

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

GASPAR, SANTA CATARINA

PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO
DO LOTEAMENTO MASTER PLAN E RUA CARLOS
ROBERTO SCHRAMM

Volume Único

MEMORIAL DESCRITIVO,
DE CÁLCULO,
ORÇAMENTO
E PEÇAS GRÁFICAS

GASPAR/SC, MARÇO DE 2016

ÍNDICE ANALÍTICO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
2	JUSTIFICATIVA DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	7
3	EMPREENDEDOR E RESPONSÁVEL TÉCNICO DO PROJETO	8
3.1	<i>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR</i>	8
3.2	<i>IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL PELO PROJETO BÁSICO</i>	8
4	DADOS DO PROJETO	9
4.1	<i>SOBRE O MUNICÍPIO DE GASPAR</i>	9
4.2	<i>ÁREA DE INTERVENÇÃO</i>	10
4.3	<i>PERÍODO DE PROJETO</i>	11
4.4	<i>POPULAÇÃO DE PROJETO</i>	11
4.4.1	POPULAÇÃO BASE – ANO 2014	11
4.4.2	POPULAÇÃO ALCANCE DO PROJETO – ANO 2034	12
5	PARÂMETROS DE PROJETO P/ SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTO SANITÁRIO	14
5.1.1	ÍNDICE DE ATENDIMENTO	14
5.1.2	COEFICIENTE DE RETORNO (C)	14
5.1.3	CONSUMO MÉDIO PER CAPITA (Q)	14
5.1.4	COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE VAZÃO	14
5.1.5	TAXA DE CONTRIBUIÇÃO DE INFILTRAÇÃO (TINF)	15
5.1.6	TAXA DE CONTRIBUIÇÃO LINEAR (TXL,F)	15
5.1.7	VAZÃO MÍNIMA	15
5.1.8	DIÂMETRO MÍNIMO DE PROJETO	15
5.1.9	VELOCIDADE MÁXIMA/MÍNIMA DE RECALQUE	15
5.1.10	DECLIVIDADE MÍNIMA DO SISTEMA COLETOR	16
5.1.11	DECLIVIDADE MÁXIMA DO SISTEMA COLETOR	16
5.1.12	LÂMINA MÁXIMA	16
5.1.13	TEMPO DE DETENÇÃO MÁXIMO (EM ELEVATÓRIAS)	16
5.1.14	INTERVALO MÍNIMO DE LIGAÇÕES DO CONJUNTO MOTO-BOMBA	16
5.1.15	PREMISSAS BÁSICAS ADOTADAS NO PROJETO	17
6	PARÂMETROS DE PROJETO P/ SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO	18
7	CÁLCULO DAS VAZÕES DE ESGOTO	19
8	CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO	22
9	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO	23



9.1	<i>METODOLOGIA DE CÁLCULO APLICADA PARA REDE COLETORA DE ESGOTO</i>	23
9.2	<i>TAXA DE CONTRIBUIÇÃO LINEAR</i>	23
9.3	<i>DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO</i>	24
9.3.1	ELEMENTOS HIDRÁULICOS	24
9.3.2	ELEMENTOS CONSTRUTIVOS	24
9.3.3	PLANILHAS DE CÁLCULO	24
10	<i>DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO SANITÁRIO</i>	25
10.1	<i>FINALIDADE E LOCALIZAÇÃO</i>	25
10.1.1	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-A	25
10.1.2	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-B	25
10.1.3	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-C	25
10.2	<i>TIPO DE INSTALAÇÃO</i>	25
10.3	<i>FUNCIONAMENTO</i>	26
10.4	<i>POPULAÇÃO ATENDIDA E VAZÕES DE ESGOTAMENTO</i>	27
10.5	<i>DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA A – LOTEAMENTO MASTER PLAN (BACIA A)</i>	27
10.5.1	DIÂMETRO DO EMISSÁRIO	28
10.5.2	ALTURA GEOMÉTRICA	28
10.5.3	PERDAS DE CARGA	29
10.5.4	POTÊNCIA DO CONJUNTO MOTOBOMBA	30
10.5.5	SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA	30
10.5.6	CÁLCULO DO POÇO DE SUÇÃO	31
10.6	<i>DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA B – RUA CARLOS ROBERTO SCHRAMM – TRECHO JUSANTE (BACIA B)</i>	33
10.6.1	DIÂMETRO DO EMISSÁRIO	33
10.6.2	ALTURA GEOMÉTRICA	34
10.6.3	PERDAS DE CARGA	34
10.6.4	POTÊNCIA DO CONJUNTO MOTOBOMBA	35
10.6.5	SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA	35
10.6.6	CÁLCULO DO POÇO DE SUÇÃO	36
10.7	<i>DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA C – RUA CARLOS ROBERTO SCHRAMM – TRECHO MONTANTE (BACIA C)</i>	38
10.7.1	DIÂMETRO DO EMISSÁRIO	38
10.7.2	ALTURA GEOMÉTRICA	39
10.7.3	PERDAS DE CARGA	39
10.7.4	POTÊNCIA DO CONJUNTO MOTOBOMBA	40
10.7.5	SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA	41
10.7.6	CÁLCULO DO POÇO DE SUÇÃO	41



11	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – ETE	44
11.1	CONCEPÇÃO DO SISTEMA	44
11.2	DADOS DE PROJETO: VAZÃO E CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE BRUTO	45
12	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	48
13	ANEXOS	50
13.1	PLANILHA DE CÁLCULO – REDE COLETORA DE ESGOTO	51
13.1.1	DIMENSIONAMENTO REDE COLETORA DE ESGOTO BACIA A	52
13.1.2	DIMENSIONAMENTO REDE COLETORA DE ESGOTO BACIA B	53
13.1.3	DIMENSIONAMENTO REDE COLETORA DE ESGOTO BACIA C	54
13.2	PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO ELEVATÓRIA DE ESGOTO	55
13.2.1	PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO ELEVATÓRIA DE ESGOTO EE-A	56
13.2.2	PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO ELEVATÓRIA DE ESGOTO EE-B	57
13.2.3	PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO ELEVATÓRIA DE ESGOTO EE-C	58
13.3	TERMO DE REFERÊNCIA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	59
13.4	PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	60
13.5	PEÇAS GRÁFICAS	61



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 4.1 – Mapa de localização do Município de Gaspar/SC</i>	9
<i>Figura 4.2 – Imagens da situação atual do Loteamento Master Plane rua Carlos Roberto Schramm</i>	10

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 4.1 – Estimativa da População por Localidade 2014</i>	12
<i>Tabela 4.2 – Estimativa da População por Localidade 2034</i>	13
<i>Tabela 4.2 – Estimativa das vazões de contribuição</i>	21
<i>Tabela 9.1 – Vazões de contribuição por Elevatória</i>	27
<i>Tabela 9.2 – Vazões de contribuição Elevatória EE-A</i>	27
<i>Tabela 9.3 – Perda de Carga no barrilete de recalque: Tubos e conexões em ferro galvanizado</i>	29
<i>Tabela 9.4 – Perda de Carga no emissário de recalque: Tubos e conexões em PEAD, DE 63 MM</i>	29
<i>Tabela 9.5 – Tempo de ciclo da bomba e número de partidas/hora EE-A</i>	32
<i>Tabela 9.2 – Vazões de contribuição Elevatória EE-B</i>	33
<i>Tabela 9.3 – Perda de Carga no barrilete de recalque: Tubos e conexões em ferro galvanizado</i>	34
<i>Tabela 9.4 – Perda de Carga no emissário de recalque: Tubos e conexões em PEAD, DE 63 MM</i>	34
<i>Tabela 9.5 – Tempo de ciclo da bomba e número de partidas/hora EE-B</i>	38
<i>Tabela 9.2 – Vazões de contribuição Elevatória EE-C</i>	38
<i>Tabela 9.3 – Perda de Carga no barrilete de recalque: Tubos e conexões em ferro galvanizado</i>	39
<i>Tabela 9.4 – Perda de Carga no emissário de recalque: Tubos e conexões em PEAD, DE 63 MM</i>	40
<i>Tabela 9.5 – Tempo de ciclo da bomba e número de partidas/hora EE-C</i>	43



1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente documento tem por objetivo dimensionar, conceituar e detalhar o **Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário do Loteamento Master Plane rua Carlos Roberto Schramm**, no Bairro Margem Esquerda, no município de Gaspar/SC, contemplando todas as etapas de coleta, transporte e tratamento dos esgotos gerados na área em estudo. Este projeto é parte integrante de vários Programas de Governo como: Programa Reação Habitação do Estado de SC - compra do terreno e habitações doadas pela Embaixada da Arábia Saudita; Parceria Fundação BÜNGE e Prefeitura - Projeto do loteamento - Programa Conhecer para Sustentar.



