarenadora, enquanto a matéria orgânica permanece em suspensão, seguindo para as unidades de tratamento posteriores.

4.2.1.3 Caixa de gordura

As gorduras e óleos presentes no esgoto geram significativos problemas ao sistema de tratamento, tais como as obstruções dos coletores, flotação do lodo do UASB, além de acumular nas unidades de tratamento, causando mau cheiro.

Desse modo, faz-se necessário, no sistema de pré-tratamento, uma unidade para a remoção de óleo e gordura contida no esgoto: a caixa de gordura.

4.2.1.4 Estação Elevatória de Esgoto

O esgoto é encaminhado para a estação de recalque, onde é bombeado para o reator. A estação elevatória também recebe o lodo de lavagem dos filtros biológicos, na ocasião em que estes reatores forem submetidos à lavagem do meio granular. O lodo aeróbio é então bombeado para o reator, juntamente com o esgoto pré-tratado.

4.2.1.5 Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (UASB)

O esgoto é encaminhado para o reator UASB, o qual promove uma remoção média de matéria orgânica (DBO_5) da ordem de 70%.

O funcionamento do reator é descrito a seguir, com base em estudo realizado por Marelli & Libório (1998) e consiste em:

- a) a água residuária entra na caixa receptora de esgoto bruto de afluentes e em seguida entra na caixa de distribuição do afluente, onde tubulações encaminham essa água residuária até o fundo do reator;
- b) em contato com o leito de lodo (zona de digestão), onde estão os microrganismos, a água residuária passa a sofrer degradação dos seus componentes biodegradáveis que são convertidos em biogás;
- c) flocos de lodo são levados pelas bolhas de gás em fluxo ascendente através do digestor, para as placas defletoras de decantação, as quais retornam à região de digestão dentro do reator. O fluxo em movimento descendente do lodo desgaseificado opera em contra corrente ao fluxo hidráulico dentro do digestor e serve para promover o processo de mistura para um contato entre as bactérias e a água residuária afluente;

d) a fração líquida do substrato continua em fluxo ascendente através do decantador e deixa o reator através de tulipas;

e) o gás é liberado quando a mistura líquido/lodo é forçada através das placas, indo até as câmaras de gás e são retiradas uma vez que o aumento de pressão é suficiente para sobrepor a pressão contrária, intencionalmente induzida para formar e manter o espaço para o gás.

O reator UASB é composto por um leito de lodo biológico (biomassa) denso e de elevada atividade metabólica, no qual ocorre a digestão anaeróbia da matéria orgânica do esgoto em fluxo ascendente. A biomassa pode apresentar-se em flocos ou em grânulos de 1 a 5 mm de tamanho.

4.2.1.6 Biofiltro Aerado Nitrificante (BF)

O biofiltro nitrificante é constituído por um tanque preenchido com material filtrante e aerado artificialmente. O leito filtrante tem a função de servir de meio suporte para as colônias de bactérias, através deste leito esgoto e ar fluem permanentemente, ambos com fluxo ascendente.

O biofiltro recebe o efluente anaeróbio (do reator UASB). Nesta etapa, grande parte da matéria orgânica remanescente é metabolizada aerobicamente, ou seja, com a presença de oxigênio. A principal função dos filtros biológicos aerado nitrificante é a remoção de compostos orgânicos, nitrogênio e amônia, contribuindo para uma eficiência global de remoção de DBO_5 superior a 90%.

O meio filtrante é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico, caracterizando os biofiltro como reatores trifásicos compostos por:

- Fase sólida - constituída pelo meio suporte e pelas colônias de microorganismos que nele se desenvolvem sob a forma de um filme biológico (biofilme).
- Fase líquida - composta pelo líquido em escoamento através do meio poroso.
- Fase gasosa – formada, principalmente, pela aeração artificial.

O lodo de excesso produzido nos filtros biológicos é removido rotineiramente através de lavagens contra-correntes ao sentido do fluxo, sendo enviado para a elevatória de esgoto bruto, que o encaminhará por recalque ao reator UASB para digestão e adensamento pela via anaeróbia.

A legislação ambiental brasileira tem dado especial atenção à remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) pela possibilidade de ocasionar eutrofização dos corpos d'água.

Nas águas residuária o nitrogênio pode se apresentar principalmente sob as seguintes formas: Reduzida (Nitrogênio Orgânico (Norg), Nitrogênio Amoniacal (N-NH_4^+)) ou oxidada (Nitrogênio Nitroso (N-NO_2^-) e Nitrogênio Nítrico (N-NO_3^-)).

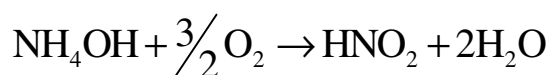
Conhece-se como “Nitrogênio de Kjeldahl” (Nkj ou NTK) o conjunto formado pelas formas reduzidas. Já o “Nitrogênio Total” representa o total das formas, reduzidas e oxidadas.

Os processos de remoção de Nitrogênio podem ser classificados em aqueles que fazem a oxidação de NH_4^+ (em N-NO_2^- e N-NO_3^-) e os que fazem a remoção completa deste nutriente.

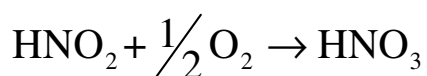
A nitrificação, oxidação biológica do nitrogênio amoniacal tem como produto final o nitrato, e como passo obrigatório intermediário, o nitrito.

A primeira etapa, de nitritação, é realizada principalmente pelas bactérias do gênero Nitrosomonas, e em menor participação, Nitrosococcus, Nitrosospora, Nitrosocystis e Nitrosoglea. A Nitratação pode ser realizada pelas bactérias Nitrobacter e Nitrocystis.

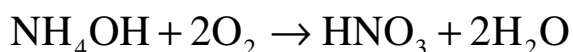
Transformação da amônia em nitritos (Nitrosomonas):



Oxidação de nitritos a nitratos (Nitrobacter):



A reação global da nitrificação é a soma das equações:



Estes microorganismos responsáveis pela nitrificação são bactérias autotróficas, que obtêm o carbono necessário para seu crescimento da redução do gás carbônico e dos carbonatos presentes no esgoto, sendo a fonte de energia as reações de oxidação da amônia e do nitrito, segundo citado.

Uma intensa atividade de nitrificação é observada no compartimento aerado do filtro biológico, devido à ausência de carbono orgânico. O que favorece o desenvolvimento das bactérias nitrificantes sem competição pelo oxigênio dissolvido.

Pesquisas realizadas com equipamentos similares relatam taxas de nitrificação com eficiências variando entre 90 e 95% para cargas volumétricas atingindo 1kgN-NH₄⁺/m³aerado/dia.

4.2.1.6 Decantador Secundário (DS)

O Decantador Secundário é a unidade que produz o polimento final no efluente tratado, propiciando a remoção de DQO, DBO_{5,20}, sólidos em suspensão (SS) e nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, a teores muito baixos, superiores a 90%.

O Decantador Secundário é a unidade em que o efluente tratado é introduzido sob as lâminas paralelas inclinadas que ao escoar entre elas ocorrerá à sedimentação do lodo. O esgoto decantado sai pela parte de cima do decantador, após ser escoado pelas lâminas e é coletado por calhas coletoras.

Essa inclinação assegura a auto limpeza dos módulos, ou seja, à medida que os lodos vão se sedimentando em seu interior, e aglutinando-se uns aos outros, as maiores massas de lodo que vão se formando, adquirem peso suficiente para se soltarem dos módulos e se arrastarem em direção ao fundo. Pela abertura da descarga de fundo o lodo é encaminhado para a elevatória de esgoto bruto e recalcado para o UASB para digestão e adensamento.

6.2.2 Subprodutos do tratamento

4.2.2.1 Lodo

A única fonte de emissão de lodo é o reator UASB. Como neste reator o tratamento do esgoto se dá através da manta de lodo, que se desenvolve continuamente, de tempos em tempos parte da manta (excesso) deve ser descartada.

Geralmente, o lodo de excesso produzido no UASB é retirado a uma frequência média de um descarte mensal e, o lodo descartado deverá ser disposto em dispositivos para desidratação. A concentração de sólidos totais neste lodo situa-se na faixa de 4 a 6%, devendo atingir valores da ordem de 30% após a desidratação.

O lodo desidratado poderá ainda ser submetido à estabilização e higienização com cal ou pasteurização, adquirindo características de um lodo classe "A".

4.2.2.2 Biogás

Um dos subprodutos da decomposição anaeróbia, que ocorre no reator UASB, é a produção do biogás, composto principalmente por gás metano e dióxido de carbono. O gás liberado no reator UASB deverá ser queimado, controladamente, nos Queimadores de Biogás. Este processo de queima transformará o metano em gás carbônico e vapor de água.

4.2.2.3 Esgoto Bruto e Efluente Final

O desempenho operacional, bem como a massa orgânica diariamente removida na ETE UASB + BF + DS estão apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 11 - Características do afluente e efluente final.

Parâmetros	Unidade	Resultados analíticos		Resolução nº 357 VMP ⁽¹⁾
		Entrada	Saída	
Sólidos totais	ml/L	300	< 30	*
DBO	mg/L	300	< 30	---
DQO	mg/L	600	< 60	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	60	< 20	20

Notas: (1) VMP (Valores Máximos Permitidos) pela Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, padrão de lançamento de efluentes do Ministério do Meio Ambiente.

6.2.3 Desempenho Operacional

O desempenho operacional, bem como a massa orgânica diariamente removida na ETE UASB + BF + DS estão apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 12 - Eficiências de SS, DBO₅ e DQO do UASB e do BF.

Parâmetro	UASB	BF	DS	Total
SS	68%	71%	0%	90%
DBO ₅	68%	70%	0%	90%
DQO	67%	70%	52%	90%

7 MEMORIAL DE CALCULO

7.1 VAZÕES DE PROJETO

A Tabela 13 apresenta as vazões de contribuição unitárias por bacia.

Tabela 13 - Vazões por Bacia de Esgotamento.

Bacia	População		Extensão de Rede	Vazão de Infiltração (l/s)	Vazões Iniciais (l/s)		Vazões Finais (l/s)	
	Inicial	Final			Média	Máx. Hor.	Média	Máx. Hor.
A	690	1.061	1.700	0,34	1,30	1,78	1,82	2,99
B	2.615	4.023	6.473	1,29	4,93	6,74	6,88	11,35
C	1.156	1.778	2.994	0,60	2,20	3,01	3,07	5,04
Total	4.461	6.862	11.167	2,24	8,43	11,53	11,77	19,39

7.2 REDE COLETORA

O traçado e dimensionamento da rede coletora foram efetuados procurando ter o máximo possível de escoamento por gravidade e o máximo possível de aproveitamento da rede existente. Na Tabela 14 apresentamos o percentual de aproveitamento das redes existentes.

Tabela 14 - Relação entre a extensão de rede total e existente.

Bacia	Extensão de Rede		
	Projetada (m)	Existente (m)	(%)*
A	1.700	396	23,29
B	6.473	2.811	43,43
C	2.994	678	22,64
Total	11.167	3.885	36,57

* Valores referentes ao total em metros por bacia

A vazão de dimensionamento da rede é a máxima horária para o final de plano.

As planilhas de calculo da rede são apresentadas a seguir.

7.2.1 Dimensionamento Hidráulico Bacia A

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pont (L/s) início	Q Pont (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) vc (m/s)	Y/D (%) início	Y/D (%) final	OBS
013-001	A-047	A-048	18	748,222	748,463	747,122	746,963	1,10	1,50	150	0,00883	0,00	0,00	0,02	0,03	0,63	0,63	2,48	1,45	0,19	0,19	EXISTENTE
013-002	A-048	A-049	16	748,463	748,121	746,963	746,621	1,50	1,50	150	0,02138	0,00	0,00	0,04	0,06	0,86	0,86	2,25	2,88	0,15	0,15	EXISTENTE
013-003	A-049	A-050	35	748,121	747,675	746,621	746,175	1,50	1,50	150	0,01274	0,00	0,00	0,07	0,12	0,72	0,72	2,38	1,93	0,18	0,18	EXISTENTE
013-004	A-050	A-051	36	747,675	747,378	746,175	745,878	1,50	1,50	150	0,00825	0,00	0,00	0,11	0,18	0,62	0,62	2,50	1,37	0,20	0,20	EXISTENTE
013-005	A-051	A-038	32	747,378	746,675	745,878	745,239	1,50	1,44	150	0,01997	0,00	0,00	0,14	0,24	0,84	0,84	2,27	2,73	0,16	0,16	EXISTENTE
012-001	A-045	A-046	37	745,480	744,710	744,280	743,510	1,20	1,20	150	0,02081	0,00	0,00	0,04	0,07	0,85	0,85	2,26	2,82	0,16	0,16	EXISTENTE
012-002	A-046	A-009	36	744,710	744,090	743,510	743,040	1,20	1,05	150	0,01306	0,00	0,00	0,08	0,13	0,73	0,73	2,38	1,96	0,17	0,17	
011-001	A-041	A-042	19	747,902	747,578	746,781	746,457	1,12	1,12	150	0,01705	0,00	0,00	0,02	0,03	0,80	0,80	2,31	2,42	0,16	0,16	DG 0.061
011-002	A-042	A-036	47	747,578	746,795	746,396	745,684	1,18	1,11	150	0,01515	0,00	0,00	0,07	0,12	0,76	0,76	2,34	2,20	0,17	0,17	
010-001	A-035	A-036	18	747,288	746,795	746,238	745,745	1,05	1,05	150	0,02739	0,00	0,00	0,02	0,03	0,94	0,94	2,19	3,49	0,15	0,15	DG 0.061
010-002	A-036	A-037	55	746,795	746,755	745,684	745,409	1,11	1,35	150	0,005	0,00	0,00	0,15	0,24	0,52	0,52	2,64	0,93	0,22	0,22	
010-003	A-037	A-038	32	746,755	746,675	745,409	745,239	1,35	1,44	150	0,00531	0,00	0,00	0,18	0,30	0,53	0,53	2,62	0,97	0,22	0,22	EXISTENTE
010-004	A-038	A-039	28	746,675	746,419	745,239	745,083	1,44	1,34	150	0,00557	0,00	0,00	0,35	0,59	0,54	0,54	2,61	1,01	0,22	0,22	EXISTENTE
010-005	A-039	A-040	35	746,419	746,034	745,083	744,698	1,34	1,34	150	0,011	0,00	0,00	0,39	0,65	0,68	0,68	2,42	1,72	0,18	0,18	EXISTENTE
010-006	A-040	A-011	25	746,034	745,890	744,698	744,626	1,34	1,26	150	0,00288	0,00	0,00	0,41	0,70	0,43	0,43	2,80	0,60	0,25	0,25	TQ 0.720
009-001	A-031	A-032	39	746,658	746,049	745,608	744,999	1,05	1,05	150	0,01562	0,00	0,00	0,04	0,07	0,77	0,77	2,33	2,26	0,17	0,17	
009-002	A-032	A-033	53	746,049	745,785	744,999	744,585	1,05	1,20	150	0,00781	0,00	0,00	0,10	0,16	0,61	0,61	2,52	1,32	0,20	0,20	
009-003	A-033	A-034	40	745,785	744,727	744,585	743,527	1,20	1,20	150	0,02645	0,00	0,00	0,14	0,23	0,93	0,93	2,20	3,40	0,15	0,15	EXISTENTE
009-004	A-034	A-010	26	744,727	744,847	743,527	743,452	1,20	1,40	150	0,00288	0,00	0,00	0,17	0,28	0,43	0,43	2,80	0,60	0,25	0,25	
008-001	A-028	A-029	22	758,576	753,315	756,889	751,628	1,69	1,69	150	0,23914	0,00	0,00	0,02	0,04	2,01	2,01	1,71	18,71	0,09	0,09	
008-002	A-029	A-030	69	753,315	750,956	751,628	749,715	1,69	1,24	150	0,02772	0,00	0,00	0,10	0,16	0,95	0,95	2,19	3,53	0,15	0,15	DG 0.141
008-003	A-030	A-025	53	750,956	749,787	749,574	748,596	1,38	1,19	150	0,01845	0,00	0,00	0,15	0,25	0,82	0,82	2,29	2,57	0,16	0,16	DG 0.050
007-001	A-027	A-019	47	748,144	747,391	746,881	746,128	1,26	1,26	150	0,01602	0,00	0,00	0,05	0,08	0,78	0,78	2,32	2,30	0,17	0,17	DG 0.062
006-001	A-024	A-025	28	752,561	749,787	751,511	748,546	1,05	1,24	150	0,10589	0,00	0,00	0,03	0,05	1,51	1,51	1,88	9,96	0,11	0,11	
006-002	A-025	A-026	51	749,787	748,169	748,546	746,917	1,24	1,25	150	0,03194	0,00	0,00	0,23	0,39	0,99	0,99	2,15	3,94	0,14	0,14	DG 0.058
006-003	A-026	A-006	58	748,169	746,638	746,859	745,530	1,31	1,11	150	0,02291	0,00	0,00	0,29	0,49	0,88	0,88	2,23	3,04	0,15	0,15	DG 0.258

