

CONTRATO 252/2014

**ELABORAÇÃO DE PROJETOS EXECUTIVOS DO SISTEMA DE
AFASTAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DE COLATINA (LADO
SUL E LADO NORTE) E SUPERVISÃO GERAL DAS OBRAS DO
SES DA SEDE MUNICIPAL DE COLATINA**



**VOLUME 1 - PROJETO HIDRÁULICO
LADO NORTE 2ª ETAPA**

TOMO B1

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

Cliente:

**PREFEITURA MUNICIPAL DE COLATINA
SANEAR - SERVIÇO COLATINENSE DE MEIO AMBIENTE E SANEAMENTO
AMBIENTAL**



Codificação ARCADIS Logos: 00309.ME.001.H.0002	Codificação SANEAR:	Revisão: 00	Data de Emissão: AGOSTO/15
--	---------------------	-----------------------	--------------------------------------

**ELABORAÇÃO DE PROJETOS EXECUTIVOS DO SISTEMA DE
AFASTAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DE COLATINA (LADO SUL E
LADO NORTE) E SUPERVISÃO GERAL DAS OBRAS DO SES DA SEDE
MUNICIPAL DE COLATINA**

**VOLUME 1 - PROJETO HIDRÁULICO
LADO NORTE 2ª ETAPA
TOMO B1**

Emitido por: ARCADIS Logos S/A	Local: Vitória-ES
--	---------------------------------

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é parte integrante do Contrato nº.252/2014, firmado entre a Prefeitura Municipal de Colatina em conjunto com a SANEAR – Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental e a ARCADIS Logos S/A, referente à prestação de serviços técnicos e especializados visando a Elaboração de Projetos Executivos do Sistema de Afastamento de Esgoto Sanitário de Colatina (Lado Sul e Lado Norte), e Supervisão Geral de Todas as Obras (Coletores, Elevatórias, Linhas de Recalques e Tratamento) do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede Municipal de Colatina.

Conforme pré-definido no referido contrato as etapas que compõem o escopo são:

ETAPA 1 – PROJETOS EXECUTIVOS

PARTE I – Plano de trabalho

PARTE II – Estudo de Concepção – Recalque Único

PARTE III – Projetos Executivos

ETAPA 2 – SUPERVISÃO DAS OBRAS

A ETAPA 1 - PARTE III - Projetos Executivos será composta pelos seguintes documentos:

VOLUME 1 – PROJETO HIDRÁULICO

TOMO A - LADO NORTE 1ª ETAPA

- TOMO A1 – Memorial Descritivo e de Cálculo
- TOMO A2 – Desenhos

TOMO B - LADO NORTE 2ª ETAPA

- TOMO B1 – Memorial Descritivo e de Cálculo
- TOMO B2 – Desenhos

TOMO C - LADO SUL

- TOMO C1 – Memorial Descritivo e de Cálculo
- TOMO C2 – Desenhos

TOMO D - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

TOMO E - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

VOLUME 2 – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO A – NORTE 1ª ETAPA

- TOMO A1 – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas
- TOMO A2 – Desenhos

TOMO B – NORTE 2ª ETAPA

- TOMO B1 – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas
- TOMO B2 – Desenhos

TOMO C - SUL

- TOMO C1 - Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas
- TOMO C2 - Desenhos

VOLUME 3 – PROJETO ELÉTRICO

TOMO A – NORTE 1ª ETAPA

- TOMO A1 – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas
- TOMO A2 – Desenhos

TOMO B – NORTE 2ª ETAPA

- TOMO B1 – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas
- TOMO B2 – Desenhos

TOMO C - SUL

- TOMO C1 - Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas
- TOMO C2 – Desenhos

VOLUME 4 – GEOTÉCNICO

- TOMO A – NORTE 1ª ETAPA
- TOMO B – NORTE 2ª ETAPA
- TOMO C – SUL

VOLUME 5 – TOPOGRAFIA

- TOMO A – Relatório Topográfico
- TOMO B – Caderneta de Campo
- TOMO C – Desenhos

VOLUME 6 – ORÇAMENTO

- TOMO A – NORTE 1ª ETAPA
- TOMO B – NORTE 2ª ETAPA
- TOMO C – SUL

VOLUME 7 – PRESCRIÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS

Esta etapa de trabalho compreende o: **Volume 1 – TOMO B1**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. POPULAÇÃO E VAZÃO DE PROJETO	2
2.1. INFORMAÇÕES DO PROJETO BÁSICO	2
2.2. DADOS DO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE	5
2.3. CÁLCULO DA POPULAÇÃO E VAZÃO DE PROJETO	6
2.3.1. População e Vazão Lado Norte	8
3. COTA DE INUNDAÇÃO	9
4. DESCRITIVO DO SISTEMA	14
4.1. UNIDADES DO SISTEMA	14
5. DESCRITIVO DOS COLETORES	16
5.1. CRITÉRIOS DE PROJETO	16
5.2. CÁLCULO	17
5.3. DADOS DO COLETOR	17
6. DESCRITIVO DAS ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE	19
6.1. SISTEMA DE ELEVATÓRIAS EM PARALELO (LINHA DE RECALQUE COMUM) ...	19
6.2. CRITÉRIOS DE PROJETO	20
6.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE	22
6.3.1. Elevatória EEE N06 e Linha de Recalque LR N06	22
6.3.2. Elevatória EEE N07 e Linha de Recalque LR N07	23
6.3.3. Desodorização por Biofiltro	24
7. MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS ELEVATÓRIAS e linha de recalque	29

7.1.	CRITÉRIO E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO	29
7.2.	DIMENSIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS e linhas de recalque	32
7.2.1.	Elevatória EEE N06 e Linha de Recalque LR N06	32
7.2.2.	Elevatória EEE N07 e Linha de Recalque LR N07	39
8.	DIMENSIONAMENTO DAS VENTOSAS E DESCARGAS	46
8.1.	LINHA DE RECALQUE LR N06	47
8.2.	LINHA DE RECALQUE LR N07	47
9.	ANEXOS	48
1	CAMINHAMENTO DA REDE COLETORA LADO NORTE	
2	MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS COLETORES	
3	CURVA DAS BOMBAS SELECIONADAS	
4	RELAÇÃO DE DESENHOS	

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a concepção apresentada no projeto básico desenvolvido no âmbito do BR-PROCIDADES, o sistema de afastamento do esgoto sanitário de Colatina está dividido entre Bacia Norte (situada ao norte do Rio Doce com população contribuinte de 77.401 habitantes em final de plano, ano 2.030) e Bacia Sul (situada ao sul do Rio Doce com população contribuinte de 51.607 habitantes em final de plano, ano 2.030).

Este documento trata do Memorial Descritivo e de Cálculo do Projeto Hidráulico do sistema de afastamento do esgoto sanitária da Bacia Norte – 2ª Etapa, composto por Rede Coletora, Coletor Tronco (CT), Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) e Linhas de recalque (LR). As estações elevatórias e suas respectivas linhas de recalque estão localizadas na área de projeto que abrange o distrito sede. A finalidade das EEEs é evitar o aprofundamento excessivo da rede e reversão das sub-bacias de esgotamento de tal forma que concentrem em uma única estação de tratamento de esgoto, a ETE Barbados.

Este sistema foi projetado de acordo com as diretrizes das seguintes normas:

- NBR 9649/1986 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;
- NBR 12208/1992- Projeto de Estações Elevatórias de Esgotos Sanitários

2. POPULAÇÃO E VAZÃO DE PROJETO

2.1. INFORMAÇÕES DO PROJETO BÁSICO

O alcance de projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário de Colatina é de 20 anos. O projeto básico apresentou uma estimativa para a população e vazão com início de plano em 2010 e fim de plano em 2030, conforme quadro a seguir.

Quadro 1. Vazão total produzida

Ano	População	Vazão sanitária (L/s)				Vazão de Infiltração (L/s)	Vazão total (L/s)			
		Média	Mínima	Máxima Diária	Máxima Horária		Média	Mínima	Máxima Diária	Máxima Horária
2010	97.782	147,12	86,85	203,00	302,56	30,39	177,52	103,95	206,94	295,22
2020	113.394	170,62	91,95	217,97	325,98	35,24	205,86	120,55	239,98	342,35
2030	129.007	194,11	97,05	232,93	349,39	40,10	234,21	137,15	273,03	389,49

Fonte: Tabela 3 do Estudo de Concepção.

A população apresentada no Quadro 1 é uma estimativa da população urbana contribuinte do sistema proposto pelo estudo de concepção que se subdivide em sistema integrado, sistemas isolados e sistemas individuais.

Os sistemas individuais de tratamento (fossa séptica e sumidouro) serão aplicados em regiões específicas do município, localizadas em pontos de difícil coleta e afastamento do esgoto sanitário ou de irrelevante vazão em relação à dificuldade de transporte. As áreas que compõem esse sistema estão demarcadas na Planta Geral do Sistema Consolidado do Projeto Básico nº 5083-R1-PB-01 e a população contribuinte dos sistemas individuais será de 3.152 habitantes em 2010 e 3.370 habitantes em 2030, conforme Quadro 2.

Quadro 2. Vazão dos Sistemas Individuais (fossa e sumidouro)

ÁREAS		POPULAÇÃO 2010	POPULAÇÃO 2030	VAZÕES 2010		VAZÕES 2030	
Sub-bacias	Áreas de contribuição	População 2010 (hab)	População 2030 (hab)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)		Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)	
				Média	Máx. Hor.	Média	Máx. Hor.
	TOTAL	3.152	3.370	4,75	8,54	5,07	9,12
1.2	AC03	150	150	0,23	0,41	0,23	0,41
	AC04	44	44	0,07	0,12	0,07	0,12
	AC15	464	464	0,70	1,26	0,70	1,26
	AC16	192	192	0,29	0,52	0,29	0,52
2ª	AC11	83	83	0,12	0,22	0,12	0,22
	AC12	83	83	0,12	0,22	0,12	0,22
2B	AC14	466	466	0,70	1,26	0,70	1,26
1.3	AC17	889	889	1,34	2,41	1,34	2,41
	AC20	154	369	0,23	0,42	0,56	1,00
TOTAL NORTE		2.525	2.740	3,80	6,84	4,12	7,42
1.4	AC22	91	94	0,14	0,25	0,14	0,25
4.00	AC23	258	258	0,39	0,70	0,39	0,70
1.5	AC30	278	278	0,42	0,75	0,42	0,75
TOTAL SUL		627	630	0,95	1,70	0,95	1,70

Fonte: Tabela 15 do Estudo de Concepção.

Os Bairros Colúmbia e Luís Iglesias foram considerados como sistemas isolados de tratamento, pois possuem sistemas de coleta, transporte e tratamento em funcionamento, precisando apenas de reforma. A população atendida por esses sistemas, de acordo com o estudo de concepção, é de 4.172 em 2010 e 6.418 em 2030.

Subtraindo a população dos sistemas isolados e individuais da população total apresentada no Quadro 3, temos a população do sistema integrado, escopo do presente projeto, conforme quadro a seguir:

Quadro 3. População do sistema

SES de Colatina	População (hab.)	
	2010	2030
Sistemas Individuais	3.152	3.370
Sistemas Isolados	4.172	6.418
Sistema Integrado	90.456	119.215
Total	97.782	129.007

No Sistema Integrado os esgotos são direcionados para as estações elevatórias situadas no Lado Norte e no Lado Sul do município. As elevatórias transportam os esgotos para a Estação de Tratamento (ETE) Barbados. O quadro abaixo apresenta as áreas de contribuição de cada elevatória e suas respectivas populações, definidas no projeto básico.

Quadro 4. População por área de contribuição

Elevatória	Área de Contribuição	População (hab.)		Taxa de Crescimento Geométrico
		2010	2030	
N1	AC04	7.479	10.591	1,74
N2	AC15	1.145	1.145	0,00
N3	AC16	856	856	0,00
N4	AC05	307	346	0,60
	AC06	91	102	0,57
	AC07	1.807	2.063	0,66
	AC08	1.357	1.548	0,66
	AC09	1.822	2.091	0,69
	AC10	271	2.251	10,59
	AC11	1.741	2.820	2,41
	AC12	474	554	0,78
	AC13	11.705	18.319	2,24
	AC14	18.219	18.781	0,15
N5	AC17	4.530	6.169	1,54
N6	AC18	612	754	1,04
N7	AC19	209	1.268	9,01
S01	AC25	298	291	-0,12
	AC26	2.284	2.239	-0,10
	AC27	4.232	7.609	2,93
	AC28	874	856	-0,10
S02	AC23	4.407	6.336	1,82
	AC 28	1.101	1078	-0,10
S3	AC29	23.578	28.971	1,03
	AC30	314	385	1,02
S04	AC31	743	1.792	4,40
População Total		90.456	119.215	-

Observa-se no Quadro 4 que a população de projeto foi calculada a partir de taxas de crescimento distintas, de acordo com características de expansão de cada área de contribuição. Nas áreas de contribuição AC15 e AC16, por exemplo, não foi considerado crescimento populacional, já nas áreas AC25, AC26 e AC28 foi considerado decréscimo da

população. As maiores taxas de contribuição são das áreas AC10 e AC19, onde estão previstos novos loteamentos.

2.2. DADOS DO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

De acordo com o último censo demográfico realizado em 2010, a população urbana do município de Colatina é de 98.395 habitantes.