2 JUSTIFICATIVA DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Saneamento, dentre todos os setores da infraestrutura, constitui-se, sem dúvida, na atividade mais essencial à preservação da vida e da saúde pública, com fortes impactos sobre o meio ambiente e ao desenvolvimento socioeconômico da coletividade.

Como base legal, o atendimento a Legislação municipal de parcelamento do solo, lei 1153/88.

Como base técnica para a implantação do sistema de esgotamento sanitário tem como premissa que o projeto inicial do loteamento sempre fez a previsão de implantação do sistema de esgotamento sanitário objetivando a coleta, transporte e tratamento dos esgotos a ser gerados no empreendimento.

Desde que foi concluído, foi iniciada a captação de recursos para a viabilização da implantação.

Outro fator a considerar refere-se a aspectos de risco à saúde pública quanto a localização da área que está à montante da captação de água bruta da ETA 1 (responsável pelo fornecimento de água potável a aproximadamente 70% da população do Município) distante aproximadamente de 4.400 m, sendo distância considerada, o percurso não garante a autodepuração no corpo receptor.

3 EMPREENDEDOR E RESPONSÁVEL TÉCNICO DO PROJETO

3.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR



Nome: **Prefeitura Municipal de Gaspar**

Endereço: Rua Coronel Aristiliano Ramos nº 435, Centro

Telefone/FAX: (47) 3332.2138

Site: www.gaspar.sc.gov.br/

3.2 IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL PELO PROJETO BÁSICO

Nome: **SANEAN CONSULTORIA LTDA**

Endereço: Avenida Santa Catarina, 1630 – Balneário do Estreito, Florianópolis/SC

CEP: 88.075-500

Telefone/FAX: (48) 9983 6857

e-mail: sanean.eng@gmail.com

Responsável Técnico:

Eng. Alexandre Robert Amaro
CREA / SC Nº084697-6

4 DADOS DO PROJETO

4.1 SOBRE O MUNICÍPIO DE GASPAR

O município de Gaspar situa-se na mesoregião do Vale do Itajaí, ou seja, microrregião do Médio Vale do Itajaí. Sua distância a Florianópolis, a capital do Estado, é de 65 km em linha reta e 116 km por meio rodoviário. Os principais centros urbanos em sua proximidade são: Blumenau, a Oeste, distante 15km pela rodovia SC-470; e Brusque, a Sudeste, distante 24 km pela rodovia SC-411.

Dentro deste contexto, as principais informações sobre o município são:

ÁREA DO MUNICÍPIO:	369,80 Km ²
ÁREA URBANA:	23,75 Km ²
Altitude:	20,09 m (acima do mar)
TEMPERATURA:	Média 20,1o C.



Figura 4.1 – Mapa de localização do Município de Gaspar/SC

4.2 ÁREA DE INTERVENÇÃO

Situado no Bairro Margem Esquerda, sendo que o loteamento Master Plan está ao lado da BR 470, lado direito sentido Blumenau Gaspar e a rua Carlos Roberto Schramm está entre o Loteamento Master Plan e a margem esquerda do Rio Itajaí Acú, o qual corta a município de Gaspar.

O loteamento Master Plan foi iniciado no ano de 2010. Embora a obra não está totalmente concluída do ponto de vista de toda infra-estrutura, as famílias a serem beneficiadas já estão morando nas casas construídas. Os serviços de abastecimento de água potável, energia elétrica, coleta de resíduos sólidos já foram implantados e em operação, dando assim condições de habitação.

O loteamento foram construídas 71 unidades unifamiliares e atingirá 80 unidades. Será construída em preve 128 apartamentos no mesmo local, atingindo assim 208 famílias somente no loteamento.

A rua Carlos Roberto Schramm, localizada entre o loteamento Master Plan e o rio Itajaí Açu, também será atendida, desde a confluência com a BR 470, até 1.800 m no sentido centro.



Figura 4.2 – Imagens da situação atual do Loteamento Master Plan ea rua Carlos Roberto Schramm



4.3 PERÍODO DE PROJETO

O Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário do Loteamento Master Plane e Rua Carlos Roberto Schramm foi desenvolvido para um horizonte de **20 anos**, período este adotados para projetos de sistemas de esgotamento sanitário.

O ano de 2016 será para o desenvolvimento do projeto e execução do mesmo, e o período de alcance do projeto inicia no ano de 2017 e com período final no ano de 2037.

4.4 POPULAÇÃO DE PROJETO

A presente seção tem como finalidade desenvolver, partindo-se de dados de ocupação existentes, a projeção populacional futura para a área em estudo, que na seqüência servirá como fundamento para a determinação das vazões demandadas pelo sistema de esgotamento sanitário, vazões estas que serão utilizadas no dimensionamento das unidades de coleta, transporte e tratamento dos esgotos no loteamento Master Plane e rua Carlos Roberto Schramm.

4.4.1 POPULAÇÃO BASE – ANO 2016

A população base (ano 2016) utilizada para as projeções futuras foi obtida considerando os dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Gaspar, baseada nas unidades edificadas e a serem executadas, nos módulos de apartamentos a serem construídos, na unidade educacional que está sendo construída, todos no loteamento Master Plan. A rua Carlos Roberto Schramm também será atendida contabilizando as residências existentes e projeção futura.

População a ser atendida:

Número total de unidades unifamiliares no loteamento Master Plan = 80

Número de apartamento a serem construídos no loteamento Master Plan = 128

Número total de alunos na unidade educacional que está sendo construída = 200

Número de residências existentes na rua Carlos Roberto Schramm, trecho que será contemplado = 50.

Para o cálculo da população, foi considerado ocupação de 3,5 habitantes por domicílio, conforme quadro a seguir:



Tabela 4.1 – Estimativa da População por Localidade 2014

Local	Unidade	Qtidade	Índice	População
Master Plan existentes (Bacia A)	Casas	80	3,5	280
Carlos Roberto Schramm - parte jusante (Bacia B)	Casas	42	3,5	147
Carlos Roberto Schramm - parte montante (Bacia C)	Casas	30	3,5	105
População total		152		532

Alunos na unidade educacional = 200

O percapita aluno é de 30,0 L/aluno x dia. Como o percapita do projeto para a população é de 150 L/hab.dia, o equivalente populacional de alunos será: Pop equivalente = $30/150 \times 200 = 40$ habitantes.

O equivalente populacional irá fazer parte da população do loteamento Master Plan, de forma que o mesmo terá atualmente $280 + 40 = 320$ habitantes.

4.4.2 POPULAÇÃO ALCANCE DO PROJETO – ANO 2037

A população futura (ano 2037) foi obtida considerando a ocupação das unidades edificadas, das unidades a serem edificadas pertencentes ao loteamento Master Plan, os alunos da unidade educacional e os moradores da rua Carlos Roberto Schramm, considerando esta com duas vezes a população atual, em função de não haver dados censitários exclusivos para a rua em questão.

A população final referente ao loteamento Master Plan será a população de ocupação de todas as unidades construídas e a construir como descrito acima, uma vez que não haverá mais área para futuras expansões no trecho em questão.

Assim, considerando as premissas apresentadas, a população de final de plano é apresentada no quadro a seguir:



Tabela 4.2 – Estimativa da População por Localidade 2034

Local	Unidade	Qtidade	Indice	População
Master Plan existentes	Casas	80	3,5	280
Master Plan à construir	Apart	128	3,5	448
Carlos Roberto Schramm - parte jusante	Casas	84	3,5	294
Carlos Roberto Schramm - parte montante	Casas	60	3,5	210
População total		352		1232

Da mesma forma que no plano inicial, o equivalente populacional de alunos é de:

População equivalente = $30/150 \times 200 = 60$ habitantes.

Desta forma a populacional do loteamento Master Plan no final de plano será de $280 + 448 + 60 = 788$ habitantes.

