



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL
CONSELHO GESTOR DE PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA - CGPPP
EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. - SANESUL



CADERNO 2 - MODELAGEM TÉCNICA

Estudos de Engenharia, Ambiental e Social

ITEM 2 - SISTEMA PROPOSTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Volume 41 - Ladário

REV. 01 - Entrega Final



AEGEA

Procedimento de Manifestação de Interesse
Março 2017

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	7
2.	IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DE ATENDIMENTO.....	8
3.	PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO	10
3.1.	Vazões de Contribuição	10
3.1.1.	Consumo “Per Capita” Efetivo de Água	10
3.1.2.	Vazão Média dos Esgotos, Coeficiente de Retorno Esgoto/Água	10
3.1.3.	Coeficientes de Variação de Demanda	11
3.1.4.	Vazão de Infiltração.....	11
3.1.5.	Vazão Industrial.....	13
3.1.6.	Vazão para Redes Coletoras	13
3.1.7.	Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários	14
3.1.8.	Vazão para Estações Elevatórias	15
3.1.9.	Vazão para o Sistema de Tratamento	15
3.2.	Rede Coletora	16
3.2.1	Ligações.....	16
3.2.2	Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede	16
3.3.	Interceptores e Emissários por Gravidade.....	19
3.3.1	Material das Tubulações de Interceptores e Emissários	19
3.3.2	Poços de Visita para Interceptores e Emissários	19
3.4	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque.....	20
3.4.1	Cálculo do Volume do Poço de Sucção	20
3.4.2	Dimensões Úteis	21
3.4.3	Sistema de Redução de Danos	22
3.4.4	Grupo Gerador	22
3.4.5	Linhas de Recalque e Potência Consumida	22
3.5	Características do Esgoto Bruto.....	23
4	ESTUDO POPULACIONAL.....	24
4.1	População Flutuante.....	24
4.2	Evolução Populacional Adotada.....	24
5	DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA.....	26

5.1	Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado	27
5.2	Topografia e Sondagem	27
6	REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS	28
6.1	Descritivo Técnico	28
6.2	Memorial de Cálculo	29
6.2.1	Cálculo das Vazões de Contribuição	29
6.2.2	Cálculos Hidráulicos	32
6.2.3	Observações	32
6.2.4	Desenhos	33
7	INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS	34
7.1	Interceptores	34
7.2	Emissários	34
8	ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO	35
8.1	Características Gerais	35
8.2	Evolução Populacional	36
8.3	Parâmetros de Projeto	37
8.4	Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas	37
8.4.1	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-101 (a desativar)	37
8.4.2	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-102 (existente)	37
8.4.3	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-103 (existente)	38
8.4.4	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-104 (existente)	39
8.4.5	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-105	40
8.4.5.1	Área a Desapropriar	41
8.4.6	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto Compactas	41
9	ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	42
9.1	Generalidades	42
9.2	Concepção Geral do Sistema de Tratamento	43
9.3	Crítérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE's	43
9.4	Estação de Tratamento de Esgoto, ETE SEAC	44
9.4.1	Memorial Descritivo	44
9.4.1.1	Características dos Despejos Líquidos Brutos	45
9.4.1.2	Vazões de Projeto	46
9.4.2	Área a Desapropriar	49

10. ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	50
11. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO PROPOSTO	51
12. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO.....	53
13. COMPATIBILIDADE DE CRONOGRAMA DE OBRAS COM FOCO NOS EVENTUAIS MECANISMOS DE TRANSIÇÃO.....	55
14. METODOLOGIAS DE ESPECIFICAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS.....	57
15. ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA DETALHADO PARA A IMPLANTAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA.....	58
16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxa de Infiltração.....	12
Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.....	25
Quadro 3 - Resumo do Estudo Populacional e de Vazão.....	26
Quadro 4 - Resumo do Descritivo Técnico da Rede Projetada.	28
Quadro 5 - Projeção Populacional por subsistema.	36
Quadro 6 - Características EEEB-105.	40
Quadro 7 - Características do Efluente Tratado.....	45
Quadro 8 - Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).	45
Quadro 9 - Parâmetros de projeto - ETE.	46

LISTA DE DESENHOS

C2-V41-T3.2-01	Concepção do Sistema Proposto
C2-V41-T3.2-02	Fluxograma
C2-V41-T3.2-03	Sistema de Tratamento Proposto - Layout

1. APRESENTAÇÃO

A AEGEA apresenta, através deste documento, proposta para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Ladário / MS, em cumprimento ao escopo do **PROCEDIMENTO DE MANIFESTAÇÃO DE INTERESSE - PMI Nº 01/2016** da EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL - SANESUL.

Na cidade de Ladário existe um sistema de esgotamento sanitário que atende uma parcela da população, sendo que grande parte da população se utiliza do sistema individual de coleta e disposição do sistema de esgotamento predial. A fim de ampliar a cobertura do sistema público de coleta, transporte, tratamento e disposição final são descritos nos itens, a seguir, as adequações do sistema existente e a implementação de novas unidades, para um horizonte de projeto de 30 (trinta) anos a partir do ano de 2018.

2. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DE ATENDIMENTO

Na cidade de Ladário existe sistema de esgotamento sanitário que atende a uma pequena parcela da população, sendo que grande parte da população se utiliza do sistema individual de coleta e disposição do sistema de esgotamento predial. Esse sistema é composto em sua maioria pelo sistema de fossa séptica e sumidouros.

O sistema de esgotamento sanitário existente é constituído de quatro Subsistemas, conforme apresentado no Desenho C2-V41-T2-02 do Diagnóstico (Caderno 2, Volume 41).

Em atendimento ao item 3.2 (subitem 2), do Anexo I do Edital (Termo de Referência) que solicita a apresentação da descrição do sistema proposto de esgotamento sanitário, apresentamos a seguir um quadro com uma relação entre os itens dispostos no Termo de Referência e os propostos pela Proponente.

Descrição dos itens	Item Correspondente	Página
a) Identificação da área do projeto e de atendimento:	2. Identificação da área do projeto e de atendimento	8
b) Bacias de esgotamento: identificação, descrição das bacias e sub-bacias propostas, tipo de sistema de esgotamento proposto, características básicas (população inicial e final de plano, contribuição, extensão de rede, outros).	4. Estudo Populacional 4.1. População Flutuante 4.2. Evolução Populacional Adotada 5. Descrição Geral da Concepção Básica 5.1. Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado 5.2. Topografia e Sondagem	24 26 27 27
c) Redes coletoras e ligações prediais.	6. Rede Coletora e ligações prediais	28
d) Interceptores e emissários.	7. Interceptores e emissários	34
e) Estações elevatórias de esgoto.	8. Estações elevatórias de esgoto	35
f) Estações de tratamento de esgoto.	9. Estações de tratamento de esgoto	42
g) Corpo Receptor.	9.4.1. Memória descritivo	44
h) Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto.	11. Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto - Anexo2	51
i) Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário.	12. Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário	53
j) Critérios e parâmetros de projetos (alcance, nível de atendimento, contribuição per capita, carga orgânica por habitante, coeficientes K1 e K2 hora e dia de maior consumo, declividade mínima, materiais utilizados, diâmetro mínimo, ligações individuais, travessias e interferências, outros).	9.4.1. Memorial descritivo 3. Parâmetros e condicionantes de projeto; 3.1. Vazões de Contribuição 3.1.1 - Consumo "Per Capita" Efetivo de Água 3.5. Características do Esgoto Bruto 3.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda (K1 e K2) 3.2.2. Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede 3.3.1. Material das Tubulações de Interceptores e Emissários	44 10 23 11 16 19
k) Critérios dimensionamento de cada unidade do sistema de esgotamento sanitário: redes coletoras, coletores tronco, interceptores, emissários, estações elevatórias, estações de tratamento, e outros.	3.2.2. Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede 3.1.2. Vazão Média dos Esgotos, Coeficiente de Retorno Esgoto/Água (Rede) 3.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda 3.1.4. Vazão de Infiltração 3.1.5. Vazão Industrial 3.1.6. Vazão para Redes Coletoras 3.1.7. Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários 3.1.8. Vazão para Estações Elevatórias 3.1.9. Vazão para o Sistema de Tratamento 3.3. Interceptores e Emissários por Gravidade. 3.4. Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque 9.3. Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE's	16 10 11 13 14 15 19 20 4316
l) Desenhos básicos das unidades que compõem o sistema de esgoto sanitário.	Anexo: layout ETE, ligação predial, Estações Elevatórias de Esgoto e Poço de Visita.	
m) Descrição do processo de tratamento de esgoto.	9.4. Estação de Tratamento de Esgoto	44
n) Compatibilidade de cronograma de obras com foco nos eventuais mecanismos de transição;	13. Compatibilidade de cronograma de obras com foco nos eventuais mecanismos de transição	55
o) Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras.	14. Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras	57
p) Orçamento de referência detalhado para a implantação da solução proposta, preferencialmente em planilhas de custos SINAPI/SICRO atualizadas ou composição de custos unitários.	15. Orçamento de referência detalhado para a implantação da solução proposta	58

3. PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO

Para o dimensionamento serão utilizados critérios e parâmetros de projetos previstos em Normas Técnicas Brasileiras, padrões da SANESUL e outros consolidados pelo uso, pertinentes ao tema sistema de esgotamento sanitário.