O gráfico abaixo representa a evolução populacional do município com base nos últimos registros do IBGE, descritos a seguir:

	População
Censo do ano 1991	106.815
Contagem do ano 1996	104.119
Censo do ano 2000	112.711
Contagem do ano 2007	106.637
Censo do ano 2010	111.788

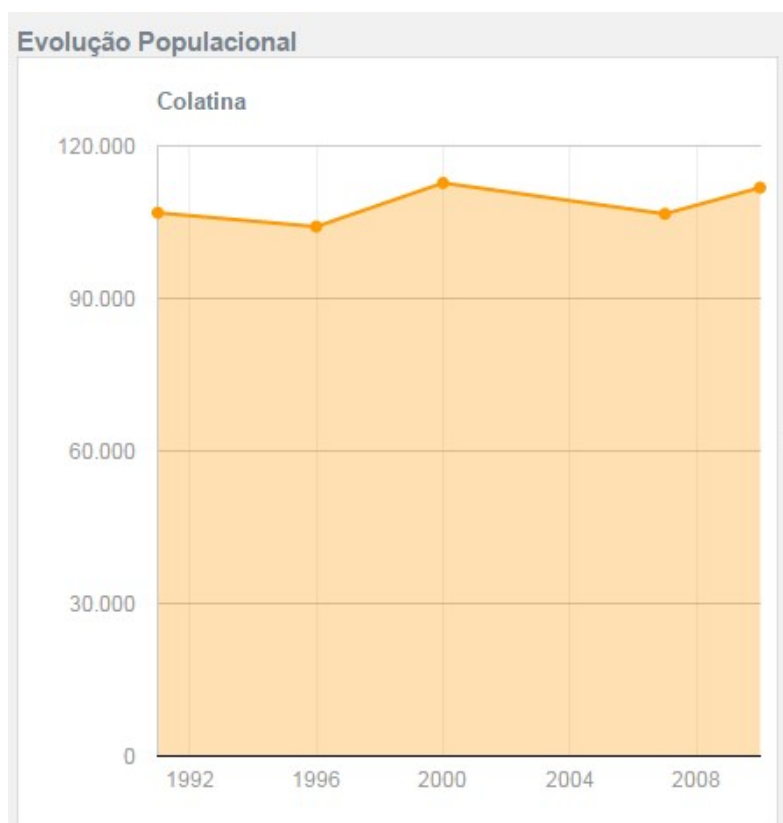


Figura 1. Gráfico de evolução populacional do município de Colatina. Fonte: IBGE

Observa-se que houve um decréscimo na população do município nos anos de 1996 e 2007. Entre os anos 2007 e 2010 a população de Colatina apresentou taxa de crescimento geométrico de 1,57%.

2.3. CÁLCULO DA POPULAÇÃO E VAZÃO DE PROJETO

Constatou-se que a população de projeto, para início de plano, estimada no projeto básico (97.782 habitantes) está coerente com os dados coletados pelo IBGE no censo de 2010 (98.395 habitantes), uma vez que a diferença representa apenas 0,62 % do valor total. Sendo assim, a ARCADIS Logos junto com a SANEAR decidiram adotar a população do projeto básico para o ano de 2010 como referencia para estimar a vazão do ano de 2015, atualizando as vazões para o novo início de plano (2015).

Para o cálculo da população de projeto foi utilizado o método de crescimento geométrico que pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t - t_0)}; \text{ onde:}$$

P_t = População a ser estimada;

P_0 = População do ano de referencia (2010 – dados do projeto básico);

t = Ano no qual se deseja estimar a população (2015);

t_0 = Ano de referencia (2010);

K_g = taxa de crescimento geométrico.

A taxa de crescimento geométrico K_g é dada por:

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0}; \text{ onde:}$$

P_0 = população inicial;

P_2 = População final

t_0 = Tempo inicial;

t_2 = Tempo final.

Para o dimensionamento da vazão de projeto foram utilizados critérios previstos nas Normas Técnicas pertinentes, bem como adotados parâmetros já utilizados por companhias de saneamento renomadas, visando o bom funcionamento do sistema de esgoto sanitário.

A seguir, estão apresentados os parâmetros adotados:

- Coeficiente de Retorno (C): 0,8.

- Contribuição "Per Capita" de água (Q):

O coeficiente de contribuição "per capita" micro medido do sistema de Colatina foi calculado com o valor médio de 150 L/hab dia, a SANEAR recomendou uma pequena majoração nesta taxa, com o intuito de se dotar o sistema de maior segurança operacional. Dessa forma, o coeficiente de contribuição "per capita" de água adotado foi de 162,5.

- Coeficiente de máxima vazão diária: $K1 = 1,2$.

- Coeficiente de máxima vazão horária: $K2 = 1,5$.

- Coeficiente de mínima vazão: $K3 = 0,5$.

- Contribuições das Lavanderias (Q_l):

As contribuições provenientes das lavanderias após análise de consumo feita uma a uma, resultou que podem ser desprezadas para condições particulares de vazões, quanto ao carregamento da rede devido aos lançamentos localizados.

- Contribuições Industriais (Q_i):

Este projeto não considera contribuições industriais de esgoto, pois após análise dos registros mensais do SANEAR, verificou-se que não existem indústrias com volumes significativos que estejam lançando seus efluentes na rede coletora.

- Grandes Consumidores:

Foi verificado que nenhum consumidor produz uma vazão significativa que possa constituir uma vazão localizada na rede coletora.

- Contribuição de Infiltração (Q_i): Para contribuição de infiltração foi adotada a taxa de 0,2 l/s.km. O comprimento da rede existente foi calculado a partir do caminhamento da rede fornecido pela SANEAR (Anexos 01 e 02). Foi considerado crescimento no comprimento da rede de 1% ao ano.

A população de início de plano (2015) foi estimada a partir da taxa de crescimento geométrico de 1,57%. A taxa adotada foi calculada com base nos últimos levantamentos realizados pelo IBGE, que foram a contagem da população em 2007 e o censo demográfico em 2010. A partir de 2015 foram adotadas taxas decrescentes conforme descrição:

- 2015 a 2020: Taxa de 1,45%

- 2020 a 2030: Taxa de 1,33%

A população e vazão de projeto estão apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 5. População e vazão de projeto para o sistema integrado.

Ano	População	Vazão sanitária (l/s)				Infiltração (l/s)	Vazão Total (l/s)			
		Min.	Med.	Max. Hor.	Max. Diar.		Min.	Med.	Max. Hor.	Max. Diar.
2010	90.456	68,05	136,10	163,32	244,99	30,39	98,44	166,49	193,71	275,38
2015	97.843	73,61	147,22	176,66	264,99	33,81	107,41	181,02	210,47	298,80
2020	105.200	79,14	158,29	189,94	284,92	35,53	114,67	193,82	225,47	320,45
2030	120.165	90,40	180,80	216,96	325,45	39,25	129,65	220,05	256,21	364,69

Observa-se que os valores calculados para o final de plano estão coerentes com os valores apresentados no projeto básico.

2.3.1. População e Vazão Lado Norte

O sistema integrado Lado Norte possui sete estações elevatórias de esgoto. As populações e vazões foram calculadas para início de plano em 2015 e fim de plano em 2030, com exceção das elevatórias N6 e N7, que serão de segunda etapa com previsão de implantação em 2020.

O presente projeto executivo adotou a mesma taxa de crescimento populacional usada no projeto básico (apresentada no Quadro 4) por considerar que cada área de contribuição possui características de crescimento distintas e que estas já foram estudadas e aprovadas pela SANEAR durante a concepção do projeto básico.

A seguir apresentam-se as contribuições calculadas para o sistema Lado Norte.

Quadro 6. População e vazão de projeto para o sistema integrado Lado Norte, primeira etapa.

Área de Contribuição	Lança na Elevatória	População		Vazão inicial com infiltração (l/s)			Infiltração inicial (l/s)	Vazão final com infiltração (l/s)			Infiltração final (l/s)
		2015	2030	Min.	Med.	Max. Hor.		Min.	Med.	Max. Hor.	
AC04	N1	8.159	10.591	9,85	15,98	25,80	3,71	12,27	20,24	32,99	4,30
AC15	N2	1.145	1.145	1,02	1,88	3,26	0,16	1,02	1,88	3,26	0,16
AC16	N3	856	856	1,27	1,91	2,94	0,62	1,27	1,91	2,94	0,62
AC5 a AC14	N4	39.933	48.875	43,19	73,23	121,30	13,15	52,04	88,80	147,64	15,27
AC17	N5	4.894	6.169	5,87	9,55	15,44	2,19	7,18	11,82	19,25	2,54

Quadro 7. População e vazão de projeto para o sistema integrado Lado Norte, segunda etapa.

Área de Contribuição	Lança na Elevatória	População		Vazão inicial com infiltração (l/s)			Infiltração inicial (l/s)	Vazão final com infiltração (l/s)			Infiltração final (l/s)
		2020	2030	Min.	Med.	Max. Hor.		Min.	Med.	Max. Hor.	
AC18	N6	645	754	1,47	1,95	2,73	0,98	1,71	2,28	3,18	1,14
AC19	N7	328	1.268	0,68	0,92	1,32	0,43	1,45	2,41	3,93	0,50

3. COTA DE INUNDAÇÃO

O município de Colatina está inserido na Bacia hidrográfica do Rio Doce que se localiza na região Sudeste do Brasil e possui uma área de drenagem de 83.400 km². A Figura 02 mostra o mapa de localização da mesma, sendo que 86% de sua área pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Estado do Espírito Santo.

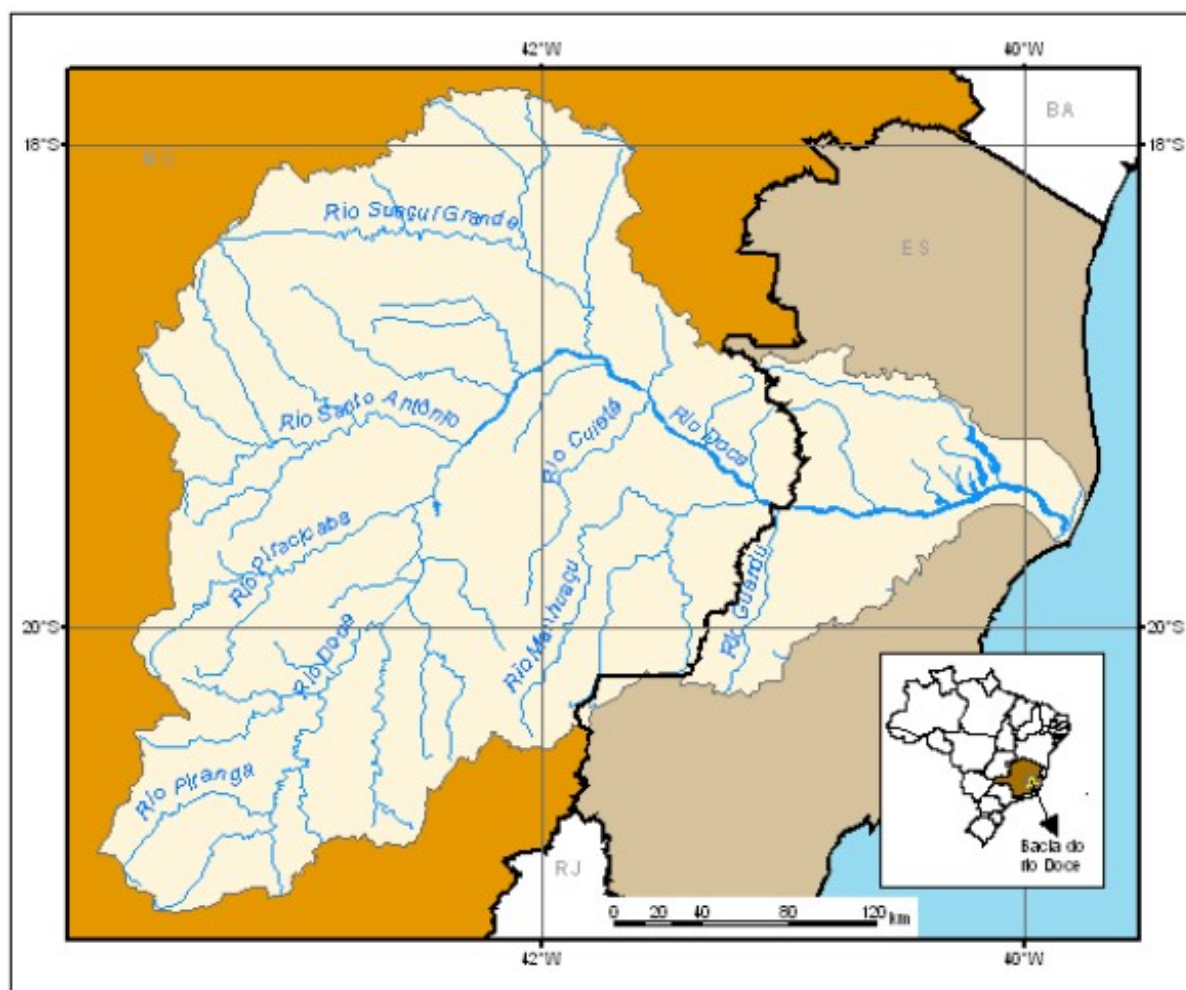


Figura 2. Localização da Bacia do Rio Doce.

O rio Doce nasce nas Serras da Mantiqueira e Espinhaço, em Minas Gerais, e percorre 853 km até atingir o oceano Atlântico junto ao povoado de Regência, no Espírito Santo.

No município de Colatina, o rio Doce separa o sistema de afastamento de esgoto em duas bacias: Norte - na margem esquerda do rio; e Sul - na margem direita do rio.

As estações elevatórias são constituídas por equipamentos hidromecânicos que não serão danificados caso fiquem em baixo da água durante uma enchente, contudo os painéis elétricos deverão estar devidamente protegidos, ou seja, fora da cota de inundação.

O Ministério de Minas e Energia junto ao Governo do Estado de Minas Gerais através da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM/Serviço Geológico do Brasil elaborou, em 2014, o Relatório Técnico do Período Crítico de Dezembro de 2013, referente à última enchente que inundou parte da cidade e provocou grandes estragos. Nesse relatório foi demarcada a mancha de inundação dos eventos de 19 e 24 de dezembro de 2013, apresentada na Figura 3.

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM/Serviço Geológico do Brasil também realizou um estudo para a Definição da Planície de Inundação da Cidade de Colatina – ES (em editoração). Os resultados das informações das séries hidrológicas e análise de frequência foram disponibilizados através de e-mail pelo Eng. Ambiental Marlon Marques Coutinho - Pesquisador em Geociências da Superintendência Regional de Belo Horizonte - SUREG-BH e estão apresentados no Quadro 8 e Figuras 3 e 4, a seguir.

Quadro 8. Quantis das vazões do rio Doce em Colatina-ES.