5 PARÂMETROS DE PROJETO P/ SISTEMA DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTO SANITÁRIO

O Projeto Básico da Rede Coletora, Ligações Prediais, Estação de Recalque e Emissário do Sistema de Esgotamento Sanitário foi elaborado em observância aos parâmetros de projeto a seguir listados.

5.1.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO

O projeto prevê o atendimento de 100% da população residente atual e futura na área do empreendimento, assim como também considera a área da rua Carlos Roberto Schramm que fará parte do mesmo sistema de tratamento de esgoto.

5.1.2 COEFICIENTE DE RETORNO (C)

O coeficiente de retorno é a relação média entre os volumes de esgoto produzidos e de água efetivamente consumida. Adotar-se-á o valor previsto na norma NBR 9.649/86, ou seja, 80%. Assim sendo, $C = 0,80$.

5.1.3 CONSUMO MÉDIO PER CAPITA (Q)

Considerado como sendo a quantidade de água utilizada por dia, em média, por um habitante, adotar-se-á neste projeto o consumo médio per capita igual a 150 l/habitante.dia.

5.1.4 COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE VAZÃO

Para os coeficientes de variação de vazão foram adotados os valores preconizados por norma (NBR 9649/86 preconiza em seu anexo 8 que, “inexistindo dados locais comprovados oriundos de pesquisas, podem ser adotados os seguintes valores”), quais sejam:

- Coeficiente de variação máxima diária (K_1) = 1,20
- Coeficiente de variação máxima horária (K_2) = 1,50
- Coeficiente de variação mínima horária (K_3) = 0,50

5.1.5 TAXA DE CONTRIBUIÇÃO DE INFILTRAÇÃO (TINF)

Corresponde a vazão de contribuição que o sistema de coleta e transporte receberá ao longo do seu trajeto, sendo esta contribuição diretamente relacionada ao tipo de material a ser utilizado no sistema de esgotamento. Adotar-se-á neste projeto, taxa de infiltração igual a 0,10 l/s.km (0,0001 l/s.m) em função da utilização de tubos de PVC com junta elástica, material este que diminui a taxa de infiltração por metro linear de tubulação. Este valor vem sendo utilizado em todos os projetos de rede coletora que utilizam tubos de PVC com junta elástica. Os tubos de PVC adotado neste projeto serão os de parede dupla os quais possuem o mesmo nível de estanqueidade dos tubos de PVC com paredes maciças.

5.1.6 TAXA DE CONTRIBUIÇÃO LINEAR (TXI,F)

Inicial

$$T_{xi} = \frac{K_2 * Q_{méd.i}}{L_i} + T_{inf}$$

Final

$$T_{xf} = \frac{K_1 * K_2 * Q_{méd.f}}{L_f} + T_{inf}$$

5.1.7 VAZÃO MÍNIMA

A vazão mínima de dimensionamento de cada trecho de rede coletora será 1,50 L/s.

5.1.8 DIÂMETRO MÍNIMO DE PROJETO

O diâmetro mínimo adotado para o sistema coletor de esgotos será de 150mm, sendo que os coletores e interceptores deverão operar sempre como condutos livres. O diâmetro dos emissários de recalque serão determinados através das condicionantes de velocidade mínima e máxima.

5.1.9 VELOCIDADE MÁXIMA/MÍNIMA DE RECALQUE

A velocidade máxima na tubulação de recalque da bomba não deverá exceder 3,0 m/s, ficando seu valor mínimo limitado a 0,60 m/s.

5.1.10 DECLIVIDADE MÍNIMA DO SISTEMA COLETOR

A declividade mínima a ser adotada deverá proporcionar uma tensão trativa não inferior a 0,60 Pa, calculada para a vazão inicial de conformidade com a Norma NBR 14.486/2000. Esta Norma se refere a tubulação de PVC específica para esgotamento sanitário prescrita pela Norma 7362-1

5.1.11 DECLIVIDADE MÁXIMA DO SISTEMA COLETOR

A declividade máxima admissível é aquela cuja velocidade, para final de plano, seja inferior a 5,0 m/s.

5.1.12 LÂMINA MÁXIMA

A lâmina líquida máxima adotada é igual a 75% do diâmetro da tubulação, ou 50% do diâmetro, no caso de ser ultrapassada a velocidade crítica, calculada como se segue:

$$V_c = 6 * \sqrt{g * R_h}$$

onde:

V_c = Velocidade crítica

g = Aceleração da gravidade (m/s^2)

R_h = Raio Hidráulico (m)

5.1.13 TEMPO DE DETENÇÃO MÁXIMO (EM ELEVATÓRIAS)

O tempo de detenção máximo do esgoto no poço úmido da estação de recalque será de 30 minutos.

5.1.14 INTERVALO MÍNIMO DE LIGAÇÕES DO CONJUNTO MOTO-BOMBA

O intervalo mínimo de tempo entre ligações consecutivas do conjunto moto-bomba será de 10 minutos, limitando em 6 o número de partidas da bomba por hora.



5.1.15 PREMISSAS BÁSICAS ADOTADAS NO PROJETO

No projeto do sistema coletor de esgotos foram adotadas ainda as seguintes premissas básicas para o dimensionamento:

- ✓ os coletores de esgoto sanitário apresentam condições de condutos livres, em regime permanente e uniforme;
- ✓ as condições dos coletores não decrescem na direção de jusante, mesmo que coletores de menores dimensões tenham capacidade adequada, com um aumento de declividade;
- ✓ a declividade adotada para o coletor deverá ser a mínima possível, respeitadas as condições técnicas de escoamento hidráulico;
- ✓ em um mesmo poço de visita não poderão existir mais de quatro tubulações; e
- ✓ o afastamento máximo entre os PV's foi limitado pelo alcance dos equipamentos de desobstrução, em torno de 100 metros.



6 PARÂMETROS DE PROJETO P/ SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

O Projeto Básico do Sistema de Tratamento de Esgotos foi elaborado em observância aos parâmetros de projeto a seguir listados:

- Tipo de efluente = Esgoto sanitário
- Vazão média = 12,89 m³/hora
- Tempo de funcionamento da estação = 24 horas/dia
- DBO₅ do efluente bruto = 300 mg de O₂/Litro
- DQO do efluente bruto = 600 mg de O₂/Litro
- N_{total} = 38 mg de N / Litro
- P_{total} = 10 mg de P/ Litro
- Temperatura do líquido = 24 graus Célcuis

7 CÁLCULO DAS VAZÕES DE ESGOTO

As vazões de esgoto utilizadas para o dimensionamento do sistema são obtidas por intermédio das equações apresentadas na seqüência:

a) Vazão Média Inicial ($Q_{med.i}$)

$$Q_{med,i} = \frac{C * P_i * q_i}{86.400}$$

b) Vazão Máxima Diária Inicial ($Q_{max.d.i}$)

$$Q_{max,d,i} = \frac{K_1 * C * P_i * q_i}{86.400}$$

c) Vazão Máxima Horária Inicial ($Q_{max.h.i}$)

$$Q_{max,h,i} = \frac{K_1 * K_2 * C * P_i * q_i}{86.400}$$

d) Vazão Mínima Horária Inicial ($Q_{min.h.i}$)

$$Q_{min,i} = \frac{K_3 * C * P_i * q_i}{86.400}$$

e) Vazão Média Final ($Q_{med.f}$)

$$Q_{med,f} = \frac{C * P_f * q_f}{86.400}$$

f) Vazão Máxima Diária Final ($Q_{max.d.f}$)

$$Q_{max,d,f} = \frac{K_1 * C * P_f * q_f}{86.400}$$

g) Vazão Máxima Horária Final ($Q_{max.h.f}$)



$$Q_{máx.d,f} = \frac{K_1 * K_2 * C * P_f * q_f}{86.400}$$

h) Vazão Mínima Horária Final ($Q_{mín.h,f}$)

$$Q_{mín,f} = \frac{K_3 * C * P_f * q_f}{86.400}$$

Onde:

P = população de projeto atendida (habitantes)

q = 150 l/hab.dia (consumo médio diário per capita de água)

K1 = 1,20 (coeficiente de variação da vazão máxima diária)

K2 = 1,50 (coeficiente de variação da vazão máxima horária)

K3 = 0,50 (coeficiente de variação da vazão mínima horária)

C = 0,80 (coeficiente de retorno)

A seguir são apresentadas as vazões de contribuição Mínimas, Médias, Máximas Diárias e Máximas Horárias do Sistema de Esgotamento Sanitário do loteamento Master Plane e da rua Carlos Roberto Schramm.