COLETOR	PV	PV	COMP	COTA TERR.	COTA TERR.	COTA COL.	COTA COL.	PROF	PROF	DIAM	DECLIV	Q Pont	Q Pont	Q	Q	V	V	V Crítica	TRATIVA	Y/D	Y/D	OBS
(coletor-trecho)	(PV-nº)	(PV-nº)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(m/m)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
	mont	jus		mont	jus	mont	jus	mont	jus			início	final	início	final	início	final		vc (m/s)	início	final	
005-001	A-023	A-019	23	749,166	747,391	748,116	746,341	1,05	1,05	150	0,07717	0,00	0,00	0,02	0,04	1,35	1,35	1,95	7,80	0,11	0,11	DG 0.275
004-001	A-018	A-019	24	747,236	747,391	746,186	746,066	1,05	1,33	150	0,005	0,00	0,00	0,03	0,04	0,52	0,52	2,64	0,93	0,22	0,22	
004-002	A-019	A-020	55	747,391	747,116	746,066	745,791	1,33	1,33	150	0,005	0,00	0,00	0,16	0,26	0,52	0,52	2,64	0,93	0,22	0,22	
004-003	A-020	A-007	61	747,116	746,011	745,791	744,961	1,33	1,05	150	0,01361	0,00	0,00	0,22	0,37	0,74	0,74	2,37	2,03	0,17	0,17	DG 0.219
003-001	A-013	A-014	33	745,930	745,510	744,005	744,100	1,05	1,05	150	0,0127	0,00	0,00	0,03	0,05	0,72	0,72	2,41	2,05	0,18	0,18	
003-002	A-014	A-015	31	745,510	745,240	744,100	744,190	1,05	1,05	150	0,0087	0,00	0,00	0,05	0,10	0,63	0,63	2,51	1,53	0,19	0,19	
003-003	A-015	A-009	34	745,240	744,090	744,190	742,929	1,05	1,05	150	0,0338	0,00	0,00	0,08	0,15	1,02	1,02	2,16	4,37	0,14	0,14	
002-005	A-011	A-010	36	745,890	744,847	743,906	743,797	1,98	1,05	150	0,00303	0,00	0,00	0,55	0,93	0,43	0,43	2,79	0,63	0,25	0,25	DG 0.345
002-006	A-010	A-009	36	744,847	744,090	743,452	743,040	1,40	1,05	150	0,01144	0,00	0,00	0,76	1,27	0,69	0,69	2,41	1,77	0,18	0,18	
002-007	A-009	A-008	11	744,090	743,767	743,040	742,717	1,05	1,05	150	0,02936	0,00	0,00	0,84	1,42	0,85	0,85	2,26	4,25	0,16	0,16	
002-008	A-008	A-016	24	743,767	743,966	742,717	742,648	1,05	1,32	150	0,00288	0,00	0,00	0,87	1,46	0,43	0,43	2,80	0,60	0,25	0,25	
001-001	A-001	A-002	69	762,794	756,887	761,587	755,680	1,21	1,21	150	0,08561	0,00	0,00	0,07	0,12	1,40	1,40	1,93	8,45	0,11	0,11	DG 0.214
001-002	A-002	A-003	60	756,887	753,544	755,466	752,280	1,42	1,26	150	0,0531	0,00	0,00	0,13	0,23	1,19	1,19	2,03	5,84	0,12	0,12	DG 0.060
001-003	A-003	A-004	56	753,544	752,560	752,220	751,450	1,32	1,11	150	0,01375	0,00	0,00	0,19	0,33	0,74	0,74	2,36	2,04	0,17	0,17	DG 0.036
001-004	A-004	A-005	41	752,560	752,123	751,414	751,037	1,15	1,09	150	0,0092	0,00	0,00	0,24	0,40	0,64	0,64	2,47	1,50	0,19	0,19	DG 0.097
001-005	A-005	A-006	45	752,123	746,638	750,940	745,491	1,18	1,15	150	0,12109	0,00	0,00	0,28	0,48	1,58	1,58	1,85	11,05	0,10	0,10	DG 0.219
001-006	A-006	A-007	33	746,638	746,011	745,272	744,742	1,37	1,27	150	0,01606	0,00	0,00	0,61	1,03	0,78	0,78	2,32	2,31	0,17	0,17	
001-007	A-007	A-052	27	746,011	745,510	744,742	744,460	1,27	1,05	150	0,01044	0,00	0,00	0,86	1,45	0,67	0,67	2,44	1,65	0,18	0,18	
001-008	A-052	A-016	22	745,510	743,966	744,460	742,916	1,05	1,05	150	0,07018	0,00	0,00	0,88	1,49	1,31	1,31	1,97	7,25	0,12	0,12	DG 0.268
001-009	A-016	FIM	24	743,966	744,238	742,648	742,584	1,32	1,65	150	0,00267	0,00	0,00	1,78	2,99	0,43	0,50	3,27	0,61	0,28	0,37	FIM

Extensão total da rede: 1.700 metros.

7.2.2 Dimensionamento Hidráulico Bacia B

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pont (L/s) início	Q Pont (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) vc (m/s)	Y/D (%) início	Y/D (%) final	OBS
032-001	B-41A	B-042	51	736,679	736,084	735,501	734,906	1,178	1,178	150	0,0117	0	0	0,05	0,09	0,70	0,70	2,41	1,9	0,18	0,18	
031-001	B-146	B-147	52	759,266	759,801	758,630	758,400	0,636	1,401	150	0,0044	0	0	0,05	0,09	0,49	0,49	2,68	0,9	0,23	0,23	
031-002	B-147	B-148	65	759,801	758,991	758,400	757,290	1,401	1,701	150	0,0171	0	0	0,12	0,21	0,80	0,80	2,31	2,6	0,16	0,16	
031-003	B-148	B-149	38	758,991	757,960	757,290	756,630	1,701	1,330	150	0,0174	0	0	0,16	0,27	0,80	0,80	2,30	2,6	0,16	0,16	
031-004	B-149	B-150	52	757,960	752,603	756,630	751,520	1,330	1,083	150	0,0983	0	0	0,22	0,36	1,47	1,47	1,90	10,0	0,11	0,11	
031-005	B-150	B-151	48	752,603	749,225	751,520	748,020	1,083	1,205	150	0,0729	0	0	0,27	0,45	1,33	1,33	1,96	7,9	0,12	0,12	
031-006	B-151	B-152	65	749,225	743,624	748,020	742,662	1,205	0,962	150	0,0824	0	0	0,33	0,56	1,38	1,38	1,93	8,7	0,11	0,11	
031-007	B-152	B-066	54	743,624	741,638	742,662	740,720	0,962	0,918	150	0,0360	0	0	0,39	0,66	1,04	1,04	2,12	4,6	0,14	0,14	
030-001	B-145	B-073	55	752,907	752,320	751,730	751,350	1,177	0,970	150	0,0069	0	0	0,06	0,10	0,58	0,58	2,55	1,3	0,2	0,2	
029-001	B-138	B-139	56	740,386	738,767	739,048	738,041	1,338	0,726	150	0,0180	0	0	0,06	0,10	0,81	0,81	2,29	2,7	0,16	0,16	
029-002	B-139	B-140	53	738,767	739,240	738,041	737,900	0,726	1,340	150	0,0027	0	0	0,11	0,19	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
029-003	B-140	B-141	58	739,240	738,367	737,900	737,018	1,340	1,349	150	0,0152	0	0	0,17	0,29	0,77	0,77	2,34	2,4	0,17	0,17	
029-004	B-141	B-142	35	738,367	738,110	737,018	736,843	1,349	1,267	150	0,0050	0	0	0,21	0,35	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
029-005	B-142	B-143	19	738,110	737,910	736,843	736,748	1,267	1,162	150	0,0050	0	0	0,23	0,39	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
029-006	B-143	B-013	106	737,910	736,310	736,748	734,920	1,162	1,391	150	0,0173	0	0	0,34	0,57	0,80	0,80	2,30	2,6	0,16	0,16	
028-001	B-137	B-055	36	740,721	738,278	739,660	737,528	1,061	0,750	150	0,0592	0	0	0,04	0,06	1,23	1,23	2,01	6,8	0,12	0,12	
027-001	B-131	B-132	14	750,931	748,180	749,690	747,000	1,241	1,180	150	0,1921	0	0	0,01	0,02	1,86	1,86	1,76	16,8	0,09	0,09	
027-002	B-132	B-133	18	748,180	747,814	747,000	746,770	1,180	1,044	150	0,0128	0	0	0,03	0,06	0,72	0,72	2,38	2,1	0,18	0,18	
027-003	B-133	B-134	53	747,814	745,756	746,770	744,580	1,044	1,176	150	0,0413	0	0	0,09	0,15	1,09	1,09	2,09	5,1	0,13	0,13	
027-004	B-134	B-135	95	745,756	745,140	744,580	743,660	1,176	1,480	150	0,0097	0	0	0,19	0,32	0,65	0,65	2,46	1,7	0,19	0,19	
027-005	B-135	B-103	75	745,140	743,200	743,660	741,800	1,480	1,400	150	0,0248	0	0	0,27	0,45	0,91	0,91	2,21	3,4	0,15	0,15	
026-001	B-129	B-130	53	755,930	754,390	755,010	753,440	0,920	0,950	150	0,0296	0	0	0,06	0,09	0,97	0,97	2,17	3,9	0,14	0,14	
026-002	B-130	B-101	61	754,390	753,870	753,440	752,820	0,950	1,050	150	0,0102	0	0	0,12	0,20	0,66	0,66	2,44	1,7	0,19	0,19	
025-001	B-127	B-128	76	744,238	743,458	742,584	742,192	1,654	1,260	150	0,0051	1,78	2,99	1,86	3,12	0,68	0,80	2,90	1,8	0,21	0,27	
025-002	B-128	B-125	61	743,458	742,929	742,192	741,900	1,260	1,029	150	0,0083	0	0	1,92	3,23	0,67	0,77	2,95	1,6	0,22	0,29	
024-001	B-124	B-125	39	744,535	742,929	743,485	741,900	1,050	1,029	150	0,0406	0	0	0,04	0,07	1,08	1,08	2,09	5,0	0,13	0,13	

COLETOR	PV	PV	COMP	COTA TERR.	COTA TERR.	COTA COL.	COTA COL.	PROF	PROF	DIAM	DECLIV	Q Pont	Q Pont	Q	Q	V	V	V Crítica	TRATIVA	Y/D	Y/D	OBS
(coletor-trecho)	(PV-nº)	(PV-nº)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(m/m)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
	mont	jus		mont	jus	mont	jus	mont	jus			início	final	início	final	início	final		vc (m/s)	início	final	
024-002	B-125	B-126	99	742,929	740,393	741,900	739,555	1,029	0,838	150	0,0237	0	0	2,07	3,47	0,98	1,15	2,68	3,8	0,18	0,23	
024-003	B-126	B-121	63	740,393	741,021	739,555	739,389	0,838	1,632	150	0,0026	0	0	2,13	3,58	0,45	0,52	3,40	0,7	0,31	0,41	
023-001	B-120	B-121	40	750,046	741,021	748,996	740,120	1,050	0,901	150	0,2219	0	0	0,04	0,07	1,96	1,96	1,73	18,8	0,09	0,09	
023-002	B-121	B-122	72	741,021	740,390	739,389	739,029	1,632	1,361	150	0,0050	0	0	2,25	3,78	0,58	0,67	3,22	1,2	0,27	0,35	
023-003	B-122	B-123	58	740,390	738,773	739,029	737,897	1,361	0,876	150	0,0195	0	0	2,31	3,88	0,95	1,10	2,80	3,5	0,2	0,25	
023-004	B-123	B-069	52	738,773	739,124	737,897	737,760	0,876	1,364	150	0,0026	0	0	2,36	3,97	0,47	0,54	3,47	0,7	0,33	0,43	
022-001	B-116	B-117	48	767,504	759,154	766,454	758,104	1,050	1,050	150	0,1740	0	0	0,05	0,08	1,80	1,80	1,78	15,6	0,09	0,09	
022-002	B-117	B-118	25	759,154	757,022	757,990	755,858	1,164	1,164	150	0,0853	0	0	0,08	0,13	1,40	1,40	1,93	9,0	0,11	0,11	
022-003	B-118	B-119	13	757,022	756,800	755,858	755,750	1,164	1,050	150	0,0083	0	0	0,09	0,15	0,62	0,62	2,50	1,5	0,19	0,19	
022-004	B-119	B-115	9	756,800	755,965	755,750	754,915	1,050	1,050	150	0,0928	0	0	0,10	0,17	1,44	1,44	1,91	9,6	0,11	0,11	
021-001	B-114	B-115	38	757,591	755,965	756,541	754,915	1,050	1,050	150	0,0428	0	0	0,04	0,07	1,10	1,10	2,08	5,3	0,13	0,13	
021-002	B-115	B-109	23	755,965	753,865	754,915	752,815	1,050	1,050	150	0,0913	0	0	0,16	0,27	1,44	1,44	1,91	9,4	0,11	0,11	
020-001	B-104	B-105	14	771,326	768,496	770,276	767,446	1,050	1,050	150	0,2021	0	0	0,01	0,02	1,89	1,89	1,75	17,5	0,09	0,09	
020-002	B-105	B-106	24	768,496	768,895	767,446	767,326	1,050	1,569	150	0,0050	0	0	0,04	0,07	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
020-003	B-106	B-107	60	768,895	766,410	767,326	765,360	1,569	1,050	150	0,0328	0	0	0,10	0,17	1,00	1,00	2,15	4,3	0,14	0,14	
020-004	B-107	B-108	70	766,410	755,987	764,939	754,516	1,471	1,471	150	0,1489	0	0	0,18	0,29	1,70	1,70	1,81	13,8	0,1	0,1	
020-005	B-108	B-109	51	755,987	753,865	754,124	752,423	1,863	1,442	150	0,0334	0	0	0,23	0,38	1,01	1,01	2,14	4,3	0,14	0,14	
020-006	B-109	B-110	18	753,865	753,762	752,423	752,333	1,442	1,429	150	0,0050	0	0	0,41	0,69	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
020-007	B-110	B-111	21	753,762	752,748	752,333	751,698	1,429	1,050	150	0,0302	0	0	0,43	0,73	0,97	0,97	2,16	4,0	0,14	0,14	
020-008	B-111	B-112	23	752,748	751,933	751,698	750,883	1,050	1,050	150	0,0354	0	0	0,46	0,77	1,03	1,03	2,13	4,5	0,14	0,14	
020-009	B-112	B-113	65	751,933	743,538	750,524	742,488	1,409	1,050	150	0,1236	0	0	0,52	0,88	1,60	1,60	1,85	11,9	0,1	0,1	
020-010	B-113	B-004	19	743,538	743,057	742,488	742,080	1,050	0,977	150	0,0215	0	0	0,54	0,91	0,86	0,86	2,25	3,1	0,15	0,15	
019-001	B-100	B-101	45	767,589	753,870	766,539	752,820	1,050	1,050	150	0,3049	0	0	0,05	0,08	2,19	2,19	1,67	24,0	0,08	0,08	
019-002	B-101	B-102	82	753,870	751,530	752,820	750,380	1,050	1,150	150	0,0298	0	0	0,25	0,42	0,97	0,97	2,17	4,0	0,14	0,14	
019-003	B-102	B-103	38	751,530	743,200	750,380	741,800	1,150	1,400	150	0,2258	0	0	0,29	0,49	1,97	1,97	1,73	19,0	0,09	0,09	
019-004	B-103	B-006	42	743,200	742,286	741,800	741,120	1,400	1,166	150	0,0162	0	0	0,60	1,01	0,78	0,78	2,32	2,5	0,17	0,17	

COLETOR	PV	PV	COMP	COTA TERR.	COTA TERR.	COTA COL.	COTA COL.	PROF	PROF	DIAM	DECLIV	Q Pont	Q Pont	Q	Q	V	V	V Crítica	TRATIVA	Y/D	Y/D	OBS
(coletor-trecho)	(PV-nº)	(PV-nº)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(m/m)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
	mont	jus		mont	jus	mont	jus	mont	jus			início	final	início	final	início	final		vc (m/s)	início	final	
018-001	B-095	B-096	56	739,160	739,016	738,110	737,830	1,050	1,186	150	0,0050	0	0	0,06	0,10	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
018-002	B-096	B-097	61	739,016	738,835	737,830	737,525	1,186	1,310	150	0,0050	0	0	0,12	0,21	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
018-003	B-097	B-098	80	738,835	738,577	737,525	737,125	1,310	1,452	150	0,0050	0	0	0,21	0,35	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
018-004	B-098	B-099	40	738,577	738,335	737,125	736,925	1,452	1,410	150	0,0050	0	0	0,25	0,42	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
018-005	B-099	B-085	52	738,335	737,852	736,925	736,665	1,410	1,187	150	0,0050	0	0	0,30	0,51	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
017-001	B-093	B-094	77	748,665	741,017	747,615	739,967	1,050	1,050	150	0,0993	0	0	0,08	0,14	1,48	1,48	1,89	10,1	0,11	0,11	
017-002	B-094	B-082	56	741,017	738,496	739,967	737,446	1,050	1,050	150	0,0450	0	0	0,14	0,23	1,12	1,12	2,07	5,5	0,13	0,13	
016-001	B-090	B-091	24	752,278	748,815	751,228	747,765	1,050	1,050	150	0,1443	0	0	0,03	0,04	1,68	1,68	1,82	13,5	0,1	0,1	
016-002	B-091	B-092	32	748,815	740,882	747,304	739,371	1,511	1,511	150	0,2479	0	0	0,06	0,10	2,03	2,03	1,71	20,5	0,09	0,09	
016-003	B-092	B-082	30	740,882	738,496	738,953	737,028	1,929	1,468	150	0,0642	0	0	0,09	0,15	1,27	1,27	1,99	7,2	0,12	0,12	
015-001	B-089	B-084	36	738,835	738,388	737,774	737,327	1,061	1,061	150	0,0124	0	0	0,04	0,06	0,71	0,71	2,39	2,0	0,18	0,18	
014-001	B-081	B-082	33	738,820	738,496	737,753	737,429	1,067	1,067	150	0,0098	0	0	0,03	0,06	0,66	0,66	2,45	1,7	0,19	0,19	
014-002	B-082	B-083	36	738,496	738,210	737,028	736,848	1,468	1,362	150	0,0050	0	0	0,30	0,51	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
014-003	B-083	B-084	49	738,210	738,388	736,848	736,603	1,362	1,785	150	0,0050	0	0	0,35	0,59	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
014-004	B-084	B-085	46	738,388	737,852	736,603	736,373	1,785	1,479	150	0,0050	0	0	0,44	0,73	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
014-005	B-085	B-086	69	737,852	737,140	736,373	736,090	1,479	1,050	150	0,0041	0	0	0,81	1,36	0,48	0,48	2,70	0,8	0,23	0,23	
014-006	B-086	B-087	57	737,140	736,513	736,090	735,811	1,050	0,702	150	0,0049	0	0	0,87	1,46	0,51	0,51	2,65	1,0	0,22	0,22	
014-007	B-087	B-088	28	736,513	736,615	735,811	735,737	0,702	0,878	150	0,0026	0	0	0,90	1,51	0,41	0,41	2,84	0,6	0,26	0,26	
014-008	B-088	B-078	30	736,615	736,189	735,737	735,540	0,878	0,649	150	0,0066	0	0	0,93	1,56	0,57	0,58	2,59	1,2	0,21	0,21	
013-001	B-071	B-072	50	760,309	754,563	758,177	753,513	2,132	1,050	150	0,0933	0	0	0,05	0,09	1,45	1,45	1,91	9,6	0,11	0,11	
013-002	B-072	B-073	25	754,563	752,320	753,513	751,350	1,050	0,970	150	0,0865	0	0	0,08	0,13	1,41	1,41	1,92	9,1	0,11	0,11	
013-003	B-073	B-074	42	752,320	749,004	751,350	747,920	0,970	1,084	150	0,0817	0	0	0,18	0,30	1,38	1,38	1,94	8,7	0,11	0,11	
013-004	B-074	B-075	62	749,004	745,816	747,920	744,990	1,084	0,826	150	0,0473	0	0	0,24	0,41	1,14	1,14	2,06	5,7	0,13	0,13	
013-005	B-075	B-076	8	745,816	745,899	744,990	744,920	0,826	0,979	150	0,0088	0	0	0,25	0,42	0,63	0,63	2,48	1,5	0,19	0,19	
013-006	B-076	B-077	62	745,899	736,757	744,920	735,852	0,979	0,905	150	0,1463	0	0	0,32	0,53	1,69	1,69	1,81	13,6	0,1	0,1	
013-007	B-077	B-078	38	736,757	736,189	735,852	735,360	0,905	0,829	150	0,0130	0	0	0,36	0,60	0,72	0,72	2,38	2,1	0,17	0,17	