Quantil (anos)	Vazão (m ³ /s)	Cota da régua (cm)	Cota altimétrica (m)
2	4158	563	35,78
3	4859	623	36,38
5	5637	684	36,99
10	6608	756	37,71
13*	6924	782	37,97
25	7829	841	38,56
50	8735	900	39,15
71**	9196	928	39,44
100	9639	957	39,72
327***	11200	-	-

*Quantil associado à cheia do dia 19/12/2013

**Quantil associado à cheia do dia 24/12/2013

***Quantil associado à cheia de março/1979



Figura 3. Demarcação das cheias dos eventos de 19 e 24/12/2013.

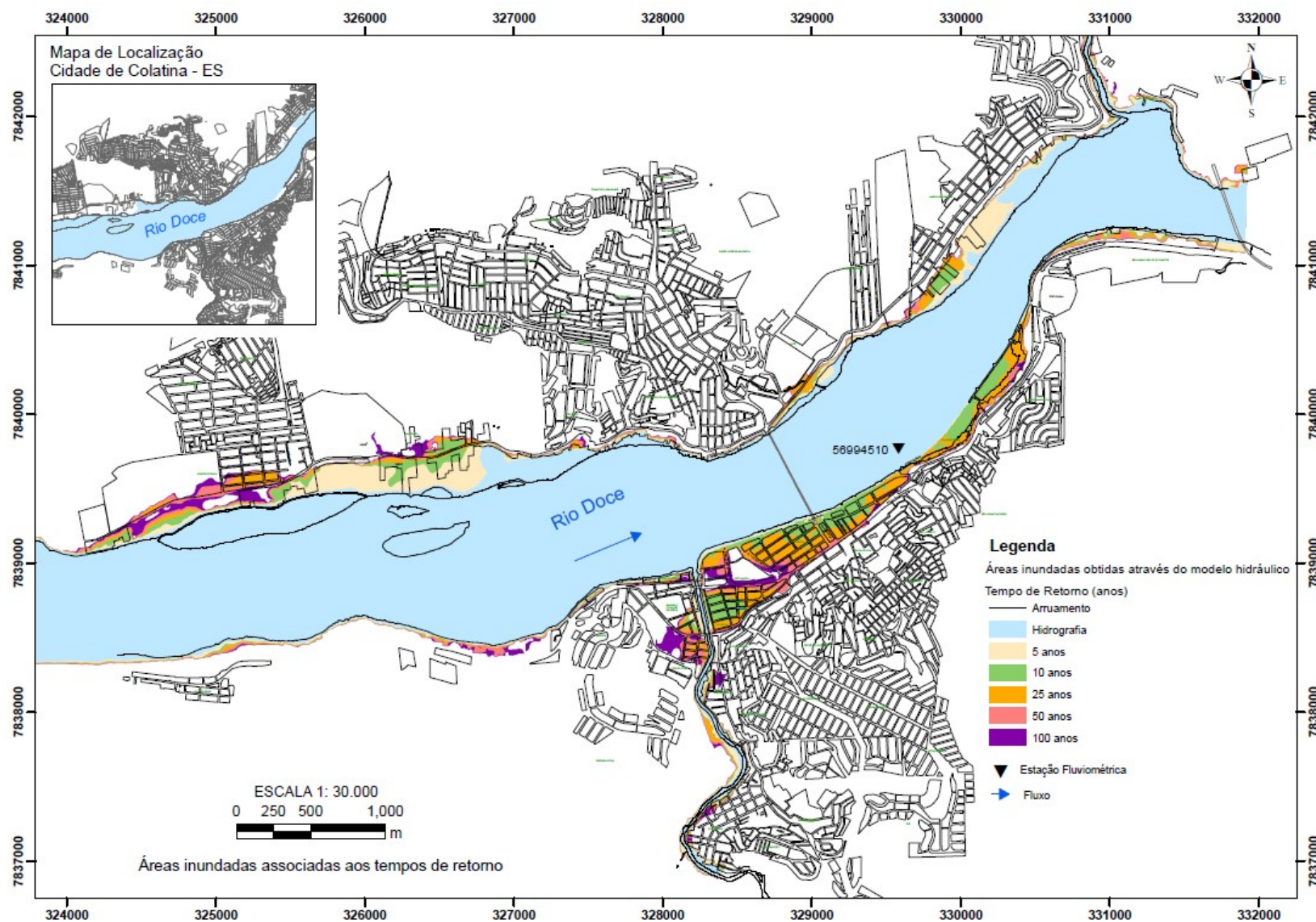


Figura 4. Demarcação das cheias relacionadas aos períodos de retorno.

Através dos dados apresentados foi possível verificar que grande parte das elevatórias estará situada em área de inundação referente à chuva com 25 anos de retorno, sendo assim a cota adotada como referencia para a instalação dos painéis elétricos, retirada do Quadro 8, foi de 38,56 m. Será adotada uma folga com relação à cota de referencia a ser analisada para cada elevatória.

4. DESCRITIVO DO SISTEMA

O sistema previsto para o Lado Norte conta com dois recalques único. O primeiro recalque único, chamado de Recalque Único Norte 01 (RU-N01) vai desde a EEE N01 até o PV do coletor tronco que lança na EEE N04. Já o segundo recalque único, chamado de Recalque Único Norte 02 (RU-N02) vai desde a EEE N04 até a Caixa de Transição e receberá contribuições das elevatórias EEE N05 e EEE N06 (segunda etapa). A partir da caixa de transição, a rede segue como conduto forçado por gravidade até a ETE Barbados.

A elevatória EEE N07 não lança diretamente na linha de recalque único mas contribui para a mesma de forma indireta, visto que seu lançamento ocorre no poço de visita (PV) do Coletor Pancas, que contribui para elevatória EEE N06. Sendo assim, a elevatória N07 não está inserida no sistema de recalque único e funciona como elevatória de reversão de bacia.

Na sequência apresenta-se o descritivo da concepção geral aprovada; breves considerações a respeito do sistema de elevatórias em paralelo; e os descritivos de cada unidade componente do sistema proposto.

4.1. UNIDADES DO SISTEMA

As unidades que compõem o sistema de afastamento de esgoto são Coletores Tronco (CT), Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) e Linhas de recalque (LR).

A figura a seguir ilustra o fluxograma referente à solução de recalque único adotada para o Lado Norte. O presente relatório tem o objetivo de descrever as unidades do projeto previstas para segunda etapa, ou seja elevatórias EEE N06 e EEE N07 e seus recalques. As demais unidades serão descritas no relatório referente a primeira etapa.

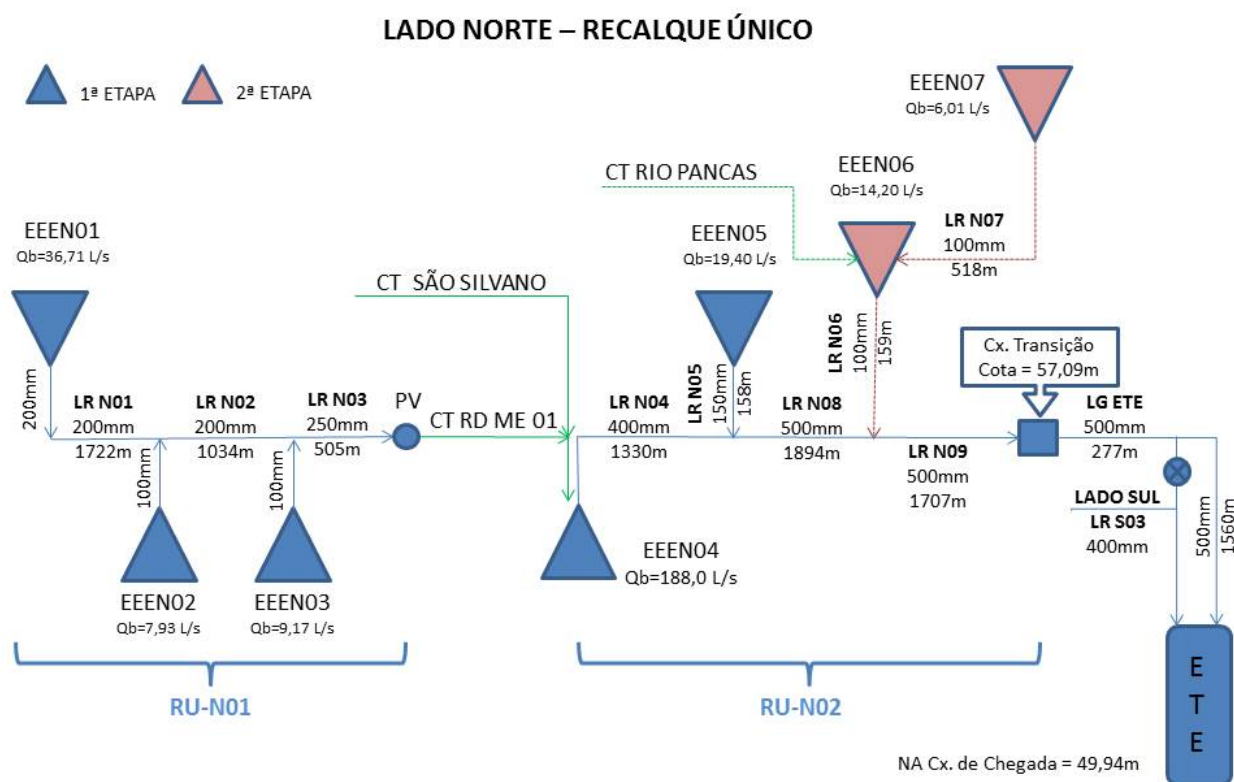


Figura 5. Fluxograma do sistema com linha de recalque único para o Lado Norte.

5. DESCRITIVO DOS COLETORES

O sistema de afastamento do esgoto sanitário de Colatina – Bacia Norte possui dois coletores tronco: O Coletor Tronco São Silvano (CT SS – 1ª etapa) e o Coletor Tronco Rio Pancas (CT RP - 2ª etapa).

O CT Rio Pancas será construído em segunda etapa. O Anexo 3 apresenta a planilha de cálculo do seu dimensionamento.

- CT RIO PANCAS

Os PVs 001 e 005 recebem contribuições da rede coletora existente que atende às casas situadas no lado direito da Av. Brasil. As casas situadas no lado esquerdo da Av. Brasil lançam direto no Rio Pancas e deverão possuir tratamento individual precedente ao lançamento. O PV-009 recebe contribuições do restante da área de contribuição AC18 e da linha de recalque da elevatória EEEN07.

Tem seu início no prolongamento da Avenida Brasil, após o Bairro Maria das Graças, percorrendo essa rua no sentido contrário ao fluxo do Rio Pancas, tendo seu lançamento na EEE N06 (segunda etapa).

Possui 426,0 m de extensão em tubulações de PVC DN 150/200 mm.

O desenho 00309.DS.001.H.0123 apresenta o caminhamento e o perfil deste coletor.

5.1. CRITÉRIOS DE PROJETO

Foram estabelecidos os seguintes critérios de projeto para o Coletor Tronco:

- Diâmetro mínimo: 150 mm;
- Material: PVC ou Ferro Fundido, conforme projeto;
- Profundidade: a) O recobrimento mínimo será de 0,90 m para coletor assentado no leito da via de tráfego b) 0,65 m para coletor assentado no passeio; c) A profundidade máxima recomendada para os coletores é de 3,50 metros, no entanto poderá ser adotados valores acima, desde que seja devidamente justificado para o aval da Fiscalização;
- Disposições construtivas: a) Serão previstos dispositivos de inspeção em todos os pontos singulares do coletor, tais como no início, nas mudanças de direção, de declividade, de diâmetro e de material, na reunião de coletores e onde há degraus; b) Será utilizado o seguinte dispositivo de inspeção: Poço de visita, obrigatoriamente nos seguintes casos: na reunião de mais de dois trechos ao coletor, nas passagens forçadas; e nas mudanças de declividade e direção, mudança de diâmetro e material;

- Dimensionamento hidráulico: a) O dimensionamento hidráulico de cada trecho será realizado usando as vazões de início e fim de período (Q_i e Q_f). Utilizando critério de tensão trativa média, salvo casos justificados; b) As tubulações serão calculadas em lâmina livre, sendo Y_i a lâmina correspondente à vazão inicial e Y_f , a lâmina correspondente à vazão final de dimensionamento. c) O valor mínimo aceitável de velocidade deverá ser igual ou maior que 0,5 m/s e a velocidade máxima igual a 5,0 m/s, salvo em casos justificados.
- Infiltração: A taxa de infiltração adotada para os coletores será de 0,002 l/s.m, com base no projeto básico.

5.2. CÁLCULO

O cálculo dos coletores de esgoto e seu desenho foram realizados com o uso do Sistema SANCAD - Módulo ESG. O Sistema SANCAD - Módulo ESG é um aplicativo para projeto e dimensionamento de redes coletoras de esgotos sanitários pelas normas ABNT N-BR-9649/86 (critério da tensão trativa) e P-NB-567/75, desenvolvido para ser utilizado em conjunto com o software gráfico AUTOCAD (produto da Autodesk Inc.).

A metodologia de trabalho consiste em lançar graficamente a rede sobre a planta topográfica no AUTOCAD, gerar arquivo de exportação de dados em formato neutro, ler o arquivo no aplicativo de cálculo, dimensionar a rede, gerar os arquivos de retorno das informações do cálculo para o AUTOCAD e obter a planta final.

A numeração adotada é dupla “coletor-trecho” e o programa dimensiona os coletores com base na propagação das vazões, no recobrimento e no diâmetro mínimo, na relação h/d máxima e na declividade econômica (acompanhando ao máximo a topografia, evitando acréscimos de escavação).

Tendo-se o comprimento total da rede, a população a ser esgotada em início e fim de plano e os parâmetros de consumo de água, como per capita, coeficiente diário K_1 e horário K_2 , os coeficientes de retorno e de infiltração, determina-se a vazão de coleta linear, em l/s.m. As vazões calculadas nos trechos propagam-se das cabeceiras para as pontas, até atingir seu maior valor no trecho até o ponto final do coletor.

Com as vazões de início e fim de plano para cada trecho calcula-se o diâmetro, a declividade (sempre o programa procurando a mais econômica) e demais parâmetros de escoamento.