Tabela 7.1 – Estimativa das vazões de contribuição

Ano	População Total (hab)	Índice de Atendimento %	Pop Atendida (hab)	Vazão de Contribuição (Esgotos + Infiltração)									
				Qméd	Qmín	Qmáx por dia	Qmáx por hora	Extensão	Qinf	Qméd + Inf	Qmín + Inf	Qmáx .d + Inf	Qmáx. h + inf
				l/s	l/s	l/s	l/s	m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
TOTAL													
2.014	572	100	572	0,79	0,40	0,95	1,43	3.496	0,35	1,14	0,75	1,30	1,78
2.034	1.292	100	1.292	1,79	0,90	2,15	3,23	3.496	0,35	2,14	1,25	2,50	3,58
Loteamento Master Plan (BACIA A)													
2.014	320	100	320	0,44	0,22	0,53	0,80	1.399	0,14	0,58	0,36	0,67	0,94
2.034	788	100	788	1,09	0,55	1,31	1,97	1.399	0,14	1,23	0,69	1,45	2,11
Rua Carlos Roberto Schramm - parte jusante (BACIA B)													
2.014	147	100	147	0,20	0,10	0,25	0,37	1.522	0,15	0,36	0,25	0,40	0,52
2.034	294	100	294	0,41	0,20	0,49	0,74	1.522	0,15	0,56	0,36	0,64	0,89
Rua Carlos Roberto Schramm - parte montante (BACIA C)													
2.014	105	100	105	0,15	0,07	0,18	0,26	575	0,06	0,20	0,13	0,23	0,32
2.034	210	100	210	0,29	0,15	0,35	0,53	575	0,06	0,35	0,20	0,41	0,58

8 CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

O projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário para a área em estudo tem como concepção a implantação de rede coletora, conforme plantas anexas, em tubulação de PVC paredes duplas, a serem assentadas no leito da rua, com poços de visitas com distanciamento de no máximo 100,0 metros, os quais além nos trechos de 100 metros serão também inseridos nos cruzamentos, nas mudanças de declividade, e na mudança de direção. A profundidade mínima da tubulação será de forma que a cobertura sobre a geratriz externa superior seja de 0,90 metros de conformidade com a Norma NBR 9649. Em função da topografia local, a área de estudo foi dividida em três bacias conforme:

Bacia A – área do loteamento Master Plan;

Bacia B - área da rua Carlos Roberto Schramm, parte a jusante; e

Bacia C – área da rua Carlos Roberto Schramm, parte a montante, desde a confluência com a BR 470.

Cada Bacia possuirá uma Estação Elevatória. A bacia B os esgotos gerados serão lançados no trecho 001-001 da bacia A e os esgotos da bacia C serão lançados do trecho 009-001 também da bacia A, e a EE A irá recalcar todos os esgoto gerado para a ETE. A EE-A será construído junto ao terreno da ETE.

O tratamento dos esgotos gerados serão tratados na ETE a ser construída em área próximo ao loteamento Master Plan. A ETE será pré-fabricada, com vazão para atender a demanda de toda a área. A mesma tratará o esgoto gerado na área por processo biológico aeróbio. As etapas mínimas de tratamento serão:

- Chegada de esgoto;
- Gradeamento;
- Retenção de areia;
- Medição de esgoto;
- Aeração;
- Decantação secundária;
- Desinfecção;
- Desidratação do lodo; e
- Destino final dos esgotos tratados.

9 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO SANITÁRIO

9.1 METODOLOGIA DE CÁLCULO APLICADA PARA REDE COLETORA DE ESGOTO

A rede coletora foi dimensionada segundo as normas da ABNT, com a aplicação do Critério da Tensão Trativa Média, aplicando a Norma NBR 14.486, a qual baseia na tensão trativa de 0,60 Pascal.

9.2 TAXA DE CONTRIBUIÇÃO LINEAR

Os coeficientes para o cálculo da rede de esgoto são referentes ao comprimento dos coletores. Os coeficientes de contribuição referentes à unidade de comprimento foram calculados pela seguinte expressão:

Para Início de Plano

$$T_{xi} = \frac{K_2 * Q_{méd.i}}{L_i} + T_{inf}$$

Para Final de Plano

$$T_{xf} = \frac{K_1 * K_2 * Q_{méd.f}}{L_f} + T_{inf}$$

Onde:

$T_{xi,xf}$: vazão de esgoto doméstico em litros por segundo e por metro de coletor;

K_1 : coeficiente do dia de maior contribuição

K_2 : coeficiente da hora de maior contribuição

$Q_{méd.i,f}$: Vazão média inicial; final

$L_{i,f}$: comprimento da rede de esgoto em metros



9.3 DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO

A partir da verificação das alternativas de traçados mais convenientes, foram definidos os elementos de cálculo para o dimensionamento dos coletores. Os coletores e os trechos foram então numerados de montante para a jusante, determinando-se para cada trecho as cotas topográficas de montante e jusante, comprimento e contribuições de outros trechos (caso existam). Foram, conforme apresentado anteriormente, pré-fixados o diâmetro mínimo (150 mm), a vazão mínima (1,50 l/s), recobrimento mínimo: 0,90 m para a rede coletora assentada nos arruamentos e 0,65 m para rede assentada em calçadas.

9.3.1 ELEMENTOS HIDRÁULICOS

- ✓ Vazão, velocidade e cotas do nível d'água.

9.3.2 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

- ✓ Cotas dos coletores, profundidade, recobrimento, desníveis, declividades e seções.

9.3.3 PLANILHAS DE CÁLCULO

- ✓ As planilhas de cálculo da Rede Coletora do Sistema de Esgotos Sanitários encontram-se em ANEXO II.
- ✓ O dimensionamento da rede coletora foi realizado através do programa SANCAD, da empresa Sanegraph, o qual é utilizado o programa AutoCAD para o dimensionamento e lançamento dos resultados diretamente em cada trecho da rede. Este programa vem sendo utilizado por muitas Companhias de Saneamento Estaduais e Autarquias Municipais de Saneamento.

10 DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO SANITÁRIO

10.1 FINALIDADE E LOCALIZAÇÃO

Serão três Estações Elevatórias as quais são descritas a seguir:

10.1.1 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-A

Localizada na mesma área da Estação de Tratamento de Esgoto tem a finalidade de promover o recalque de todo o esgoto bruto que chega no PV BA 011 da rede coletora, proveniente do sistema coletor de esgotos, e encaminhar até a Estação de Tratamento de Esgotos. A tubulação da rede afluyente é em PVC parede dupla e tem diâmetro de 150 mm, chegando na cota 9,82 m e profundidade de 2,38 m.

10.1.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-B

Localizada na rua Carlos Roberto Schramm, no passeio, e tem a finalidade em recalcar os esgotos da bacia B, referente aos esgotos da parte jusante da rua Carlos Roberto Schramm até o PV BA001 e deste o esgoto será conduzido até a EE-A. A cota de fundo do PV BA001 é 11,650 m, com profundidade de 1,050 m. A extensão desde a EE-B até o PV BA001 é de 653 m.

10.1.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-C

Localizada na rua Carlos Roberto Schramm, no passeio, e tem a finalidade em recalcar os esgotos da bacia C, referente aos esgotos da parte montante da rua Carlos Roberto Schramm até o PV BA025 e deste o esgoto será conduzido até a EE-A. A cota de fundo do PV BA025 é 11,950 m, com profundidade de 1,050 m. A extensão desde a EE-C até o PV BA026 é de 97,55 m.

10.2 TIPO DE INSTALAÇÃO

As Estações Elevatórias são do tipo “poço úmido”, construída no passeio, concebida totalmente subterrânea, com duas bombas submersíveis, sendo uma de reserva, instaladas em poço cilíndrico de concreto armado (com diâmetro de 1,20m), e barrilete



externo assentado em caixa de manobra. A escolha desta concepção de unidade de bombeamento de esgoto bruto deu-se em função dos seguintes fatores:

- requer menor área;
- por serem construídas no passeio, não necessitam de desapropriação;
- instalação simplificada, totalmente enterrada, dispensando assim a instalação de superestrutura;
- como são subterrâneas, não alteram a urbanização existente;
- podem ser construídas em regiões densamente habitadas, já que são enterradas e não exalam odores sensíveis; e
- apresentam custo global inferior às estações elevatórias que utilizam outros tipos de bombas.