3.1. Vazões de Contribuição

3.1.1. Consumo “Per Capita” Efetivo de Água

Este valor pode variar bastante, em função do clima, dos hábitos de seus habitantes, das características da área e da natureza da ocupação dessas áreas: residencial, comercial, industrial e outras.

O coeficiente “per capita” também pode variar ao longo do tempo, conforme se modifiquem os hábitos populacionais, ou a natureza da ocupação das áreas de projeto.

O valor médio “*per capita*” de água utilizado conforme recomendação da SANESUL para cidades com população menor que 50.000 habitantes é de 150 L/hab.dia.

A vazão média anual que cada habitante lança na rede coletora de esgoto é diretamente proporcional à taxa “*per capita* de água” efetivamente consumida.

3.1.2. Vazão Média dos Esgotos, Coeficiente de Retorno Esgoto/Água

As vazões de projeto, para fins de dimensionamento do sistema coletor, são aquelas correspondentes à situação de saturação urbana.

Para efeito de dimensionamento do sistema, foi adotado um padrão de referência para contribuição de esgotos equivalente à vazão de contribuição de uma economia

residencial média, com ocupação urbana de 3,79 habitantes (uma família), e que se denomina Q_{eq} , ou contribuição equivalente, correspondente a:

$$Q_{esg.média} = Q_{eq}.$$
$$Q_{esg.média} = q \times tx_{oc.} \times C$$

A relação entre a vazão de esgoto produzida e a vazão de água potável consumida será de: $C = 0,80$.

3.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda

São dois os coeficientes utilizados para a obtenção das vazões máximas, K_1 e K_2 , apresentados a seguir.

a) NO DIA DE MAIOR CONSUMO - K_1

O coeficiente K_1 exprime a relação entre a vazão observada no dia de maior contribuição e a vazão média anual.

Será utilizado: Coeficiente de máxima vazão diária: $K_1 = 1,20$.

b) NA HORA DE MAIOR CONSUMO - K_2

O coeficiente K_2 exprime a relação entre a vazão observada na hora de maior consumo e a vazão observada no dia de maior consumo.

Será utilizado: Coeficiente de máxima vazão horária: $K_2 = 1,50$.

$$Q_{esg.max.} = \frac{Q_{esg.média} \times k_1 \times k_2}{86.400s / dia}$$

3.1.4. Vazão de Infiltração

A Norma NBR 9649/1986 da ABNT indica um valor com variação de 0,05 a 1,0 L/s.km como taxa de contribuição de infiltração nas redes coletoras.

São as contribuições originárias das chuvas e das infiltrações do lençol subterrâneo, que, inevitavelmente, terão acesso às canalizações de esgoto.

A quantificação dessas contribuições será realizada levando-se em conta a experiência local ou regional, uma vez que dependerão, entre outros fatores:

- Da profundidade do lençol freático;
- Do tipo de terreno em que a rede está enterrada;
- Do tipo de canalização e de suas juntas; e,
- Do tipo e vedação dos poços de visita.

A vazão de infiltração específica para o município é de difícil obtenção, observadas as condições de assentamento das tubulações da rede, tipo de juntas, características do subsolo e outros aspectos. Os valores da Taxa de Infiltração são utilizados de acordo com o Quadro a seguir:

Rede coletora	Diâmetro do coletor	Tipo de junta	Nível do lençol freático	Tipo de solo	Taxa de infiltração (L/s.km)
Tronco ou Secundária	Até 400 mm	Elástica	Abaixo do coletor	BP	0,05
				P	0,10
			Acima do coletor	BP	0,15
				P	0,30
Secundária	Até 400 mm	Não elástica	Abaixo do coletor	BP	0,05
				P	0,50
			Acima do coletor	BP	0,50
				P	1,00
Tronco	Acima de 400 mm	-----	-----	-----	1,00

BP - Solos de baixa permeabilidade

P - Solos permeáveis

Quadro 1 - Taxa de Infiltração.

Para efeito deste estudo, o valor adotado foi de 0,15 L/s.km.

O valor adotado considera alta taxa de infiltração na conexão entre canalização e dispositivos de inspeção e visita. Apesar de o município de Ladário possuir subsolo de baixa permeabilidade formado por rochas calcárias, estas são fraturadas e,

portanto, possibilitam a infiltração de água nas valas da rede coletora e assim no sistema coletor de esgotos.

3.1.5. Vazão Industrial

Este projeto não considerou contribuições industriais de esgoto.

3.1.6. Vazão para Redes Coletoras

População Inicial:

A estimativa da população inicial (P_i), foi feita a partir da contagem (ou por amostragem) dos domicílios existentes na área de projeto, e a taxa de ocupação (hab/domicílio), conforme o Censo 2010 - IBGE.

População Final:

Para a população final foi adotada, no dimensionamento de redes coletoras e de interceptores, de acordo com a NBR 9648/1989 - ESTUDO DE CONCEPÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO item 4.4.2, a População de Saturação:

*“Para fim de plano deve ser considerada a **saturação urbanística**, incluídas as zonas de expansão”.*

Ainda conforme definido por Tsutiya e Sobrinho, 1999 (Livro Coleta e Transporte De Esgoto Sanitário):

*“As **redes de esgotos** são normalmente projetadas para uma população de saturação, as densidades de saturação das áreas podem ser definidas pela lei de zoneamento da cidade caso exista”.*

É importante salientar que a População de Saturação é hipotética, é utilizada somente como artifício de dimensionamento hidráulico da **rede coletora e dos interceptores**. É a população que ocorreria se todos os espaços urbanos disponíveis, dentro da área urbanizada atual e das áreas de expansão, fossem ocupados conforme as tendências de cada região da cidade (densidades populacionais de saturação).

Neste projeto foi adotada uma densidade populacional de saturação de 70 hab/ha em áreas urbanizadas e de 40 hab/ha em áreas de expansão.

A estimativa da população final (Pf), para dimensionamento de redes coletoras e de interceptores, será calculada a partir da densidade de saturação (hab/ha) e da área (ha) atendida.

Contribuições Iniciais e Finais:

Para todos os trechos da rede foram estimadas as contribuições iniciais e finais, expressas em litros/segundo.

A vazão de jusante de cada trecho (inicial ou final), é aquela proveniente dos coletores tributários, acrescida das vazões singulares ou concentradas, da vazão de infiltração e da vazão de contribuição do trecho.

A vazão de contribuição do trecho foi obtida pelo produto de sua extensão pela taxa de contribuição por metro linear da ocupação demográfica, calculada segundo a população inicial ou final, conforme o caso.

Quanto à vazão mínima, as normas NBR 9649/1986 e 14486/00 da ABNT recomenda que, em qualquer trecho da rede coletora, o menor valor da vazão a ser utilizada nos cálculos é de 1,5 L/s, correspondente ao pico instantâneo de vazão decorrente da descarga de vaso sanitário. Sempre que a vazão a jusante do trecho for inferior a esse valor, para os cálculos hidráulicos deste trecho foi utilizado o valor de 1,5 L/s.

3.1.7. Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários

A Vazão Pluvial Parasitária é definida pela NBR 9648/86 como a parcela do deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede de esgoto sanitário.

A NBR 12.207/92 recomenda que o valor máximo para contribuição pluvial parasitária não deve superar 6,0 L/s.km

Foi adotado como contribuição Pluvial Parasitária para Interceptores e emissários por gravidade 3,0 L/s.km (de interceptores + emissários contribuintes), considerando a verificação com seção plena.

3.1.8. Vazão para Estações Elevatórias

Para efeito de estimativa do porte das estações elevatórias que resultarem nas alternativas formuladas foi adotada uma vazão igual à vazão média consumida multiplicada pelos coeficientes K_1 , K_2 e C (Máxima Horária), no que se refere à avaliação da vazão máxima, em ambos os casos foram adicionados à vazão de infiltração.

As alternativas formuladas são:

- EEEB Tipo IA 0,35 a 1,30 L/s
- EEEB Tipo IB 1,31 a 2,50 L/s
- EEEB Tipo II 2,51 a 5,50 L/s
- EEEB Tipo III 5,51 a 15,00 L/s
- EEEB Tipo IV 15,01 a 30,00 L/s
- EEEB Tipo V, VI e VII 30,01 a 60,00 L/s
- EEEB Tipo VIII 60,01 a 90,00 L/s

Quanto à vazão mínima, foi considerada como sendo 25% da vazão média de projeto (K_3), excluindo a vazão correspondente à infiltração de água (Patrício Gallegos Crespo - Elevatórias nos Sistemas de Esgotos).