5.3. DADOS DO COLETOR

Os dados do coletor nada mais são que o resultado do processamento o qual contém a numeração dos coletores e seus trechos, a numeração dos poços de visita, o comprimento dos

trechos, as cotas de terreno, as profundidades, os diâmetros, as declividades, as vazões iniciais e finais, as velocidades iniciais e finais, as velocidades críticas, as lâminas d'água e as tensões trativas. Tais informações estão representadas no ANEXO 3 deste relatório.

A vazão em marcha (qm), em l/s.m, foi calculada para cada área de contribuição, dividindo sua vazão pelo seu comprimento total de rede.

Através da planta de caminhamento da rede do município de Colatina, fornecida pela SANEAR (Anexos 1 e 2) foi possível calcular a extensão de rede que contribui para cada trecho do coletor e dessa forma, multiplicando a extensão pelo qm, foi calculada a vazão concentrada em cada ponto.

6. DESCRITIVO DAS ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE

6.1. SISTEMA DE ELEVATÓRIAS EM PARALELO (LINHA DE RECALQUE COMUM)

O sistema de recalque com elevatórias em paralelo – que utiliza uma linha de recalque comum às várias elevatórias – foi adotado por ser tecnicamente adequado, econômico e conveniente sob aspecto operacional.

Sob a ótica técnico-hidráulica, o sistema exige o atendimento a duas condições extremas: (1) a situação em que todas as elevatórias estejam operando simultaneamente; e (2) a situação em que apenas uma das elevatórias, qualquer delas, esteja operando.

Na primeira situação, com todas as elevatórias operando simultaneamente, ter-se-á uma condição hidráulica onde as vazões veiculadas na linha de recalque serão máximas e, por consequência, as alturas manométricas a serem vencidas por cada elevatória também serão máximas.

Na segunda situação, com apenas uma elevatória operando, a condição hidráulica será oposta à anterior, com mínima altura manométrica para a elevatória que estiver operando.

Para que um mesmo conjunto moto-bomba atenda às duas situações mantida a vazão de recalque, pode-se utilizar um sistema de variação da velocidade de rotação do conjunto moto-bomba de forma a ajustar a curva da bomba à curva do sistema – sistema relativamente simples com a tecnologia atual. O cuidado necessário é quanto às características operacionais do conjunto moto-bomba, que deverá atender a ambas condições operacionais dentro de sua faixa de eficiência. Para isto deverá haver especial atenção na aquisição dos equipamentos e, no seu recebimento, na verificação do atendimento às suas especificações, onde estarão registradas as variações de rotação que deverão ser suportadas.

Econômica e financeiramente, a grande vantagem do sistema de elevatórias em paralelo, tanto para implantação como para operação, é reduzir cada elevatória às condições estritamente necessárias para recalcar apenas as vazões de sua sub-bacia de contribuição – contrariamente ao sistema de elevatórias em série, onde cada elevatória precisa ser dimensionada para a vazão de sua sub-bacia mais as vazões das sub-bacias que lhe estão a montante, resultando obras civis e equipamentos de maior porte.

Sob o aspecto operacional, o sistema de elevatórias em paralelo apresenta uma flexibilidade inexistente no sistema em série, qual seja, permitir a interrupção de qualquer das elevatórias sem com isto comprometer o funcionamento das demais. Assim, seja por motivo de quebra, de manutenção, ou qualquer outra razão, pode-se isolar cada uma das elevatórias sem prejuízo do funcionamento do restante do sistema de transporte de esgotos.

Em adição aos aspectos favoráveis supracitados, soma-se a minimização dos impactos ambientais decorrente da minimização dos fluxos a serem lançados no sistema de drenagem pluvial na eventualidade de interrupção de qualquer das unidades de recalque.

Complementando a formulação deste conceito de transporte, vale mencionar ainda dois aspectos intervenientes no detalhamento desta solução, a saber:

- Equacionamento do problema dos regimes transitórios e;
- Sistema de comando e automação a ser utilizado.

O equacionamento dos problemas de regimes transitórios deve ser focado como uma análise básica em qualquer sistema que envolva bombeamento em dutos de recalque de extensões significativas. A conclusão dessa análise pode indicar a necessidade de instalação de dispositivos de proteção da rede em pontos estratégicos, como por exemplo chaminés de equilíbrio, que consistem de uma câmara ou tanque aberto (pressão atmosférica), conectado à linha a ser protegida, com finalidade de preencher a linha no momento da tendência de separação da coluna líquida.

No tocante à automação, deverão ser instalados dispositivos que garantam o funcionamento dos conjuntos moto-bomba dentro das faixas permitidas das curvas características do fabricante. Para o ajuste da rotação das bombas, deverá ser feita a introdução de medidor de pressão na linha de recalque de cada elevatória, de forma que o sinal do medidor controle a rotação da (s) bomba (s), limitando a vazão recalcada, conforme a pressão do sistema, ditada pela quantidade de elevatórias operando em paralelo.

A adequação deste ajuste é demonstrada mais adiante, onde são apresentadas as curvas características do sistema para as duas hipóteses extremas (operação de todas as elevatórias e operação de uma única elevatória).

6.2. CRITÉRIOS DE PROJETO

O projeto das elevatórias de esgoto será dimensionado de acordo com o disposto na Norma Brasileira NBR 12208 “Projeto de Estações Elevatórias de Esgotos Sanitários”.

Serão previstos conjuntos moto-bombas do tipo submersíveis para esgoto, de comando automático, com base de assentamento e guia de instalação, mantendo sempre uma unidade de reserva. A vazão de recalque da elevatória deverá ser igual ou superior à vazão máxima afluente ao poço de sucção. Os conjuntos deverão suportar com eficiência operacional redução da rotação para até 74% da rotação nominal.

Serão observadas as seguintes velocidades, para a condição de todas elevatórias operando:

- Sucção – entre 0,60 e 1,50 m/s;

- Recalque – entre 0,60 e 2,50 m/s.

Para cálculo do volume do poço de sucção, será considerada a vazão de bombeamento e o menor intervalo de tempo entre as partidas consecutivas da bomba, o qual será adotado um tempo médio de 10 minutos e máximo de 30 minutos. O poço de sucção terá diâmetro mínimo igual a 2,00 m, a fim de facilitar a manutenção no interior do mesmo.

O dispositivo de remoção de sólidos grosseiros será por meio de grade de barras de limpeza manual com espaçamento de 2,5 cm entre barras e inclinação de 60° em relação a horizontal. Este dispositivo será instalado a montante da caixa de areia, os resíduos removidos do gradeamento, serão depositados na canaleta destinada a esse fim e deverá ser removido periodicamente, devendo ser disposto em aterro sanitário.

As elevatórias serão providas de extravasor de vazão igual à máxima afluente, que será posicionado adequadamente para lançamento na drenagem, córregos ou rios.

Serão instalados, em cada elevatória, sistema de içamento dos conjuntos moto-bombas, sendo braço giratório para as de menor porte e as demais através de monovia com talha para auxiliarem os serviços de manutenção.

O canal de gradeamento e retenção de areia será dotado de escada em estrutura de concreto para acesso a canaleta de recolhimento do material gradeado, proporcionando maior segurança aos técnicos de operação nas atividades de manutenção da mesma.

A área da elevatória será urbanizada e composta pelos seguintes elementos: muro de 2,30 metros de altura, portão de 4,0 metros de largura, pavimentação, paisagismo e iluminação.

Os odores liberados pelos gases: sulfídrico e amônia, provenientes do esgoto, será conduzido até o biofiltro que utilizará o processo biológico para tratamento destes gases, com intuito de eliminar nesta unidade possível odor durante a operação do sistema. O princípio de funcionamento do biofiltro é a percolação do gás poluente, através de um meio suporte úmido, de origem natural, onde estão fixados os microorganismos para tratamento por processo biológico.

Todas estas unidades serão contornadas por piso de concreto executado sobre o solo conforme definido na planta de urbanização.

Tanto o barrilete de recalque quanto a descarga da linha de recalque serão executados externamente à estrutura da elevatória. O barrilete será executado elevado sobre o piso de concreto do entorno da elevatória. A descarga será executada na parte já enterrada da linha de recalque, já fora do piso de concreto, em tubos e conexões de ferro fundido dúctil, com lançamento do efluente no poço de sucção.

A menos de menção explícita em contrário constante nos desenhos do projeto, a tubulação exposta ou instalada no interior da elevatória, até a caixa do medidor de vazão, será de ferro fundido dúctil com junta flangeada. As válvulas, conexões e outros acessórios terão as características especificadas na lista de materiais da unidade.

O material a ser utilizado nas tubulações de recalque com diâmetro de 100 à 500 mm é o PVC para esgoto pressurizado 1Mpa JEI, cujo diâmetro externo é compatível com o Ferro Fundido. Para diâmetros acima de 500 mm e casos de travessias com tubulação aérea, o material utilizado será o Ferro Fundido. As peças de conexões também serão em Ferro Fundido.

O recobrimento mínimo para assentamento da tubulação no leito da via de tráfego é de 0,90 m para localidades Municipais e 1,50 m para localidades dentro de faixas de domínio estaduais ou federais. Em trechos não expostos à carga rodante, o recobrimento mínimo adotado foi de 0,50 m.

Os painéis elétricos serão instalados acima da cota de inundação (38,56m), uma vez que estes equipamentos podem ser danificados caso fiquem embaixo da água durante uma enchente. Estes equipamentos deverão ser instalados em local de fácil acesso de forma tal que permitam a retirada destes para operação e manutenção.

Conforme ATA de Reunião 0309.AT.0006, a SANEAR solicitou a inclusão de gerador de energia no projeto das elevatórias. Este equipamento deverá ser instalado em etapa futura, portanto, a ARCADIS Logos deverá identificar uma posição adequada para acesso de caminhão e sem amarração da cota de inundação. Não será considerada estrutura civil para o gerador.

6.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE

A seguir será apresentado o descritivo dos trechos e elevatórias previstos para a segunda etapa do projeto.

Os pontos de encontro dos trechos de recalque ocorrerão em caixas, chamadas de caixas de interligação, numeradas na sequência da linha de recalque único, da EEE N01 à ETE Barbados. Essas caixas terão peças como tês e ampliações, conforme necessidade de mudança do diâmetro da tubulação e registros para auxílio na operação e manutenção do sistema. Estações Elevatórias e Linhas de Recalque

6.3.1. Elevatória EEE N06 e Linha de Recalque LR N06

A linha de recalque LR N06 se inicia na EEE N06 e segue até a interligação com o Recalque Único Norte 02 (RU-N02), na Caixa-06. Esta linha e sua elevatória são descritas a seguir.

- **Elevatória EEE N06**

Localizada no Bairro Santa Helena , a elevatória EEE N06 recebe as contribuições provenientes da área de contribuição AC 18 e da EEE N07. Com o sistema de recalque único, essa elevatória deverá transportar o efluente até a ETE Barbados.

A EEE N06 foi projetada em um terreno já desapropriado. O mesmo não possui muro, necessitando assim, de executá-lo em toda sua extensão e obedecerá ao padrão da SANEAR. O terreno apresenta grande declive e por este motivo foi projetado um muro de contenção. O acesso a elevatória será pela Rua Vitério Cosme.

A vazão de início de plano é de 4,14 l/s e de final de plano 6,88 l/s. Possui duas bombas com funcionamento alternado (1+1) e a vazão da bomba é de 14,2 l/s. A altura manométrica calculada é de 31,4 mca e a potência das bombas é de 8,2 Kw.

O diâmetro previsto para o barrilete desta elevatória é de 150 mm, sendo seu trecho inicial em F°F° e após caixa de descarga em PVC para esgoto pressurizado, cujo diâmetro externo é compatível com o F°F°.

O painel elétrico será assentado na cota 39,0 m, sobre uma plataforma, uma vez que a cota de inundação é de 38,56 m e o terreno desta elevatória encontra-se na cota 38,50. Esta terá 0,50 m de altura e contará com degraus para acesso e manutenção do painel elétrico.

- **Linha de Recalque LR N06**

A linha de recalque aqui denominada LR N06 é o trecho que está compreendido desde a EEE N06 até a interligação ao Recalque Único Norte 02.

Este trecho, se inicia na estaca 0+0,00, na saída de tubulação de recalque da EEE N06. Posteriormente, segue até a Avenida Brasil, onde se interliga no recalque único RU-N02, na estaca 7+18,24, na Caixa-06 de interligação.

Possui 159,00 m de extensão em tubulações de PVC para esgoto pressurizado ponta e bolsa JEI DN 150 mm.

6.3.2. Elevatória EEE N07 e Linha de Recalque LR N07

A linha de recalque LR N07 se inicia na EEE N07 e segue até o PV que lança na elevatória EEE N06. Esta linha e sua elevatória são descritas a seguir.

- **Elevatória EEE N07**

Localizada no Bairro Santa Helena, a elevatória EEE N07 recebe as contribuições provenientes da área de contribuição AC 19A. Esta elevatória não lança diretamente na linha de recalque único, mas contribui para a mesma de forma indireta, visto que seu lançamento ocorre no poço

de visita (PV) do Coletor Pancas, que contribui para a elevatória EEE N06. Sendo assim, a EEE N07 funciona como elevatória de reversão de bacia.

A EEE N07 foi projetada em um terreno que não foi desapropriado. Não possui muro, necessitando assim, de executá-lo em toda sua extensão e o mesmo obedecerá ao padrão da SANEAR. Para que o esgoto da área de contribuição chegue até a elevatória, faz-se necessário executar aproximadamente 140,00 metros de rede coletora PVC DN150 até o PV de entrada da elevatória (ver projeto da elevatória).

A vazão de início de plano é de 1,32 l/s e de final plano 3,93 l/s. Possui duas bombas com funcionamento alternado (1+1) e a vazão da bomba é de 6,01 l/s. A altura manométrica calculada é de 12,3 mca e a potência das bombas é de 2,85 Kw.

O diâmetro calculado para o barrilete desta elevatória é de 80mm. Por solicitação da SANEAR, conforme ATA de reunião de número 0309.AT.0005, o diâmetro mínimo para barrilete e linha de recalque foi de 100 mm. O trecho inicial deste barrilete é em F°F° e após caixa de descarga, em PVC para esgoto pressurizado, cujo diâmetro externo é compatível com o F°F°. A vazão da bomba foi ajustada para que se tivesse uma velocidade mínima de escoamento igual a 0,60m/s definido pela Norma Técnica.

