



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 46 - Naviraí

REV. 01 - Entrega Final



AEGEA

Procedimento de Manifestação de Interesse
Março 2017

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	8
2.	IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DE ATENDIMENTO.....	9
3.	PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO	11
3.1.	Vazões de Contribuição	11
3.1.1.	Consumo “Per Capita” Efetivo de Água	11
3.1.2.	Vazão Média dos Esgotos, Coeficiente de Retorno Esgoto/Água	11
3.1.3.	Coeficientes de Variação de Demanda	12
3.1.4.	Vazão de Infiltração.....	12
3.1.5.	Vazão Industrial.....	13
3.1.6.	Vazão para Redes Coletoras	14
3.1.7.	Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários	15
3.1.8.	Vazão para Estações Elevatórias	15
3.1.9.	Vazão para o Sistema de Tratamento	16
3.2.	Rede Coletora	16
3.2.1.	Ligações.....	16
3.2.2.	Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede e Coletor Tronco	17
3.3.	Interceptores e Emissários por Gravidade.....	20
3.3.1.	Material das Tubulações de Interceptores e Emissários	20
3.3.2.	Poços de Visita para Interceptores e Emissários	20
3.4.	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque.....	21
3.4.1.	Cálculo do Volume do Poço de Sucção	21
3.4.2.	Dimensões Úteis	22
3.4.3.	Sistema de Redução de Danos	22
3.4.4.	Grupo Gerador	23
3.4.5.	Linhas de Recalque e Potência Consumida	23
3.5.	Características do Esgoto Bruto.....	24
4.	ESTUDO POPULACIONAL	25
4.1.	População Flutuante.....	25
4.2.	Evolução Populacional Adotada.....	25
5.	DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA	27

5.1. Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado	29
5.2. Topografia e Sondagem	29
6. REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS	30
6.1. Descritivo Técnico	30
6.2. Memorial de Cálculo	31
6.2.1. Cálculo das Vazões de Contribuição	31
6.2.2. Cálculos Hidráulicos	34
6.2.3. Observações	34
6.2.4. Desenhos	35
7. INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS	36
7.1. Interceptores	36
7.2. Emissários	36
8. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO	38
8.1. Características Gerais	38
8.2. Evolução Populacional	39
8.3. Parâmetros de Projeto	40
8.4. Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas	40
8.4.1. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-02 (existente)	40
8.4.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-03 (existente)	41
8.4.3. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-05 (a ser desativada)	41
8.4.4. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB 05	41
8.4.4.1. Área a Desapropriar	42
8.4.5. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 06	43
8.4.5.1. Área a Desapropriar	44
8.4.6. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 07	44
8.4.6.1. Área a Desapropriar	45
8.4.7. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 10	45
8.4.7.1. Área a Desapropriar	46
8.4.8. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 11	46
8.4.8.1. Área a Desapropriar	47
8.4.9. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 12	47
8.4.9.1. Área a Desapropriar	49
8.4.10. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 13	49

8.4.10.1. Área a Desapropriar.....	50
8.4.11. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 14.....	50
8.4.11.1. Área a Desapropriar.....	51
8.4.12. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 15.....	51
8.4.12.1. Área a Desapropriar.....	52
8.4.13. Estação Elevatória de Efluente Tratado - EEET	53
8.4.13.1. Área a Desapropriar.....	53
9. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	54
9.1. Generalidades	54
9.2. Concepção Geral do Sistema de Tratamento	55
9.3. Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE's	55
9.4. Estação de Tratamento de Esgoto, ETE IPÊ	56
9.4.1. Memorial Descritivo	56
9.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos	57
9.4.1.2. Vazões de Projeto.....	58
9.4.2. Área a Desapropriar	62
10. Especificação De Serviços, Materiais E Equipamentos	63
11. Fluxograma Do Processo De Coleta E Tratamento Proposto	64
12. Cronograma De Implantação Das Estruturas Dos Sistemas De Esgoto Sanitário.....	66
13. Compatibilidade De Cronograma De Obras Com Foco Nos Eventuais Mecanismos De Transição.....	68
14. Metodologias De Especificação, Acompanhamento E Fiscalização De Obras .	70
15. Orçamento De Referência Detalhado Para A Implantação Da Solução Proposta.....	71
16. Referências Bibliográficas.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxa de Infiltração.....	13
Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.....	26
Quadro 3 - Resumo do Estudo Populacional e de Vazão.....	28
Quadro 4 - Resumo do Descritivo Técnico da Rede Projetada.	30
Quadro 5 - Projeção Populacional por Sub-Sistema.....	40
Quadro 6 - Características EEEB-05	42
Quadro 7 - Características EEEB-06	43
Quadro 8 - Características EEEB-07	44
Quadro 9 - Características EEEB-10	45
Quadro 10 - Características EEEB-11	47
Quadro 11 - Características EEEB-12.....	48
Quadro 12 - Características EEEB-13.....	49
Quadro 13 - Características EEEB-14.....	50
Quadro 14 - Características EEEB-15.....	52
Quadro 15 - Características EEET.....	53
Quadro 16 - Características do Efluente Tratado.	57
Quadro 17 - Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).	57
Quadro 18 - Parâmetros de projeto - ETE.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Traçado do emissário da ETE	37
--	----