Anterior ao poço de sucção das bombas, esta sendo previsto poço destinado a retenção de areia e retenção dos sólidos grosseiros. O material retido, quando das atividades da rotina operacional da unidade, deverá ser retirado através de caminhão limpa fossa, e transportado para local adequado.

As manobras de retirada ou instalação dos conjuntos moto bombas poderão ser efetuadas manualmente ou com auxílio de caminhão com “munck”. Deverá ser prevista entrada de energia elétrica e quadro de comando.

Para eventual manutenção da parte civil da instalação, foi projetada a instalação de um registro de parada, sendo este localizado anterior ao poço destinado a retenção de areia.

10.3 FUNCIONAMENTO

As estações foram concebidas para operar com sensor de nível, sendo a bomba acionada quando o nível do líquido atingir o nível máximo do poço de sucção e desligada somente quando for atingido o nível mínimo. As bombas deverão ser trocadas semanalmente para não haver problemas de travamento do rotor pela oxidação.

10.4 POPULAÇÃO ATENDIDA E VAZÕES DE ESGOTAMENTO

O dimensionamento das Estações Elevatórias foi realizado de acordo com as premissas apontadas na Norma Técnica da ABNT “NB – 12.208: Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário” promulgada em abril de 1992. As vazões a serem atendidas ao longo do período de projeto são:

Tabela 10.1 – Vazões de contribuição por Elevatória

LOCALIZAÇÃO	Condições iniciais		Condições finais	
	Q _{méd} (L/s)		Q _{méd} (L/s)	
Estação Elevatória A	Q _{méd} (L/s)	1,14	Q _{méd} (L/s)	2,14
	Q _{máx.d} (L/s)	1,30	Q _{máx.d} (L/s)	2,50
	Q _{máx.h} (L/s)	1,78	Q _{máx.h} (L/s)	3,58
Estação Elevatória B	Q _{méd} (L/s)	0,36	Q _{méd} (L/s)	0,56
	Q _{máx.d} (L/s)	0,40	Q _{máx.d} (L/s)	0,64
	Q _{máx.h} (L/s)	0,52	Q _{máx.h} (L/s)	0,89
Estação Elevatória C	Q _{méd} (L/s)	0,20	Q _{méd} (L/s)	0,35
	Q _{máx.d} (L/s)	0,23	Q _{máx.d} (L/s)	0,41
	Q _{máx.h} (L/s)	0,32	Q _{máx.h} (L/s)	0,58

10.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA A – LOTEAMENTO MASTER PLAN (BACIA A)

A estação elevatória será construída no mesmo terreno da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, sendo que o poço de sucção será montado com tubos em concreto armado, conforme especificações abaixo e desenho em anexo.

No seu dimensionamento serão consideradas as seguintes vazões de contribuição de esgotos sanitários:

Tabela 10.2 – Vazões de contribuição Elevatória EE-A

Vazões de Contribuição - EE-A			
Etapas	Vazões (l/s)		
	Mínima	Média	Máx. horária
Inicial	0,76	1,18	1,84
Final	1,00	2,14	3,58



10.5.1 DIÂMETRO DO EMISSÁRIO

Para dimensionar a adutora de recalque, será utilizada a fórmula de Bresse, considerando a vazão máxima horária da etapa final:

$$D = 1,2 \sqrt{Q}$$

sendo $Q = 3,58 \text{ l/s} = 0,00358 \text{ m}^3/\text{s}$

$$D = 1,2 \sqrt{0,00358}$$

$$D = 0,072 \text{ m}$$

A adutora terá a extensão de 20,0 m e será usada tubulação em PEAD DE 63 mm, com velocidade de escoamento de 1,50 m/s, com lançamento no tratamento preliminar da ETE.

10.5.2 ALTURA GEOMÉTRICA

O local da estação elevatória é na mesma área da ETE, sendo usados os seguintes dados para o dimensionamento:

- Cota terreno da Elevatória: 12,200 m
- Cota de chegada da rede na elevatória: 9,820 m
- Cota de nível máximo de sucção: 9,720 m
- Cota do nível mínimo de sucção: 9,220 m
- Cota de fundo da Elevatória: 8,820 m
- Cota de entrada da adutora na ETE: 17,00 m
- Desnível geométrico(Hg): 7,780 m

10.5.3 PERDAS DE CARGA

Tabela 10.3 – Perda de Carga no barrilete de recalque: Tubos e conexões em ferro galvanizado

Tubos e conexões em ferro galvanizado Ø 2"			
Peças	Quantidade	Velocidade no Barrilete (v=1,84m/s)	
		K	Total (m)
Ampliação Gradual	1	0.50	0.086
Curva 90°	2	0.90	0.310
Entrada normal	1	0.50	0.086
Redução gradual	1	0.50	0.086
Reg. Gaveta aberto	1	0.50	0.086
Te, saída de lado	1	1.60	0.276
Válvula de retenção	1	2.60	0.448
Perda Localizada total (m)			1.379

Tabela 10.4 – Perda de Carga no emissário de recalque: Tubos e conexões em PEAD, DE 63 MM

Tubos e conexões em PEAD DE63			
Peças	Quantidade	Velocidade no Emissário (v=1,50m/s)	
		K	Total (m)
Curva 90°	2	0,90	0,310
Entrada normal	1	0,50	0,086
Reg. Gaveta aberto	1	0,50	0,086
Perda Localizada total (m)			0,766

As perdas de carga distribuídas serão calculadas pela fórmula de Hazzen-Willians para as vazões de etapa final, com os seguintes resultados:

- Para PEAD DE63 e C=100

$$H_{\text{distribuída}} = 0,0521 \text{ m/m}$$

$$H_{\text{H}_{\text{distribuída}}} = 0,0521 \text{ m} \times 20,00\text{m}$$

$$H_{\text{H}_{\text{distribuída}}} = 1,04$$

Por fim, a altura manométrica é calculada por:

$$H_{\text{mt}} = H_{\text{g}} + H_{\text{distribuída}} + H_{\text{barrilete}} + H_{\text{emissário}}$$

$$H_{\text{mt}} = 7,78 + 1,04 + 1,38 + 0,77 = 10,97 \text{ m.c.a.}$$



10.5.4 POTÊNCIA DO CONJUNTO MOTOBOMBA

Considerando a vazão máxima horária na etapa final

$$P = \frac{\gamma * Q * H_m}{75 * \eta}$$

Sendo:

γ = densidade do esgoto = 1020 kg/m³

Q = vazão de especificação = 0,00358 m³/s

H_m = 10,97 m.c.a.

η = eficiência do conjunto = 23,6 %

P = Potência no eixo necessária = 3,97 CV

10.5.5 SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA

A seleção do conjunto motobomba será feita analisando a curva de funcionamento de conjuntos motobombas submersíveis, utilizando os seguintes dados:

- Vazão = 3,61 l/s = 13,00 m³/h
- Altura manométrica = 10,97mca
- Altura geométrica = 7,78mca
- Bombas com triturador

Seleção da bomba para etapa final:

Modelo Referência: Sulzer/ABS PIRANHA S26/2W

Potência: 4,00 CV

Motor Trifásico: 380 volts



10.5.6 CÁLCULO DO POÇO DE SUCCÃO

a) Volume útil mínimo

O volume será definido usando o tempo de funcionamento de bombas de 10 minutos, que resulta em seis partidas por hora para o conjunto motobomba:

$$V = \frac{Q \times T}{4},$$

sendo $Q_{\text{bomba}} = 3,61 \text{ l/s} = 0,22 \text{ m}^3/\text{min}$

$$V = \frac{0,22 \times 10}{4} = 0,54 \text{ m}^3$$

b) Profundidade útil do poço

Para a operação da bomba serão considerados:

- nível máximo: 10 cm abaixo da geratriz inferior da tubulação de chegada no poço
- nível mínimo: 40 cm acima do piso do poço
- altura útil: 0,50 m

c) Dimensões do poço

O poço será construído com anéis de concreto armado, tipo macho e fêmea, com diâmetro interno de 1,5 m, altura útil de 0,50 m e volume útil de 0,88 m³.