O painel elétrico será assentado na cota 44,90 m, uma vez que, a cota de inundação é de 38,56 m e o terreno desta elevatória encontra-se na cota 44,80 m.

- **Linha de Recalque LR N07**

A linha de recalque aqui denominada LR N07 é o trecho que está compreendido desde a EEE N07 até o PV que lança na elevatória EEE N06

Este trecho, por não fazer parte da linha de recalque único, se inicia na estaca 0+0,00, na saída de tubulação de recalque da EEE N07. Posteriormente, percorre a Rua Graça-Aranha, até chegar na Rodovia BR-259, onde faz uma travessia pela Ponte sobre o Rio Pancas e tem seu lançamento na EEE N06.

Possui 518 m de extensão em tubulações de PVC para esgoto pressurizado ponta e bolsa JEI DN 100 mm.

6.3.3. Desodorização por Biofiltro

Os odores liberados pelos gases: sulfídrico e amônia, provenientes do esgoto, será conduzido até o biofiltro que utilizará o processo biológico para tratamento destes gases, com intuito de eliminar na implantação desta unidade possível odor durante a operação do sistema.

O princípio de funcionamento do biofiltro é a percolação do gás poluente, através de um meio suporte úmido, de origem natural, onde estão fixados os microorganismos para tratamento por processo biológico.

Para desenvolvimento de projetos de Biofiltros devem ser levados em conta o tipo e composição do material composto, a porosidade, a distribuição do gás na camada filtrante, a manutenção da umidade e controle da temperatura dentre os mais importantes.

6.3.3.1. Parâmetros Operacionais

A seguir apresentamos os parâmetros operacionais para dimensionamento do Biofiltro:

- **Material filtrante**

Os principais requisitos a serem levados em consideração para uso dos materiais filtrantes em biofiltros são porosidade uniforme a partir de partículas de dimensões semelhantes com boas áreas superficiais, capacidade tampão para controle do pH, além de capacidade suporte para conter uma grande população de microorganismos.

Como materiais filtrantes para uso em biofiltros podem incluir composto orgânico, turfa, materiais sintéticos (até um limite definido), dentre outros.

No passado diversos tipos de solo foram usados, entretanto, não são mais recomendados em face da excessiva perda de carga e da colmatação (entupimento).

No caso do material filtrante é conveniente a mistura de material composto com materiais fibrosos de modo a formar um leito com características ao bom funcionamento do biofiltro, mantendo a porosidade, controlando a umidade rigorosamente, mantendo o pH, etc. A mistura admite um percentual de material sintético até 50% da camada filtrante, que ajuda na manutenção da porosidade e funciona como material transportador e fixador de microorganismos.

- **Distribuição dos gases a serem tratados**

Importante fator em um projeto de um biofiltro é a forma de introduzir o gás a ser tratado. Varias maneiras podem ser usadas tais como: tubos perfurados, placas perfuradas pré-fabricadas, plenum etc.

No caso do projeto em discussão estamos optamos pelo uso do Plenum.

- **Controle da umidade**

Um dos itens mais críticos para sucesso de funcionamento operacional de um biofiltro é a manutenção da umidade da camada filtrante dentro dos parâmetros ideais.

Se a umidade é muito baixa, a atividade biológica irá diminuir sensivelmente. Se a umidade for muito alta, o fluxo de ar será restrito e condições anaeróbicas podem ser desenvolvidas no leito filtrante. Assim a experiência e a literatura técnica disponível sobre o assunto recomendam umidade entre 50 a 65% definida conforme a seguir:

Umidade contida % = (quantidade de água / quantidade de água + quantidade de material seco) x 100

A umidade deve ser mantida por adição de água na parte superior da camada filtrante, usando sistema de spray em forma de nevoa. A umidade relativa do gás na entrada do biofiltro tende a secar o meio filtrante sendo, portanto necessário acrescentar água para manter a umidade ótima.

A temperatura do gás altera substancialmente a umidade da camada filtrante devendo ser adicionada água na faixa de 0,75 a 1,25 m³/m². dia conforme as condições do gás e do clima da região.

- **Controle de Temperatura**

A temperatura de operação do biofiltro deve ficar entre 15 a 45 °C, sendo a variação ideal entre 25 a 35°C. Em climas frios, biofiltros precisam de ar aquecido insuflado para manter as condições ideais. Ao contrario em climas quentes o gás deve ser resfriado na entrada do biofiltro. Estes casos no Brasil dificilmente podem acontecer.

As operações com temperaturas mais altas entre 45 a 60°C é possível desde que sejam constantes, ou seja, sem variações grandes.

6.3.3.2. Parâmetros Operacionais Utilizados no Dimensionamento do Biofiltro

A dimensão do Biofiltro é baseada principalmente considerando-se o tempo de residência do gás na camada filtrante, na taxa de filtração adotada e da constituição da capacidade de transformação da camada filtrante.

A literatura técnica disponível e a experiência recomendam o uso dos seguintes parâmetros para bom desempenho da camada filtrante e dimensionamento do biofiltro:

- Tempo de residência em vazio:

TRV = V_f/Q V_f = volume da camada filtrante (inclui material composto e material inerte como demonstrado no corte do biofiltro)

Q = Taxa volumétrica do gás m³/h

- Tempo de residência:

$$TR = V_f \times \alpha / Q \quad V_f = \text{volume da camada filtrante}$$

$$Q = \text{Taxa volumétrica do gás } m^3/h$$

$$\alpha = \text{porosidade da camada filtrante}$$

- Taxa de aplicação:

$$TA = Q / A_f = m^3/m^2/h \quad A_f = \text{área de filtração}$$

$$Q = \text{taxa volumétrica do gás}$$

- Taxa de aplicação superficial:

$$TAS = Q \times C_o / A_f = \quad C_o = \text{concentração do gás influente } g/m^3$$

$$Q = \text{Taxa volumétrica do gás } m^3/h$$

$$A_f = \text{área de filtração do leito filtrante}$$

- Taxa volumétrica de carregamento

$$TVC = Q / V_f =$$

- Eficiência de remoção (%):

$$ER = (C_o - C_e) / C_o \quad C_o = \text{concentração do gás influente } (g/m^3)$$

$$C_e = \text{concentração do gás efluente } (g/m^3)$$

- Capacidade de eliminação:

$$CE = Q (C_o - C_e) / V_f = g/m^3/h$$

Quadro 9. Fatores típicos para o dimensionamento do Biofiltro

Item	unidade	Valor adotado	Variação para o biofiltro
Concentração de oxigênio O_2 /gás oxidável	-	100	100
Umidade	%	50	50 – 65
Temperatura ótima	°C	20	15 – 35°C
pH	-	7	6 – 8
Porosidade	%	35	35 – 50%
Tempo de retenção de gás	s	60	30 - 60
Altura da Camada Filtrante	m	1	1,0 – 1,25

Item	unidade	Valor adotado	Variação para o biofiltro
Concentração do gás na entrada	g/m ³	100	10 - 100
Taxa de aplicação superficial	m ³ /m ² .h	95	10 - 100
Taxa de aplicação volumétrica	m ³ /m ² .h	100	10 - 100
Aplicação de água	m ³ /m ² .dia	0,75	0,75 – 1,25
Capacidade de eliminação de H ₂ S	g/m ³ .h	80	80 - 130
Eliminação de outros gases	g/m ³ .h	20	20 - 100
Pressão no Plenum	Mmca	300	300 - 500

7. MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS ELEVATÓRIAS E LINHA DE RECALQUE

7.1. CRITÉRIO E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

Os cálculos de dimensionamento das estações elevatórias e respectivas linhas de recalque foram desenvolvidos baseados nos seguintes critérios e parâmetros:

- Vazões Afluentes

Foram adotadas as vazões resultantes da projeção da população para início de plano em 2015 e não 2010 como consta no projeto básico.

Desta forma as vazões afluentes adotadas para dimensionamento das elevatórias são as de início de plano (2015) e fim de plano (2030). A máxima vazão afluente foi considerada a vazão máxima horária em fim-de-plano. A vazão mínima afluente foi calculada como 50% da vazão média.

- Volume útil do poço de bombas

Foi calculado em função das vazões afluentes, da vazão de recalque e do máximo número de partidas por hora aceitável pelos motores dos conjuntos de recalque.

Foram desconsiderados os volumes correspondentes aos conjuntos de recalque, às tubulações e aos acessórios instalados no poço dentro do volume útil considerado.

- Vazão de recalque

Foi adotada inicialmente como 20% superior à vazão máxima afluente à elevatória. Após a seleção da bomba, foi ajustada para a vazão do ponto de trabalho, e ajustadas as dimensões do poço para esta vazão de projeto.

- Número de partidas por hora

Foi adotado que os motores deverão suportar um máximo de 6 partidas por hora. Considerando que serão instalados dois conjuntos de recalque que funcionarão alternadamente, a elevatória terá que se limitar a um máximo de 12 partidas por hora.

- Tempo máximo de Detenção dos esgotos

Embora as elevatórias sejam dotadas de biofiltros, o que elimina o problema de emissão de gases devidos à septicidade dos esgotos retidos no poço da elevatória, para efeito de cálculo foi adotado 30 minutos como o máximo tempo de detenção dos esgotos, entendido este como o tempo de enchimento do volume útil do poço.

- Seleção das Bombas

Para efeito de cálculo e seleção das bombas do sistema em recalque único, foram verificadas as condições (1) para apenas uma elevatória operando e (2) para todas as elevatórias operando simultaneamente, o que permitirá avaliar as condições extremas operacionais. Atendidas estas condições extremas, quaisquer outras condições operacionais serão atendidas mediante adequada instrumentação dos sistemas que permitirão variar as rotações dos motores para atender as condições operacionais requeridas.

Sendo assim, as elevatórias, quando necessário, serão dotadas de inversores de frequência que permitirão adequar as vazões recalçadas por cada uma das elevatórias às alturas manométricas resultantes das vazões veiculadas por cada trecho da Linha de Recalque (LR), função da operação ou interrupção das demais elevatórias.

As bombas foram selecionadas a partir das vazões e alturas manométricas no cenário “com todas as elevatórias operando” no ponto imediatamente superior às vazões máximas afluentes às elevatórias respectivas.

O ponto de operação foi obtido a partir do cruzamento da curva da bomba com a curva do sistema de recalque, considerando a vazão recalçada pela bomba mais as vazões adicionais ao longo do trecho, advindas das elevatórias dispostas em paralelo à linha de recalque principal.

- Cálculo do diâmetro das linhas de recalque

Para a definição dos diâmetros a serem estudados será utilizada a equação de Bresse, apresentada a seguir:

$$D = K \times \sqrt{Q}, \text{ onde:}$$

- D = Diâmetro nominal da tubulação, em m;
- K = Coeficiente de Bresse, adimensional, cujo valor adotado foi de 1,1;
- Q = Vazão, em m³/s.

Os diâmetros pré-selecionados atendem às velocidades limites de escoamento para as tubulações de sucção e recalque definidas nos critérios de projeto.

- Cálculo das perdas de carga

A altura manométrica será determinada a partir da seguinte expressão:

- $H_m = H_g + h_{fc} + h_{fl} + 2,0$ (folga), sendo:
- H_m = altura manométrica, em m;
- H_g = altura geométrica, em m;
- H_{fd} = perda de carga distribuída, em m;
- H_{fl} = perda de carga localizada, em m.

As perdas de carga distribuídas foram calculadas pela fórmula de Darcy-Weisbach ou “fórmula Universal”, apresentada abaixo:

$$H_{fd} = f \times \frac{L \times v^2}{D \times 2g}, \text{ onde:}$$

- H_{fd} = perda de carga distribuída ao longo do comprimento do tubo, em mca;
- f = coeficiente de atrito, adimensional;
- L = comprimento do tubo (m);
- v = velocidade do fluido no interior do tubo (m/s);
- D = Diâmetro interno do tubo (m);
- g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²).

Para o cálculo do coeficiente de atrito “f”, é utilizado o coeficiente de rugosidade absoluta (K). O material da linha de recalque único projetado foi o PVC para esgoto pressurizado 1MPa JEI e portanto, o coeficiente utilizado foi de K=0,06 mm.

As perdas de carga localizadas foram calculadas a partir das singularidades e correspondentes coeficientes “K”, obtidos da literatura corrente. Foram calculadas pela expressão:

$$H_{fl} = \frac{Kv^2}{2g}, \text{ onde:}$$

- K = coeficiente que depende da forma da peça (adimensional);
- v = velocidade do fluido no interior do tubo (m/s);
- g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²).

Os valores de K para cada singularidade foram extraídos do livro Manual de Hidráulica de Azevedo Netto.

A velocidade de sucção e de recalque será obtida através da expressão:

$$v = \frac{Q}{A}, \text{ onde:}$$

- v = velocidade, em m/s;
- Q = vazão, em m³/s;
- A = área da tubulação, em m².

7.2. DIMENSIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS E LINHAS DE RECALQUE

O dimensionamento considera que cada elevatória terá capacidade para recalcar a vazão máxima a ela afluyente. Assim, na avaliação de cada elevatória, quando na condição de operação simultânea de todas as elevatórias, se fará variar a vazão dessa elevatória, e se considerará que as demais elevatórias estarão recalcando a máxima vazão a elas afluentes.

7.2.1. Elevatória EEE N06 e Linha de Recalque LR N06

O projeto da estação elevatória de esgoto EEE N06 atenderá às seguintes vazões:

Tabela 1. Vazões de contribuição da EEE N06

Ano	População (Hab)	Vazão Afluyente (l/s) - Qa			Vazão de Recalque (l/s) - Qb
		Mínima	Média	Máxima	
2020	1.276	1,64	2,60	4,14	12,4
2030	2.121	2,73	4,33	6,88	12,4

7.2.1.1. Gradeamento

As grades são dimensionadas para velocidade do efluente líquido através das barras entre 0,40 e 0,75 m/s, sendo mais utilizada a velocidade de 0,6m/s.

Classificação da grade de barras: Grade média (20 a 40 mm)

Vazão afluyente:	6,88 l/s
Largura do Canal:	0,60m
Espaçamento entre barras:	25 mm
Seção da barra	5/16" x 1.1/2" (8,0 mm x 38,1 mm)

Inclinação 60°
Velocidade na grade: 0,45 m/s

7.2.1.2. Caixa de areia

As velocidades na caixa de areia devem situar-se no intervalo entre 0,15 e 0,30 m/s.
Velocidade adotada 0,30m/s.