3.1.9. Vazão para o Sistema de Tratamento

A vazão máxima produzida normalmente é calculada da mesma forma que para as elevatórias. Entretanto, a vazão máxima afluente ao sistema de tratamento foi aqui adotada como sendo a média adicionada à vazão de infiltração, em virtude da

capacidade de armazenamento do pico máximo, devido ao tempo de detenção utilizado no dimensionamento do sistema de tratamento.

3.2. Rede Coletora

3.2.1 Ligações

As ligações prediais serão no padrão da SANESUL, com a utilização de “TIL” de PVC no ramal de ligação.

3.2.2 Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede

O dimensionamento hidráulico dos coletores de esgotos obedece aos métodos comumente aplicados aos condutos livres, admitindo-se o regime permanente e uniforme de escoamento. As fórmulas aplicadas no cálculo hidráulico são as seguintes:

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \times (R_H^{1/3} \times I^{1/2})$$

Sendo:

V - velocidade (m/s)

n - coeficiente de rugosidade, admitido = 0,013.

RH - raio hidráulico (m)

I - declividade (m/m);

Tensão Trativa:

Para todos os trechos da rede foram verificadas as tensões trativas médias (T), não devendo a de início do plano ser inferior a 0,10 kg/m² ou 1,0 Pa, para garantir as condições de autolimpeza quanto à deposição sólida e evitar a geração de sulfetos. As tensões trativas médias (T), expressas em Pascal foram calculadas pela relação:

$$\sigma = \gamma \times R_H$$

Sendo:

σ - Tensão trativa média (Pa);

γ - Perímetro molhado (m);

RH - Raio hidráulico (m).

Declividade:

Em algumas oportunidades, nas pontas das canalizações, o trecho fica sem esgoto. Esta realidade inviabiliza o cálculo para definir o comportamento da canalização com a vazão mínima. No nível de projeto, a fixação da declividade com essas vazões conduziria a valores exagerados, inaceitáveis.

Para possibilitar a fixação mais realista da declividade, admite-se que a quantidade mínima de esgoto a circular nas extremidades do sistema seja igual à contribuição de uma válvula de descarga de um vaso sanitário. Assim, a vazão para fixação da declividade mínima é igual a 1,5 L/s (NBR's 9649/1986 e 14486/2000).

A declividade mínima de cada trecho, admissível para satisfazer a tensão trativa média igual a 1,0 Pa no início do plano (considerando menor valor de vazão para qualquer trecho da rede igual a 1,5 L/s), foi calculada pela seguinte expressão:

$$I_{\text{mín}} = 0,0035 \times Q_i^{-0,47} \text{ (conforme NBR 14486/2000)}$$

Sendo:

Q_i em L/s

$I_{\text{mín}}$ em m/m.

Já a declividade máxima foi limitada pela velocidade máxima de 5,0 m/s no final do plano.

Diâmetro Mínimo:

A Norma NBR 9649/1986 da ABNT, admite o diâmetro DN 100 como o mínimo a ser utilizado em redes coletoras de esgoto sanitário. Neste projeto o diâmetro dos coletores, dimensionados hidráulicamente, evoluem a partir de DN 150, conforme caderno de encargos da SANESUL.

Lâminas D'água:

As lâminas d'água foram calculadas admitindo-se o escoamento em regime uniforme e permanente, sendo o seu valor máximo, para a vazão final igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor.

Quando a velocidade final (Vf) resultou superior à velocidade crítica, a maior lâmina admissível foi de 50% do diâmetro do coletor, de modo a assegurar a ventilação do trecho.

A velocidade crítica foi definida por:

$$V_c = 6 \times (g \times RH) \quad \text{onde } g \rightarrow \text{aceleração da gravidade.}$$

Controle de Remanso:

De modo a manter o gradiente hidráulico e evitar o remanso, para as vazões de final de plano, a cota da geratriz inferior de um tubo na saída de um Poço de Visita - PV, foi rebaixada para que a cota do nível d'água neste tubo fosse no máximo igual ao nível d'água mais baixo, verificado nas tubulações de entrada.

Recobrimento Mínimo:

Salvo em condições especiais, o recobrimento mínimo da Rede Coletora foi (Caderno de Encargos SANESUL - 2015):

TIPO DE PAVIMENTO

RECOBRIMENTO (m):

- Valas sob passeio com guias ou meio-fio definido = 0,70;
- Valas sob passeio sem guias ou meio-fio definido = 0,90;
- Valas sob via pavimentada ou com greide definido por guias, meio-fio e sarjetas = 1,00
- Valas sob via de terra ou com greide indefinido = 1,20

A profundidade do órgão acessório foi definido de acordo com o recobrimento mínimo exigido, da interligação com a tubulação da rede e das condições da declividade do terreno.

Declividade Mínima Construtiva:

Representa o valor mínimo de declividade que pode ser executado com precisão pelos métodos construtivos usuais. Adotou-se 0,0030 m/m, ou seja, acima da declividade mínima recomendada pela NBR 9814/1987 (0,0010 m/m). Mantendo sempre a declividade mínima admissível para satisfazer a tensão trativa média, em início de plano superior a 0,10 kg/m² para rede coletora e coletores tronco e 0,15 kg/m² para interceptores e emissários.

3.3. Interceptores e Emissários por Gravidade

Foram utilizados os mesmos Critérios e Parâmetros da Rede Coletora naquilo que se aplica.

3.3.1 Material das Tubulações de Interceptores e Emissários

O material das tubulações a serem utilizadas nos Interceptores e Emissários por gravidade é:

- PVC/JE Vinilfort ou similar até DN 400;
- PRFV acima de DN 400;
- Ferro Fundido em trechos de travessias;
- PEAD Termosoldável em emissários subaquáticos.

3.3.2 Poços de Visita para Interceptores e Emissários

Os Poços de Visita para Interceptores e Emissários por gravidade serão:

1. Para tubulações com diâmetro até DN 600:
 - Diâmetro mínimo do PV = 1,20m
 - Em aduela de concreto armado.
 - Distância máxima entre PV's = 120 m.
2. Para coletores com diâmetros maiores que DN 600:
 - PV's com a parte inferior em concreto com no mínimo 1,20m x 1,20m interno e chaminé em aduela com diâmetro de 1,20m.

Em desníveis maiores que 0,50m devem ser projetados PVs especiais, com dissipadores de energia.

No concreto deve ser utilizado cimento resistente a sulfato e fck \geq 40 Mpa (NBR 6118).

A armadura deve ter recobrimento interno mínimo de 20 mm e externo de no mínimo 15 mm (NBR 16085 e NBR 8890).

3.4 Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque

Para as Estações Elevatórias de Esgoto Bruto os critérios e parâmetros utilizados são:

3.4.1 Cálculo do Volume do Poço de Sucção

A utilização de bombas de velocidade variável requer um volume útil menor tendo em vista a acomodação do bombeamento às vazões de chegada. Para recalque à vazão constante o volume do poço úmido foi calculado com maiores proporções para evitar partidas muito frequentes de bombeamento. A despeito disto, a segunda hipótese é mais corriqueira em função da simplificação na operação, principalmente em pequenas EEE. Para motores inferiores a 20 CV o tempo entre duas partidas consecutivas (ciclo) foi calculado superior a 10 minutos. Em qualquer situação não foram previstas mais que quatro partidas por hora para evitar fadiga nas partes elétricas das instalações. Por outro lado, períodos de detenção superiores a 30 minutos (NBR 12208/1992) não são recomendáveis, pois, períodos assim originariam sedimentações e condições sépticas indesejáveis. Tendo em vista o exposto adotou-se 10 minutos como período de ciclo, quando a vazão afluyente corresponder à média de projeto.

Assim, o “Volume Útil” do poço úmido é determinado pela expressão:

$$V_u = (Q_b \cdot T)/4$$

Sendo:

Q_b é a vazão do conjunto motor bomba;

T é o período de ciclo de bombeamento.

O “Volume Efetivo” é determinado pela expressão:

$$V_e = t_d \times Q_{\min}$$

Sendo:

t_d tempo de detenção no poço;

Q_{\min} vazão mínima afluyente no início da operação. A vazão mínima, quando escolhida dentro do início do horizonte de projeto, representa uma grandeza tão pequena que inviabiliza o cálculo para determinar o volume máximo do poço. A posição mais pragmática e ajustada à realidade admite assumir que a vazão mínima corresponderá a 25% da vazão média de projeto (K_3), excluindo a vazão correspondente à infiltração de água (Patrício Gallegos Crespo - Elevatórias nos Sistemas de Esgotos, Ed. UFMG - 2001).

Em todas as elevatórias está prevista a implantação de agitador de fundo (mixer).

3.4.2 Dimensões Úteis

Determinado o volume útil, parte-se para a definição de sua forma geométrica, ou seja, altura, largura e comprimento, observando-se, de um modo geral, as orientações a seguir descritas.