COLETOR	PV	PV	COMP	COTA TERR.	COTA TERR.	COTA COL.	COTA COL.	PROF	PROF	DIAM	DECLIV	Q Pont	Q Pont	Q	Q	V	V	V Crítica	TRATIVA	Y/D	Y/D	OBS
(coletor-trecho)	(PV-nº)	(PV-nº)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(m/m)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
	mont	jus		mont	jus	mont	jus	mont	jus			início	final	início	final	início	final		vc (m/s)	início	final	
013-008	B-078	B-079	34	736,189	736,070	735,360	735,120	0,829	0,950	150	0,0071	0	0	1,32	2,22	0,58	0,65	2,77	1,3	0,2	0,25	
013-009	B-079	B-080	7	736,070	736,025	735,120	735,100	0,950	0,925	150	0,0029	0	0	1,33	2,24	0,42	0,48	3,06	0,6	0,25	0,31	
013-010	B-080	B-062	6	736,025	736,217	735,100	735,040	0,925	1,177	150	0,0100	0	0	1,33	2,25	0,66	0,74	2,68	1,7	0,19	0,23	
012-001	B-063	B-064	24	745,325	743,411	744,275	742,361	1,050	1,050	150	0,0798	0	0	0,03	0,04	1,37	1,37	1,94	8,5	0,11	0,11	
012-002	B-064	B-065	30	743,411	741,067	741,901	739,557	1,510	1,510	150	0,0781	0	0	0,06	0,09	1,36	1,36	1,95	8,4	0,11	0,11	
012-003	B-065	B-066	45	741,067	741,638	739,305	739,080	1,762	2,558	150	0,0050	0	0	0,10	0,17	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
012-004	B-066	B-067	25	741,638	739,056	739,080	738,006	2,558	1,050	150	0,0430	0	0	0,52	0,87	1,10	1,10	2,08	5,3	0,13	0,13	
012-005	B-067	B-068	13	739,056	739,082	738,006	737,941	1,050	1,141	150	0,0050	0	0	0,53	0,90	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
012-006	B-068	B-069	26	739,082	739,124	737,941	737,811	1,141	1,313	150	0,0050	0	0	0,56	0,94	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
012-007	B-069	B-070	56	739,124	738,148	737,760	736,810	1,364	1,338	150	0,0170	0	0	2,98	5,01	0,97	1,13	3,00	3,5	0,23	0,3	
012-008	B-070	B-060	36	738,148	737,500	736,810	736,490	1,338	1,010	150	0,0089	0	0	3,02	5,08	0,78	0,90	3,22	2,1	0,27	0,36	
011-001	B-057	B-058	28	738,727	738,389	737,643	737,305	1,084	1,084	150	0,0121	0	0	0,03	0,05	0,71	0,71	2,40	2,0	0,18	0,18	
011-002	B-058	B-059	13	738,389	738,202	737,305	737,152	1,084	1,050	150	0,0118	0	0	0,04	0,07	0,70	0,70	2,40	1,9	0,18	0,18	
011-003	B-059	B-060	32	738,202	737,500	737,152	736,490	1,050	1,010	150	0,0207	0	0	0,08	0,13	0,85	0,85	2,26	3,0	0,16	0,16	
011-004	B-060	B-061	19	737,500	737,268	736,490	736,320	1,010	0,948	150	0,0090	0	0	3,11	5,24	0,79	0,91	3,24	2,1	0,28	0,36	
011-005	B-061	B-062	102	737,268	736,217	736,320	735,040	0,948	1,177	150	0,0126	0	0	3,22	5,42	0,89	1,04	3,15	2,8	0,26	0,34	
011-006	B-062	B-014	7	736,217	736,308	735,040	734,910	1,177	1,398	150	0,0186	0	0	4,56	7,67	1,14	1,32	3,25	4,5	0,28	0,36	
010-001	B-053	B-054	23	742,338	742,338	740,394	740,279	1,944	2,059	150	0,0050	0	0	0,02	0,04	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
010-002	B-054	B-055	39	742,338	738,278	740,279	737,528	2,059	0,750	150	0,0705	0	0	0,06	0,11	1,31	1,31	1,97	7,7	0,12	0,12	
010-003	B-055	B-056	12	738,278	738,528	737,528	737,440	0,750	1,088	150	0,0073	0	0	0,11	0,19	0,59	0,59	2,53	1,3	0,2	0,2	
010-004	B-056	B-047	67	738,528	737,436	737,440	736,678	1,088	0,758	150	0,0114	0	0	0,18	0,31	0,69	0,69	2,41	1,9	0,18	0,18	
009-001	B-49A	B-050	21	742,913	740,712	741,863	739,662	1,050	1,050	150	0,1048	0	0	0,02	0,04	1,51	1,51	1,88	10,5	0,11	0,11	
009-002	B-050	B-051	33	740,712	738,410	739,662	737,360	1,050	1,050	150	0,0698	0	0	0,06	0,09	1,31	1,31	1,97	7,7	0,12	0,12	
009-003	B-051	B-045	27	738,410	737,823	736,989	736,817	1,421	1,006	150	0,0064	0	0	0,08	0,14	0,56	0,56	2,57	1,2	0,21	0,21	
008-001	B-43A	B-044	55	740,698	737,909	739,648	736,909	1,050	1,000	150	0,0498	0	0	0,06	0,10	1,16	1,16	2,05	5,9	0,13	0,13	
008-002	B-044	B-045	34	737,909	737,823	736,909	736,817	1,000	1,006	150	0,0027	0	0	0,09	0,16	0,42	0,42	2,82	0,6	0,26	0,26	

COLETOR	PV	PV	COMP	COTA TERR.	COTA TERR.	COTA COL.	COTA COL.	PROF	PROF	DIAM	DECLIV	Q Pont	Q Pont	Q	Q	V	V	V Crítica	TRATIVA	Y/D	Y/D	OBS
(coletor-trecho)	(PV-nº)	(PV-nº)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(m/m)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
	mont	jus		mont	jus	mont	jus	mont	jus			início	final	início	final	início	final		vc (m/s)	início	final	
008-003	B-045	B-046	47	737,823	737,610	736,817	736,692	1,006	0,918	150	0,0027	0	0	0,23	0,38	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
008-004	B-046	B-047	30	737,610	737,436	736,478	736,398	1,132	1,038	150	0,0027	0	0	0,26	0,43	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
008-005	B-047	B-012	60	737,436	737,800	736,398	736,240	1,038	1,560	150	0,0026	0	0	0,50	0,85	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
007-001	B-043	B-042	39	737,403	736,084	736,353	735,034	1,050	1,050	150	0,0338	0	0	0,04	0,07	1,01	1,01	2,14	4,4	0,14	0,14	
007-002	B-042	B-026	31	736,084	735,367	734,652	734,063	1,432	1,304	150	0,0190	0	0	0,13	0,21	0,83	0,83	2,28	2,8	0,16	0,16	
006-001	B-039	B-040	40	736,784	736,377	735,157	734,750	1,627	1,627	150	0,0102	0	0	0,04	0,07	0,66	0,66	2,44	1,7	0,19	0,19	
006-002	B-040	B-041	38	736,377	736,495	734,750	734,560	1,627	1,935	150	0,0050	0	0	0,08	0,14	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
006-003	B-041	B-017	59	736,495	735,653	734,560	734,265	1,935	1,388	150	0,0050	0	0	0,14	0,24	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
005-001	B-036	B-037	26	735,827	736,131	734,777	734,544	1,050	1,587	150	0,0090	0	0	0,03	0,05	0,64	0,64	2,48	1,6	0,19	0,19	
005-002	B-037	B-038	61	736,131	735,765	734,544	734,383	1,587	1,382	150	0,0026	0	0	0,09	0,15	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
005-003	B-038	B-024	44	735,765	735,702	734,383	734,267	1,382	1,435	150	0,0026	0	0	0,14	0,23	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
004-001	B-034	B-035	35	735,887	735,853	734,837	734,662	1,050	1,191	150	0,0050	0	0	0,04	0,06	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
004-002	B-035	B-024	43	735,853	735,702	734,662	734,447	1,191	1,255	150	0,0050	0	0	0,08	0,14	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
003-001	B-30A	B-031	40	751,451	747,723	750,401	746,673	1,050	1,050	150	0,0932	0	0	0,04	0,07	1,45	1,45	1,91	9,6	0,11	0,11	
003-002	B-031	B-032	41	747,723	742,561	746,673	741,511	1,050	1,050	150	0,1259	0	0	0,08	0,14	1,61	1,61	1,84	12,1	0,1	0,1	
003-003	B-032	B-022	38	742,561	742,896	741,511	741,321	1,050	1,575	150	0,0050	0	0	0,12	0,21	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
002-001	B-20A	B-021	32	744,101	743,688	743,051	742,638	1,050	1,050	150	0,0129	0	0	0,03	0,06	0,72	0,72	2,38	2,1	0,17	0,17	
002-002	B-021	B-022	57	743,688	742,896	742,638	741,846	1,050	1,050	150	0,0139	0	0	0,09	0,16	0,74	0,74	2,36	2,2	0,17	0,17	
002-003	B-022	B-023	53	742,896	736,760	741,321	735,185	1,575	1,575	150	0,1158	0	0	0,27	0,46	1,56	1,56	1,86	11,4	0,1	0,1	
002-004	B-023	B-024	21	736,760	735,702	735,185	734,267	1,575	1,435	150	0,0437	0	0	0,29	0,49	1,11	1,11	2,08	5,3	0,13	0,13	
002-005	B-024	B-025	15	735,702	735,247	734,267	734,197	1,435	1,050	150	0,0047	0	0	0,53	0,89	0,50	0,50	2,66	1,0	0,22	0,22	
002-006	B-025	B-026	6	735,247	735,367	734,197	734,167	1,050	1,200	150	0,0050	0	0	0,53	0,90	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
002-007	B-026	B-027	47	735,367	734,948	734,063	733,828	1,304	1,120	150	0,0050	0	0	0,71	1,19	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
002-008	B-027	B-028	37	734,948	735,104	733,828	733,643	1,120	1,461	150	0,0050	0	0	0,75	1,26	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
002-009	B-028	B-030	77	735,104	735,329	733,643	733,258	1,461	2,071	150	0,0050	0	0	0,83	1,39	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
002-011	B-030	B-020	23	735,329	735,370	733,258	733,143	2,071	2,227	150	0,0050	0	0	0,85	1,43	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	

COLETOR	PV	PV	COMP	COTA TERR.	COTA TERR.	COTA COL.	COTA COL.	PROF	PROF	DIAM	DECLIV	Q Pont	Q Pont	Q	Q	V	V	V Crítica	TRATIVA	Y/D	Y/D	OBS
(coletor-trecho)	(PV-nº)	(PV-nº)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(m/m)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
	mont	jus		mont	jus	mont	jus	mont	jus			início	final	início	final	início	final		vc (m/s)	início	final	
001-001	B-001	B-002	63	750,747	746,091	749,237	744,581	1,510	1,510	150	0,0739	0	0	0,07	0,11	1,33	1,33	1,96	8,0	0,11	0,11	
001-002	B-002	B-003	41	746,091	744,994	744,581	743,944	1,510	1,050	150	0,0155	0	0	0,11	0,18	0,77	0,77	2,33	2,4	0,17	0,17	
001-003	B-003	B-004	68	744,994	743,057	743,944	742,080	1,050	0,977	150	0,0274	0	0	0,18	0,30	0,94	0,94	2,19	3,7	0,15	0,15	
001-004	B-004	B-005	46	743,057	742,682	742,080	741,310	0,977	1,372	150	0,0167	0	0	0,77	1,30	0,79	0,79	2,31	2,5	0,16	0,16	
001-005	B-005	B-006	69	742,682	742,286	741,310	741,120	1,372	1,166	150	0,0028	0	0	0,84	1,42	0,42	0,42	2,82	0,6	0,26	0,26	
001-006	B-006	B-007	110	742,286	739,743	741,120	738,713	1,166	1,030	150	0,0219	0	0	1,56	2,62	0,88	1,03	2,54	3,2	0,16	0,2	
001-007	B-007	B-008	77	739,743	739,720	738,713	738,500	1,030	1,220	150	0,0028	0	0	1,64	2,76	0,43	0,50	3,21	0,6	0,27	0,35	
001-008	B-008	B-009	48	739,720	739,050	738,500	737,800	1,220	1,250	150	0,0146	0	0	1,69	2,84	0,78	0,91	2,70	2,4	0,18	0,23	
001-009	B-009	B-010	52	739,050	738,600	737,800	737,390	1,250	1,210	150	0,0079	0	0	1,74	2,93	0,63	0,74	2,91	1,5	0,21	0,28	
001-010	B-010	B-011	51	738,600	738,180	737,390	736,840	1,210	1,340	150	0,0108	0	0	1,79	3,02	0,71	0,83	2,83	1,9	0,2	0,26	
001-011	B-011	B-012	62	738,180	737,800	736,840	736,240	1,340	1,560	150	0,0097	0	0	1,86	3,13	0,70	0,81	2,88	1,8	0,21	0,27	
001-012	B-012	B-013	65	737,800	736,310	736,240	735,200	1,560	1,110	150	0,0160	0	0	2,43	4,09	0,90	1,04	2,89	3,0	0,21	0,27	
001-013	B-013	B-014	10	736,310	736,308	734,920	734,880	1,391	1,428	150	0,0040	0	0	2,78	4,68	0,57	0,66	3,44	1,1	0,32	0,42	
001-014	B-014	B-015	48	736,308	735,405	734,880	734,355	1,428	1,050	150	0,0109	0	0	7,39	12,44	1,07	1,23	3,76	3,6	0,41	0,56	
001-015	B-015	B-016	34	735,405	735,494	734,305	734,220	1,100	1,274	200	0,0025	0	0	7,43	12,50	0,62	0,71	4,33	1,1	0,41	0,55	
001-016	B-016	B-017	21	735,494	735,653	734,220	734,168	1,274	1,485	200	0,0025	0	0	7,45	12,54	0,62	0,70	4,33	1,1	0,41	0,55	
001-017	B-017	B-018	19	735,653	735,514	734,168	734,121	1,485	1,393	200	0,0025	0	0	7,61	12,81	0,62	0,71	4,35	1,1	0,41	0,56	
001-018	B-018	B-019	17	735,514	735,330	734,121	734,079	1,393	1,251	200	0,0025	0	0	7,63	12,84	0,62	0,71	4,35	1,1	0,41	0,56	
001-019	B-019	B-020	25	735,330	735,370	734,079	734,018	1,251	1,352	200	0,0024	0	0	7,66	12,88	0,62	0,70	4,36	1,1	0,42	0,57	
001-020	B-020	FIM	14	735,370	735,141	733,082	733,029	2,288	2,112	200	0,0038	0	0	8,52	14,34	0,75	0,85	4,27	1,6	0,39	0,53	

Extensão total da rede: 6.473 metros.

7.2.3 Dimensionamento Hidráulico Bacia C

COLETOR (coletor- trecho)	PV (PV-nº) mont	PV (PV-nº) jus	COMP (m)	COTA TERR. (m) mont	COTA TERR. (m) jus	COTA COL. (m) mont	COTA COL. (m) jus	PROF (m) mont	PROF (m) jus	DIAM (mm)	DECLIV (m/m)	Q Pont (L/s) início	Q Pont (L/s) final	Q (L/s) início	Q (L/s) final	V (m/s) início	V (m/s) final	V Crítica (m/s)	TRATIVA (Pa) vc (m/s)	Y/D (%) início	Y/D (%) final	OBS
014-001	C-071	C-072	49	738,547	738,414	737,497	737,252	1,050	1,162	150	0,0050	0	0	0,05	0,08	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
014-002	C-072	C-073	48	738,414	737,462	736,938	736,098	1,476	1,364	150	0,0175	0	0	0,10	0,16	0,80	0,80	2,30	2,6	0,16	0,16	
014-003	C-073	C-074	38	737,462	737,773	736,098	735,908	1,364	1,865	150	0,0050	0	0	0,14	0,23	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
014-004	C-074	C-055	62	737,773	738,277	735,908	735,598	1,865	2,679	150	0,0050	0	0	0,20	0,33	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
013-001	C-065	C-066	47	738,096	738,355	737,046	736,811	1,050	1,544	150	0,0050	0	0	0,05	0,08	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
013-002	C-066	C-067	53	738,355	736,757	736,811	735,707	1,544	1,050	150	0,0208	0	0	0,10	0,17	0,85	0,85	2,26	3,0	0,16	0,16	
013-003	C-067	C-068	50	736,757	734,353	735,707	733,303	1,050	1,050	150	0,0481	0	0	0,15	0,25	1,15	1,15	2,05	5,7	0,13	0,13	
013-004	C-068	C-051	48	734,353	733,398	733,303	732,570	1,050	0,828	150	0,0153	0	0	0,20	0,33	0,77	0,77	2,34	2,4	0,17	0,17	
012-001	C-059	C-060	44	738,579	734,306	737,107	732,834	1,472	1,472	150	0,0971	0	0	0,04	0,07	1,47	1,47	1,90	9,9	0,11	0,11	
012-002	C-060	C-061	41	734,306	733,247	732,834	732,747	1,472	0,500	150	0,0021	0	0	0,09	0,14	0,38	0,38	2,90	0,5	0,27	0,27	
012-003	C-061	C-062	45	733,247	734,122	732,747	732,629	0,500	1,493	150	0,0026	0	0	0,13	0,22	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
012-004	C-062	C-063	17	734,122	733,017	732,629	732,584	1,493	0,433	150	0,0027	0	0	0,15	0,25	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
012-005	C-063	C-064	17	733,017	733,820	732,584	732,539	0,433	1,281	150	0,0027	0	0	0,16	0,28	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
012-006	C-064	C-007	30	733,820	734,140	732,539	732,460	1,281	1,680	150	0,0026	0	0	0,19	0,33	0,41	0,41	2,83	0,6	0,26	0,26	
011-001	C-058	C-054	17	750,343	746,099	749,293	745,049	1,050	1,050	150	0,2497	0	0	0,02	0,03	2,04	2,04	1,71	20,6	0,09	0,09	
010-001	C-053	C-054	61	747,134	746,099	746,084	745,049	1,050	1,050	150	0,0170	0	0	0,06	0,10	0,80	0,80	2,31	2,6	0,16	0,16	
010-002	C-054	C-055	41	746,099	738,277	744,748	736,926	1,351	1,351	150	0,1908	0	0	0,12	0,20	1,86	1,86	1,76	16,7	0,09	0,09	
010-003	C-055	C-056	56	738,277	737,699	735,598	735,318	2,679	2,381	150	0,0050	0	0	0,37	0,63	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
010-004	C-056	C-057	60	737,699	736,613	735,318	735,018	2,381	1,595	150	0,0050	0	0	0,43	0,73	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
010-005	C-057	C-049	63	736,613	734,449	734,883	733,238	1,730	1,211	150	0,0261	0	0	0,50	0,83	0,93	0,93	2,20	3,6	0,15	0,15	
009-001	C-045	C-046	44	746,704	744,408	745,654	743,358	1,050	1,050	150	0,0522	0	0	0,04	0,07	1,18	1,18	2,04	6,1	0,12	0,12	
009-002	C-046	C-047	47	744,408	736,844	742,431	734,867	1,977	1,977	150	0,1609	0	0	0,09	0,15	1,75	1,75	1,79	14,7	0,1	0,1	
009-003	C-047	C-048	18	736,844	735,007	734,867	733,957	1,977	1,050	150	0,0506	0	0	0,11	0,18	1,17	1,17	2,04	6,0	0,13	0,13	
009-004	C-048	C-049	20	735,007	734,449	733,957	733,399	1,050	1,050	150	0,0279	0	0	0,13	0,22	0,95	0,95	2,18	3,8	0,15	0,15	
009-005	C-049	C-050	64	734,449	734,908	733,238	732,918	1,211	1,990	150	0,0050	0	0	0,69	1,16	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
009-006	C-050	C-051	34	734,908	733,398	732,918	732,570	1,990	0,828	150	0,0102	0	0	0,73	1,22	0,67	0,67	2,44	1,7	0,19	0,19	