- Vazão 1.069,63 m³/dia
- Taxa de areia (T) 30 l/1000m³
- Período de limpeza (t) 15 dias
- Volume de areia $Va = Q_{med} * t * T = 0,16m^3$
- Profundidade do canal $ha = \frac{Va}{b \times L} = 0,15m$
- Profundidade do canal adotado 0,30m
- Largura do canal 0,80 m
- Comprimento do canal 2,00m
- Taxa de escoamento 900,00 m³ / m² x dia
- Quantidade de material retido: 0,22 m³/semana

7.2.1.3. Poço de Sucção

Para dimensionamento do poço de sucção foram utilizados os parâmetros demonstrados no Quadro abaixo.

Quadro 10. Características do Poço da EEE N06.

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDADE
Vazão de recalque da bomba	12,4	l/s
Tempo mínimo de partida do conjunto moto-bomba, t:	10,0	minutos
Altura útil do poço de sucção:	0,60	metros
Volume do poço de sucção:	1,89	$V = (Q_{recalque} \times t) / 4 \text{ (m}^3 \text{)}$
Diâmetro do poço de sucção:	2,00	metros
Tempo de detenção máximo (vazão média afluente inicial)	10,86	minutos
Tempo de detenção mínimo (vazão média afluente final)	14,54	minutos

7.2.1.4. Características da Linha de Recalque LR N06

Verificação do Diâmetro econômico do recalque – Fórmula de Bresser:

$$D = K * Q^{1/2}, \quad K = 1,1 \quad e \quad Q = 12,6 \text{ l/s}$$

$$D \text{ calculado} = 0,123 \text{ m} \quad D \text{ adotado} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Velocidade} = 0,67 \text{ m/s}$$

O diâmetro adotado para o barrilete da EEE N06 e para o trecho LR N06 da linha de recalque foi de DN = 150 mm.

Quadro 11. Características da Linha de Recalque.

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDADE
Diâmetro da Tubulação	150	milímetros
Extensão da Linha de Recalque	158,24	metros
N.A mínimo na Sucção	34,12	metros
Cota mais elevada do trajeto	57,09	metros
Folga considerada	2,00	metros
Desnível Geométrico de Recalque	22,97	metros

A seguir são apresentadas as perdas de carga localizadas do Barrilete da EEE N06 e do trecho LR N06, calculadas a partir das singularidades.

Quadro 12. Perdas de carga no Barrilete da EEE N06 e na LR N06.

Peças	DN	Quant.	K	K Total
Barrilete				
Ampliação gradual	150x80	1	0,3	0,3
Curva 90°	150	2	0,4	0,8
Curva 45°	150	2	0,2	0,4
Válvula de Retenção	150	1	2,5	2,5
Válvula Gaveta	150	1	0,2	0,2
Junção	150	1	0,4	0,4
Tê passagem plena	150	1	0,6	0,6
Linha de Recalque LR N01				
Curva 22°	150	1	0,1	0,1
Curva 11°	150	1	0,1	0,1
Válvula Gaveta	150	1	0,2	0,2
Ampliação gradual	150x200	1	0,3	0,3
Tê saída de lado	500x200	1	1,3	1,3
Total				7,20

Para o dimensionamento da bomba da elevatória, além das singularidades apresentadas acima, foram consideradas as perdas dos demais trechos pertencentes ao recalque único RU-N02.

7.2.1.5. Curva do Sistema

Para o traçado da curva do sistema, foram calculadas as alturas manométricas correspondentes às vazões mínima, máxima e demais dentro desse intervalo, conforme descrito nos critérios e parâmetros de dimensionamento. Esse cálculo foi realizado para as situações extremas: a elevatória em questão operando sozinha e todas elevatórias operando em paralelo.

Dessa forma, temos uma curva do sistema com um valor de altura manométrica correspondente a cada valor de vazão simulado.

Na condição de operação simultânea de todas as elevatórias, se fará variar a vazão da elevatória em questão, e se considerará que as demais elevatórias estarão recalcando a máxima vazão a elas afluentes.

A seguir são apresentadas as planilhas de cálculo e curvas do sistema para a situação da bomba operando sozinha e operando em paralelo com as demais. O ponto de operação foi obtido a partir do cruzamento da curva da bomba com a curva do sistema de recalque.

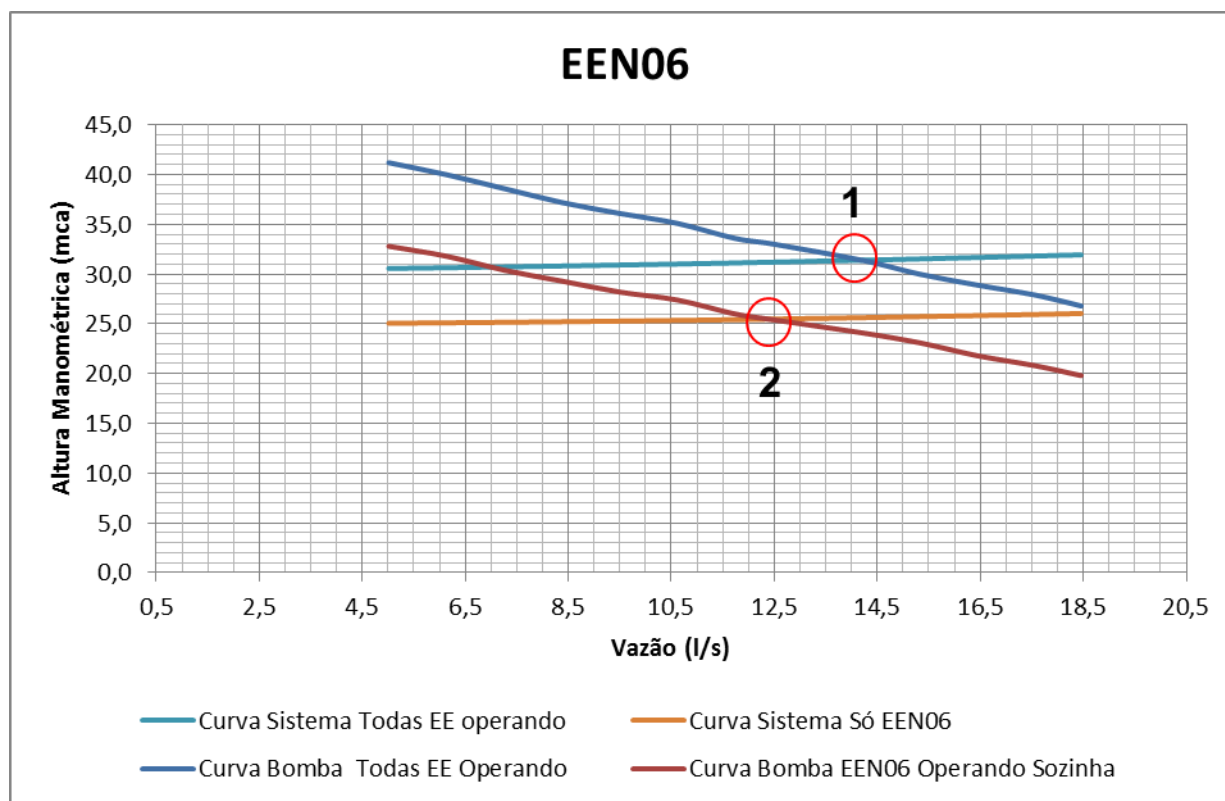
	EEE N06 OPERANDO SOZINHA													
LR N09 - 1707m - DN 500														
Vazão (l/s)	5,0	6,1	7,3	8,4	9,5	10,6	11,7	12,5	14,2	15,3	16,4	17,6	18,5	
Velocidade da LR (m/s)	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	
Perda de carga unitária (m/m)	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	
Perda de carga distribuída (m)	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	
Perda localizada LR (m)	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,0010	
Perda localizada EE (barrilete) (m)	0,017	0,025	0,035	0,046	0,060	0,075	0,091	0,104	0,134	0,156	0,179	0,204	0,226	
PERDA TOTAL EE+LR	0,09	0,14	0,18	0,24	0,31	0,38	0,46	0,51	0,65	0,75	0,86	0,98	1,08	
Desnível Geométrico (m) = 25,0	CENÁRIO PARA EEE N06 OPERANDO SOZINHA													
Vazão da EEE N06	5,0	6,1	7,3	8,4	9,5	10,6	11,7	12,5	14,2	15,3	16,4	17,6	18,5	
Altura manom. Total (mca)	25,1	25,1	25,2	25,2	25,3	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9	26,0	

Figura 6. Características da Linha de Recalque com apenas a EEE N06 Operando

	EEE N06 COM TODAS EE OPERANDO													
LR N09 - 1707m - DN 500	207,40 (Q adicional EEN04+EEN05)													
Vazão (l/s)	212,4	213,5	214,7	215,8	216,9	218,0	219,1	219,9	221,6	222,7	223,8	225,0	225,9	
Velocidade da LR (m/s)	1,13	1,14	1,14	1,15	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,18	1,19	1,20	1,20	
Perda de carga unitária (m/m)	0,00192	0,00194	0,00196	0,00197	0,00199	0,00201	0,00203	0,00205	0,00208	0,00210	0,00212	0,00214	0,00215	
Perda de carga distribuída (m)	3,27	3,30	3,34	3,37	3,40	3,44	3,47	3,49	3,55	3,58	3,62	3,65	3,68	
Perda localizada LR (m)	0,13661	0,138056	0,139509	0,140969	0,142437	0,143913	0,145397	0,146412	0,148685	0,150193	0,151708	0,153231	0,154457	
Perda localizada EE (barrilete) (m)	0,017	0,025	0,035	0,046	0,060	0,075	0,091	0,104	0,134	0,156	0,179	0,204	0,226	
PERDA TOTAL EE+LR	3,50	3,57	3,66	3,74	3,84	3,95	4,06	4,14	4,33	4,46	4,60	4,75	4,87	
Desnível Geométrico (m) = 25,0	CENÁRIO PARA EEN06 COM TODAS EE OPERANDO													
Vazão da EEE N06	5,0	6,1	7,3	8,4	9,5	10,6	11,7	12,5	14,2	15,3	16,4	17,6	18,5	
Altura manom. Total (mca)	30,6	30,6	30,7	30,8	30,9	31,0	31,1	31,2	31,4	31,5	31,7	31,8	31,9	

Figura 7. Características da Linha de Recalque com Todas as Elevatórias Operando

CARACTERIZAÇÃO DA CURVA DA BOMBA



Curvas do Sistema e Pontos de Trabalho – EEE N06

Os pontos de trabalho apontados pela curva do sistema são:

- Ponto 1 – Com todas as elevatórias operando:
 - $Q = 14,2 \text{ l/s}$
 - $AMT = 31,4 \text{ mca}$
- Ponto 2 – com apenas a EEE N06 operando:
 - $Q = 12,5 \text{ l/s}$
 - $AMT = 25,5 \text{ mca}$

7.2.1.6. Extravasor

O extravasor da EEE N06 será instalado no PV de entrada da elevatória. A tubulação será em PVC DN200 mm com extensão aproximada de 16,80 metros até o lançamento que será no Rio Pancas.

7.2.1.7. Biofiltro

▪ Volume da caixa de areia e gradeamento	10,65m ³
▪ Volume do poço de sucção	13,92 m ³
▪ Volume da elevatória	24,57 m ³

Considerando uma taxa de renovação de ar de 5 vezes por hora teremos o volume a ser tratado a 24,57 m³ x 5 renovações/h = 122,83 m³/h.

Taxa de aplicação adotada = 95 m³/m²xh

Altura da camada filtrante selecionada = 1,00 m (0,30 de material inerte na primeira camada e 0,70 de material composto na segunda camada).

Calculo da área de filtragem = 122,83/95 = 1,29 m².

Tempo de residência em vazio = $V_f / Q = 1,29 / 122,83 = 0,010 / h \times 3600s = 38s$. Portanto > 30s atende aos requisitos.

Dimensões do biofiltro:

Circular: Ø = 1,50 metros

Altura do leito filtrante = 1,00 metro

Característica do equipamento de exaustão:

- VAZÃO122,83 m³/hra.
- PRESSÃO.....500mmCA.
- MOTOR..... 3,0CV.
- ROTAÇÃO.....3.500 RPM.
- ROTOR.....Tipo Radial.
- TRANSMISSÃO.....Direta através do eixo do motor
- SUCÇÃO.....Ø 105mm
- DESCARGA.....Ø 88mm

7.2.2. Elevatória EEE N07 e Linha de Recalque LR N07

O projeto da estação elevatória de esgoto EEE N07 atenderá às seguintes vazões:

Tabela 2. Vazões da EEE N07

Ano	População (Hab)	Vazão Afluente (l/s) - Qa			Vazão de Recalque (l/s) - Qb
		Mínima	Média	Máxima	
2020	328	0,68	0,92	1,32	6,01
2030	1.268	1,45	2,41	3,93	6,01

7.2.2.1. Gradeamento

As grades são dimensionadas para velocidade do efluente líquido através das barras entre 0,40 e 0,75 m/s, sendo mais utilizada a velocidade de 0,6m/s.

Classificação da grade de barras: Grade média (20 a 40 mm)

Vazão afluente:	3,93 l/s
Largura do Canal:	0,60m
Espaçamento entre barras:	25 mm
Seção da barra	5/16" x 1.1/2" (8,0 mm x 38,1 mm)
Inclinação	60°
Velocidade na grade:	0,40 m/s

7.2.2.2. Caixa de areia

As velocidades na caixa de areia devem situar-se no intervalo entre 0,15 e 0,30 m/s. Velocidade adotada 0,30m/s.

- Vazão 339,55 m³/dia
- Taxa de areia (T) 30 l/1000m³
- Período de limpeza (t) 15 dias
- Volume de areia $Va = Q_{med} * t * T = 0,10m^3$
- Profundidade do canal $ha = \frac{Va}{b \times L} = 0,15m$

- Profundidade do canal adotado 0,20m
- Largura do canal 0,60 m
- Comprimento do canal 1,30m
- Taxa de escoamento 900,00 m³ / m² x dia
- Quantidade de material retido: 0,07 m³/semana

7.2.2.3. Poço de sucção

Para dimensionamento do poço de sucção foram utilizados os parâmetros demonstrados no Quadro abaixo.