d) Tempo de detenção média

O tempo de detenção média será calculado pela fórmula:

$$T_d = \frac{V_e}{Q_m}$$



Sendo:

T_d = tempo de detenção (min)

V_e = volume efetivo do poço (m^3) = 0,99 m^3

Q_m = vazão média afluyente à elevatória em 2016 (m^3/min) = 1,65 l/s = 0,10 m^3/min

T_d = 14,00 min (menor que 30 min, atendendo à ABNT)

e) Número de partidas

Adotando-se a vazão de bombeamento, será utilizada a seguinte fórmula para a verificação do intervalo entre duas partidas sucessivas:

$$T = \frac{V}{Q} + \frac{V}{Q - Q_a}$$

Sendo:

T = tempo de ciclo (min)

V = Volume útil do poço

Q_a = vazão afluyente ao poço (m^3/min)

Q = vazão de recalque da bomba (m^3/min)

Tabela 10.5 – Tempo de ciclo da bomba e número de partidas/hora EE-A

Vazões	Início de plano 2014		Final de plano 2034	
	T (min)	Nº Partidas	T (min)	Nº Partidas
Vazão mínima	24,46	2,45	20,35	2,95
Vazão média	18,65	3,23	16,9	3,55
Vazão máxima horária	16,31	3,68	471,21	0,13

10.6 DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA B – RUA CARLOS ROBERTO SCHRAMM – TRECHO JUSANTE (BACIA B)

A estação elevatória EE-B será construída no passeio da rua Carlos Roberto Schramm, sendo que o poço de sucção será montado com tubos em concreto armado, conforme especificações abaixo e desenho em anexo.

No seu dimensionamento serão consideradas as seguintes vazões de contribuição de esgotos sanitários:

Tabela 10.6 – Vazões de contribuição Elevatória EE-B

Vazões de Contribuição - EE-B			
Etapas	Vazões (l/s)		
	Mínima	Média	Máx. horária
Inicial	0,26	0,37	0,54
Final	0,36	0,56	0,89

10.6.1 DIÂMETRO DO EMISSÁRIO

Para dimensionar a adutora de recalque, será utilizada a fórmula de Bresse, considerando a vazão máxima horária da etapa final:

$$D = 1,2 \sqrt{Q}$$

sendo $Q = 1,67 \text{ l/s} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{s}$

$$D = 1,2 \sqrt{0,00167}$$

$$D = 0,049 \text{ m}$$

O emissário de recalque terá a extensão de 653,06 m e será usada tubulação em PEAD DE 63 mm, com velocidade de escoamento de 0,69 m/s, com lançamento no PV BA001 da bacia A e será encaminhado até a EE-A.

Para garantir velocidade igual ou maior do que 0,60 m/s, o recalque da bomba deverá ser de $0,00167 \text{ m}^3/\text{s} = 1,67 \text{ L/s}$.

10.6.2 ALTURA GEOMÉTRICA

O local da estação elevatória é a jusante do PV BB013, sendo usados os seguintes dados para o dimensionamento:

- Cota terreno da Elevatória: 10,56 m
- Cota de chegada da rede na elevatória: 7,031 m
- Cota de nível máximo de sucção: 6,931 m
- Cota do nível mínimo de sucção: 6,431 m
- Cota de fundo da Elevatória: 6,031 m
- Cota de chegada no PV BA001: 11,737 m
- Desnível geométrico(Hg): 5,306 m

10.6.3 PERDAS DE CARGA

Tabela 10.7 – Perda de Carga no barrilete de recalque: Tubos e conexões em ferro galvanizado

Tubos e conexões em ferro galvanizado Ø 2"			
Peças	Quantidade	Velocidade no Barrilete (v=0,85m/s)	
		K	Total (m)
Ampliação Gradual	1	0,50	0,018
Curva 90°	2	0,90	0,066
Entrada normal	1	0,50	0,018
Redução gradual	1	0,50	0,018
Reg. Gaveta aberto	1	0,50	0,018
Te, saída de lado	1	1,60	0,059
Válvula de retenção	1	2,60	0,095
Perda Localizada total (m)			0,294

Tabela 10.8 – Perda de Carga no emissário de recalque: Tubos e conexões em PEAD, DE 63 MM

Tubos e conexões em PEAD DE63			
Peças	Quantidade	Velocidade no Emissário (v=0,69m/s)	
		K	Total (m)
Curva 90°	2	0,90	0,039
Entrada normal	1	0,50	0,012
Reg. Gaveta aberto	1	0,50	0,122
Perda Localizada total (m)			0,173

As perdas de carga distribuídas serão calculadas pela fórmula de Hazzen-Willians para as vazões de etapa final, com os seguintes resultados:

- Para PEAD DE 63 mm e $C=100$

$$H_{\text{distribuída}} = 0,0125 \text{ m/m}$$

$$H H_{\text{distribuída}} = 0,0125 \text{ m} \times 653,06\text{m}$$

$$H H_{\text{distribuída}} = 8,14$$

Por fim, a altura manométrica é calculada por:

$$H_{\text{mt}} = H_g + H_{\text{distribuída}} + H_{\text{barrilete}} + H_{\text{emissário}}$$

$$H_{\text{mt}} = 5,31 + 8,14 + 0,294 + 0,173 = 13,92 \text{ m.c.a.}$$

10.6.4 POTÊNCIA DO CONJUNTO MOTOBOMBA

Considerando a vazão máxima horária na etapa final

$$P = \frac{\gamma * Q * H_m}{75 * \eta}$$

Sendo:

$$Y = \text{densidade do esgoto} = 1020 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = \text{vazão de especificação} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_m = 5,31 \text{ m.c.a.}$$

$$n = \text{eficiência do conjunto} = 21,4 \%$$

$$P = \text{Potência no Eixo necessária} = 1,42 \text{ CV}$$

10.6.5 SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA

A seleção do conjunto motobomba será feita analisando a curva de funcionamento de conjuntos motobombas submersíveis, utilizando os seguintes dados:

$$\text{- Vazão} = 1,67 \text{ l/s} = 6,00 \text{ m}^3/\text{h}$$



- Altura manométrica = 13,92mca

- Altura geométrica = 5,31mca

- Bombas com triturador

Seleção da bomba para etapa final:

Modelo Referência: Sulzer/ABS PIRANHA 08D 60HZ

Potência: 2,00 CV

Motor Trifásico -380 volts

10.6.6 CÁLCULO DO POÇO DE SUCCÃO

- Volume útil mínimo

O volume será definido usando o tempo de funcionamento de bombas de 10 minutos, que resulta em seis partidas por hora para o conjunto motobomba:

$$V = \frac{Q \times T}{4},$$

sendo $Q_{\text{bomba}} = 1,67 \text{ l/s} = 0,10 \text{ m}^3/\text{min}$

$$V = \frac{0,10 \times 10}{4} = 0,25 \text{ m}^3$$

- Profundidade útil do poço

Para a operação da bomba serão considerados:

- nível máximo: 10 cm abaixo da geratriz inferior da tubulação de chegada no poço

- nível mínimo: 40 cm acima do piso do poço

- altura útil: 0,50 m

- Dimensões do poço



O poço será construído com anéis de concreto armado, tipo macho e fêmea, com diâmetro interno de 1,0 m, altura útil de 0,50 m e volume útil de 0,39 m³.

- Tempo de detenção média

O tempo de detenção média será calculado pela fórmula:

$$T_d = \frac{V_e}{Q_m}$$

Sendo:

T_d = tempo de detenção (min)

V_e = volume efetivo do poço (m³) = 0,37 m³

Q_m = vazão média afluyente à elevatória em 2014 (m³/min) = 0,46 l/s = 0,03 m³/min

T_d = 16,86min (menor que 30 min, atendendo à ABNT)

- Número de partidas

Adotando-se a vazão de bombeamento, será utilizada a seguinte fórmula para a verificação do intervalo entre duas partidas sucessivas:

$$T = \frac{V}{Q} + \frac{V}{Q - Q_a}$$

Sendo:

T = tempo de ciclo (min)

V = Volume útil do poço

Q_a = vazão afluyente ao poço (m³/min)

Q = vazão de recalque da bomba (m³/min)

Tabela 10.9 – Tempo de ciclo da bomba e número de partidas/hora EE-B

Vazões	Início de plano 2014		Final de plano 2034	
	T (min)	Nº Partidas	T (min)	Nº Partidas
Vazão mínima	29,89	2,01	23,35	2,57
Vazão média	22,9	2,62	17,58	3,41
Vazão máxima horária	17,97	3,34	15,77	3,81

10.7 DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA C – RUA CARLOS ROBERTO SCHRAMM – TRECHO MONTANTE (BACIA C)

A estação elevatória EE-C será construída no passeio da rua Carlos Roberto Schramm, sendo que o poço de sucção será montado com tubos em concreto armado, conforme especificações abaixo e desenho em anexo.