- Altura - É dada em função do nível da extravasão (em torno de 30 centímetros acima) ou do nível máximo de alarme (aproximadamente 15 centímetros acima) e, dependendo do volume útil calculado, das dimensões então definidas, da natureza da elevatória, das características das bombas selecionadas, a faixa de operação deve ficar entre 0,5 e 1,6 metros;
- Largura - Depende do distanciamento das sucções entre si e das paredes ou no caso de bombas submersas, das condições hidráulicas da sucção e da disposição física em relação às outras unidades da elevatória;

- Comprimento - Suficiente para instalação adequada dos conjuntos elevatórios com as folgas necessárias para montagem e inspeção.

3.4.3 Sistema de Redução de Danos

O Sistema de redução de danos para o conjunto elevatório, devido a materiais transportados no esgoto será composto pelo sistema de gradeamento, através de cesto removível. A remoção dos sólidos decantáveis, essencialmente areia, está proposta para ser realizada na caixa de areia na entrada de cada ETE.

3.4.4 Grupo Gerador

Está prevista a implantação de Grupo Gerador em todas as estações elevatórias.

3.4.5 Linhas de Recalque e Potência Consumida

O dimensionamento econômico de instalações de recalque foi feito através da fórmula de Bresse ($D=k_1 \cdot Q^{1/2}$), pois o sistema funciona durante 24 horas/dia, com Q em m³/s. A potência P consumida pelo conjunto motor-bomba (potência de entrada) expressa em CV é dada pela expressão:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q_b \cdot H}{75 \cdot \eta_b \cdot \eta_m}$$

Onde “ $\eta_b \cdot \eta_m$ ” é o rendimento “ η ” do conjunto.

Para determinação da perda de carga nas tubulações de sucção e recalque, utilizou-se a fórmula de Hazen-Williams, sem dúvida, a fórmula prática mais empregada pelos calculistas para condutos sob pressão desde 1920, principalmente em pré-dimensionamentos. Com resultados bastante razoáveis para diâmetros de 50 a 3500 mm, é equacionada da seguinte forma:

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

Foi adotado coeficiente de rugosidade (“C” de Hazen Williams) $C=100$ em razão da recomendação constante na seguinte bibliografia:

WPCF Manual of Practice N° 9 - "Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers" - Chapter 5. HYDRAULIC OF SEWERS, Item E, Table XIV - WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION & AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS.

Foram adotadas de acordo com a Norma NBR 12208/1992, os seguintes limites de velocidade:

- Na sucção: 0,6 - 1,5 m/s;
- No recalque: 0,6 - 3,0 m/s.

Foi adotado como material das Linhas de Recalque, salvo situações especiais:

- Diâmetro \leq DE110 PEAD;
- Diâmetro \geq DN150 DEFoFo.

3.5 Características do Esgoto Bruto

Para cálculo das cargas orgânicas (DBO), foi considerada a taxa per capita de geração, característica de esgoto doméstico bruto de 54 g DBO/hab.dia, de acordo com o item 5.2 da NBR 12.209/1992 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.

Na ausência de informações locais, para as demais características físicas, químicas e bacteriológicas será adotado:

- Relação DQO/DBO = 2;
- Relação N-NKT/DBO = 0,083;
- Relação P/DBO = 0,019;
- Coliformes Fecais = $1,10 \times 10^7$ NMP/100 ml.

4 ESTUDO POPULACIONAL

Foi desenvolvido um estudo demográfico, que através de uma metodologia e técnicas aprimoradas, forneceu a estimativa populacional que corresponde a cidade de Ladário, para um horizonte de projeto de 30 anos, conforme CADERNO 2, Volume 1 “*Estudo Populacional das Localidades*” do presente estudo.

Esse estudo permitiu incorporar aos trabalhos uma visão de planejamento macro e regional, na implantação de seus serviços de esgotamento sanitário.

O objetivo deste estudo é obter a projeção demográfica da cidade, segundo a situação de domicílios urbanos, dispondo então de estimativas de usuários dos serviços de esgotamento sanitário ao longo do horizonte de projeto.

Essas projeções são fundamentais e os avanços neste campo vão no sentido de possibilitar a construção de hipóteses de crescimento baseados tanto nas tendências experimentadas no passado, como também nos rumos mais prováveis a serem seguidos a partir de indicações do presente e expectativas futuras. Uma projeção de população é, pois, o resultado de uma série de suposições produzidas sobre as tendências futuras do crescimento populacional, ou seja, é um total numérico de uma condição hipotética que poderá ocorrer se, no futuro, os supostos inerentes ao método de projeção utilizada provar ser válido.

4.1 População Flutuante

Este projeto não considera população flutuante, pois não existe aumento significativo da população em nenhuma época do ano.

4.2 Evolução Populacional Adotada

A evolução populacional urbana adotada para a sede da localidade de Ladário, no horizonte de projeto de 30 anos, está demonstrada no quadro a seguir.

Ano	Calendário	População Urbana (hab)
00	2017	21.942
01	2018	22.341
02	2019	22.728
03	2020	23.102
04	2021	23.460
05	2022	23.803
06	2023	24.133
07	2024	24.450
08	2025	24.755
09	2026	25.044
10	2027	25.318
11	2028	25.580
12	2029	25.828
13	2030	26.064
14	2031	26.272
15	2032	26.464
16	2033	26.642
17	2034	26.803
18	2035	26.949
19	2036	27.078
20	2037	27.190
21	2038	27.284
22	2039	27.361
23	2040	27.420
24	2041	27.462
25	2042	27.485
26	2043	27.491
27	2044	27.478
28	2045	27.449
29	2046	27.401
30	2047	27.337

Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.

5 DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA

Após análise dos projetos existentes, das informações contidas no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 22), da Caracterização da Localidade (Caderno 2, Volume 22) e pelo Estudo Populacional (Caderno 2, Volume 1), além das definições estabelecidas neste documento foi possível definir a Concepção Básica da localidade de Ladário.

Nessa abordagem a previsão geral da vazão do esgoto gerado ao longo do horizonte de projeto do SES de Ladário resultou no Quadro a seguir.

Subsistema	Área (ha)	População			Vazão (com infiltração)			
		2017 (hab.)	Máxima até 2047 (hab.)	Saturação (hab.)	Média Diária até 2047 (L/s)	Máxima Horária em 2017 (L/s)	Máxima Horária até 2047 (L/s)	Máxima Horária na Saturação (L/s)
SS-A1	37	1.987	2.490	2.617	2,84	3,24	4,47	4,73
SS-A1-1	1	77	97	102	0,13	0,15	0,21	0,22
SS-A1-2	1	80	100	105	0,12	0,14	0,19	0,21
SS-A2	59	3.111	3.898	4.097	6,49	7,36	10,02	10,60
SS-B	6	322	403	424	1,24	1,43	2,01	2,14
SS-C	125	6.670	8.356	8.782	14,71	16,94	23,76	25,24
SS-D	91	4.829	6.050	6.358	10,21	11,76	16,49	17,52
SS-E	9	455	571	600	0,86	1,00	1,40	1,48
SS-F	83	4.411	5.526	5.807,49	12,96	14,93	20,94	22,24
AE-1	4	-	-	175,22	-	-	-	0,57
AE-2	3	-	-	109	-	-	-	0,35
AE-3	3	-	-	129	-	-	-	0,42
AE-4	16	-	-	639	-	-	-	2,07
AE-5	22	-	-	870	-	-	-	2,82
AE-6	48	-	-	1.923	-	-	-	6,22
AE-7	4	-	-	158	-	-	-	0,51
AE-8	5	-	-	211	-	-	-	0,68
AE-9	12	-	-	488	-	-	-	1,58
AE-10	4	-	-	155	-	-	-	0,50
AE-11	5	-	-	201	-	-	-	0,65
AE-12	11	-	-	421	-	-	-	1,36
AE-13	26	-	-	1.027	-	-	-	3,32
AE-14	12	-	-	471	-	-	-	1,52
Total	587	21.942	27.491	35.869	49,56	56,94	79,50	106,95

Quadro 3 - Resumo do Estudo Populacional e de Vazão.

As etapas de implantação adotadas neste projeto são:

- **Imediato** - do 1º ao 2º ano (todo o esgoto coletado deverá ser tratado adequadamente);
- **Curto Prazo** - do 3º ao 10º ano, (universalização dos serviços);
- **Médio Prazo** - do 11º ao 20º ano;
- **Longo Prazo** - do 21º ao 30º ano.

5.1 Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado

Foi elaborada uma planta geral do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Ladário (desenho C2-V41-T3.2-01), onde, após as visitas de campo realizadas quando da elaboração do Diagnóstico, foram verificados e consolidados os melhores traçados para o caminhamento de interceptores / emissários e linhas de recalque bem como selecionadas as áreas destinadas à instalação das estações elevatórias de esgoto e estação de tratamento de esgoto.

Esse desenho contém todo o arranjo do sistema projetado, inclusive as bacias de contribuição, com os pontos de lançamento de esgoto bruto, com destaque para a localização dos Emissários, Linhas de Recalque, Estações Elevatórias, Sistemas Isolados e a localização da Estação de Tratamento.