Quadro 13. Características do Poço da EEE N07.

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDADE
Vazão de recalque da bomba	6,01	l/s
Tempo mínimo de partida do conjunto moto-bomba, t:	10,0	minutos
Altura útil do poço de sucção:	0,25	metros
Volume do poço de sucção:	0,90	$V = (Q_{\text{recalque}} \times t) / 4 \text{ (m}^3\text{)}$
Diâmetro do poço de sucção:	2,00	metros
Tempo de detenção máximo (vazão média afluente inicial)	16,80	minutos
Tempo de detenção mínimo (vazão média afluente final)	9,07	minutos

7.2.2.1. Características da Linha de Recalque LR N07

Verificação do Diâmetro econômico do recalque – Fórmula de Bresser:

$$D = K * Q^{1/2}, \quad K = 1,1 \quad e \quad Q = 6,1 \text{ l/s}$$

$$D \text{ calculado} = 0,085 \text{ m} \quad D \text{ adotado} = 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Velocidade} = 0,66 \text{ m/s}$$

O diâmetro adotado para o barrilete da EEE N07 e para o trecho LR N07 da linha de recalque foi de DN = 100 mm.

Quadro 14. Características da Linha de Recalque LR N07

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDADE
Diâmetro da Tubulação	100	milímetros
Extensão da Linha de Recalque	518	metros
N.A. Mínimo na Sucção	39,50	metros
Cota mais elevada do trajeto	48,30	metros
Folga considerada	1,00	metros
Desnível Geométrico de Recalque	9,80	metros

A seguir são apresentadas as perdas de carga localizadas do Barrilete da EEE N07 e do trecho LR N07, calculadas a partir das singularidades.

Quadro 15. Perdas de carga no Barrilete da EEE N07 e na LR N07.

Peças	DN	Quant.	K	K Total
Barrilete				
Ampliação gradual	50x100	1	0,3	0,3
Curva 90°	100	2	0,4	0,8
Curva 45°	100	2	0,2	0,4
Válvula de Retenção	100	1	2,5	2,5
Válvula Gaveta	100	1	0,2	0,2
Junção	100	1	0,4	0,4
Tê passagem plena	100	1	0,6	0,6
Linha de Recalque				
Curva 90°	100	5	0,4	2,0
Curva 45°	100	7	0,2	1,4
Curva 22°	100	2	0,1	0,2
Curva 11°	100	4	0,1	0,4
Tê passagem plena	100	2	0,6	1,2
Total				10,4

7.2.2.2. Curva do Sistema

Para o traçado da curva do sistema, foram calculadas as alturas manométricas correspondentes às vazões mínima, máxima e demais dentro desse intervalo, conforme descrito nos critérios e parâmetros de dimensionamento.

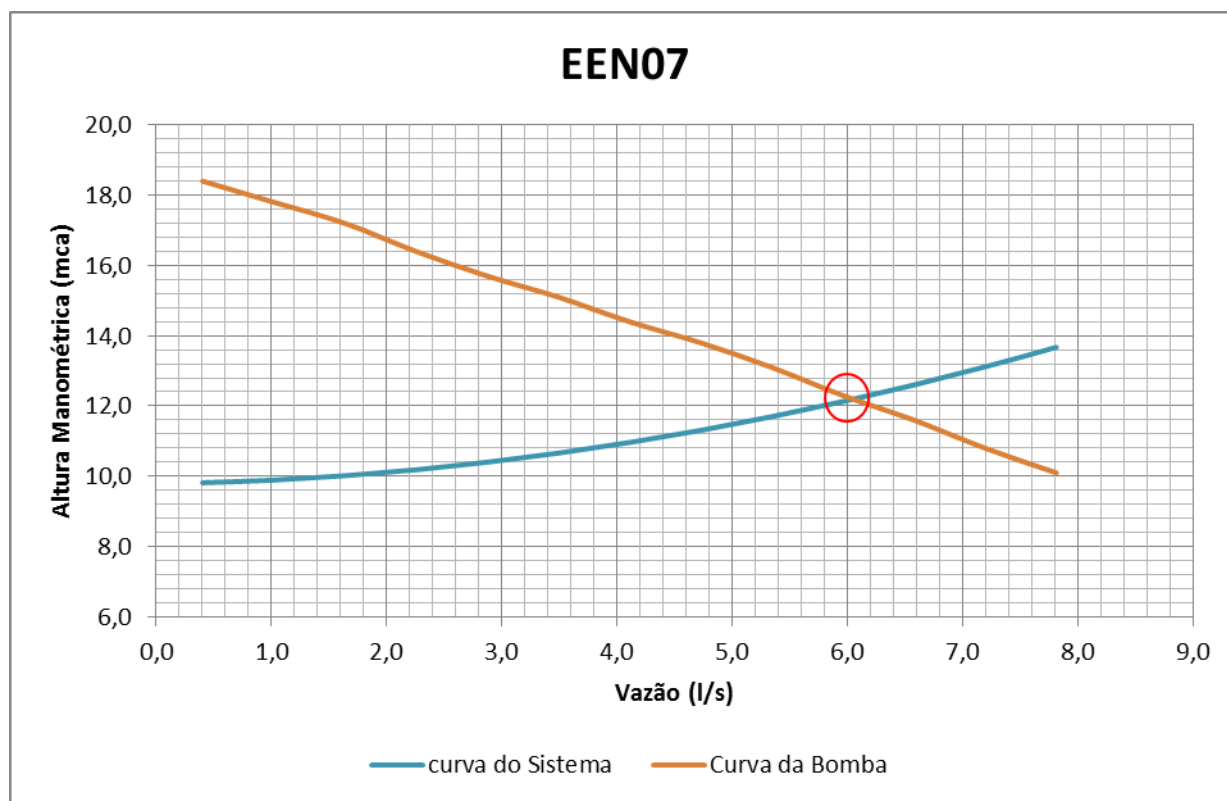
Dessa forma, temos uma curva do sistema com um valor de altura manométrica correspondente a cada valor de vazão simulado.

A seguir é apresentada a planilha de cálculo e curva do sistema para a situação da bomba operando. O ponto de operação foi obtido a partir do cruzamento da curva da bomba com a curva do sistema de recalque.

	EEN07												
LR N07 - 518 m - DN 100													
Vazão (l/s)	0,4	1,0	1,6	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	6,0	6,6	7,2	7,8
Velocidade da LR (m/s)	0,04	0,11	0,18	0,24	0,31	0,38	0,44	0,51	0,58	0,65	0,71	0,78	0,85
Perda de carga unitária (m/m)	0,00003	0,00017	0,00040	0,00070	0,00109	0,00156	0,00210	0,00272	0,00342	0,00419	0,00503	0,00595	0,00695
Perda de carga distribuída (m)	0,02	0,09	0,21	0,36	0,57	0,81	1,09	1,41	1,77	2,17	2,61	3,08	3,60
Perda localizada LR (m)	0,0002	0,0013	0,0034	0,0064	0,0104	0,0153	0,0212	0,0281	0,0359	0,0447	0,0544	0,0651	0,0768
Perda localizada EE (barrilete) (m)	0,001	0,003	0,009	0,016	0,027	0,039	0,055	0,072	0,092	0,115	0,140	0,167	0,197
PERDA TOTAL EE+LR	0,02	0,09	0,22	0,39	0,60	0,86	1,16	1,51	1,90	2,33	2,80	3,32	3,87
Desnível Geométrico (m) = 9,80	CENÁRIO PARA EEE N07 OPERANDO												
Vazão da EEE N07	0,4	1,0	1,6	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	6,0	6,6	7,2	7,8
Altura manom. Total (mca)	9,8	9,9	10,0	10,2	10,4	10,7	11,0	11,3	11,7	12,1	12,6	13,1	13,7

Figura 8. Características da Linha de Recalque da EEE N07 Operando

CARACTERIZAÇÃO DA CURVA DA BOMBA



Curva do Sistema e Ponto de Trabalho – EEE N07

O ponto de trabalho apontado pela curva do sistema é:

- $Q = 6,01 \text{ l/s}$
- $AMT = 12,3 \text{ mca}$

7.2.2.3. Extravasor

O extravasor da EEN 07 será instalado no PV 01 da rede coletora projetada. A tubulação será em PVC DN150 mm com extensão aproximada de 4,00 metros até o PV de drenagem existente nas proximidades.

7.2.2.4. Biofiltro

- | | |
|--|----------------------|
| ▪ Volume da caixa de areia e gradeamento | 12,09 m ³ |
| ▪ Volume do poço de sucção | 16,81 m ³ |
| ▪ Volume da elevatória | 28,90 m ³ |

Considerando uma taxa de renovação de ar de 5 vezes por hora teremos o volume a ser tratado a $28,90 \text{ m}^3 \times 5 \text{ renovações/h} = 144,48 \text{ m}^3/\text{h}$.

Taxa de aplicação adotada = $95 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

Altura da camada filtrante selecionada = 1,00 m (0,30 de material inerte na primeira camada e 0,70 de material composto na segunda camada).

Calculo da área de filtragem = $144,48/95 = 1,52 \text{ m}^2$.

Tempo de residência em vazio = $V_f / Q = 1,52 / 144,48 = 0,010 / \text{h} \times 3600\text{s} = 38\text{s}$. Portanto > 30s atende aos requisitos.

Dimensões do biofiltro:

Circular: $\varnothing = 1,50$ metros

Altura do leito filtrante = 1,00 metro

Característica do equipamento de exaustão:

- VAZÃO144,48m³/hra.
- PRESSÃO.....500mmCA.
- MOTOR..... 3,0CV.
- ROTAÇÃO.....3.500 RPM.
- ROTOR.....Tipo Radial.
- TRANSMISSÃO.....Direta através do eixo do motor
- SUCÇÃO..... \varnothing 105mm
- DESCARGA..... \varnothing 88mm

8. DIMENSIONAMENTO DAS VENTOSAS E DESCARGAS

Por solicitação da SANEAR, o diâmetro mínimo adotado para as ventosas e descargas foi de 100 mm.

• Descargas

$$d = \left(\frac{2 \cdot D^2 \cdot L}{T \cdot (6,524 \cdot h)^2} \right)^{\frac{1}{2}}, \text{ onde:}$$

- d é diâmetro calculado (m);
- D é o diâmetro da adutora em polegadas;
- T é o tempo de esvaziamento em segundos, adotado 30min.

• Ventosas

$$CFS = 0,866(S \cdot D^5)^{\frac{1}{2}}, \text{ onde:}$$

- CFS coeficiente de descarga do ar;
- D é o diâmetro da adutora em polegadas;
- S é relação h/L em m/m.

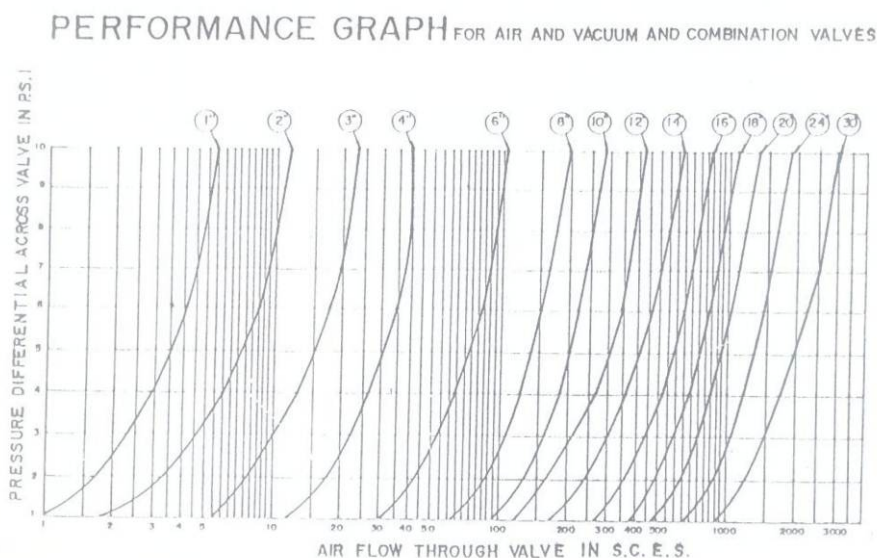


Figura 9. Gráfico de dimensionamento de ventosa

Obs: d (pol) adotado utilizando o gráfico de performance, considerando pressão de colapso de 6 Psi (Figura 9).

8.1. LINHA DE RECALQUE LR N06

A linha de recalque LR N06 será em PVC para esgoto pressurizado DN 150 mm e apresenta 159 m de extensão até a interligação com a linha de recalque único.

Por se tratar de um trecho curto e em active, não precisou da locação de ventosas e descargas em seu caminhamento. O trecho deste recalque utiliza portanto a descarga prevista dentro da elevatória EEE N06.

8.2. LINHA DE RECALQUE LR N07

A linha de recalque LR N07 será em PVC para esgoto pressurizado DN 100 mm, apresenta 518 m de extensão e possui 03 ventosas e 02 descarga. Sendo o diâmetro mínimo adotado para ventosas e descargas também DN100 mm, o mesmo foi selecionado e atende satisfatoriamente a rede em questão.

O quadro a seguir apresenta as características das ventosas e descargas desta linha.

Quadro 1. Características das ventosas e descargas da LR S04.