COLETOR	PV	PV	COMP	COTA TERR.	COTA TERR.	COTA COL.	COTA COL.	PROF	PROF	DIAM	DECLIV	Q Pont	Q Pont	Q	Q	V	V	V Crítica	TRATIVA	Y/D	Y/D	OBS
(coletor-trecho)	(PV-nº)	(PV-nº)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(m/m)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
	mont	jus		mont	jus	mont	jus	mont	jus			início	final	início	final	início	final		vc (m/s)	início	final	
009-007	C-051	C-052	34	733,398	733,560	732,570	732,480	0,828	1,080	150	0,0027	0	0	0,96	1,61	0,41	0,42	2,87	0,6	0,26	0,27	
009-008	C-052	C-009	14	733,560	733,380	732,480	732,330	1,080	1,050	150	0,0107	0	0	0,97	1,63	0,68	0,69	2,47	1,8	0,18	0,19	
008-001	C-039	C-040	68	739,756	737,729	738,627	736,576	1,129	1,153	150	0,0302	0	0	0,07	0,11	0,97	0,97	2,17	4,0	0,14	0,14	
008-002	C-040	C-041	57	737,729	735,982	736,576	734,908	1,153	1,074	150	0,0293	0	0	0,13	0,21	0,96	0,96	2,17	3,9	0,14	0,14	
008-003	C-041	C-042	52	735,982	734,026	734,908	732,976	1,074	1,050	150	0,0372	0	0	0,18	0,30	1,05	1,05	2,12	4,7	0,14	0,14	
008-004	C-042	C-043	58	734,026	732,665	732,900	731,539	1,126	1,126	150	0,0235	0	0	0,24	0,40	0,89	0,89	2,23	3,3	0,15	0,15	
008-005	C-043	C-044	55	732,665	733,012	731,539	731,264	1,126	1,748	150	0,0050	0	0	0,29	0,49	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
008-006	C-044	C-011	55	733,012	733,290	731,264	730,989	1,748	2,301	150	0,0050	0	0	0,35	0,58	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
007-001	C-037	C-038	49	733,199	732,551	732,149	731,501	1,050	1,050	150	0,0132	0	0	0,05	0,08	0,73	0,73	2,37	2,1	0,17	0,17	
007-002	C-038	C-012	56	732,551	732,349	731,439	731,159	1,112	1,190	150	0,0050	0	0	0,11	0,18	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
006-001	C-034	C-035	70	735,269	733,964	734,174	732,869	1,095	1,095	150	0,0186	0	0	0,07	0,12	0,82	0,82	2,28	2,8	0,16	0,16	
006-002	C-035	C-036	48	733,964	733,787	732,801	732,561	1,163	1,226	150	0,0050	0	0	0,12	0,20	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
006-003	C-036	C-026	16	733,787	734,128	732,561	732,481	1,226	1,647	150	0,0050	0	0	0,13	0,23	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
005-001	C-032	C-033	39	733,828	733,496	732,778	732,446	1,050	1,050	150	0,0085	0	0	0,04	0,07	0,62	0,62	2,49	1,5	0,19	0,19	
005-002	C-033	C-030	36	733,496	732,982	732,446	731,932	1,050	1,050	150	0,0143	0	0	0,08	0,13	0,75	0,75	2,35	2,2	0,17	0,17	
004-001	C-024	C-025	24	737,153	735,806	736,103	734,756	1,050	1,050	150	0,0561	0	0	0,02	0,04	1,21	1,21	2,02	6,5	0,12	0,12	
004-002	C-025	C-026	19	735,806	734,128	734,756	733,078	1,050	1,050	150	0,0883	0	0	0,04	0,07	1,42	1,42	1,92	9,2	0,11	0,11	
004-003	C-026	C-027	22	734,128	733,888	732,481	732,371	1,647	1,517	150	0,0050	0	0	0,20	0,34	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
004-004	C-027	C-028	56	733,888	733,912	732,371	732,091	1,517	1,821	150	0,0050	0	0	0,26	0,43	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
004-005	C-028	C-029	43	733,912	733,560	732,091	731,876	1,821	1,684	150	0,0050	0	0	0,30	0,50	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
004-006	C-029	C-030	36	733,560	732,982	731,876	731,696	1,684	1,286	150	0,0050	0	0	0,34	0,56	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
004-007	C-030	C-031	27	732,982	732,662	731,696	731,561	1,286	1,101	150	0,0050	0	0	0,44	0,73	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
004-008	C-031	C-013	26	732,662	731,794	731,561	730,744	1,101	1,050	150	0,0314	0	0	0,46	0,78	0,99	0,99	2,16	4,1	0,14	0,14	
003-001	C-020	C-021	26	742,483	741,818	741,365	740,674	1,118	1,144	150	0,0266	0	0	0,03	0,04	0,93	0,93	2,20	3,6	0,15	0,15	
003-002	C-021	C-022	27	741,818	741,285	740,674	740,209	1,144	1,076	150	0,0172	0	0	0,05	0,09	0,80	0,80	2,30	2,6	0,16	0,16	
003-003	C-022	C-015	22	741,285	740,700	740,209	739,650	1,076	1,050	150	0,0254	0	0	0,08	0,13	0,92	0,92	2,21	3,5	0,15	0,15	

COLETOR	PV	PV	COMP	COTA TERR.	COTA TERR.	COTA COL.	COTA COL.	PROF	PROF	DIAM	DECLIV	Q Pont	Q Pont	Q	Q	V	V	V Crítica	TRATIVA	Y/D	Y/D	OBS
(coletor-trecho)	(PV-nº)	(PV-nº)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(m/m)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
	mont	jus		mont	jus	mont	jus	mont	jus			início	final	início	final	início	final		vc (m/s)	início	final	
002-001	C-014	C-015	40	746,810	740,700	745,066	739,005	1,744	1,695	150	0,1515	0	0	0,04	0,07	1,71	1,71	1,81	14,0	0,1	0,1	
002-002	C-015	C-016	11	740,700	739,980	739,005	738,950	1,695	1,030	150	0,0050	0	0	0,13	0,21	0,52	0,52	2,64	1,0	0,22	0,22	
002-003	C-016	C-017	54	739,980	738,010	738,950	737,050	1,030	0,960	150	0,0352	0	0	0,18	0,30	1,03	1,03	2,13	4,5	0,14	0,14	
002-004	C-017	C-018	2	738,010	738,000	737,050	736,480	0,960	1,520	150	0,2850	0	0	0,18	0,31	2,14	2,14	1,68	22,8	0,08	0,08	
002-005	C-018	C-019	30	738,000	734,990	736,480	733,990	1,520	1,000	150	0,0830	0	0	0,21	0,36	1,39	1,39	1,93	8,8	0,11	0,11	
002-006	C-019	C-005	49	734,990	734,620	733,990	733,500	1,000	1,120	150	0,0100	0	0	0,26	0,44	0,66	0,66	2,45	1,7	0,19	0,19	
001-001	C-001	C-002	63	740,774	739,600	739,724	738,550	1,050	1,050	150	0,0186	8,52	14,35	8,58	14,46	1,36	1,55	3,69	5,8	0,39	0,52	
001-002	C-002	C-003	54	739,600	736,100	738,080	735,050	1,520	1,050	150	0,0561	0	0	8,64	14,55	2,02	2,34	3,31	14,0	0,29	0,38	
001-003	C-003	C-004	63	736,100	735,040	735,050	734,000	1,050	1,040	150	0,0167	0	0	8,70	14,65	1,31	1,50	3,73	5,4	0,4	0,54	
001-004	C-004	C-005	74	735,040	734,620	734,000	733,500	1,040	1,120	150	0,0068	0	0	8,78	14,78	0,94	1,04	4,00	2,6	0,52	0,75	
001-005	C-005	C-006	26	734,620	734,440	733,500	733,330	1,120	1,110	200	0,0065	0	0	9,06	15,26	0,93	1,06	4,11	2,5	0,35	0,47	
001-006	C-006	C-007	59	734,440	734,140	733,330	732,460	1,110	1,680	200	0,0148	0	0	9,12	15,36	1,24	1,44	3,79	4,8	0,28	0,37	
001-007	C-007	C-008	78	734,140	733,800	732,460	732,020	1,680	1,780	200	0,0056	0	0	9,40	15,82	0,89	1,02	4,19	2,3	0,37	0,5	
001-008	C-008	C-009	62	733,800	733,380	732,020	731,650	1,780	1,730	200	0,0060	0	0	9,46	15,92	0,91	1,04	4,18	2,4	0,37	0,49	
001-009	C-009	C-010	53	733,380	733,620	731,650	731,400	1,730	2,220	200	0,0047	0	0	10,48	17,64	0,85	0,98	4,35	2,1	0,41	0,56	
001-010	C-010	C-011	60	733,620	733,290	731,400	731,000	2,220	2,290	200	0,0067	0	0	10,54	17,74	0,97	1,11	4,22	2,7	0,38	0,51	
001-011	C-011	C-012	47	733,290	732,349	730,910	730,724	2,380	1,625	200	0,0040	0	0	10,94	18,40	0,81	0,92	4,44	1,8	0,44	0,61	
001-012	C-012	C-013	15	732,349	731,794	730,724	730,663	1,625	1,131	200	0,0041	0	0	11,06	18,61	0,82	0,93	4,44	1,9	0,44	0,61	
001-013	C-013	FIM	5	731,794	732,000	730,613	730,603	1,181	1,397	250	0,0020	0	0	11,53	19,39	0,63	0,72	4,80	1,1	0,4	0,54	

Extensão total da rede: 2.994 metros.

7.3 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO BRUTO

7.3.1 Elevatória de Esgoto Bruto B

Dados:

Utilizou-se, para dimensionamento do sistema, a vazão de final de plano (esgoto + infiltração) mais um incremento de 25% para esvaziamento do poço:

que resulta : $64,56 \text{ m}^3/\text{h}$ = $17,93 \text{ l/s}$ $14,35 \cdot 1,25\%$

LINHA DE RECALQUE

Comprimento Considerado: $345,12 \text{ m}$
 Desnível Geométrico: $8,00 \text{ m}$
 DN: 150 mm
 DI: $150,00 \text{ mm}$
 C: 110

Vel.: $1,08 \text{ m/s}$

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0,4	0	0,00
Curva de 45°	0,2	6	1,20
Curva de 22°	0,1	0	0,00
Ampliação	0,3	1	0,30
Tê Passagem Direta	0,6	2	1,20
Saída de Canalização	1,0	1	1,00

J : $0,0108 \text{ m/m}$
 h_d : $3,727296 \text{ mca}$
 h_f : $0,2186 \text{ mca}$
 H_m : **$11,95 \text{ mca}$**

BARRILETE

Comprimento considerado: $15,00 \text{ m}$
 DN: 150 mm
 DI: $150,00 \text{ mm}$
 C: 110

Vel.: $1,08 \text{ m/s}$

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0,40	2	0,80
Curva de 45°	0,20	3	0,60
Ampliação gradual	0,30	0	0,00
Junção	0,40	3	1,20
Registro de gaveta aberto	0,20	1	0,20
Válvula de retenção	2,50	1	2,50

J : $0,0108 \text{ m/m}$
 h_d : $0,1620 \text{ mca}$
 h_f : $0,3131 \text{ mca}$
 H_m : **$0,48 \text{ mca}$**

$H_m \text{ total (barrilete + recalque):}$ **$12,42 \text{ mca}$**

BOMBA SUBMERSÍVEL FLYGT CP3127.181 MT - 63-433-00-2204

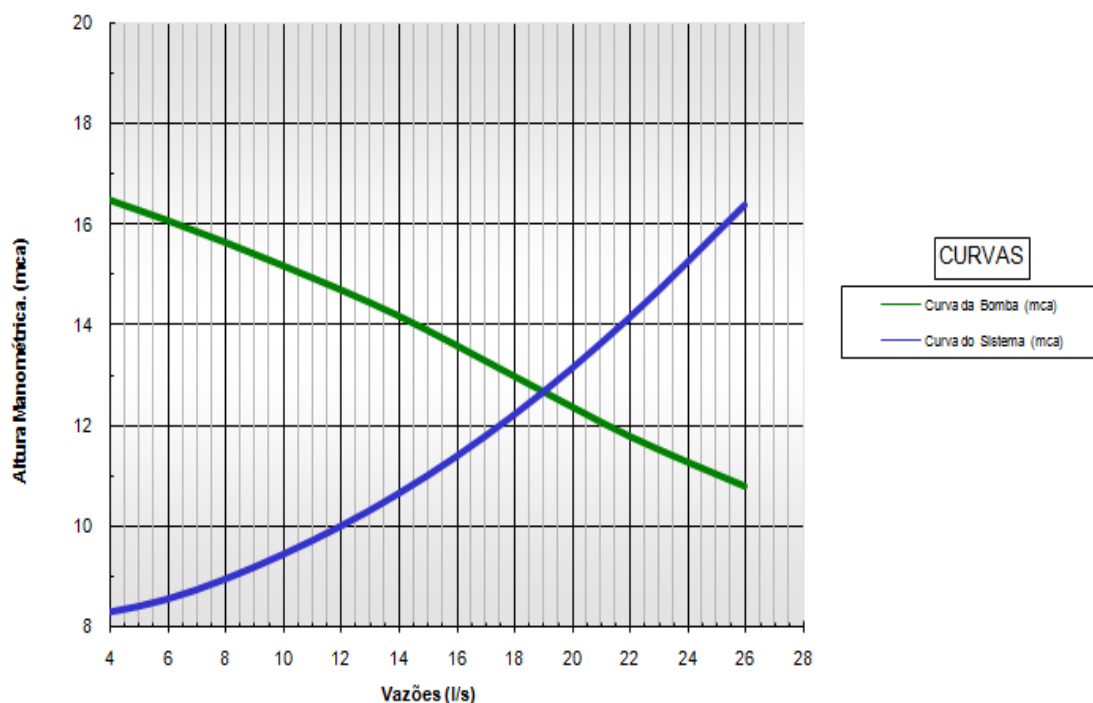
Dados da Bomba

Vazões (l/s)	Curva do Sistema (mca)	Curva da Bomba (mca)
2,00	8,08	16,90
6,00	8,54	16,10
10,00	9,43	15,20
14,00	10,64	14,20
18,00	12,21	13,00
22,00	14,15	11,80
26,00	16,40	10,80

PONTO DE OPERAÇÃO

X =	19,03 l/s
Y =	12,82 mca
Vazão de Adução:	19,03 l/s
	68,50 m³/h
Altura Manométrica:	12,82 mca

CURVA DO SISTEMA X CURVA DA BOMBA


 Utilizaremos conjunto moto-bomba **SUBMERSÍVEL**

Altura Manométrica: 12,82 mca

Vazão : 19,03 l/s

Velocidade Final 1,08 m/s

68,50 m³/h

Ø saída: DN 100

Motor : Trifásica

Potência: 7,6 cv

DIMENSÕES DO POÇO ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO EEEB-B

R (m)	1,00
H útil (m)	0,50

Vol.útil (m ³)	Q _{bomba} m ³ /h
1,57	68,50

INÍCIO DE PLANO

Vazão afluyente (média início de plano) =	6,23 l/s =	22,43 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	4 minutos	12 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	2 minutos	2 segundos
Ciclo =	0 hora	6 minutos	14 segundos

FINAL DE PLANO

Vazão afluyente (máxima final de plano) =	14,35 l/s =	51,65 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	1 minuto	49 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	5 minutos	35 segundos
Ciclo =	0 hora	7 minutos	24 segundos

Tempo de ciclo não pode ser menor que 10 min e maior que 30 min.