5.2 Topografia e Sondagem

Para a elaboração da proposta do SES da cidade de Ladário, foram utilizados os levantamentos topográficos e sondagens disponibilizadas pela SANESUL. Na ausência destes, foi utilizado levantamento planialtimétrico realizado pela Prefeitura Municipal de Ladário em Convênio com a Companhia Vale do Rio Doce, disponibilizado gratuitamente pela prefeitura. Este levantamento foi realizado em projeção geográfica South American 1969 (SAD69) e teve como objetivo o planejamento de pavimentação de vias do município.

6 REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS

6.1 Descritivo Técnico

Conforme cadastro do SANESUL, a sede municipal de Ladário possui cerca de 31% da área urbana provida de rede coletora.

O sistema de esgotamento sanitário proposto para a cidade de Ladário é composto de 18.978 m (23%) de rede existente e 61.977 m (77%) de rede projetada, subdividido em 9 subsistemas.

Os estudos desenvolvidos neste projeto foram baseados no cadastro de redes coletoras existentes, nos pontos de lançamento fornecidos pela SANESUL e nas áreas de contribuição delimitadas.

O Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade de Ladário possui atualmente um total de 792 ligações prediais de esgoto (dados de outubro de 2016), sendo que, no final de plano poderá atender até 27.337 habitantes (população máxima até o ano de 2047).

O quadro a seguir sintetiza as informações da rede coletora proposta.

Extensão de Rede Coletora (m)				Número de ligações totais (ud)
Existente	Em implantação/ a implantar (fora do escopo da SPE/ PPP)	Projetada	Total	
18.978	23.979	37.998	80.955	6.770

Quadro 4 - Resumo do Descritivo Técnico da Rede Projetada.

De acordo com o descrito no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 41), a diferença entre extensão de rede existente apresentada e dados do SiiG se deve a contabilização da parcela da rede coletora já executada (por parte do SiiG).

6.2 Memorial de Cálculo

As redes coletoras foram dimensionadas de acordo com o Item 3 deste Projeto “Parâmetros e Condicionantes de Projeto”.

6.2.1 Cálculo das Vazões de Contribuição

Para a determinação das vazões de contribuição foram considerados os seguintes aspectos:

- População esgotável e características urbanas das áreas consideradas (residencial, comercial, industrial).
- As principais indústrias que usarão o sistema e suas características: fonte de suprimento de água, horário de funcionamento, volumes, regime de descarga de esgotos, natureza dos resíduos líquidos e existência de instalações próprias para regularização ou tratamento.
- Águas de infiltração: coeficientes a serem considerados, através de dados conhecidos ou adotados segundo as características da comunidade.

A vazão de contribuição da área de projeto é composta dos efluentes de duas (02) fontes que representam as seguintes vazões principais:

- Vazão de esgoto doméstico;
- Vazão de água de infiltração;

A vazão de esgoto doméstico e sua variação diária e sazonal estão diretamente ligadas à vazão de abastecimento da população ou da área esgotada. A relação entre as duas vazões é dada pelo coeficiente de retorno.

A soma das vazões parciais resultou na vazão de dimensionamento da rede coletora. Essa vazão foi colocada em termos unitários (por metro linear de coletor ou por unidade de área), para o dimensionamento das tubulações.

Foram identificadas ainda, as vazões concentradas de valor considerável, que estão indicadas em valor total, no ponto de contribuição.

Para execução dos cálculos, foi adotado o consumo per capita efetivo de água de 150 L/hab.dia, conforme orientação da SANESUL.

População Inicial e População Final

A estimativa da população inicial (Pi) foi feita a partir da contagem dos domicílios existentes na área de projeto, e a taxa de ocupação de 3,79 hab/domicílio, divulgada pelo IBGE para a cidade de Ladário.

Quanto à população prevista para o final de plano ou de saturação (Pf), a estimativa foi feita a partir das densidades de saturação:

Zonas Urbanas:

Para a população final (de saturação), foi adotado adensamento de saturação = **70 hab./ha** (terrenos 12 x 30m e distância entre alinhamentos prediais opostos de 16 m).

Zonas de Expansão:

Foi considerada a densidade de saturação para Zonas de Expansão **40 hab./ha**, limitadas ao perímetro urbano e/ou limite das bacias de contribuição. Lançada como vazão concentrada nos PV's projetados próximos.

Vazão de Esgoto Doméstico:

Para o cálculo da quantidade de esgoto doméstico e determinação dos coeficientes de descarga ou contribuição, por metro linear de coletor ou por unidade de área, foram considerados os seguintes valores:

- Quantidade média de água distribuída “per capita” (efetivo) pela rede pública de abastecimento;
- Densidade demográfica da área considerada;
- Área da zona considerada;
- Extensão das vias públicas existentes;

- Vazão específica de contribuição relativa ao dia e à hora de maior descarga na rede.

A vazão específica de contribuição dos esgotos domiciliares, em litros por metro de rede coletora, considerando-se que esse coletor deve servir aos prédios situados em ambos os lados da via pública, foi obtida respectivamente pelas expressões.

Para início de plano:

$$q_i = \frac{C.q.P_i.K_2}{86400.L} \quad \text{L/s/m}$$

Para fim de plano:

$$q_f = \frac{C.q.P_f.K_1.K_2}{86400.L} \quad \text{L/s/m}$$

Sendo:

C - relação entre a quantidade de esgotos encaminhados aos coletores e o volume de água fornecido pela rede pública;

q - consumo “per capita” efetivo de água em L/hab/dia;

q_i - vazão específica de início de plano em L/s/m;

q_f - vazão específica de final de plano em L/s/m;

P_i - População inicial;

P_f - População final (saturação);

K₁ - coeficiente do dia de maior consumo, 1,2;

K₂ - coeficiente da hora de maior consumo, 1,5;

L - extensão das vias públicas existentes e previstas para a área considerada, em metros.

Vazão de Água de Infiltração (Taxa de Infiltração):

Originam-se nos lençóis freáticos existentes no subsolo, bem como na percolação de água pluvial ou fluvial através de solos argilosos ou arenosos. As vazões de acréscimos serão calculadas com base no Item 3 deste Projeto “Parâmetros e Condicionantes de Projeto”.

6.2.2 Cálculos Hidráulicos

No dimensionamento foi utilizada a Equação de Chezy, com coeficiente de Manning:

$$V = 1/n \cdot RH^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Considerando n (coeficiente de atrito) 0,013 e seção plena:

$$V_p = 30,527 \cdot \emptyset^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ou

$$Q_p = 23,976 \cdot \emptyset^{8/3} \cdot I^{1/2}$$

Sendo:

V = velocidade, m/s;

RH = raio hidráulico, m;

I = declividade, m/m;

\emptyset = diâmetro, m;

Q = vazão, m³/s.

6.2.3 Observações

A fim de evitar a utilização de Estação Elevatória de Esgoto Bruto no Subsistema A2, foram projetados trechos de rede coletora margeando o córrego, fora do arruamento municipal. Esta passagem foi prevista em projeto de rede coletora de esgotos anteriormente elaborado.

Devido à disposição dos arruamentos e topografia favorável não foram projetados trechos com profundidades maiores do que a máxima.

De acordo com o exposto no diagnóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário de Ladário, arquivo C2-V41-T2.0, foram relatados problemas construtivos na ligação entre rede coletora de esgotos e dispositivos de inspeção e visita, ocasionando infiltração de água pluvial na rede coletora durante períodos chuvosos. Foi considerado em orçamento reparo dos dispositivos de inspeção e visita existentes por meio de junta de dilatação para impermeabilização, com selante elástico.

6.2.4 Desenhos

As áreas onde será implantada rede coletora podem ser identificadas no Desenho C2-V41-T3.2-01, em anexo.

7 INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS

A concepção prospectada para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Ladário não possui interceptores. O Emissário necessário à disposição final do esgoto tratado foi dimensionado de acordo com o Item 3 deste Projeto “Parâmetros e Condicionantes de Projeto”.

7.1 Interceptores

Não foram projetados interceptores para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Ladário.

7.2 Emissários

- Emissário ETE SEAC

O emissário existente da ETE SEAC tem seu lançamento diretamente as margens do Rio Paraguai, acarretando em problemas de dispersão do esgoto tratado devido as baixas velocidades de fluxo.

A fim de melhorar a dispersão do efluente da ETE foi projetado emissário subaquático, transferindo o ponto de lançamento das margens para a calha do Rio Paraguai (Coordenadas UTM 437.997,00 E / 7.898.654,00S), onde as maiores velocidades de fluxo facilitam a dispersão do efluente.

Para o lançamento no Rio Paraguai será utilizada uma tubulação em PEAD, com extensão de 94 metros e diâmetro externo de 315 mm. Esta tubulação será interligada ao emissário existente por meio de poço de inspeção e visita projetado. O emissário subaquático será submerso através da fixação de blocos de concreto.