LISTA DE DESENHOS

C2-V46-T3.2-01	Concepção do Sistema Proposto
C2-V46-T3.2-02	Fluxograma
C2-V46-T3.2-03	Layout ETE

1. APRESENTAÇÃO

A AEGEA apresenta, através deste documento, proposta para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Naviraí / 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 Naviraí existe um sistema de esgotamento sanitário que atende uma parcela da população, sendo que grande parte da população utiliza-se 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 Naviraí existe sistema de esgotamento sanitário que atende uma pequena parcela da população, grande parte da população utiliza-se 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-V46-T3.2-01, e no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 46).

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	9
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	25 27 29 29
c) Redes coletoras e ligações prediais.	6. Rede Coletora e ligações prediais	30
d) Interceptores e emissários.	7. Interceptores e emissários	36
e) Estações elevatórias de esgoto.	8. Estações elevatórias de esgoto	38
f) Estações de tratamento de esgoto.	9. Estações de tratamento de esgoto	54
g) Corpo Receptor.	9.4.1. Memória descritivo	56
h) Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto.	11. Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto - Anexo2	64
i) Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário.	12. Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário	66
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	56 11 24 12 17 20
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	17 1112 12 13 14 15 16 20 21 55
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	56
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	68
o) Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras.	14. Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras	70
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	71

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 maior que 50.000 habitantes é de 180 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 **3,13** 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.

3.1.5.Vazão Industrial

Este projeto não considera 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 (P_f), 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 será 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 adotado 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 serão adicionadas 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 e Coletor Tronco

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 = 0,0013.

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:

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

Sendo:

Q_i em L/s

I_{\min} 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 hidraulicamente, 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 (V_f) 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 será 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.

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 $f_{ck} \geq 40$ 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;
- Diâmetro - 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 PVC 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 = $1,0 \times 10^7$ 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 Naviraí, 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 Naviraí, no horizonte de projeto de 30 anos, está demonstrada no quadro a seguir.

Ano	Calendário	População Urbana (hab)
00	2017	50.009
01	2018	50.877
02	2019	51.725
03	2020	52.550
04	2021	53.346
05	2022	54.112
06	2023	54.854
07	2024	55.573
08	2025	56.267
09	2026	56.931
10	2027	57.564
11	2028	58.172
12	2029	58.754
13	2030	59.310
14	2031	59.805
15	2032	60.269
16	2033	60.701
17	2034	61.098
18	2035	61.461
19	2036	61.788
20	2037	62.077
21	2038	62.328
22	2039	62.539
23	2040	62.712
24	2041	62.845
25	2042	62.937
26	2043	62.989
27	2044	63.002
28	2045	62.974
39	2046	62.907
30	2047	62.801

Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.

5. DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA

Após análise dos projetos existentes, das informações contidas no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 46), da Caracterização da Localidade (Caderno 2, Volume 46) e pelo Estudo Populacional (Caderno 2, Volume 1), além das definições estabelecidas neste documento foi possível definir a Concepção Básica da localidade de Naviraí.

Nessa abordagem a previsão geral da vazão do esgoto gerado ao longo do horizonte de projeto do SES de Naviraí, considerando um Índice de Atendimento de 98%, resultou no Quadro a seguir.