7.3.2 Elevatória de Esgoto Bruto C

Dados:

Utilizou-se, para dimensionamento do sistema, a vazão de final de plano (esgoto + infiltração) mais um incremento de 25% para esvaziamento do poço:

que resulta : m³/h = l/s 19,39 *1.25%

LINHA DE RECALQUE

Comprimento Considerado: m
 Desnível Geométrico: m
 DN: mm
 DI: mm
 C:

Vel.: m/s

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0,4	0	0,00
Curva de 45°	0,2	6	1,20
Curva de 22°	0,1	0	0,00
Ampliação	0,3	0	0,00
Tê Passagem Direta	0,6	1	0,60
Saída de Canalização	1,0	1	1,00

J : 0,0046 m/m
 h_d: 1,288 mca
 h_f: 0,0897 mca
 H_m: **6,38 mca**

BARRILETE

Comprimento considerado: m
 DN: mm
 DI: mm
 C:

Vel.: m/s

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0,40	2	0,80
Curva de 45°	0,20	3	0,60
Ampliação gradual	0,30	1	0,30
Junção	0,40	3	1,20
Registro de gaveta aberto	0,20	1	0,20
Válvula de retenção	2,50	1	2,50

J : 0,0188 m/m
 h_d: 0,2820 mca
 h_f: 0,5670 mca
 H_m: **0,85 mca**

H_m total (barrilete + recalque): **7,23 mca**

BOMBA SUBMERSÍVEL FLYGT NP3102.181 MT - 63-464-00-3703

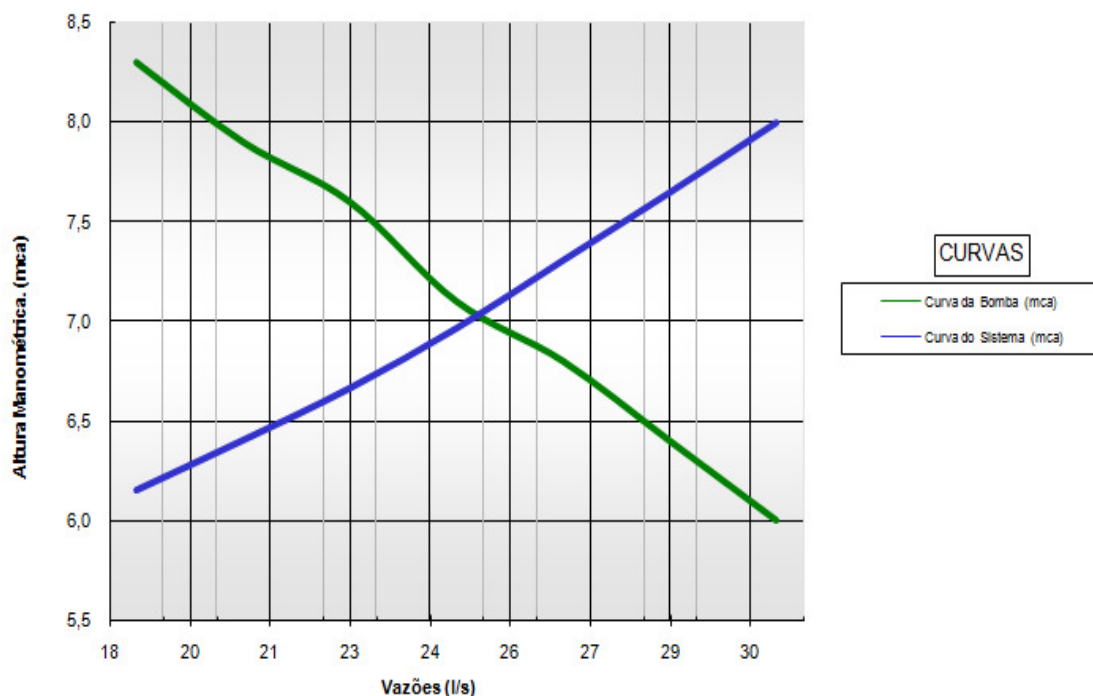
Dados da Bomba

Vazões (l/s)	Curva do Sistema (mca)	Curva da Bomba (mca)
18,50	6,16	8,30
20,50	6,41	7,90
22,50	6,67	7,60
24,50	6,97	7,10
26,50	7,31	6,80
28,50	7,65	6,40
30,50	8,00	6,00

PONTO DE OPERAÇÃO

X =	24,91 l/s
Y =	7,06 mca
Vazão de Adução:	24,91 l/s 89,67 m³/h
Altura Manométrica:	7,06 mca

CURVA DO SISTEMA X CURVA DA BOMBA


 Utilizaremos conjunto moto-bomba **SUBMERSÍVEL**

Altura Manométrica: 7,06 mca

Vazão : 24,91 l/s

Velocidade Final 0,79 m/s

89,67 m³/h

Ø saída: DN 100

Motor : Trifásica

Potência: 5,03 cv

DIMENSÕES DO POÇO ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO EEEB-C

R (m)	1,50
H útil (m)	0,85

Vol.útil (m ³)	Q _{bomba} m ³ /h
6,01	89,67

INÍCIO DE PLANO

Vazão afluyente (média início de plano) =	8,43 l/s =	30,35 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	11 minutos	52 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	6 minutos	4 segundos
Ciclo =	0 hora	17 minutos	56 segundos

FINAL DE PLANO

Vazão afluyente (máxima final de plano) =	19,39 l/s =	69,81 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	5 minutos	9 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	18 minutos	9 segundos
Ciclo =	0 hora	23 minutos	18 segundos

Tempo de ciclo não pode ser menor que 10 min e maior que 30 min.

Apresentamos abaixo quadro com as características físicas das elevatórias do sistema de Irupi.

BACIA	VAZÃO RECALQUE (l/s)	ALTURA MANOMETR (mca)	ALTURA UTIL POÇO (m)	Ø POÇO SUCÇÃO (m)	DIÂMETRO BARRILETE (mm)	DIÂMETRO RECALQUE (mm)	EXTENSÃO RECALQUE (m)
B	19,03	12,82	0,50	2,00	150	150	345,12
C	24,91	7,06	0,85	3,00	150	200	280

7.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

O sistema de tratamento terá capacidade que atenda a vazão média de final de plano, 12 l/s. Serão duas unidades de tratamento com capacidade de tratamento de 6 l/s cada.

7.4.1 Desempenho Operacional

O desempenho operacional esperado, bem como a massa orgânica diariamente removida na ETE UASB + BF + DS estão apresentados nas tabelas a seguir:

Eficiências de SS, DBO₅ e DQO do UASB e do BF.

Parâmetro	UASB	BF	Total
SS	68%	71%	90%
DBO ₅	68%	70%	90%
DQO	67%	70%	90%

7.4.2 Parâmetros de Entrada

Vazão mínima horária	6,00 l/s
Vazão média afluenta	12,00 l/s
Vazão máxima horária	21,60 l/s
DQO	600 mgO ₂ /l
DBO ₅	300 mgO ₂ /l
SST	300 mg/l
N-NH ₄	60 mg/L N
Ptotal	10 mg/L
Coliformes	1 x 10 ⁹ NPM/100ml
Tempo de detenção hidráulica (θ)	8,0 h

7.4.2.1 Concentração de SS, DQO e DBO₅ nos efluentes

No UASB:

	Eficiência	Efluente do UASB	
DQO	67 %	198,00	(mgO ₂ /l)
DBO	68 %	96,00	(mgO ₂ /l)
SS	68 %	96,00	(mg/l)

No Biofiltro:

	Eficiência	Efluente do BF	
DQO	70 %	59,40	(mgO ₂ /l)
DBO	70 %	28,80	(mgO ₂ /l)
SS	71 %	27,84	(mg/l)

7.4.2.2 Remoção Diária de Massa de DQO, DBO₅ e SS

No UASB:

DQOrem	402	(mgO ₂ /l)	416,80	Kg DQO/d
DBOrem	204	(mgO ₂ /l)	211,50	Kg DBO/d
SSrem	204	(mg/l)	211,50	Kg SS/d

No Biofiltro:

DQOrem	139	(mgO ₂ /l)	144,10	Kg DQO/d
DBOrem	67	(mgO ₂ /l)	69,50	Kg DBO/d
SSrem	68	(mg/l)	70,50	Kg SS/d

7.4.3 Tratamento Preliminar

7.4.3.1 Medidor Parshall

w	6"
n	1,580
λ	0,381

7.4.3.2 Gradeamento

As grades são dimensionadas para velocidade do efluente líquido através das barras de 0,60 m/s.

Abertura (a)	15 mm
Espessura (t)	9,5 mm
Inclinação	45°

Altura da lâmina líquida (H) medida a 2/3 da seção convergente

$$H = \sqrt[n]{\frac{Q}{\lambda}}$$

Hmin	0,072 m
Hmed	0,112 m
Hmax	0,163 m

Rebaixo (Z) do medidor Parshall, em relação à soleira do vertedor da caixa de areia:

$$Z = \frac{Q_{\max} * H_{\min} - Q_{\min} * H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

$$Z = 0,0370 \text{ m}$$

Rebaixo Z adotado 0,035 m

Altura (h) da lâmina d'água antes de rebaixo

$$h = H - Z$$

$$h_{\text{mín}} = 0,037 \text{ m}$$

$$h_{\text{méd}} = 0,077 \text{ m}$$

$$h_{\text{máx}} = 0,128 \text{ m}$$

Eficiência (E)

$$E = \frac{a}{t + a}$$

$$E = 0,61$$

Área útil (Au)

$$Au = \frac{Q_{\text{max}}}{V}$$

$$Au = 0,036 \text{ m}^2$$

Area total (At), considerando o escoamento à montante da grade

$$At = \frac{Au}{E}$$

$$At = 0,059 \text{ m}^2$$

Largura do canal de gradeamento

$$b = \frac{At}{h_{\text{max}}}$$

$$b = 0,46 \text{ m}$$

Largura b adotada 0,35m

Verificação das Velocidades (V)

Q (m³/s)	h=H-Z (m)	At=b x h	Au=At x E	V=Q/Au	V₀=Q/At	Verificação
0,00600	0,037	0,013	0,008	0,750	0,462	OK
0,01200	0,077	0,027	0,016	0,750	0,444	OK
0,02160	0,128	0,045	0,027	0,800	0,480	OK

Obs.: As velocidades situam-se no intervalo entre 0,40 e 1,20 m/s.

7.4.3.3 Caixa de Areia

Largura da caixa de areia (b)

$$b = \frac{Q_{\max}}{h_{\max} \cdot V}$$

As velocidades na caixa de areia devem situar-se entre 0,15 e 0,30 m/s.
 Velocidade adotada 0,30 m/s.

$$b = 0,56m$$

Largura (b) adotada 0,50m

Comprimento (L)

$$L = 22,5 \cdot h_{\max}$$

$$L = 2,88m = 2,90m$$

Verificação da taxa de escoamento

$$I = \frac{Q_{med}}{L \cdot b}$$

$$I = 715,03m^3 / m^2 \times dia$$

Profundidade do deposito de areia

Taxa de areia (T)

$$28,9 \text{ l}/1000m^3$$

Período de limpeza (t)

15 dias

Volume de areia

$$Va = Q_{med} \cdot t \cdot T = 0,449m^3$$

Profundidade da caixa

$$ha = \frac{Va}{b \times L} = 0,312m$$

Profundidade da caixa adotada 0,30m

7.4.3.4 Caixa de Gordura

Volume da caixa

Adotando-se tempo de detenção (t) = 10 minutos, tendo em vista que a temperatura do líquido se encontra acima de 25 °C.

$$V = Q_{\max} \times t$$

$$V = 12,96m^3$$

Área da caixa

Considerando que a velocidade de ascensão das menores partículas é de 4mm/s, a taxa de aplicação (I) será 14,4m³/m²h.

$$A_g = \frac{Q_{\max}}{V} = 5,40m^2$$

Dimensões adotadas

Comprimento adotado (B) 3,30 m

Largura adotada (L) 3,00 m

Profundidade útil (H) $H = \frac{V}{B * L} = 1,44m$

7.4.4 Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo

Volume do reator

$$V = Q_{med} * \theta$$

onde: V = volume do reator (m³)
 Q_{med} = vazão de esgoto média em final de plano (m³/h)
 θ = tempo de detenção (h)

$$V = 345,60,00m^3$$

Área do reator

$$S1 = \frac{V}{H}$$

onde: H = altura útil do reator UASB = 5,50 m

$S1 = 62,84m^2$, sendo duas unidades com 31,42 m² cada

7.4.5 Filtro Biológico Aerado Submerso Nitrificante

Volume do biofiltro

$$V = \frac{C_d DBO_5}{C_v DBO_5}$$

onde:

$C_v DBO_5$ = carga orgânica de dimensionamento = 4,00 kg DBO₅/m³.dia

$C_d DBO_5$ = carga media diária DBO₅ sobre o biofiltro = $Q_{med} \times S_0$

$$V = 77,76m^3$$

Altura do leito filtrante:

$$H = 2,50 \text{ m}$$

Superfície total do BF:

$$S2 = 31,10m^2, \text{ sendo duas unidades com } 15,55 \text{ m}^2 \text{ cada}$$

7.4.6 Decantador Secundário

Taxa de Aplicação:

$$T = 100,00 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

Superfície total do Decantador:

$$S_3 = \frac{Q_{med}}{T}$$

$$S_3 = 10,37m^2, \text{ sendo duas unidades de } 5,18m^2 \text{ cada}$$

7.4.7 Subprodutos do tratamento

7.4.7.1 Produção diária de lodo

No biofiltro

Coeficiente de produção de lodo no biofiltro

$Y_{obs\ ar} = 0,75 \text{ kgST/kg.DQOaplic}$

$M_{lodo.biofiltro} = 52,13 \text{ kg de ST/d (Retorna para o UASB)}$

Considerando-se 75% de sólidos voláteis, tem-se:

$M_{lodo-volatil} = 52,13 \text{ kg ST/d} \times 75\% = 39,10 \text{ kg SV/d}$

No reator anaeróbio

a) Produção devido ao tratamento de esgoto

Coeficiente de produção de lodo no reator

$Y_{obs\ an} = 0,15 \text{ kg ST/kg.DQOrem}$

$M_{lodo.UASB} = Y_{obs\ an} \times DQO_{rem} = 62,52 \text{ kg ST/d}$

b) Produção total, incluindo o lodo secundário retornado ao reator UASB, considerando 20% de redução do lodo volátil

$M_{lodo.total} = M_{lodo.UASB} + (M_{lodo.biofiltro} - 0,20 \times M_{lodo-volatil})$

$M_{lodo.total} = 106,83 \text{ kg ST/d (base seca)}$

7.4.7.1 Leito de secagem

Volume do Lodo Líquido

$$V_{\text{lodo}} = \frac{M_{\text{lodo, total}}}{\rho \times C}$$

onde:

Densidade do lodo (ρ) = 1030 kg/m³

Concentração do Lodo (C) = 5%

Volume do lodo líquido (V_{lodo}) = 2,08 m³/d = 62,299 m³/mês

Volume de Lodo Seco

$$V_{\text{lodo, seco}} = \frac{M_{\text{lodo, total}}}{\rho \times C_{\text{seco}}}$$

C seco = 25% (teor de sólido no lodo)

Frequência de descarte = 30 dias

Volume do lodo seco ($V_{\text{lodo-seco}}$) = 0,42m³/d = 12,46 m³/mês

Dimensões do leito de secagem

Área = 41,53 m²

Altura útil = 0,30 m

Dimensões adotadas = 5,0 x 5,0 m

Número de células de secagem = 2 unidades

7.4.8 Estação elevatória recirculação

Dados:

Utilizou-se, para dimensionamento do sistema, a vazão de final de plano (esgoto + infiltração) mais um incremento de 25% para esvaziamento do poço:

que resulta : $87,26 \text{ m}^3/\text{h}$ = $24,24 \text{ l/s}$ 19,39 * 1.25%

LINHA DE RECALQUE

Comprimento Considerado: $15,00 \text{ m}$
 Desnível Geométrico: $10,00 \text{ m}$
 DN: 200 mm
 DI: $200,00 \text{ mm}$
 C: 110

Vel.: $0,77 \text{ m/s}$

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0,4	0	0,00
Curva de 45°	0,2	6	1,20
Curva de 22°	0,1	0	0,00
Ampliação	0,3	0	0,00
Tê Passagem Direta	0,6	1	0,60
Saída de Canalização	1,0	1	1,00

J : $0,0046 \text{ m/m}$
 h_d : $0,069 \text{ mca}$
 h_f : $0,0856 \text{ mca}$
 H_m : **$10,15 \text{ mca}$**

BARRILETE

Comprimento considerado: $15,00 \text{ m}$
 DN: 200 mm
 DI: $200,00 \text{ mm}$
 C: 110

Vel.: $0,77 \text{ m/s}$

Perdas Localizadas

PEÇA	k	Quant.	Soma k
Curva de 90°	0,40	2	0,80
Curva de 45°	0,20	3	0,60
Ampliação gradual	0,30	1	0,30
Junção	0,40	3	1,20
Registro de gaveta aberto	0,20	1	0,20
Válvula de retenção	2,50	1	2,50

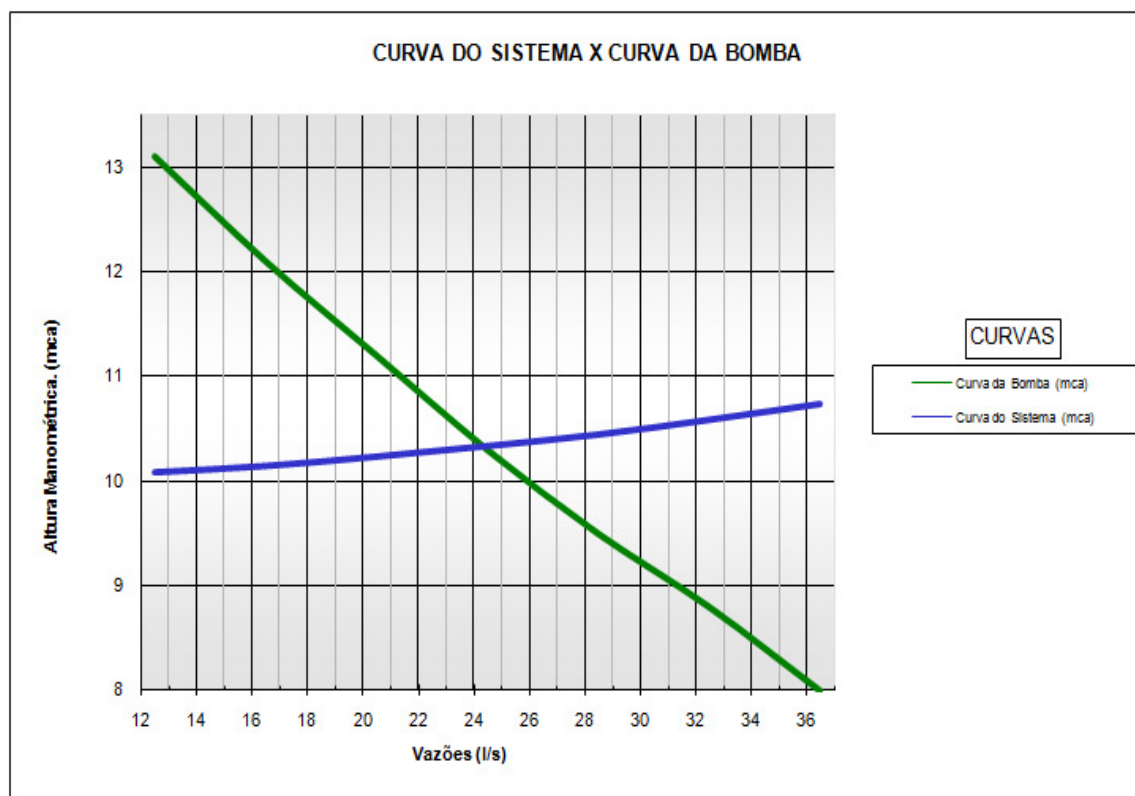
J : $0,0046 \text{ m/m}$
 h_d : $0,0690 \text{ mca}$
 h_f : $0,1712 \text{ mca}$
 H_m : **$0,24 \text{ mca}$**

$H_m \text{ total (barrilete + recalque):}$ **$10,39 \text{ mca}$**

BOMBA SUBMERSÍVEL FLYGT NP3102.181 MT - 63-464-00-3703

Dados da Bomba		
Vazões (l/s)	Curva do Sistema (mca)	Curva da Bomba (mca)
12,50	10,09	13,10
16,50	10,15	12,10
20,50	10,24	11,20
24,50	10,34	10,30
28,50	10,45	9,50
32,50	10,59	8,80
36,50	10,74	8,00

PONTO DE OPERAÇÃO	
X =	24,33 l/s
Y =	10,36 mca
Vazão de Adução:	24,33 l/s
	87,60 m³/h
Altura Manométrica:	10,36 mca


 Utilizaremos conjunto moto-bomba **SUBMERSÍVEL**

Altura Manométrica:	10,36	mca	
Vazão :	24,33	l/s	87,60 m³/h
Velocidade Final	0,77	m/s	

Ø saída:	DN 100	
Motor :	Trifásica	Potência: 5,03 cv

DIMENSÕES DO POÇO ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO EEEB-ETE

R (m)	1,50
H útil (m)	0,80

Vol.útil (m ³)	Q _{bomba} m ³ /h
5,65	87,60

INÍCIO DE PLANO

Vazão afluyente (média início de plano) =	8,43 l/s =	30,35 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	11 minutos	10 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	5 minutos	55 segundos
Ciclo =	0 hora	17 minutos	5 segundos

FINAL DE PLANO

Vazão afluyente (máxima final de plano) =	19,39 l/s =	69,81 m ³ /h	
Tempo de enchimento =	0 hora	4 minutos	51 segundos
Tempo de esvaziamento =	0 hora	19 minutos	2 segundos
Ciclo =	0 hora	23 minutos	53 segundos

Tempo de ciclo não pode ser menor que 10 min e maior que 30 min.