VENTOSAS		
Número	Estaca	Diâmetro adotado (mm)
Ventosa 1	6+8,51	100
Ventosa 2	16+12,70	100
Ventosa 3	17+5,90	100
DESCARGAS		
Número	Estaca	Diâmetro adotado (mm)
Descarga 1	14+19,40	100
Descarga 2	17+5,20	100

9. ANEXOS

1. CAMINHAMENTO DA REDE COLETORA LADO NORTE

2. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS COLETORES

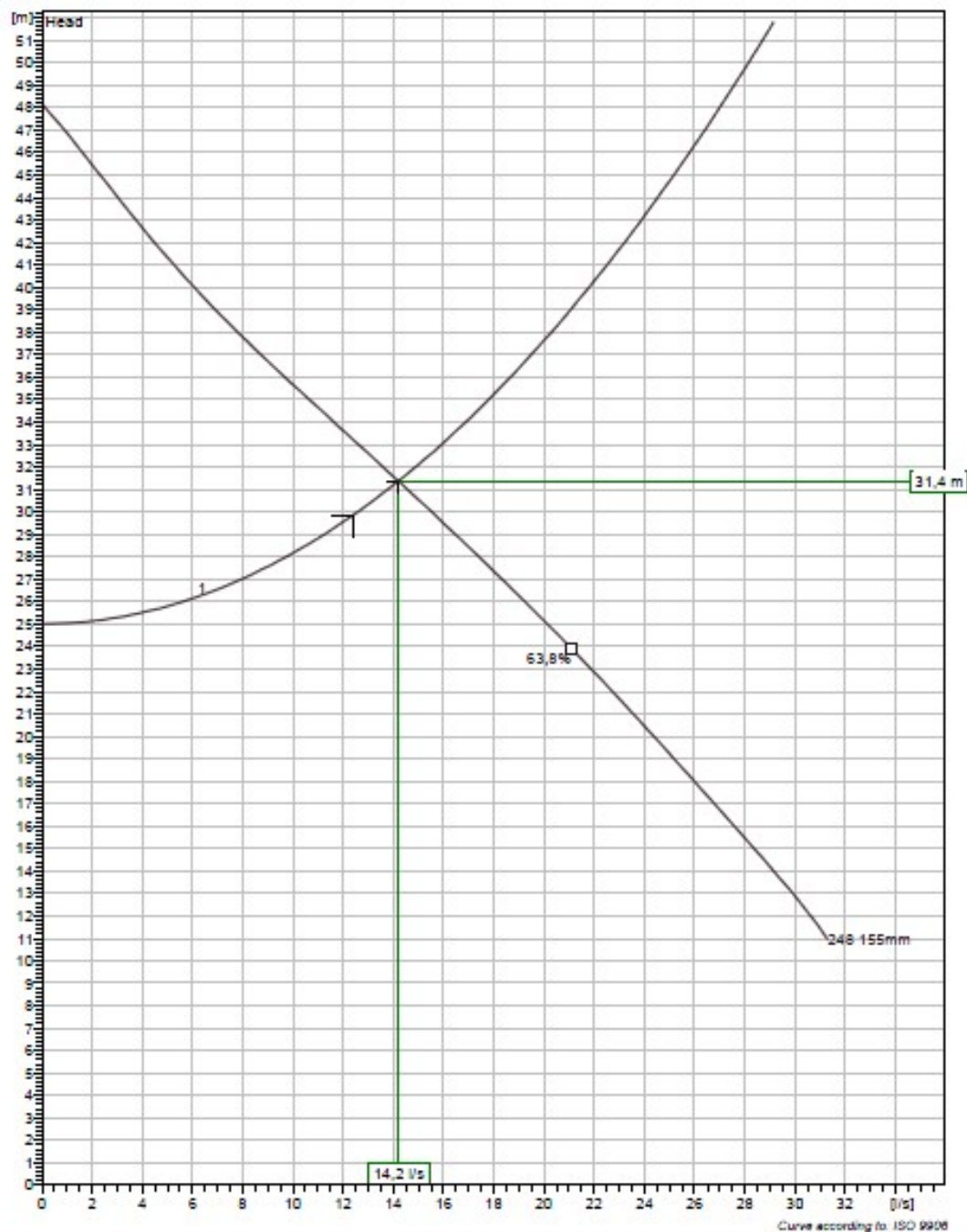
COLETOR TRONCO RIO PANCAS (CT RP) – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO

Coletor	PV Mont.	PV Jus.	Comp. (m)	CT Mont. (m)	CT Jus. (m)	CF Mont. (m)	CF Jus. (m)	Prof. Mont. (m)	Prof. Jus. (m)	Diam. (mm)	Decliv. (m/m)	Vazão Conc. Inicial (l/s)	Vazão Conc. Final (l/s)	Vazão Inicial (l/s)	Vazão Final (l/s)	Vel. Inicial (m/s)	Vel. Final (m/s)	Vel. Cri. (m/s)	Tensão Trativa (PA)	Lam Inicial	Lam Final	OBS
001-001	PV-001	PV-002	48	44.876	45.484	43.099	42.835	1.777	2.649	150	0.0055	0.42	0.42	0.42	0.42	0.5	0.5	2.61	1.065	0.22	0.22	
001-002	PV-002	PV-003	100	45.484	45.024	42.835	42.335	2.649	2.689	150	0.005	0	0	0.42	0.42	0.5	0.5	2.64	1	0.22	0.22	
001-003	PV-003	PV-004	29	45.024	43.976	42.335	41.521	2.689	2.455	150	0.0281	0	0	0.42	0.42	1	1	2.18	3.786	0.14	0.14	
001-004	PV-004	PV-005	54	43.976	42.814	41.521	40.204	2.455	2.61	150	0.0244	0	0	0.42	0.42	0.9	0.9	2.22	3.395	0.15	0.15	TQ 0.502
001-005	PV-005	PV-006	81	42.814	41	39.702	38.549	3.112	2.451	150	0.0142	0.42	0.42	0.84	0.84	0.8	0.8	2.35	2.233	0.17	0.17	
001-006	PV-006	PV-007	25	41	40.365	38.549	38.424	2.451	1.941	150	0.005	0	0	0.84	0.84	0.5	0.5	2.64	1	0.22	0.22	TQ 0.500
001-007	PV-007	PV-008	57	40.365	39	37.924	37.45	2.441	1.55	150	0.0083	0	0	0.84	0.84	0.6	0.6	2.5	1.47	0.19	0.19	TQ 0.500
001-008	PV-008	PV-009	26	39	38.195	36.95	35.92	2.05	2.275	150	0.0396	0	0	0.84	0.84	1.1	1.1	2.1	4.948	0.13	0.13	TQ 0.500
001-009	PV-009	FIM	6	38.195	38	35.42	34.22	2.775	3.78	200	0.2	9.64	11.54	10.48	12.38	3.3	3.4	2.73	39.24	0.16	0.17	FIM

3. CURVAS DAS BOMBAS SELECIONADAS

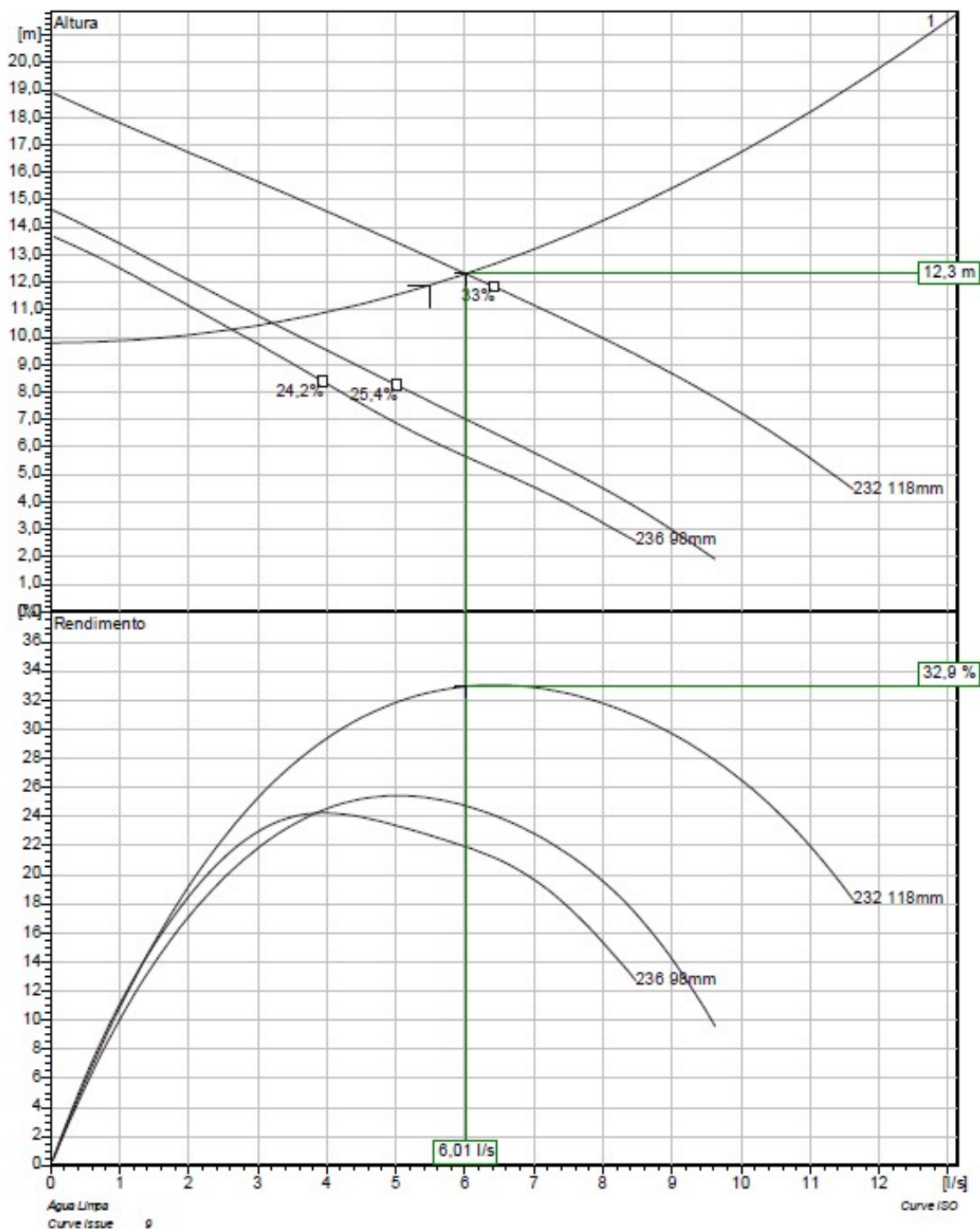
3.1 EEE N06

NP 3127 SH 3~ 248
Duty Analysis



DP 3057 MT 3~ 232

Duty Analysis



4. RELAÇÃO DE DESENHOS

ITEM	DESENHO Nº ARCADIS Logos	TÍTULO
01	0309.DS.001.H.0001	Poço de Visita (PV) Padrão - Plantas e Cortes
02	0309.DS.001.H.0002	Tampão de Ferro Fundido Nodular 600 mm de Passagem - Tampa - Planta, Cortes e Especificações
03	0309.DS.001.H.0003	Rede Coletora de Esgoto - Projeto Hidráulico - Ligações Prediais - Planta, Seções e Lista de Materiais
04	0309.DS.001.H.0004	Estação Elevatória de Esgoto - Projeto Hidráulico - Muro e Portão Padrão SANEAR
05	0309.DS.001.H.0005	Coletor Tronco de Esgotamento Sanitário - Projeto Hidráulico - Escoramento e Recomposição de Valas
06	0309.DS.001.H.0006	Planta Geral do Sistema - Arranjo Geral
07	0309.DS.001.H.0123	Coletor Tronco - Lado Norte - Projeto Hidráulico - Rio Pancas - Planta e Perfil - 01/01
08	0309.DS.001.H.0145	Planta Geral - Coletores Tronco - Lado Norte
09	0309.DS.001.H.0146	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N07 - Projeto Hidráulico - Implantação/Urbanização e Situação - Folha 01/06
10	0309.DS.001.H.0147	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N07 - Projeto Hidráulico - Vista Superior, Detalhe Abraçadeira, Suporte e Ponto de Água - Folha 02/06
11	0309.DS.001.H.0148	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N07 - Projeto Hidráulico - Planta Baixa, Cortes BB, DD e EE - Folha 03/06
12	0309.DS.001.H.0149	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N07 - Projeto Hidráulico - Cortes AA, CC, FF e Lista de Material - Folha 04/06
13	0309.DS.001.H.0150	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N07 - Projeto Hidráulico - Detalhes - Folha 05/06
14	0309.DS.001.H.0151	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N07 - Projeto Hidráulico - Biofiltro Circular - Planta, Cortes e Detalhes - Folha 06/06
15	0309.DS.001.H.0152	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N06 - Projeto Hidráulico - Situação/Implantação, Perfis, Vista Frontal e Detalhe - Folha 01/06
16	0309.DS.001.H.0153	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N06 - Projeto Hidráulico - Planta Baixa, Det. Cx. Med. Vazão e Detalhes - Folha 02/06
17	0309.DS.001.H.0154	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N06 - Projeto Hidráulico - Vista Superior, Det. Tampa e Det. Cavalete - Folha 03/06
18	0309.DS.001.H.0155	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N06 - Projeto Hidráulico - Cortes A-A, B-B, D-D, E-E e Det. Abraçadeira - Folha 04/06
19	0309.DS.001.H.0156	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N06 - Projeto Hidráulico - Corte D-D, Det. Gradeamento e Lista de Material - Folha 05/06
20	0309.DS.001.H.0157	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N06 - Projeto Hidráulico - Biofiltro Circular, Plantas, Cortes e Detalhes - Folha 06/06
21	0309.DS.001.H.0163	Linha de Recalque - Lado Norte 2º Etapa - Projeto Hidráulico - Trecho LR N06 - Planta, Perfil e Lista de Material 01/01

ITEM	DESENHO Nº ARCADIS Logos	TÍTULO
22	0309.DS.001.H.0165	Linha de Recalque - Lado Norte 2º Etapa - Projeto Hidráulico - Trecho LR N07 - Planta, Perfil e Lista de Material 01/02
23	0309.DS.001.H.0166	Linha de Recalque- Lado Norte 2º Etapa - Projeto Hidráulico - Caixa de Descarga e Ventosa LR N07 DN100 - Plantas, Cortes e Lista de Materiais 01/01 - 02/02
24	0309.DS.001.H.0167	Linha de Recalque- Lado Norte 2º Etapa - Projeto Hidráulico - Travessia LR N07 - Planta Baixa, Cortes, Detalhes e Lista de Material 01/01
25	0309.DS.001.H.0168	Elevatória de Esgoto Bruto - EEE N06 - Projeto Hidráulico - Detalhes de Muro, Fachada e Portões - Folha 07/07