No seu dimensionamento serão consideradas as seguintes vazões de contribuição de esgotos sanitários:

Tabela 10.10 – Vazões de contribuição Elevatória EE-C

Vazões de Contribuição - EE-C			
Etapas	Vazões (l/s)		
	Mínima	Média	Máx. horária
Inicial	0,13	0,21	0,33
Final	0,20	0,35	0,58

10.7.1 DIÂMETRO DO EMISSÁRIO

Para dimensionar a adutora de recalque, será utilizada a fórmula de Bresse, considerando a vazão máxima horária da etapa final:

$$D = 1,2 \sqrt{Q}$$

sendo $Q = 1,67 \text{ l/s} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{s}$

$$D = 1,2 \sqrt{0,00167}$$

$$D = 0,049 \text{ m}$$



O emissário de recalque terá a extensão de 97,55 m e será usada tubulação em PEAD DE 63 mm, com velocidade de escoamento de 0,69 m/s, com lançamento no PV BA025 da bacia A e será encaminhado até a EE-A.

Para garantir velocidade igual ou maior do que 0,60 m/s, o recalque da bomba deverá ser de $0,00167 \text{ m}^3/\text{s} = 1,67 \text{ L/s}$.

10.7.2 ALTURA GEOMÉTRICA

O local da estação elevatória é a jusante do PV BC007, sendo usados os seguintes dados para o dimensionamento:

- Cota terreno da Elevatória: 11,782 m
- Cota de chegada da rede na elevatória: 9,508 m
- Cota de nível máximo de sucção: 9,408 m
- Cota do nível mínimo de sucção: 8,908 m
- Cota de fundo da Elevatória: 8,508 m
- Cota de chegada no PV BA025: 12,037 m
- Desnível geométrico(Hg): 3,129 m

10.7.3 PERDAS DE CARGA

Tabela 10.11 – Perda de Carga no barrilete de recalque: Tubos e conexões em ferro galvanizado

Tubos e conexões em ferro galvanizado Ø 2"			
Peças	Quantidade	Velocidade no Barrilete (v=0,85m/s)	
		K	Total (m)
Ampliação Gradual	1	0,50	0,018
Curva 90°	2	0,90	0,066
Entrada normal	1	0,50	0,018
Redução gradual	1	0,50	0,018
Reg. Gaveta aberto	1	0,50	0,018
Te, saída de lado	1	1,60	0,059
Válvula de retenção	1	2,60	0,095
Perda Localizada total (m)			0,294

Tabela 10.12 – Perda de Carga no emissário de recalque: Tubos e conexões em PEAD, DE 63 MM

Tubos e conexões em PEAD DE63			
Peças	Quantidade	Velocidade no Emissário (v=0,69m/s)	
		K	Total (m)
Curva 90°	2	0,90	0,039
Entrada normal	1	0,50	0,012
Reg. Gaveta aberto	1	0,50	0,122
Perda Localizada total (m)			0,173

As perdas de carga distribuídas serão calculadas pela fórmula de Hazzen-Willians para as vazões de etapa final, com os seguintes resultados:

- Para PEAD DE63 e C=100

$$H_{\text{distribuída}} = 0,0125 \text{ m/m}$$

$$H H_{\text{distribuída}} = 0,0125 \text{ m} \times 97,55\text{m}$$

$$H H_{\text{distribuída}} = 1,22$$

Por fim, a altura manométrica é calculada por:

$$H_{\text{mt}} = H_g + H_{\text{distribuída}} + H_{\text{barrilete}} + H_{\text{emissário}}$$

$$H_{\text{mt}} = 3,13 + 1,22 + 0,294 + 0,173 = 4,81 \text{ m.c.a.}$$

10.7.4 POTÊNCIA DO CONJUNTO MOTOBOMBA

Considerando a vazão máxima horária na etapa final

$$P = \frac{\gamma * Q * H_m}{75 * \eta}$$

Sendo:

$$Y = \text{densidade do esgoto} = 1020 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = \text{vazão de especificação} = 0,00167 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_m = 4,81 \text{ m.c.a.}$$

$$n = \text{eficiência do conjunto} = 45 \%$$

$$P = \text{Potência no eixo necessária} = 0,23 \text{ CV}$$

10.7.5 SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA

A seleção do conjunto motobomba será feita analisando a curva de funcionamento de conjuntos motobombas submersíveis, utilizando os seguintes dados:

- Vazão = 1,67 l/s = 6,00 m³/h
- Altura manométrica = 4,81mca
- Altura geométrica = 3,13mca
- Bombas com triturador

Seleção da bomba para etapa final:

Modelo Referência: Sulzer/ABS PIRANHA S D 60HZ

Potência: 1,50 CV

Motor Trifásico - 380 volts

10.7.6 CÁLCULO DO POÇO DE SUCCÃO

- Volume útil mínimo

O volume será definido usando o tempo de funcionamento de bombas de 10 minutos, que resulta em seis partidas por hora para o conjunto motobomba:

$$V = \frac{Q \times T}{4},$$

sendo $Q_{bomba} = 1,67 \text{ l/s} = 0,10 \text{ m}^3/\text{min}$

$$V = \frac{0,10 \times 10}{4} = 0,25 \text{ m}^3$$

- Profundidade útil do poço

Para a operação da bomba serão considerados:

- nível máximo: 10 cm abaixo da geratriz inferior da tubulação de chegada no poço



- nível mínimo: 40 cm acima do piso do poço

- altura útil: 0,50 m

- Dimensões do poço

O poço será construído com anéis de concreto armado, tipo macho e fêmea, com diâmetro interno de 1,0 m, altura útil de 0,50 m e volume útil de 0,39 m³.

- Tempo de detenção média

O tempo de detenção média será calculado pela fórmula:

$$T_d = \frac{V_e}{Q_m}$$

Sendo:

T_d = tempo de detenção (min)

V_e = volume efetivo do poço (m³) = 0,37 m³

Q_m = vazão média afluyente à elevatória em 2014 (m³/min) = 0,21 l/s = 0,01 m³/min

T_d = 29,35 min (menor que 30 min, atendendo à ABNT)

- Número de partidas

Adotando-se a vazão de bombeamento, será utilizada a seguinte fórmula para a verificação do intervalo entre duas partidas sucessivas:

$$T = \frac{V}{Q} + \frac{V}{Q - Q_a}$$

Sendo:

T = tempo de ciclo (min)

V = Volume útil do poço

Q_a = vazão afluyente ao poço (m³/min)

Q = vazão de recalque da bomba (m³/min)

**Tabela 10.13 – Tempo de ciclo da bomba e número de partidas/hora EE-C**

Vazões	Início de plano 2014		Final de plano 2034	
	T (min)	Nº Partidas	T (min)	Nº Partidas
Vazão mínima	53,13	1,13	36,64	1,64
Vazão média	35,60	1,69	23,7	2,53
Vazão máxima horária	24,58	2,44	17,26	3,48

11 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – ETE

11.1 CONCEPÇÃO DO SISTEMA

A concepção proposta para a ETE foi definida visando à depuração dos esgotos de origem exclusivamente doméstica, sendo previstos a implantação de Tanque de Pré-Sedimentação, Remoção de Gordura e Equalização, seguido de Reator Aeróbico de Lodos Ativados, Decantação Secundária e Desinfecção Final.