8 PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA

A seguir será apresentado o PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA, que descreve os principais procedimentos operacionais do sistema de esgotamento sanitário para a Sede do município de Irupi.

8.1 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

As unidades que fazem o bombeamento de esgoto bruto são denominadas estações elevatórias e exigem manutenção permanente e cuidadosa.

Quando as profundidades das tubulações tornam-se demasiadamente elevadas, devido à baixa declividade do terreno ou devido à necessidade de se transpor uma elevação, torna-se necessário bombear os esgotos para um nível mais elevado. A partir desse ponto, os esgotos podem voltar a fluir por gravidade.

8.1.1 Operação e Manutenção

A seguir relacionam-se algumas rotinas de operação/manutenção:

- Verificar diariamente o funcionamento do sistema. Caso haja alguma anormalidade, providenciar os devidos reparos;
- Limpar diariamente a caixa de areia e a grade de retenção de material sólido. O material retido e a areia depositada, deverão ser recolhidos e acondicionados em recipientes apropriado, preferencialmente com tampa (bombonas), e transportados para desidratação nos leitos de secagem localizados na estação de tratamento esgotos do município. Após a secagem deverão ser descartados juntamente com o lodo seco da estação;
- Alternar a utilização das bombas, no caso da reserva, para não deixar equipamentos parados por longos períodos. Verificar mensalmente o funcionamento dos equipamentos eletromecânicos onde serão feitas medições de Amperagem, Voltagem e Fator de Potência;

- Executar regularmente a manutenção dos equipamentos, tais como, lubrificação de engrenagens, substituição de peças desgastadas, etc.;
- Limpar periodicamente toda a área das elevatórias.

Para que problemas maiores e de difícil solução sejam evitados, recomenda-se observar atentamente o comportamento dos equipamentos e suas variações de funcionamento.

Entre as ocorrências que podem trazer problemas ao funcionamento das elevatórias, as mais comuns e de maior gravidade são:

- Falta de energia elétrica: A falta de fornecimento elétrico é um problema esporádico.
- Efeito da “Idade em Uso” da Bomba: Com o decorrer do tempo, o desgaste normal e a deficiência na conservação da bomba alteram suas curvas características. O desgaste dos anéis separadores, gaxetas e mancais aumentam as fugas internas do líquido, o que torna o rendimento ainda menor. Para um mesmo valor de vazão, vê-se que a bomba usada fornece um menor valor de altura manométrica e tem um rendimento menor, necessitando, por outro lado, de uma potência maior. Em vista disso, não se devem empregar para uma bomba, já em uso há longo tempo, as curvas características fornecidas pelo fabricante sem se certificar do estado de conservação da bomba. Devem-se adotar valores com correções. Recomenda-se, a cada 2 anos, redesenhar as curvas características das bombas para verificação se houve alteração com o passar do tempo e efetuar os ajustes adequados para que as bombas funcionem sempre próximas do rendimento ideal.
- Efeito de Materiais em Suspensão no Líquido: Quando o esgoto traz, em suspensão, sólidos ou outros elementos pastosos, a mistura se comporta como um novo líquido, de maior densidade e maior viscosidade. Faz-se necessário, portanto, um rigoroso controle do sistema de gradeamento no intuito de impedir que o acúmulo de matéria sólida venha a alterar

substancialmente as características do esgoto, diminuindo a vida útil das bombas.

8.1.1.1 Recomendação Eletromecânica do Quadro de Comando

No quadro de comando estão a proteção, a automação, o comando, o controle e a sinalizações para o perfeito funcionamento dos conjuntos motor-bombas, principais equipamentos de uma Estação Elevatória de Esgotos (EEE). Como este manual é para a operação/manutenção, vamos nos ater somente ao controle comando, sinalização, medição e parte da automação.

8.1.1.1.1 Controle

Para o controle operacional há, no painel do quadro de comando, a chave Manual/Automático, que, como o próprio nome diz, é uma chave que controla o acionamento manual, no qual o sistema obedece ao comando do operador (ligar e desligar os conjuntos moto bombas e/ou aeradores), e o automático, no qual o operador deixa de determinar as ações dos equipamentos, que passam a operar automaticamente.

8.1.1.1.2 Comando

Botão de emergência: Comando acionado pelo operador quando em situação de risco/emergência (exemplo: caso de choque elétrico, curto-circuito, etc.). Geralmente é do tipo “soco”, onde o operador bate no botão com a mão, desligando toda a operação.

Em casos de inexistência deste botão em quadro de comando, o operador deve desligar o disjuntor geral no padrão CELG.

O botão Liga (geralmente na cor verde) e o botão Desliga (geralmente na cor vermelha) somente operam com o sistema no modo manual.

Botão Reset (geralmente na cor vermelha): Usado para reiniciar o sistema, o que possibilita retirar possíveis sinalizações de defeitos. O conjunto moto-bomba

somente volta operar depois de sanados os defeitos e comandado os botões de “Reset”. Algumas panes são sanadas simplesmente ao operar esta botoeira.

8.1.1.1.3 Sinalizações

Geralmente os sinalizadores são lâmpadas Piloto de cor verde, para indicar que a operação esta sendo executada com êxito (por exemplo, bomba ligada), e de cor vermelha, para indicar alguma falha. O operador deverá ficar atento às sinalizações.

8.1.1.1.4 Medição

No quadro de comando existem vários outros instrumentos como: alarme e sinalização de defeitos, sinalização de operação, indicador de corrente (amperímetro), indicador de tensão (voltímetro), relés auxiliares, controle de rotação do motor (inversor), Soft-starter (controlador de corrente de partida).

8.1.1.1.5 Automação de EEEB

A automação é responsável pelo correto acionamento dos conjuntos moto-bombas e as utilizadas são por bóias de nível. Localizadas em zona calma, afastadas da turbulência dos esgotos, podem ser instaladas duas ou mais bóias, uma para comandar o desligamento do sistema (nível mínimo) e outra para comandar o acionamento (nível máximo).

8.1.1.2 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

A possível presença de organismos patogênicos ressalta a importância de ações de segurança que visem à proteção dos trabalhadores. Na realização de todas as tarefas operacionais é necessária, minimamente, a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como: uniformes adequados, luvas, botas de borracha, capacete, etc. Deve-se evitar o contato direto do operador com o material retirado do esgoto.

A realização de todas as tarefas operacionais é necessária, minimamente, a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como: uniformes

adequados, luvas, botas de borracha, capacete, etc. Deve-se evitar o contato direto do operador com o material retirado do esgoto

O uso dos EPI é fundamental para a segurança e para proteção da saúde dos trabalhadores envolvidos na operação e manutenção dos sistemas. Além do uso dos equipamentos também são necessárias outras ações para a segurança do operador, como a vacinação contra doenças transmitidas pelo contato com o esgoto (tétano, hepatite A e difteria); limpeza e esterilização das mãos e das ferramentas utilizadas após atividades operacionais.

8.1.2 Contingência e Emergência

O plano de emergência e contingência se concentrará principalmente nos incidentes de maior probabilidade, com definição de ações gerais para amenizar suas conseqüências, como o extravasamento do esgoto. As principais ações nos sistemas elevatórios são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Ações de contingência nas elevatórias

PROBLEMA	CAUSAS	AÇÕES ESPERADAS
Extravasamento de estações elevatórias	Ações de vandalismo; Danificação de equipamentos eletromecânicos ou estruturais; Interrupção do fornecimento de energia elétrica;	Comunicar ato de vandalismo a polícia local; Reparar as instalações danificadas com urgência; Comunicar aos órgãos de controle ambiental os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades elevatórias; Instalar equipamento reservar; Comunicar a EDP a interrupção de energia; Acionar gerador alternativo de reserva. Instalar tanque de acumulação do esgoto extravasado com objetivo de evitar a contaminação do solo e da água.

8.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

O projeto de tratabilidade dos efluentes de esgoto foi desenvolvido para atender uma população final de 6.862 habitantes, vazão de 12,00 l/s, o que deverá ocorrer até o ano 2031.

8.2.1 Operação e Manutenção

A operação da ETE requer cuidados básicos com o objetivo de evitar problemas para as unidades de tratamento e para a equipe de trabalho.

8.2.1.1 Recomendações Gerais

- Identificar com placa a entrada da estação;
- Manter na ETE o manual de operação atualizado e o livro de ocorrências e paralisações das unidades;
- Os funcionários da ETE devem ter o cartão de vacinação em dia, contra tétano, hepatite A;
- Fazer uso rigoroso de EPI's –máscaras, luvas, botas, com o objetivo de minimizar a possibilidade de contaminação e de forma a garantir boa qualidade de trabalho;
- Deixar a área interna da ETE sempre limpa, realizar manutenção da cerca do entorno, manter as canaletas de drenagem desobstruídas, podar a cerca viva, sinalizar os acessos, manter a casa de operação, os equipamentos de laboratório e as instalações sanitárias em perfeito estado de conservação;
- Limpar e proteger as vias de acesso ao corpo receptor e do emissário;
- Realizar as análises físico-químicas e bacteriológicas do afluente, efluente;
- Medir a vazão de entrada e saída durante o tratamento. O operador deverá fazer leituras horários/diárias e anotar os valores no Controle Operacional da estação.

8.2.1.2 Tratamento Preliminar

As principais atividades de operação/manutenção previstas são:

- Inspeccionar o sistema da grade de retenção e desarenador diariamente;
- Evitar o aumento de perda de carga pelo acúmulo de sólidos flutuantes no canal;
- Observar se o rastelo está funcionando adequadamente, sem empenos;
- Verificar se não existe nenhuma obstrução na garganta da Calha Parshall, para que não ocorram erros de leitura da vazão. Registrar a vazão de hora em hora;
- Limpar diariamente a caixa de areia e a grade de retenção de material sólidos, recolhendo o material retido e a areia depositada e acondicionando-os em recipientes que garantam total vedação e impeçam vazamentos (bombonas ou tambores), e transportá-los para desidratação nos leitos de secagem localizados na estação de tratamento esgotos do município. Após a secagem deverão ser descartados juntamente com o lodo seco da estação.
- Coletar, quinzenalmente, amostras do material retirado para saber a concentração dos sólidos totais, fixos e suspensos;
- Caso seja necessário interromper a operação do tratamento preliminar o esgoto poderá desviado diretamente a elevatória ou bypass para o efluente final.
- Manter limpos os locais em volta do tratamento preliminar.

Na Tabela 16 foram listados os problemas que podem ocorrer no tratamento preliminar das estações de tratamento de esgotos, com ações preventivas e soluções.

A avaliação de desempenho do gradeamento será obtida correlacionando-se a quantidade de material removido por dia (m^3/d) com o volume diário de esgotos afluente à grade. Ao final do mês, far-se-á a totalização, através do somatório dos

valores diários levantados. Caso se deseje avaliar a eficiência da unidade, poderão ser feitas análises à montante e à jusante da grade. Deverão ser coletadas periodicamente amostras na caçamba do material gradeado.

Tabela 16 - Problemas e soluções nas unidades de preliminares

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Maus odores	Esgoto séptico;	Verificar se não está havendo retenção do esgoto no emissário de chegada; Desobstrução da tubulação;
	Acúmulo de sólidos na grade;	Aumentar o número de limpezas por dia;
	Sujeira acumulada no canal de entrada;	Escovar e jatear água sob pressão para limpar os canais;
	Esgoto industrial.	Verificar lançamento de efluentes industriais que produzam maus odores.
	Sedimentação de material orgânico na caixa de areia;	Aumentar a velocidade do fluxo na caixa de areia;
	Acumulo de gordura na caixa de gordura;	Retirar a gordura acumulada e limpar paredes e fundo;
	Material caído chão.	Limpeza do local.
Aumento repentino da massa de areia retida	Descarga de águas pluviais na rede;	Pesquisar e desfazer ligação de águas pluviais clandestinas lançadas na rede coletora;
Excesso de moscas junto à grade	Material gradeado caído na parte externa do canal das grades.	Manter sempre limpa a área externa ao gradeamento.
Redução brusca nos sólidos grosseiros retidos na grade	Avárias no sistema de coleta; Esgoto extravasando em poços de visita nas ruas.	Efetuar manutenção corretiva no sistema de coleta e interceptação.
Excesso de sólidos retidos na grade	Lançamento irregular de efluentes industriais;	Vistoriar indústrias de acordo com sólidos retidos; Aumentar a frequência da limpeza;
	Avaria no sistema de coleta; PV sem tampas.	Vistoriar e corrigir sistema de coleta; Aumentar frequência de limpezas nos PVs.

8.2.1.3 Reator Anaeróbio De Fluxo Ascendente – UASB

O Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – UASB tem por objetivo reduzir a carga orgânica contida nos esgotos, transformando parte dela no lodo digerido, que será desidratado nos leitos de secagem, e parte em biogás, que será queimado nos queimadores de gás.

O bom desempenho de um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – UASB no tratamento de esgotos domésticos requer o monitoramento apropriado e a manutenção das condições ambientais necessárias ao processo. Desde que sejam atendidas estas condições ambientais, que dizem respeito principalmente ao controle da temperatura, pH, alcalinidade, ácidos voláteis, nutrientes (Carbono, Nitrogênio, Fósforo, etc.), e às condições de projeto, inclusive com firme controle da vazão afluente, o processo de tratamento funciona praticamente sem operação.

No UASB ocorre um processo de tratamento biológico a partir da entrada do esgoto no reator pela parte inferior do mesmo, onde se forma o leito de lodo, bastante concentrado (4 a 10%) é material sólido”

O esgoto vai ascendendo no reator, passa pela manta de lodo (zona de crescimento bacteriano menos denso, com concentração usual de 1,5 a 3%) e na parte superior do reator ocorre a separação sólido/líquido/gás. O efluente líquido clarificado sai do reator em direção ao lançamento final, os sólidos retornam ao reator, criando uma zona propícia à sedimentação no topo do reator – e o gás gerado é liberado pelo dispositivo de separação projetado. Com isto, se obtém um longo tempo de permanência dos sólidos (biomassa) no reator, enquanto o tempo de detenção do líquido é bem inferior. Este tipo de processo chama-se processo de alta taxa.

Para que isto ocorra é fundamental garantir a existência de biomassa altamente ativa no reator, o que se consegue atendendo às condições ambientais necessárias, ou seja:

- Existência de nutrientes (Carbono, Nitrogênio, Fósforo, micronutrientes), normalmente existentes em equilíbrio no esgoto doméstico;

- Temperatura que garanta a taxa de crescimento específico da população microbiana, parte da qual é mesófila (30 a 35°C) e parte termófila (50 a 55°C). As temperaturas médias do esgoto afluyente situam-se na faixa de 20-28°C, dentro da faixa sub-ótima. Entretanto, é mais importante a manutenção de uma temperatura uniforme no reator, uma vez que o processo anaeróbio é muito sensível às bruscas mudanças de temperaturas;
- Controle do pH, alcalinidade e ácidos voláteis no reator: a faixa ideal de pH é de 6,8 a 7,4 para parte da população microbiana, de mais difícil sobrevivência e que produz a estabilização final da matéria orgânica, e de 5 a 6 para outra parte, a que produz a hidrólise e quebra dos ácidos de cadeia longa. Os valores mais próximos do pH neutro (6,8 a 7,2) devem ser buscados a fim de que a biomassa da segunda fase do processo não seja inibida, paralisando-o. O controle da alcalinidade e dos ácidos voláteis, como o ácido acético, por exemplo, está relacionado com a capacidade da alcalinidade em neutralizar os ácidos formados no processo e tamponar o pH na eventualidade de acumulação de ácidos voláteis. A concentração de ácido acético deve ser mantida abaixo de 1.000 mg/l.

A remoção prevista de DQO/DBO está em torno de 70% (projeto). Obtendo-se baixa concentração de sólidos suspensos no efluente, têm-se bons indicadores do funcionamento adequado do separador de fases e da inexistência de problemas com sobrecarga orgânica e toxidez, portanto, o controle periódico desses parâmetros também se faz necessário e qualquer anormalidade deve-se procurar identificar as possíveis fontes geradoras e eliminá-las.

Cada reator conta com 4 pontos de amostragem do manto de lodo, distribuídos ao longo do reator, sendo o primeiro localizado a 30 cm do fundo, e o último a 1,90 cm antes do decantador. As coletas são feitas manualmente, pelo operador do sistema, de hora em hora, durante 8h do dia.

8.2.1.3.1 Partida em Reatores UASB.

Durante a partida, ou seja, início da operação, deverão ser consideradas duas situações distintas: partida do reator utilizando-se inoculo e partida do reator sem inóculo.

8.2.1.3.1.1 Metodologia Adotada na Ausência de Inoculo

Quando não há disponibilidade de lodo anaeróbio (inoculo), a carga orgânica volumétrica (COV) inicial adotada deverá ser em torno de 0,2 a 0,5 kgDQO/m³.dia, e aumentada gradativamente todas as vezes que o sistema atingir eficiência de 65 a 70%. Durante esta fase, a vazão deverá ser mantida constante por “by-pass” do esgoto excedente. De acordo com Chenicharo (1997), a partida de reator sem inóculo pode demorar de 4 a 6 meses.

8.2.1.3.1.2 Metodologia Adotada na Presença de Inoculo

Quando o reator é inoculado, especialmente com lodo anaeróbio de alta qualidade, a partida terá por base não mais a COV, mas a carga orgânica biológica (COB), ou seja, kgDQO/kgSSV.dia. Estudos têm provado que os sólidos suspensos voláteis (SSV) podem ser considerados grosseiramente como microrganismos (pesquisadores encontraram boa correlação entre SSV e ácido desoxirribonucleico – DNA, que representa indiretamente os microrganismos). Já foi também demonstrado que grande parte dos SSV, em torno de 50%, são compostos solúveis, como polissacarídeos e outras substâncias semelhantes, mas mesmo assim o SSV é o parâmetro mais acessível na estimativa de microrganismos. A COB ideal para partida, capaz de permitir uma boa aclimatização da biomassa, determinada laboratorialmente, é de 0,12 kgDQO/kgSSV.dia.