8 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

8.1 Características Gerais

Todas as vezes que não é possível o escoamento dos esgotos pela ação da gravidade é necessário a instalação de estações elevatórias de esgoto.

A elevação do esgoto pode ocorrer quando:

- A profundidade do coletor é superior ao valor limite do projeto;
- Existe necessidade de a rede coletora transpor obstáculos naturais ou artificiais;
- O esgoto coletado tem de passar de uma bacia para outra;
- O terreno não apresenta condição satisfatória para assentamento da rede coletora (áreas alagadas, rochas, etc);
- Necessidade de elevação do esgoto coletado para unidade em cota mais elevada, como na chegada da estação de tratamento de esgoto ou na unidade de destino final.

A concepção proposta do sistema de esgotamento sanitário de Ladário prevê o atendimento de toda a área urbana do município satisfatoriamente. Foram concebidos 09 Subsistemas de esgotamento sanitário (drenados), conforme definido pela topografia da cidade, atendendo as zonas residenciais, comerciais e industriais existentes e futuras. A natureza das áreas de expansão da cidade é principalmente zonas residenciais e comerciais, o padrão de ocupação atual tende a manter-se no futuro.

Portanto, no município de Ladário dos 09 Subsistemas de esgotamento sanitário 03 necessitam implantação de estações elevatórias de esgoto, sendo 02 elevatórias de esgoto compactas, 03 elevatórias existentes necessitaram de adequação, e 01 elevatória será desativada.

8.2 Evolução Populacional

Com a definição da Evolução Populacional apresentada no Item 4 “Estudo Populacional” deste projeto, estabeleceu-se baseado nas áreas ocupadas o número de economias atuais.

A distribuição espacial da população foi realizada a partir da contagem dos domicílios existentes na área de projeto, com a distribuição pelas quadras da cidade. Tendo a distribuição, procedeu-se a classificação das densidades populacionais por bacia de escoamento.

De posse desses dados procedeu-se a evolução das densidades de forma a obter-se a população que ocorrerá nos anos seguintes conforme previsto nas Tabelas de Evolução Populacional. O critério de evolução das densidades considerou a evolução mais lenta para a Zona mais adensada, sendo mais intenso na Zona de menos adensamento, gerando o quadro a seguir.

Subsistemas	Previsão Populacional 2017 (hab)	Previsão Populacional 2027 (hab)	Previsão Populacional Máxima até 2047 (hab)	Previsão Populacional 2047 (hab)
SS-A1	1.987	2.293	2.490	2.476
SS-A1-1	77	89	97	96
SS-A1-2	80	92	100	99
SS-A2	3.111	3.590	3.898	3.877
SS-B	322	372	403	401
SS-C	6.670	7.696	8.356	8.309
SS-D	4.829	5.572	6.050	6.016
SS-E	455	526	571	568
SS-F	4.411	5.089	5.526	5.495
Total	21.942	25.318	27.491	27.337

Quadro 5 - Projeção Populacional por subsistema.

8.3 Parâmetros de Projeto

As Estações Elevatórias de Esgoto e as respectivas Linhas de Recalque estão dimensionadas, de acordo com o Item 3 deste Projeto “*Parâmetros e Condicionantes de Projeto*”.

8.4 Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas

O descritivo das estações elevatórias está nos itens a seguir.

8.4.1 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-101 (a desativar)

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-101 fica localizada na Rua Júlio Müller. Atualmente recalca esgoto bruto de uma pequena área de contribuição situada em seu entorno e o encaminha a rede coletora existente do Sub-sistema D.

Segundo equipe técnica da SANESUL a rede coletora que contribui para esta EEEB é do tipo condominial e vem apresentando problemas de entupimento.

O estado de conservação da EEEB é muito ruim, segundo pode ser verificado no Diagnóstico do Sistema Existente (documento número C2-V41-T2.0, Capítulo 1.4.1).

Dado o exposto, na nova concepção do Sistema de Esgotamento de Ladário a EEB-101 será desativada, bem como a rede coletora condominial existente que contribui para esta ETE.

Esta área será englobada por rede coletora de esgotos projetada para o Sub-sistema F, seguindo por gravidade até a ETE SEAC.

8.4.2 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-102 (existente)

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto existente EEEB-102 fica localizada na Rua Cândido Mariano, tendo como área de contribuição o subsistema A1. A vazão

coletada é recalçada para rede coletora do Sub-sistema A2, como pode ser observado no Desenho C2-V41-T3.2-01. As características da estação elevatória em questão estão descritas no item 1.4.2 do Diagnóstico.

O subsistema A1 não terá sua área de abrangência e traçado de linha de recalque alterados. Desta forma, subentende-se que não há necessidade de readequação do sistema motobomba instalado nesta Estação Elevatória, sendo este suficiente para recalcar a vazão de fim de plano calculada para nova concepção do SES de Ladário.

De acordo com as informações apresentadas no Diagnóstico a respeito do estado de conservação da EEEB-102, recomenda-se que sejam realizadas as seguintes melhorias:

- Troca da grade de barras paralelas existente por nova grade com espaçamento entre barras de 1,5 cm, a fim de evitar o desgaste dos equipamentos e acúmulo de sólidos grosseiros no poço de sucção;
- Instalação de inversor de frequência para modular o funcionamento das bombas.

8.4.3 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-103 (existente)

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto existente EEEB-103 fica localizada na Rua do Porto, tendo como área de contribuição os subsistemas A1 e A2. A vazão coletada é recalçada para rede coletora do Sub-sistema D, como pode ser observado no Desenho C2-V41-T3.2-01. As características da estação elevatória em questão estão descritas no item 1.4.3 do Diagnóstico.

O subsistema A2 não terá sua área de abrangência e traçado de linha de recalque alterados. Desta forma, subentende-se que não há necessidade de readequação do sistema motobomba instalado nesta Estação Elevatória, sendo este suficiente para recalcar a vazão de fim de plano calculada para nova concepção do SES de Ladário.

De acordo com as informações apresentadas no Diagnóstico a respeito do estado de conservação da EEEB-102, recomenda-se que sejam realizadas as seguintes melhorias:

- Troca da grade de barras paralelas existente por nova grade com espaçamento entre barras de 1,5 cm, a fim de evitar o desgaste dos equipamentos e acúmulo de sólidos grosseiros no poço de sucção;
- Adequação do barrilete para instalação de conjunto motobomba reserva. De acordo com equipe técnica da SANESUL há uma bomba submersível reserva guardada na Regional da SANESUL, idêntico a instalada na EEEB.
- Instalação de inversor de frequência para modular o funcionamento das bombas
- Instalação de guindaste giratório para retirada das bombas para manutenção.

8.4.4 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-104 (existente)

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto existente EEEB-104 fica localizada na Rua Emília Alves de Arruda, tendo como área de contribuição o subsistema B. A vazão coletada é recalçada para PV localizado na entrada da ETE SEAC, como pode ser observado no Desenho C2-V41-T3.2-01. As características da estação elevatória em questão estão descritas no item 1.4.4 do Diagnóstico.

O subsistema B não terá sua área de abrangência e traçado de linha de recalque alterados. Desta forma, subentende-se que não há necessidade de readequação da Estação Elevatória.

De acordo com equipe técnica da SANESUL há uma bomba submersível reserva guardada na Regional da SANESUL, idêntica a instalada na EEEB.

8.4.5 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-105

O esgoto bruto coletado no subsistema E não poderá ser encaminhado por gravidade, a ETE SEAC devido a topografia desfavorável desta área em relação ao seu entorno. Sendo assim, será necessária a implantação da Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEB-105, como pode ser observado no Desenho C2-V41-T3.2-01.

A EEEB-105, localizada na Rua Fortaleza (Coordenadas UTM 435062 E, 7896416 S), irá recalcar o esgoto bruto coletado até a esquina da Rua Acerola com a Rua Angelin (subsistema F).

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2047 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 1,40 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

As características da estação elevatória são as seguintes:

Vazão (L/s)	1,40
DN - Linha de Recalque (mm)	63
Comprimento Linha de Recalque (m)	1246

Quadro 6 - Características EEEB-105.

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EEEB e também a população ao entorno. Para evitar tais problemas, está sendo prevista a instalação de um agitador mecânico de fundo.

Na elevatória em questão, será instalada 01 (uma) bomba para operação e outra ficará de reserva caso ocorra algum problema mecânico com a mesma.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada. Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

8.4.5.1 Área a Desapropriar

Para implantação da EEEB 105 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200 m².

8.4.6 Estações Elevatórias de Esgoto Bruto Compactas

Em áreas com baixa contribuição localizadas em cotas desfavoráveis à interligação com a rede, foram previstas estações elevatórias de esgoto bruto compactas, as quais deverão ser instaladas na via ou passeio.

Para este modelo de estação elevatória é prevista a instalação de tubo de PEAD como tanque pulmão em caso de falta de energia, dispensando assim a necessidade de gerador de energia.