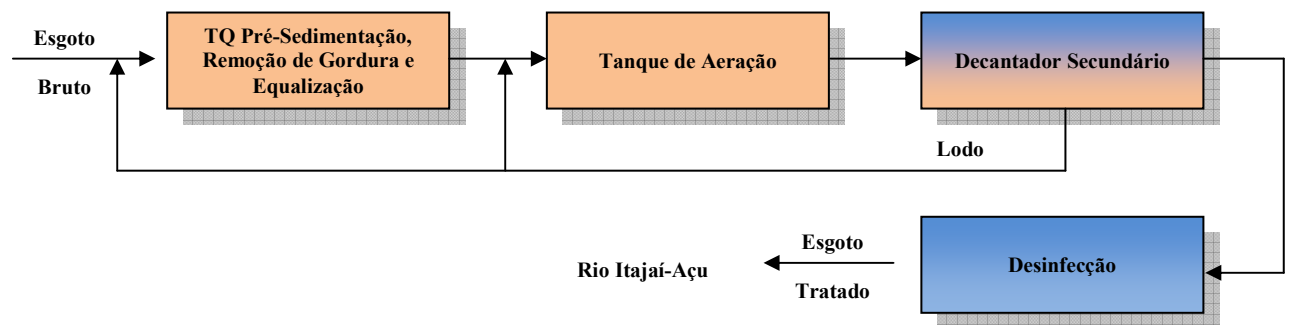


Figura 03 – Concepção do Sistema de Tratamento

Inicialmente o esgoto coletado é encaminhado para uma unidade de tratamento que irá remover todo material grosseiro presente nos esgotos, como areia, materiais plásticos, papéis, etc. Após essa etapa, o esgoto será encaminhado para um sistema de tratamento biológico utilizando um reator tipo “Lodos Ativados” (contínuo ou batelada), composto por processo de aeração e Decantação Secundária. Nesta etapa do tratamento, o material carbonáceo, assim como os nutrientes presentes no esgoto serão degradados biologicamente. Após passar pelo processo de decantação secundária, onde ocorrerá a separação das fases sólida e líquida, o efluente clarificado será conduzido ao processo de desinfecção e então enviado ao corpo receptor (Rio Itajaí-Açu). O lodo gerado no processo de decantação secundária será então recirculado no sistema em dois pontos, na entrada do Tanque de Equalização (TE) e na entrada do Reator Aeróbico, conforme condições operacionais específicas.



Para este projeto, em função de vazões pequenas, foi definido que a ETE a ser implantada no empreendimento deverá ser ETE pré-fabricada, a qual deverá atender nas Normas Brasileiras e as premissas deste projeto, e concepção descrita acima.

O projeto da ETE deverá ser fornecido pela empresa vencedora do processo de licitação, juntamente com o memorial de cálculos, detalhes, peças gráficas, projetos complementares para que a mesma atenda ao Termo de Referência da ETE. O memorial de cálculo, desenhos das peças gráficas detalhes, projetos complementares, deverão ser fornecidos à Prefeitura Municipal de Gaspar, antes da entrega dos equipamentos, para análise e aprovação da ETE.

A ETE a ser fornecida deverá atender a especificação contida no anexo I o qual faz parte dos anexos deste projeto.

11.2 DADOS DE PROJETO: VAZÃO E CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE BRUTO

O projeto da Estação de tratamento de Esgotos da área em estudo deverá estar embasado em preceitos e técnicas indicadas para projetos desta natureza, considerando as normas técnicas brasileiras, assim como demais recomendações bibliográficas para tratamento de esgotos sanitários.

Para o dimensionamento da ETE será utilizada uma vazão de contribuição de 2,14 L/s, ou 185 m³/dia, conforme especificação em Anexo. Considerando que a unidade irá operar em regime contínuo (24 horas por dia), a vazão média adotada será de 7,71 m³/h. A unidade será implantada em etapa única.

Quanto às características adotadas para o esgoto sanitário afluente à ETE e padrões para dimensionamento, foram considerados:

- Tipo de efluente = Esgoto sanitário doméstico
- Vazão média = 7,71 m³/hora
- Tempo de funcionamento da estação = 24 horas/dia
- DBO5 do efluente bruto = 300 mg de O₂/Litro
- DQO do efluente bruto = 600 mg de O₂/Litro



- $N_{total} = 38$ mg de N / Litro
- $P_{total} = 10$ m g de P/ Litro
- Temperatura do líquido = 25 graus Célcius

12 – EMISSÁRIO FINAL:

O efluente da ETE será lançado no rio Itajaí Açu, o qual tem vazão acima de 10.000 l/s, vazão esta muito superior da ETE que tem vazão de lançamento de 2,14 L/s, que somente com a mistura do esgoto no rio, em termo de DBO, não necessitaria de tratamento em termos biológico, porém a legislação exige a tratamento, assim sendo o esgoto tratado e lançado no rio Itajaí Açu não afetará a qualidade do mesmo.

Foi definido o lançamento no Rio Itajaí Açu pelos motivos elencados abaixo:

- a. Ser o corpo receptor muito próximo do loteamento, apenas de 320,0 metros, e ser o único corpo receptor próximo do empreendimento, sendo que outro corpo receptor seria afluente do mesmo;
- b. O corpo receptor ter vazão elevada;

O emissário final partirá da ETE, até a chegada em um canal de drenagem e seguirá pela canal de drenagem até atingir a margem do Rio Itajaí Açu.

13 – DIMENSIONAMENTO DO EMISSÁRIO FINAL:

Dados:

- Vazão de recalque = 2,14 l/s;
- Comprimento do emissário (ETE até Rio Itajaí-Açu) = 320,00 m;
- Cota do terreno da ETE = 12,180;
- Cota do ponto de lançamento na margem do Rio = 5,34 m;
- Desnível geométrico = 6,84 m.

Com os dados acima, e utilizando a fórmula de Hazen Williams, tubo de PEAD, PE 80, PN 6, DE 75 mm, gera uma perda de carga de 4,12 m, menor do que o desnível geométrico disponível.

Dados da tubulação:

- PE = 80
- PN = 6
- DE = 75 mm
- Espessura parede = 3,6 mm
- DI = $75 - 2 \times 3,6 = 67,8$ mm
- Perda de carga = 4,12 m.





14 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 9648 - Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, 1986.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 12208 - Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, 1992.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 9800 Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, 1987.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 12207 - Projeto de interceptores de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, 1992.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 12209 - Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, 1992.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 9649 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.* Rio de Janeiro, 1986.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 8890 - Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaio.* Rio de Janeiro, maio de 2003.

“ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.” *NBR 7362-1 - Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 1: Requisitos para tubos de PVC com junta elástica.* Rio de Janeiro, maio de 2001.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. “NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução.” Rio de Janeiro, 1999.

CHERNICHARO, C. A. DE LEMOS. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 5: Reatores anaeróbios.* Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 1997.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. “Resolução N° 357/2005.” *Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.* Brasília: CONAMA, 17 de março de 2005.

Google Earth. Fotos de satélite do município de Gaspar. Acesso em: 14 de abril de 2014. Disponível em: <<http://maps.google.com>>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “Censo populacional.” Brasília, 2000.

METCALF & EDDY. *Wastewater Engineering - Treatment and Reuse, 4th Edition.* New York: McGraw-Hill Companies, 2004.



NETO, José M. de A. *Manual de Hidráulica*. 8ª Edição. São Paulo: Editora Blucher, 2002.

TSUTIYA, M. T., e P. A. SOBRINHO. *Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário*. 1ª Edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

VON SPERLING, M. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 3: Lagoas de estabilização*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 2002.

—. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Estudos e Modelagem da Qualidade da Água dos Rios - VOLUME 7*. Minas Gerais: UFMG, 2007.

VON SPERLING, M. . *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 4: Lodos ativados*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 2002.

VON SPERLING, M. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Volume 1: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 6: Lodo de esgotos: tratamento e disposição final*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 2001.



15 ANEXOS



15.1 PLANILHA DE CÁLCULO – REDE COLETORA DE ESGOTO



15.1.1 DIMENSIONAMENTO REDE COLETORA DE ESGOTO BACIA A



15.1.2 DIMENSIONAMENTO REDE COLETORA DE ESGOTO BACIA B



15.1.3 DIMENSIONAMENTO REDE COLETORA DE ESGOTO BACIA C



15.2 PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO ELEVATÓRIA DE ESGOTO



15.2.1 PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO ELEVATÓRIA DE ESGOTO EE-A



15.2.2 PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO ELEVATÓRIA DE ESGOTO EE-B



15.2.3 PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO ELEVATÓRIA DE ESGOTO EE-C



ANEXO I

ESPECIFICAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO



15.3 PLANÍLHA ORÇAMENTÁRIA



15.4 PEÇAS GRÁFICAS