Semelhantemente a COV, a COB só pode ser aumentada gradativamente quando a eficiência do sistema, tanto a remoção de DQO como de sólidos, atingirem valores acima de 65%. O valor da COB em esgotos domésticos pode atingir valores superiores a 2kgDQO/kgSSV.dia, respeitados os parâmetros hidráulicos recomendados, por exemplo, CH (carga hidráulica) no máximo 5 m³/m³.dia.

Pode-se adotar uma faixa de 4 a 7 % do volume do reator para calcular a quantidade de lodo a ser inoculado. A inoculação pode se dar tanto com o reator cheio ou vazio, embora seja preferível a inoculação com o reator vazio. A altura manométrica (Hm) pode diminuir as perdas de lodo durante o processo de sua transferência. Para essa segunda situação os procedimentos adotados foram os seguintes:

- Transferir o lodo de inóculo para o reator, cuidando para que o mesmo seja descarregado no fundo do reator. Evitar turbulências e contato excessivo com o ar;
- Deixar o lodo em repouso por um período aproximado de 12 a 24 horas, possibilitando a sua adaptação gradual à temperatura ambiente;
- Após o término do período de repouso, iniciar a alimentação do reator com esgotos, até que o mesmo atinja aproximadamente a metade de seu volume útil;

Deixar o reator sem alimentação por um período de 24 horas. Ao término deste período, e antes de iniciar uma próxima alimentação, coletar amostras do sobrenadante do reator e efetuar análises dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, alcalinidade, ácidos voláteis e DQO. Caso estes parâmetros estejam dentro das faixas de valores aceitáveis, prosseguir o processo de alimentação. Valores aceitáveis: pH entre 6,8 e 7,4 e ácidos voláteis abaixo de 200 mg/l (como ácido acético);

- Continuar o processo de enchimento do reator, até que o mesmo atinja o seu volume total (nível das tulipas);
- Deixar o reator novamente sem alimentação por outro período de 24 horas. Ao término deste período, retirar novas amostras para serem analisadas e proceder como anteriormente;

Caso os parâmetros analisados estejam dentro das faixas estabelecidas, propiciar a alimentação contínua do reator, de acordo com a quantidade de inóculo utilizada e com a percentagem de vazão a ser aplicada;

- Proceder aumento gradual da vazão afluyente, inicialmente a cada 15 dias, de acordo com a resposta do sistema. Este intervalo poderá ser ampliado ou reduzido dependendo dos resultados obtidos.

8.2.1.3.1.3 Operação do sistema

As principais atividades de operação dos UASB's podem, portanto, ser resumidas da seguinte maneira:

- Divisão equitativa de vazões para os UASB's;
- Inspeccionar visualmente a tubulação de alimentação nas caixas de passagem e limpá-las, semanalmente e/ou sempre que apresentem problemas, e transportar os resíduos com carrinho de mão até o leito de secagem;
- Inspeccionar visualmente a tubulação perfurada de recolhimento do efluente tratado e limpá-las, semanalmente e/ou sempre que apresentem problemas, e transportar os resíduos em recipiente adequado até o leito de secagem;
- Remoção periódica do lodo digerido abrindo de forma alternada as válvulas que estão a 1,20m do fundo do reator, para descarte do lodo formado e seu envio para os leitos de secagem;
- Remoção da espuma e materiais flutuantes e encaminhamento para o leito de secagem;
- Inspeccionar visualmente a caixa de distribuição de vazão de cada UASB para os tubos, desentupindo-os, se for o caso, a fim de garantir a uniforme distribuição do esgoto no reator. Transportar em recipiente adequado até o leito de secagem;
- O lodo desidratado deverá ser encaminhado para aterro sanitário licenciado;
- Coletar amostras para análises físico-químicas dos afluentes da estação de tratamento de esgoto. O monitoramento terá frequência mensal e as

análises serão realizadas no Laboratório Central da CESAN. Os dados obtidos serão analisados estatisticamente;

- Manter limpos os locais em volta dos reatores.

8.2.1.3.2 Manta de Lodo

A altura da manta de lodo deverá ser sempre inspecionada através dos amostradores colocados ao longo de cada módulo nas alturas de 0.30, 1.80, 3.00 e 3.60m.

A manta de lodo poderá atingir altura máxima de até 1 m abaixo do coletor/defletor de biogás. Caso a altura exceda este valor, o sistema sofrerá queda na eficiência, principalmente quanto a remoção de sólidos. Quando a manta atingir sua altura máxima, o operador deverá descartar o excesso de lodo através das válvulas instaladas na parte inferior do reator. As válvulas deverão ser abertas simultaneamente para que o descarte seja o mais homogêneo possível, uma vez que o lodo neste tipo de reator é heterogêneo e estratificado ao longo do perfil do reator. O lodo excedente deverá ser lançado no leito de secagem, ou estocado a fim de tornar inoculo para partida de outros reatores de manta de lodo. O perfil de sólidos do reator deverá ser analisado periodicamente. Isso é possível através dos mostradores colocados ao longo dos reatores. A partir dos parâmetros, SS e SSV, o responsável poderá conferir a COB que está sendo aplicada, além de ter conhecimento da qualidade do lodo que está sendo formado no sistema.

8.2.1.3.3 Coleta e Queima dos Gases

A produção de biogás pode ser estimada em função da eficiência do sistema, equivalente à quantidade de DBO_5 removida durante um determinado tempo. Estima-se a quantidade de metano (CH_4) presente no biogás em 75%, o restante, em sua maioria, é composto por dióxido de carbono (CO_2). O biogás apresenta ainda traços de gás sulfídrico (H_2S), hidrogênio (H) e alguns outros.

Os gases que saem do UASB são canalizados e, após passarem pelo dreno, válvula corta-chama e gasômetro, deverão ser incinerados nos queimadores. O dreno deve ser periodicamente purgado, já que sempre ocorre condensação na canalização, podendo ao longo do tempo ocorrer obstrução (na parte inferior do dreno há uma válvula de descarga do líquido acumulado). Toda a linha de gás deverá ser inspecionada pelo menos uma vez por semana para detecção de vazamentos, conservação, etc. Os queimadores, para terem boa eficiência, deverão ser limpos da fuligem acumulada pelo menos de três em três meses.

Na manutenção deverão ser verificados os sistemas de ignição: bico de chama piloto desobstruído e bujão de gás abastecido.

A avaliação de desempenho do sistema de gás é verificada através da medição diária do volume de gás produzido, através do gasômetro, correlacionado com os kg de sólidos voláteis afluentes aos UASB's, assim como com o volume diário de esgoto tratado.

O biogás contém normalmente 75% de metano (CH_4) e 25% de gás carbônico (CO_2). Quando esta proporção se mantém, a coloração da chama do queimador de gás é azulada. Quando cai o percentual de metano, a chama passa a ter uma cor alaranjada.

Para se verificar a composição do gás, utiliza-se a determinação percentual do metano em analisadores portáteis, próprios para análises deste gás. Por diferença, determina-se o percentual de gás carbônico.

Os principais problemas em relação à produção de biogás, bem como suas causas mais prováveis e soluções usualmente adotadas, estão relacionadas na Tabela 17.

Tabela 17 - Principais problemas e prováveis soluções na produção de biogás

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Queda na produção de biogás	Presença de tóxicos no UASB; Medidores de gás avariados.	Determinar metais pesados no lodo; Checar medidores.
Queda no teor de metano	Aumento de teor de ácidos voláteis; Queda do pH.	Corrigir pH com adição de cal na caixa de chegada de esgoto.

8.2.1.3.4 Remoção de Escuma

Em todos os UASB's projetados existe um sistema de remoção de escuma, composto por comportas situadas ao lado da parede do reator, tubulação de aspersão de água, canal de coleta de escuma. A operação deste sistema deverá ser feita da seguinte maneira:

a) Periodicidade

A periodicidade vai ser estabelecida após o sistema entrar em funcionamento normal.

Sugere-se estabelecer, inicialmente, o recolhimento da escuma a cada dois meses, até se estabelecer a periodicidade ótima.

b) Operação

A operação abaixo deve ser feita para cada defletor de gás de cada ramal.

- Abrir os registros dos aspersores de água;
- Fechar a comporta no 1º "splitterbox" para isolar o módulo do ramal dos demais;
- Abrir as válvulas de escuma e deixar aberto até que o efluente que estiver saindo não contenha mais escuma;

- O efluente com espuma será encaminhado pelo canal de recolhimento de lodo até o leito de secagem. O material retido (espuma) será raspado e recolhido à caçamba e, posteriormente, encaminhado ao aterro sanitário;
- Concluído o processo, o operador deverá inverter o sistema (fechar o registro dos aspersores, proceder ao fechamento da comporta, abrir a comporta que isola o compartimento dos demais);
- Feitas as limpezas de espuma de todos os compartimentos, o operador deve limpar com jateamento de água os canais de esgotamento de lodo/espuma.

A Tabela 18 lista os problemas mais frequentes em sistemas de tratamento de esgotos, e suas possíveis soluções.

Tabela 18 - Principais problemas e prováveis soluções nos reatores UASB

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Maus odores	Sobrecarga de esgoto com consequente diminuição do tempo de detenção;	Localizar e eliminar as fontes de contribuição de matéria orgânica em excesso ou reduzir cargas mediante diminuição da vazão afluyente;
	Elevadas concentrações de compostos no esgoto afluyente;	Verificar a possibilidade de reduzir as concentrações de sulfeto no sistema;
	Elevadas concentrações de ácidos voláteis no reator, alcalinidade reduzida e queda de pH;	Adicionar cal hidratada, a fim de elevar a alcalinidade do reator e manter o pH próximo a 7 (6,8 a 7,4);
	Presença de substâncias tóxicas no esgoto;	Localizar e eliminar as fontes de substâncias tóxicas;
	Queda brusca da temperatura do esgoto.	Avaliar a possibilidade de cobrir o reator.
Efluente contendo Elevado Teor de Sólidos	Elevadas concentrações de sólidos suspensos no esgoto afluyente;	Verificar a possibilidade de remoção de sólidos a montante;
	Excesso de sólidos no reator.	Proporcionar o descarte do excesso de sólidos no sistema.
Queda da produção do biogás	Vazamentos nas tubulações de gás;	Realizar manutenção periódica das tubulações e corrigir os vazamentos;
	Entupimento nas tubulações de gás;	Desentupir as tubulações de gás;
	Defeito nos medidores de gás;	Reparar ou substituir os medidores de gás;
	Elevadas concentrações de ácidos voláteis; Presença de substâncias tóxicas no esgoto; Queda brusca da temperatura do esgoto.	Adicionar cal hidratada, a fim de elevar a alcalinidade do reator e manter o pH próximo de 7 (6,8 - 7,4). Localizar e eliminar as fontes de substâncias tóxicas; Caso o reator não seja coberto, avaliar a possibilidade de cobri-lo.
Queda da Eficiência do Sistema	Sobrecarga de esgoto com consequente diminuição do tempo de detenção;	Diminuir a vazão afluyente à unidade com problemas;

Continuação da Tabela 19

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Queda da Eficiência do Sistema	Elevadas concentrações de ácidos voláteis no reator, alcalinidade reduzida e queda de pH;	Adicionar cal hidratada, a fim de elevar a alcalinidade do reator e manter o pH próximo a 7 (6,8 a 7,4);
	Perda excessiva de sólidos no sistema, com redução do leito e manta de lodo;	Diminuir a vazão afluyente à unidade com problemas ou retirar temporariamente o reator de operação;
	Presença de substâncias tóxicas no esgoto;	Localizar e eliminar as fontes de substâncias tóxicas;
Flutuação de Grânulos	Sobrecarga de esgoto com consequente diminuição do tempo de detenção;	Diminuir a vazão afluyente à unidade com problemas;
	Reinício da operação após longos períodos de paralisação;	Reiniciar o sistema com a aplicação de menores cargas volumétricas;
	Excesso de lodo no interior do reator.	Descarga de lodo do reator.

8.2.1.3.5 Monitoramento dos Reatores UASB

Como já observado acima, o monitoramento do sistema é essencial, portanto diversos controles/medições/análises são necessários. Os parâmetros físico-químicos e biológicos, por exemplo, devem ser analisados rotineiramente em diferentes pontos do sistema (esgoto bruto, efluente do UASB, e, em alguns casos, dentro do UASB). A Tabela 19 apresenta quadro relativo a esses parâmetros, frequência de controle e valores médios esperados.

Tabela 20 - Parâmetros a serem monitorados nos UASB's

PARÂMETROS	AFLUENTE DO UASB		NO REATOR		EFLUENTE DO UASB	
	FREQ.	FAIXA TÍPICA	FREQ.	FAIXA TÍPICA	FREQ.	FAIXA TÍPICA
Vazão (l/s)	Diária	-	-	-	-	-
Temperatura (°C)	Diária	20 - 28	Diária	-	Diária	20 - 28
pH	Diária	6,5 - 7,5	Diária	6,8 - 7,4	Diária	6 - 7
Alcalinidade (mg/l)	Diária	100 - 200	-	-	Diária	100 - 200
DQO bruta (mg/l)	Seman.	400 - 900	-	-	Seman.	120 - 250
DQO filtr. (mg/l)	Seman.	-	-	-	Seman.	-
DBO bruta (mg/l)	Quinz.	180 - 350	-	-	Seman.	50 - 150
DBO filtr. (mg/l)	Quinz.	-	-	-	Quinz.	-
Sólidos Totais (mg/l)	Quinz.	700 - 1350	Quinz.	-	Quinz.	700 - 1350
Sólidos em suspensão	Quinz.	200 - 450	-	-	Quinz.	200 - 450
SSV	Quinz.	160 - 350	-	-	Quinz.	165 - 350
NTK (mg/l)	Quinz.	35 - 70	-	-	Quinz.	30 - 60
N amoniacal	Quinz.	20 - 40	-	-	Quinz.	20 - 40
P. total	Quinz.	5 - 25	-	-	Quinz.	4 - 20
Ácidos Voláteis (mg/l)	-	-	Seman.	-	-	-
Biogás	-	-	Diária	0,1 - 0,25 ⁽¹⁾	-	-
Col.Termotolerantes (UFC/100 ml)	Quinz.	10 ⁵ - 10 ⁸	-	-	Quinz.	10 ⁵ - 10 ⁸
Ovos helminto (un)	Mensal	-	-	-	Mensal	-

8.2.1.4 Biofiltro e Decantador

A principal atividade operacional relativa ao biofiltro (BF) é a sua lavagem que implicará na melhor clarificação do efluente. A lavagem deverá acontecer cada 3 dias por um período de 5 a 7 minutos, ou por quanto tempo for necessário. A lavagem deve ser realizada no horário de menor vazão, geralmente às 7h e às 16h.

Passo a Passo para as lavagens do BF.

- Desligar o Aerador;
- Abrir válvula V01, lavar o biofiltro com jatos d'água aproximadamente 7 minutos, e fechar a V01.
- Abrir válvula V02, lavar o biofiltro com jatos d'água aproximadamente 7 minutos 7 minutos, e fechar a V02.
- Ligar o Aerador;
- Fim do ciclo de lavagem do biofiltro.

No decantador, a turbulência deverá ser a mínima para garantir melhor sedimentação, e a retirada desse lodo decantado deverá ser feita semanalmente, impedindo assim que o decantador fique excessivamente sujo.

Passo a passo para as lavagens do decantador:

- Abrir válvula 01, lavar o decantador com jatos d'água aproximadamente 5 min, e fechar V01;
- Fim do ciclo de lavagem do decantador.

8.2.1.5 Leitos de Secagem e Disposição de Lodo

Para receber o descarte de lodo dos UASB's, estão previstos leitos de secagem. Os leitos de secagem de lodo são unidades de tratamento que têm como objetivo desidratar o lodo digerido anaerobicamente nos UASB's e situam-se próximos aos reatores.

Algumas observações de caráter geral sobre operação/manutenção dos leitos de secagem:

- Diariamente, através da tomada de amostra no reator UASB, deve-se monitorar a altura da manta de lodo para não ultrapassar a altura de 3 metros (2ª tomada de amostra de cima para baixo). Quando a manta

alcançar esta altura deverá ser feito o descarte do lodo para o leito de secagem;

- Descartar até a altura de 15 cm dentro do primeiro leito de secagem. No dia seguinte a esse primeiro descarte, verificar a altura da manta dentro do UASB e se for detectado que a manta ainda está alta, descartar no segundo leito de secagem;
- Deve-se registrar o dia de cada descarte, pois a retirada do lodo desidratado do leito de secagem faz-se geralmente 30 dias após o descarte.
- Coletar amostras de lodo do leito cheio para verificar a umidade e secagem dos sólidos;
- Retirar o lodo desidratado manualmente com uso de pás e enxadas, transportá-lo em carrinho de mão para o depósito de lodo seco (caçamba estacionária) para posterior disposição em aterro sanitário;
- Manter limpos os locais em volta.

As seguintes fases ocorrem durante a operação dos leitos de secagem:

a) Carga dos Leitos

O lodo procedente dos UASB's contém cerca de 4% de sólidos e após sua desidratação este teor de sólidos é de aproximadamente 50%. A carga de lodo no leito de secagem deverá atingir altura máxima de 30 cm e o leito deverá ser isolado até a secagem completa do lodo, definida visualmente pelo aspecto fendilhado deste, ocasião em que se soltará facilmente do fundo do leito de secagem.

Em hipótese alguma deverá ser dada descarga de lodo sobre o lodo que está secando nos leitos. A operação deverá ser sempre carga e remoção e nunca carga sobre carga.

b) Redução da Umidade

Após o enchimento de cada um dos leitos de secagem, o mesmo será isolado. Pela ação da evaporação e da drenagem do líquido, através da camada filtrante dos leitos, o lodo irá reduzir gradativamente seu teor de umidade. Para fins de verificação do tempo de secagem do lodo, poderá ser feita uma curva onde se coloca em ordenadas as percentagens de umidade do lodo e em abcissas os dias. Fazendo-se a determinação do teor de umidade a partir do dia de carregamento do leito, será plotada a curva de secagem de lodo. Normalmente com cerca de 15 dias o lodo atinge um teor de umidade de 50%, ocasião em que já poderá ser removido dos leitos sem maiores problemas.

Após alguns meses de operação, com a prática, o operador visualmente saberá a data correta para a remoção do lodo seco.

c) Remoção do Lodo Desidratado

Uma vez desidratado, a cerca de 50% de sólidos, o lodo dos leitos de secagem deverá ser removido manualmente através de rastelos de madeira. Após a remoção do lodo seco, o leito deverá ser varrido para evitar que pequenas partículas de lodo seco se acumulem sobre a areia filtrante. Periodicamente, contudo, deverão ser colocadas novas quantidades de areia nas áreas filtrantes, uma vez que além da perda com varreduras, parte da areia se adere ao lodo que é removido dos leitos de secagem.

d) Transporte e destino final do lodo

O lodo seco removido dos leitos de secagem não deverá ficar acumulado ao lado dos mesmos, evitando assim o aparecimento de insetos e vegetais. O lodo seco deverá ser encaminhado ao aterro controlado. A Tabela 20 apresenta os problemas rotineiros na operação dos leitos de secagem.