Para o município de Ladário foram previstas 2 EEEB compactas para atender os subsistemas A1-1 e A1-2.

9 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

9.1 Generalidades

O presente projeto tem o objetivo de apresentar uma proposta para a coleta e o tratamento de despejos líquidos para a cidade de Ladário.

O abastecimento de água tratada traz resultados rápidos e sensíveis melhorias à saúde e às condições de vida de uma comunidade. Entretanto, os dejetos gerados após o uso da água requerem tratamento e disposição final adequados para controle de vetores transmissores de doenças e preservação do meio ambiente, de forma que não é recomendado que toda uma comunidade promova a infiltração individual dos seus despejos, uma vez que estatisticamente já foi provado que sistemas individuais de tratamento de esgotos não atendem aos padrões ambientais para infiltração no solo, provocando poluição da camada superficial e do lençol freático, assim se faz necessário promover a coleta e tratamento em sistemas coletivos, de forma que o despejo final atenda prontamente a legislação pertinente, seja para lançamento em cursos d'água, para uso agrícola ou com lançamento no solo.

A atual política nacional de recursos hídricos, estabelecido na Lei Federal n° 9.433, de janeiro de 1997, considera a água um bem público, limitado, dotado de valor econômico, cujo uso prioritário é o consumo humano. A alternativa de integração do uso da água com as diversas atividades sociais e econômicas que atendem aos diversos interesses torna-se cada vez mais direcionada à conservação desse bem, vital à sobrevivência humana.

Segundo a FUNASA “A humanidade de uma forma geral, e a sociedade brasileira em particular, tem experimentado ao longo das últimas décadas uma preocupação cada vez maior com a busca do desenvolvimento em seu sentido mais amplo. O simples crescimento econômico já não é mais encarado como a solução para a pobreza e os demais problemas que afetam a população. Portanto, não faz o menor sentido a estratégia de “crescer, para depois dividir”, como foi apregoado por alguns até há pouco tempo.

Esse desenvolvimento em sentido mais amplo não envolve apenas os aspectos econômicos que influenciam a vida das pessoas, mas também questões sociais, culturais, ambientais e político-institucionais. Na verdade, ele reconhece que todos esses aspectos estão inter-relacionados. Ou seja, é um conceito novo e abrangente, que envolve várias dimensões da realidade em que as pessoas estão inseridas, e que, ao contemplar a conservação ambiental, introduz a noção de sustentabilidade, significando permanência ao longo do tempo.

Por isso, esse novo conceito relacionado ao processo de melhoria da qualidade de vida das pessoas é denominado desenvolvimento sustentável, é definido de forma mais precisa como o “processo de elevação do nível geral de riqueza e da qualidade de vida da população que compatibiliza a eficiência econômica, a equidade social e a conservação dos recursos naturais”.

9.2 Concepção Geral do Sistema de Tratamento

Para o tratamento dos esgotos gerados em Ladário, está prevista a reforma e ampliação da ETE SEAC, conforme Desenho C2-V41-T3.2-03.

9.3 Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE's

O dimensionamento das unidades de tratamento de esgoto sanitário foi elaborado com observância da NBR 12209 da ABNT e sua atualização. Os parâmetros principais de projeto e as diretrizes para o dimensionamento dos processos de tratamento, da fase líquida do esgoto sanitário e do lodo são encontrados na citada norma.

9.4 Estação de Tratamento de Esgoto, ETE SEAC

9.4.1 Memorial Descritivo

O presente memorial descritivo trata da complementação e ampliação da Estação de Tratamento de Esgoto existente na cidade de Ladário (ETE - SEAC), situada nas Coordenadas UTM 437.699,21 E / 7.898.160,72 S.

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente à ETE-SEAC é de 49,56 L/s e a vazão máxima igual a 79,50 L/s, que correspondem a uma população de 26.941 habitantes (máxima até 2047).

Para que seja possível atender a população máxima até final de plano em 2047 será necessária a ampliação da ETE - SEAC, que será constituída por tratamento preliminar em grades, caixa de areia e calha "Parshall". Após o tratamento preliminar, os efluentes passarão pela etapa de tratamento biológico, por processo selecionado a partir do estudo de autodepuração.

O corpo receptor do efluente da ETE SEAC é o Rio Paraguai, enquadrado como Classe 2. Este rio possui uma vazão mínima (Q_{95}) igual a 718 m³/s.

Realizando uma análise de autodepuração do Rio Paraguai concluiu-se que o processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de 70% para DBO.

Uma possível tecnologia proposta para atingir a eficiência descrita anteriormente é:

- Reator UASB seguido de Filtro Biológico Percolador e Decantador Secundário (UASB + FBP + DS)

Como etapa final, a ETE possuirá sistema de desinfecção através da dosagem de hipoclorito de sódio.

Na etapa de execução poderá ser adotada uma tecnologia alternativa de mesma eficiência e garantia dos resultados aqui propostos.

A qualidade dos efluentes tratados atenderão a todos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005, CONAMA 397 de 03 de abril de 2008,

CONAMA 430 de Maio de 2011, e a Deliberação CECA/MS nº 36, de 27 de junho de 2012 (Conselho Estadual de Controle Ambiental do Mato Grosso do Sul). Os quadros a seguir demonstram as características do efluente após o processo de tratamento proposto.

Considerando somente as condições de lançamento:

pH	5 a 9
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	< 1,00
Óleos e Graxas (mg/L)	< 50
DBO ₅ (mg/L)	< 120,0

Quadro 7 - Características do Efluente Tratado.

Considerando a diluição da vazão do efluente (mistura), não alterando a classificação do corpo receptor:

DBO ₅ (mg/L)	< 5,0
OD (mg/L O ₂)	> 5,0

Quadro 8 - Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).

Para o cálculo das unidades de tratamento foi utilizada a vazão média de 49,56 L/s, sendo a vazão máxima horária de 79,50 L/s.

O lançamento do efluente tratado da ETE SEAC será realizado no Rio Paraguai (Coordenadas UTM 437.997,00 E, 7.898.654,00S).

O Layout do processo proposto encontra-se no desenho C2-V41-T3.2-03.

9.4.2 Características dos Despejos Líquidos Brutos

As considerações adotadas neste projeto são:

Taxa de Infiltração:	0,15	L/s.km
Taxa de ocupação:	3,79	hab/dom
Consumo per capita efetivo:	150	L/hab.dia
Coeficiente de retorno:	0,80	
Comprimento da rede:	11,96	m/lig

K ₁ :	1,20
K ₂ :	1,50
K ₃ :	0,25
Carga per capita DBO	54 g/hab.dia
Relação DQO/DBO	2
Relação N-NKT/DBO	0,083
Relação P/DBO	0,019
Coli, Termotolerantes (estimado)	1,0E+0,7 NMP/100ml

Quadro 9 - Parâmetros de projeto - ETE.

9.4.2.1 Vazões de Projeto

Os cálculos de vazão adotados neste projeto seguem o recomendado pela literatura técnica específica:

$$Q_{\min} = C \times P \times q \times K_3 / 86.400$$

$$Q_{\text{med}} = C \times P \times q / 86.400$$

$$Q_{\max} = C \times P \times q \times K_1 \times K_2 / 86.400$$

$$Q_{\text{inf}} = q_1 \times L$$

Onde:

Q_{\min} = Vazão mínima de esgoto, em L/s;

Q_{med} = Vazão média de esgoto, em L/s;

Q_{\max} = Vazão máxima de esgoto, em L/s;

Q_{inf} = Vazão de infiltração, em L/s.

No quadro a seguir estão apresentadas as projeções de vazões e das principais características do afluente à Estação de Tratamento ETE - SEAC, ao longo do horizonte de projeto.