Tabela 21 - Principais problemas e prováveis soluções no leito de secagem

PROBLEMAS	CAUSAS	PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO
Aparecimento de vegetação no lodo que está secando	Má drenagem nos leitos; Lodo com alto teor de matéria volátil.	Verificar sistemas de drenagem; Ajudar drenagem perfurando a camada drenante com ferro pontiagudo.
Maus odores	Descarga de grandes volumes de lodo nos leitos de secagem.	Elevar o pH do lodo pela adição de cal; Aplicar hipoclorito sobre a camada de lodo.

8.2.1.6 Estação elevatória de entrada e recirculação

As instruções e recomendações feitas para as unidades elevatórias externas servirão também para a elevatória localizada na estação de tratamento. O principal problema que poderá ocorrer é a falta de energia.

- A falta de energia é um problema esporádico. Poderá ser utilizados caminhões sugadores e/ou geradores para suprir ausência de energia elétrica e evitar extravasamentos.
- Em caso de defeito nas bombas, onde há impossibilidade de correção do problema no local, haverá a necessidade de se programar uma parada na elevatória para substituição do equipamento, definitivamente ou temporariamente.

8.2.1.7 Equipe de Trabalho

A operação de uma ETE é um trabalho de equipe. À concessionária, ou terceirizada, compete à supervisão geral, operação e manutenção do sistema de tratamento.

Os técnicos deverão ser devidamente treinados, a fim de possuírem autonomia para tomar decisões rápidas frente aos problemas corriqueiros ou mais graves que possam surgir. Deverá haver uma perfeita interação entre o técnico e a

companhia responsável pela operação do sistema, para que todos os empecilhos que possam ocorrer sejam resolvidos eficientemente.

8.2.1.7.1 Cuidados com Saúde e Segurança do Trabalho

Os esgotos contêm contaminantes que podem causar doenças de pele, diarreias, infecções, micoses, hepatite A, entre outras doenças, e os riscos não devem ser desconsiderados. Ao realizar atividades de operação/manutenção das unidades, os operadores devem ter os seguintes cuidados:

- Evitar sempre o contato direto de qualquer parte do corpo com os esgotos;
- Durante as atividades de operação e manutenção da estação, os operadores devem usar macacões em PVC com botas, máscaras e luvas de borracha. Estes equipamentos não devem ser levados para casa e a sua higienização deve ser realizada na própria estação;
- Fazer uso rigoroso de Elis – máscaras, luvas, botas, com o objetivo de minimizar a possibilidade de contaminação e de forma a garantir boa qualidade de trabalho;
- Os funcionários da ETE devem ter o cartão de vacinação em dia, contra tétano, hepatite A;
- Após a realização dos serviços, lavar as luvas com detergente e, em seguida, retirá-las e guardá-las. Não utilizar estas luvas para outras finalidades;
- As ferramentas utilizadas para a Estação de Tratamento de Esgotos deverão ser guardadas em local separado das outras e utilizadas somente para esta finalidade. Após o uso, lavá-las com jateamento de água e usá-las somente na estação;
- Manter sempre as unhas limpas e cortadas, pois constituem permanentes veículos de transmissão de doenças;
- De acordo com orientação médica e nas ocasiões oportunas, providenciar o reforço das vacinas contra tétano, tifo, varíola e hepatite B;

- Caso ocorram ferimentos, limpar com solução de iodo a 25% e logo após usar mercúrio cromo;
- Todas as passarelas deverão possuir guarda-corpo;
- Prever a instalação de água potável para ser utilizada na higiene;
- Possuir, em local apropriado e de fácil acesso, estojo de primeiros socorros;
- A ETE deverá possuir extintores de incêndio dispostos em locais apropriados e de fácil acesso;
- Os banheiros deverão possuir chuveiros de boa vazão para, em caso de contaminação direta com o esgoto, o indivíduo poder se lavar com farta quantidade de água.

8.2.2 Contingência e Emergência

O plano de emergência e contingência se concentrará principalmente nos incidentes de maior probabilidade e definirá ações gerais para amenizar suas conseqüências como o extravasamento do esgoto. As principais ações são:

- Identificar a causa;
- No caso de ação externa motivadora, o Prestador deverá catalisar e agir em conjunto com demais órgãos competentes para a eliminação do problema no prazo mais curto possível;
- Comunicar ao órgão de controle ambiental;
- Comunicar à população atingida o problema de extravasamento;
- Conceber solução paliativa através de by-pass por recalque provisório ou mobilização de caminhões tanques;
- Realizar a higienização da área.

A Tabela 21 traz problema, causas e ações esperadas na operação das unidades de tratamento de esgoto.

Tabela 22 - Ações de contingência e emergência do sistema de tratamento.

PROBLEMA	CAUSAS	AÇÕES ESPERADAS
Extravasamento de esgoto na ETE.	Interrupção no fornecimento de energia.	Comunicar a concessionária de energia elétrica (EDP Escelsa) a interrupção de energia; Acionar gerador alternativo de reserva; Instalar tanque de acumulação do esgoto extravasado com objetivo de evitar a contaminação do solo e da água.

Os fluxogramas de comunicação no caso falhas na operação do sistema são mostrados nas Figuras 8, 9 e 10.

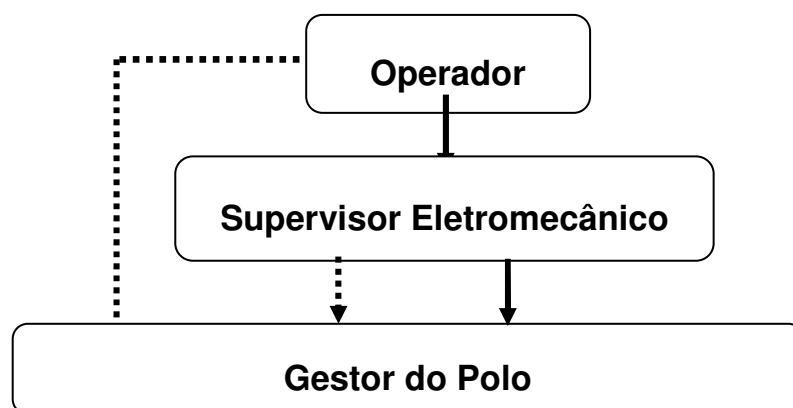


Figura 8 - Fluxograma de comunicação em caso de pane eletromecânica

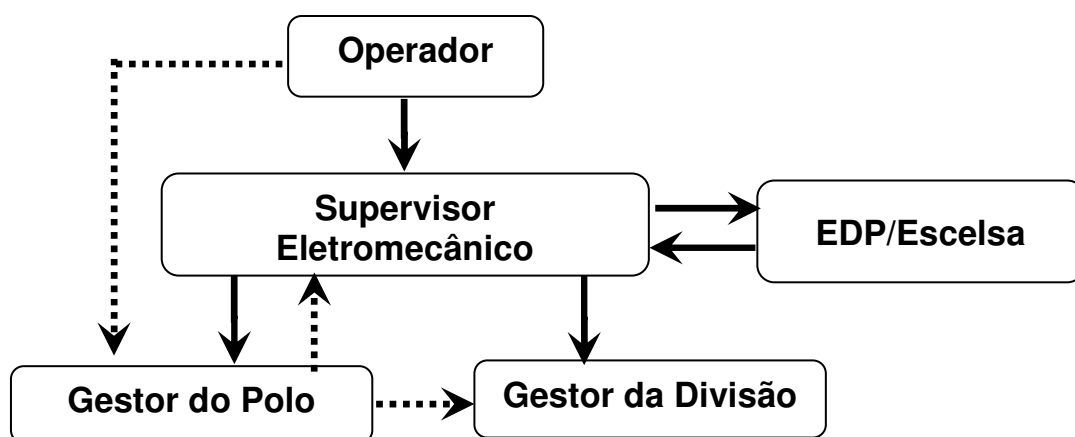


Figura 9 - Fluxograma de comunicação em caso de falta de energia

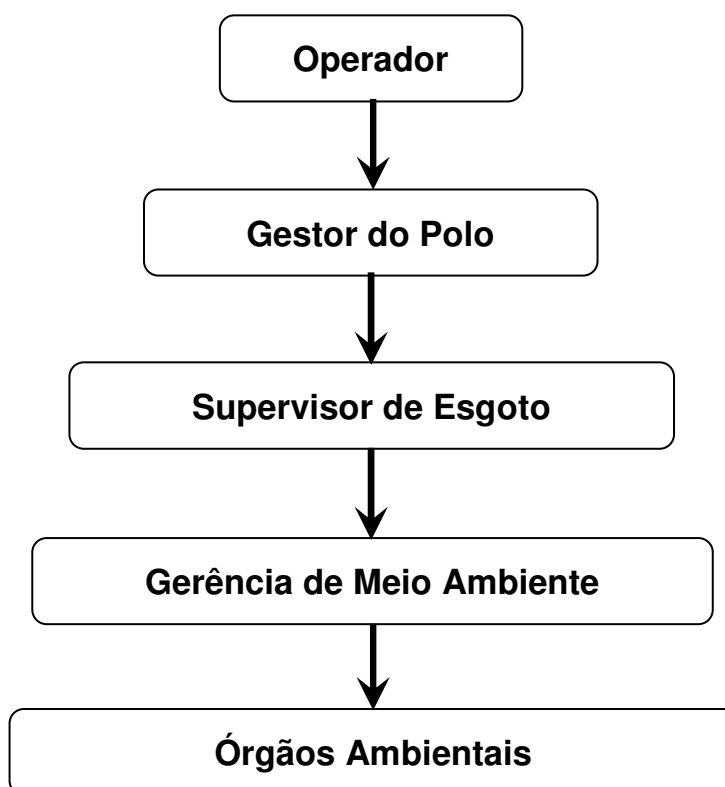


Figura 10 - Fluxograma de comunicação em caso de acidentes ambientais

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARCEIVALA, S. J. Wastewater treatment and disposal - engineering and ecology in pollution control. New York, Marcel Dekker, p. 892, 1981;

CHERNICHARO, C.A.L. e CAMPOS, C.M.M. - Tratamento Anaeróbio de esgotos. Belo Horizonte, DESA-UFMG, pg. 53-61, 1995.

CHERNICHARO, C.A.L. - Reatores Anaeróbios - Belo Horizonte, DESA-UFMG, 245 pg, 1997.

EPA, Process design manual for land treatment of municipal wastewater. Cincinnati, Ohio, 1981.

JORDÃO, E.P. & PESSÔA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. ABES, 3ª ed., p 683, 1995.

METCALF & EDDY, Inc. Wastewater engineering. Treatment, disposal, reuse. 3.ed., Mc. Graw-Hill, 1991.

PEARSON, H.W., MARIA, D.D., ARRIDGE, H.A. The influent of pond geometry and configuration on facultative and maturation waste stabilisation pond performance and efficiency. Wat.Sci. Tech., 31 (12), p. 129-139, (1995).

REED, S.C., CRITES, R.W., MIDDLEBROOKS, E.J. Natural systems for wastewater management and treatment. 2ª ed., New York, 1995.

SOARES, C.A.L. Curso básico de esgotos. Módulo III. Tratamento. ABES-MG. Belo Horizonte, 22-25, novembro 1993.

VAN HAANDEL, A.C. E LETTINGA, G. - Tratamento Anaeróbio de esgotos - um manual para regiões de clima quente. EPGRAF -Campina Grande - p.IV-28 - IV-30, 1994.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 3, Belo Horizonte, DESA - UFMG, 1996, p.124.

YANEZ, F. Lagunas de estabilizacion. Teoria, diseño y mantenimiento. ETAPA, Cuenca, Equador, p.421, 1993.

SÍNTESE DO EMPREENDIMENTO

SANEAMENTO BÁSICO NO ESPÍRITO SANTO

LOCALIDADE: SEDE DO MUNICÍPIO DE IRUPI

MUNICÍPIO: IRUPI (ES)

EMPREENDIMENTO: AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE IRUPI.

1) OBJETO

Ampliação do sistema de esgotamento sanitário do município de Irupi.

2) POPULAÇÃO BENEFICIADA

Para início de plano serão beneficiadas 4.461 habitantes e a previsão final de plano do projeto, em 2031, serão beneficiados aproximadamente 6.862 habitantes.

3) BAIRROS ATENDIDOS

Os bairros contemplados da sede do município de Irupi são: João Butica, Caroline Barbosa, Centro, Vila Bom Pastor, Loteamento Wilson Fernandes Ferreira, João Thomaz Pereira e Loteamento Jequitibá.

4) ESCOPO DA OBRA

O sistema existente possui 4.087 metros de rede e 3 estações de tratamento compactas do tipo fossa e filtro, mas partes das redes estão entupidas ou com baixa declividade o que dificulta a chegada do esgoto ao sistema de tratamento. Desta forma as unidades existentes funcionam precariamente e parte do esgoto é lançado in natura no Rio Pardinho. Todos os sistemas de tratamento implantados serão desativados.

O sistema de tratamento projetado terá capacidade de atender a vazão média de final de plano, 12 l/s, dividido em duas unidades de tratamento, cada uma com vazão média de 6 l/s.

REDE COLETORA

- Implantação de 7.075 metros de rede coletora com o DN 150 mm em PVC;
- Implantação de 5 metros de rede coletora com o DN 200 mm em PVC;
- Limpeza e desobstrução de 3.691 metros de rede coletora existente a ser mantida.

- Foram projetados 11.167 metros de rede coletora e foram mantidos 3.787 metros de rede existente, sendo o total de 7.470 metros de rede coletora a ser implantada.

E.E.E.B. B

- Implantação das instalações da elevatória do tipo poço úmido com bombas submersíveis;
- Aquisição e instalação do conjunto moto bomba com vazão 19,03 l/s e Hman 12,82 m.c.a., funcionamento 1+1, com potência 7,6 cv;
- Aquisição e instalação de quadro de comando 7,6 cv;
- Instalação do recalque com extensão de 345,12 metros, DN 150 mm em FºFº.

E.E.E.B. C

- Implantação das instalações da elevatória do tipo poço úmido com bombas submersíveis;
- Aquisição e instalação do conjunto moto bomba com vazão 24,91 l/s e Hman 7,06 m.c.a, funcionamento 1+1, com potência 5,03 cv;
- Aquisição e instalação de quadro de comando 5,03 cv;
- Instalação do recalque com extensão de 280 metros com DN 200 mm em FºFº.

E.T.E.

- Implantação de uma unidade tratamento, capaz de tratar uma vazão média de 12 l/s, vazão requerida para final de plano (2032)
- Sistema de tratamento biológico de esgoto, composto pelas unidades UASB (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo) + BF (Biofiltro Aerado Submerso) + DS (Decantador Secundário);
- O lançamento do efluente tratado será lançado no Rio Pardinho através do emissário, com extensão de 492 metros. Lançamento feito nas coordenadas UTM 24k 224.952m E e 7.747.498m N, utilizando DATUM SIRGAS 2000.

- Implantação das instalações da elevatória do tipo poço úmido com bombas submersíveis;
- Aquisição e instalação do conjunto moto bomba com vazão 24,33 l/s e Hman 10,36 m.c.a, funcionamento 1+1, com potência 5,03 cv;
- Aquisição e instalação de quadro de comando 5,03 cv.

5) INVESTIMENTO

O valor total do investimento realizado, incluindo o valor de materiais e serviços, é de **R\$ 5.110.130,36** (cinco milhões, cento e dez mil, cento e trinta reais e trinta e seis centavos).

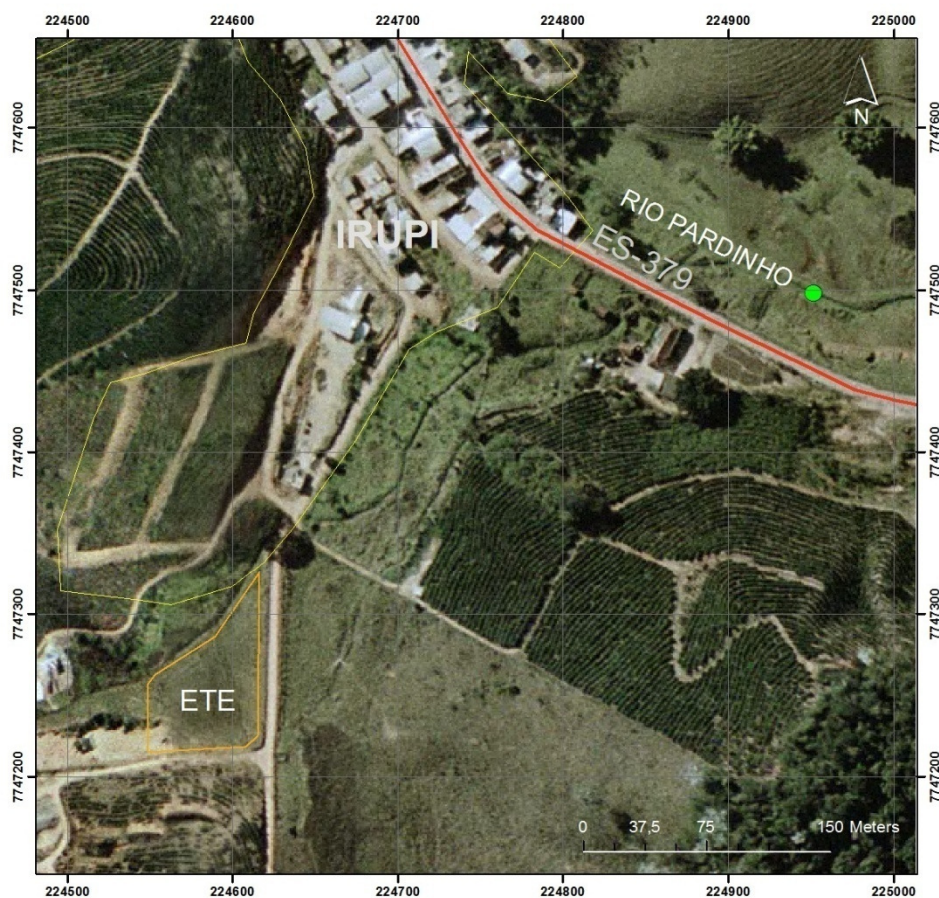
6) HORIZONTE DO PROJETO

Para a elaboração do projeto do sistema de esgotamento sanitário do distrito sede de Irupi será adotado horizonte de projeto de 20 anos.

Início: 2012.

Término: 2031.

7) FOTOS



Legenda:

- Emissario Coordenadas UTM 24k 224.952 E e 7.747.498 S
- ES-379
- ETE IRUPI Coordenadas UTM 24k 224.583 E e 7.747.254 S
- Area Urbanizada

Figura 11 - Área da ETE

8) GEOBASES - ES (LOCALIZAÇÃO)



Fonte: GEOBASES - ES