Ano	Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações Atendidas (und)	ConsumoPerCapita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m³/dia)	Q sanitário dia maior consumo c/ k1 (L/s)	Q sanitário máximo c/ k1 e k2 (L/s)	Carga DBO doméstica (kg/dia)	Carga DBO limpa fossa (kg/dia)	Carga DBO total (kg/dia)	Concentração média DBO (mg/L)	Carga DQO (Kg/dia)	Concentração média DQO (mg/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
0	2017	21.942	24	0	5.272	1.325	150	7,32	2,38	9,70	838	11,16	15,56	285	12	297	354	593	708	1,00E+07
1	2018	22.341	32	0	7.205	1.810	150	10,01	3,25	13,25	1.145	15,25	21,26	389	12	401	350	802	700	1,00E+07
2	2019	22.728	40	0	9.197	2.311	150	12,77	4,15	16,92	1.462	19,47	27,14	497	12	509	348	1.017	696	1,00E+07
3	2020	23.102	49	0	11.247	2.826	150	15,62	5,07	20,69	1.788	23,82	33,19	607	12	619	346	1.239	693	1,00E+07
4	2021	23.460	57	0	13.350	3.355	150	18,54	6,02	24,56	2.122	28,27	39,39	721	12	733	345	1.466	691	1,00E+07
5	2022	23.803	65	0	15.501	3.895	150	21,53	6,99	28,52	2.464	32,82	45,74	837	12	849	345	1.698	689	1,00E+07
6	2023	24.133	73	0	17.700	4.448	150	24,58	7,98	32,56	2.813	37,48	52,23	956	12	968	344	1.936	688	1,00E+07
7	2024	24.450	82	0	19.942	5.011	150	27,70	8,99	36,69	3.170	42,23	58,84	1.077	12	1.089	344	2.178	687	1,00E+07
8	2025	24.755	90	0	22.225	5.585	150	30,87	10,02	40,89	3.533	47,06	65,58	1.200	12	1.212	343	2.424	686	1,00E+07
9	2026	25.044	98	0	24.543	6.167	150	34,09	11,06	45,15	3.901	51,97	72,42	1.325	12	1.337	343	2.675	686	1,00E+07
10	2027	25.318	98	0	24.812	6.235	150	34,46	11,18	45,64	3.944	52,54	73,21	1.340	0	1.340	340	2.680	679	1,00E+07
11	2028	25.580	98	0	25.068	6.299	150	34,82	11,30	46,12	3.984	53,08	73,97	1.354	0	1.354	340	2.707	679	1,00E+07
12	2029	25.828	98	0	25.312	6.361	150	35,16	11,41	46,56	4.023	53,60	74,69	1.367	0	1.367	340	2.734	679	1,00E+07
13	2030	26.064	98	0	25.543	6.419	150	35,48	11,51	46,99	4.060	54,08	75,37	1.379	0	1.379	340	2.759	679	1,00E+07
14	2031	26.272	98	0	25.746	6.470	150	35,76	11,60	47,36	4.092	54,51	75,97	1.390	0	1.390	340	2.781	679	1,00E+07
15	2032	26.464	98	0	25.935	6.517	150	36,02	11,69	47,71	4.122	54,91	76,53	1.400	0	1.400	340	2.801	679	1,00E+07
16	2033	26.642	98	0	26.109	6.561	150	36,26	11,77	48,03	4.150	55,28	77,04	1.410	0	1.410	340	2.820	679	1,00E+07
17	2034	26.803	98	0	26.267	6.601	150	36,48	11,84	48,32	4.175	55,62	77,51	1.418	0	1.418	340	2.837	679	1,00E+07
18	2035	26.949	98	0	26.410	6.637	150	36,68	11,90	48,58	4.198	55,92	77,93	1.426	0	1.426	340	2.852	679	1,00E+07
19	2036	27.078	98	0	26.536	6.668	150	36,86	11,96	48,82	4.218	56,19	78,30	1.433	0	1.433	340	2.866	679	1,00E+07
20	2037	27.190	98	0	26.646	6.696	150	37,01	12,01	49,02	4.235	56,42	78,63	1.439	0	1.439	340	2.878	679	1,00E+07
21	2038	27.284	98	0	26.739	6.719	150	37,14	12,05	49,19	4.250	56,62	78,90	1.444	0	1.444	340	2.888	679	1,00E+07
22	2039	27.361	98	0	26.814	6.738	150	37,24	12,09	49,33	4.262	56,78	79,12	1.448	0	1.448	340	2.896	679	1,00E+07
23	2040	27.420	98	0	26.872	6.753	150	37,32	12,11	49,43	4.271	56,90	79,29	1.451	0	1.451	340	2.902	679	1,00E+07

Ano	Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações Atendidas (und)	ConsumoPercapita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m³/dia)	Q sanitário dia maior consumo c/ k1 (L/s)	Q sanitário máximo c/ k1 e k2 (L/s)	Carga DBO doméstica (kg/dia)	Carga DBO limpa fossa (kg/dia)	Carga DBO total (kg/dia)	Concentração média DBO (mg/L)	Carga DQO (Kg/dia)	Concentração média DQO (mg/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
24	2041	27.462	98	0	26.912	6.763	150	37,38	12,13	49,51	4.278	56,98	79,41	1.453	0	1.453	340	2.907	679	1,00E+07
25	2042	27.485	98	0	26.935	6.769	150	37,41	12,14	49,55	4.281	57,03	79,48	1.455	0	1.455	340	2.909	679	1,00E+07
26	2043	27.491	98	0	26.941	6.770	150	37,42	12,14	49,56	4.282	57,04	79,50	1.455	0	1.455	340	2.910	679	1,00E+07
27	2044	27.478	98	0	26.929	6.767	150	37,40	12,14	49,54	4.280	57,02	79,46	1.454	0	1.454	340	2.908	679	1,00E+07
28	2045	27.449	98	0	26.900	6.760	150	37,36	12,12	49,49	4.276	56,96	79,37	1.453	0	1.453	340	2.905	679	1,00E+07
29	2046	27.401	98	0	26.853	6.748	150	37,30	12,10	49,40	4.268	56,86	79,24	1.450	0	1.450	340	2.900	679	1,00E+07
30	2047	27.337	98	0	26.790	6.732	150	37,21	12,08	49,28	4.258	56,73	79,05	1.447	0	1.447	340	2.893	679	1,00E+07

9.4.3 Área a Desapropriar

Para ampliação da ETE SEAC será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 7.700 m².

10 ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

O objetivo deste capítulo é apresentar os descritivos dos principais serviços, materiais a serem utilizados, métodos de execução e equipamentos necessários à implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Ladário.

Os serviços, métodos e materiais deverão atender o “**CADERNO DE ENCARGOS DA SANESUL - 2015**”, resultado de anos de experiência da Concessionária de saneamento básico, sendo assim de comprovada eficácia.

11 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO PROPOSTO

O Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto é apresentado na figura a seguir.



Av. Brig. Faria Lima 1744 Cj. 71
Jd. Paulistano São Paulo SP
CEP 01451 910
Tel +55 11 3818 8150
Fax +55 11 3818 8166
www.aegea.com.br

12 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO

O Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário é apresentado na figura a seguir.



Av. Brig. Faria Lima 1744 Cj. 71
Jd. Paulistano São Paulo SP
CEP 01451 910
Tel +55 11 3818 8150
Fax +55 11 3818 8166
www.aegea.com.br

13 COMPATIBILIDADE DE CRONOGRAMA DE OBRAS COM FOCO NOS EVENTUAIS MECANISMOS DE TRANSIÇÃO

A compatibilidade de cronograma de obras, com foco nos eventuais mecanismos de transição está apresentada na figura seguinte.



Av. Brig. Faria Lima 1744 Cj. 71
Jd. Paulistano São Paulo SP
CEP 01451 910
Tel +55 11 3818 8150
Fax +55 11 3818 8166
www.aegea.com.br

14 METODOLOGIAS DE ESPECIFICAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS

A metodologia de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras é apresentado no anexo A, ao final do Caderno 2, item 2.

15 ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA DETALHADO PARA A IMPLANTAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA

O orçamento de referência detalhado para a implantação da solução proposta é apresentado a seguir.



Av. Brig. Faria Lima 1744 Cj. 71
Jd. Paulistano São Paulo SP
CEP 01451 910
Tel +55 11 3818 8150
Fax +55 11 3818 8166
www.aegea.com.br

16 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS (Coord.), Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio.
- CHERNICHARO, C. A. L. (Coord.), Pós-Tratamento de Reatores Anaeróbios, PROSAB - 2001.
- CHERNICHARO, C. A. L., Reatores Anaeróbios, DESA/UFMG - 1997.
- CRESPO, P. G., Elevatórias nos Sistemas de Esgotos. Editora UFMG, 2001.
- CRESPO, P. G., Sistema de Esgotos. Editora UFMG, 2001.
- JORDÃO, E. P., Tratamento de Esgoto Doméstico, ABES, 5ª Edição - 2009.
- KELLNER e CLETO PIRES, Lagoas de Estabilização - Projeto e Operação, ABES - 1998
- MACINTYRE, A. J., Bombas e Instalações de Bombeamento. Editora Guanabara, 2ª edição, 1987.
- METCALF & EDDY, Wastewater Engineering - 2003.
- METCALF & EDDY, Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos. AMG Editora, 5ª Edição, 2016.
- NETTO, J. M. A., Manual de Hidráulica. Editora Edgard Blucher Ltda, 8ª edição, 1998.
- NUVOLARI, A. (Coord.), Esgoto Sanitário - Coleta Transporte Tratamento e Reuso Agrícola, Editora Edgard Blucher Ltda, 1ª Edição, 2003.
- SOBRINHO, P.A., Tsutiya, M. T., Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2ª edição, 2000.
- NBR 7229 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1993.

NBR 9648 - Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Novembro/1986.

NBR 9649 - Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1986.

NBR 12207 - Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1989.

NBR 12208 - Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1992.

NBR 12209 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /2011.

NBR 13969 - Projeto de Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1997.

Von SPERLING, Lagoas de Estabilização, DESA/UFMG - 2000.

AEGEA

Av. Brig. Faria Lima, 1744 - Cj.71
01451-910 - Jd. Paulistano
São Paulo - SP



Março 2017