Resumo do Estudo Populacional e de Vazão - NAVIRAÍ								
Subsistema	Área (ha)	População			Vazão (com infiltração)			
		2017 (hab.)	Máxima até 2047 (hab.)	Saturação (hab.)	Média Diária até 2047 c/inf. (L/s)	Máxima Horária em 2017 (L/s)	Máxima Horária até 2047 (L/s)	Máxima Horária na Saturação (L/s)
SS-01	349	10.858	13.679	24.440	35,08	39,34	52,97	86,11
SS-02	15	478	602	1.076	1,87	2,14	2,99	5,07
SS-03	62	1.915	2.413	4.311	6,27	7,00	9,32	14,97
SS-04	18	551	695	1.241	1,42	1,62	2,27	3,84
SS-05	144	4.487	5.653	10.101	17,51	19,96	27,78	46,81
SS-06	68	2.106	2.653	4.740	4,81	5,47	7,58	12,71
SS-07	253	7.876	9.922	17.728	23,78	26,98	37,21	62,09
SS-08	12	386	486	868	1,38	1,57	2,17	3,63
SS-09	19	594	749	1.337	2,07	2,36	3,26	5,46
SS-10	57	1.779	2.242	4.005	5,35	6,07	8,37	13,97
SS-11	70	2.178	2.744	4.903	5,30	6,03	8,36	14,02
SS-12	469	14.589	18.379	32.838	36,66	41,72	57,90	97,23
SS-13	17	537	676	1.208	0,85	0,96	1,31	2,17
SS-14	9	273	344	615	0,68	0,77	1,06	1,75
SS-15	6	179	225	403	0,54	0,61	0,86	1,45
SS-16	1	16	21	37	0,12	0,13	0,17	0,27
SS-17	8	252	317	567	1,09	1,24	1,71	2,86
SS-18	1	21	27	48	0,07	0,08	0,11	0,19

Resumo do Estudo Populacional e de Vazão - NAVIRAÍ								
Subsistema	Área (ha)	População			Vazão (com infiltração)			
		2017 (hab.)	Máxima até 2047 (hab.)	Saturação (hab.)	Média Diária até 2047 c/inf. (L/s)	Máxima Horária em 2017 (L/s)	Máxima Horária até 2047 (L/s)	Máxima Horária na Saturação (L/s)
SS-19	6	200	251	449	0,67	0,75	1,04	1,73
SS-20	2	51	65	115	0,12	0,14	0,19	0,33
SS-21	18	575	725	1.295	1,93	2,20	3,05	5,14
SS-22	3	91	114	204	0,25	0,28	0,39	0,66
SS-23	1	17	21	37	0,09	0,10	0,14	0,23
AE-1	8	-	-	335	-	-	-	1,24
AE-2	18	-	-	711	-	-	-	2,63
AE-3	359	-	-	14.351	-	-	-	53,09
AE-4	7	-	-	273	-	-	-	1,01
AE-5	8	-	-	326	-	-	-	1,21
AE-6	10	-	-	395	-	-	-	1,46
AE-7	48	-	-	1.919	-	-	-	7,10
AE-8	32	-	-	1.282	-	-	-	4,74
AE-9	17	-	-	677	-	-	-	2,50
AE-10	11	-	-	448	-	-	-	1,66
AE-11	25	-	-	990	-	-	-	3,66
AE-12	61	-	-	2.457	-	-	-	9,09
AE-13	73	-	-	2.932	-	-	-	10,85
AE-14	63	-	-	2.526	-	-	-	9,34
AE-15	26	-	-	1.041	-	-	-	3,85
Total	2.375	50.009	63.002	143.228	147,88	167,50	230,21	496,11

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

Foram elaboradas plantas gerais do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Naviraí (Desenhos C2-V46-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 Naviraí, foram utilizados os levantamentos topográficos e sondagens disponibilizadas pela SANESUL. Na ausência destes, foram realizados levantamentos planialtimétricos com as bases disponibilizadas gratuitamente pela Mapoteca da EMBRAPA, em projeção geográfica e datum World Geodetic System 1984 (WGS84).

6. REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS

6.1. Descritivo Técnico

Os estudos desenvolvidos neste projeto foram baseados no cadastro de rede coletora existente (disponibilizado pela SANESUL), assim como na delimitação das áreas de contribuição para os diversos subsistemas analisados, que compõe a área urbana da cidade de Naviraí.

Conforme cadastro da SANESUL, a sede municipal de Naviraí possui cerca de 35% da área urbana provida de rede coletora.

O sistema de esgotamento sanitário proposto para a cidade de Naviraí é composto de 52.271 m (29%) de rede existente e 126.832 m (71%) de rede projetada, subdividido em 12 subsistemas, denominados: SS-Naviraí I; SS-Naviraí II, SS-Vila Cristina, SS-CDHU, SS-05, SS-06, SS-07, SS-08, SS-09, SS-10, SS-11 e SS-12.

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

O Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade de Naviraí possui atualmente um total de 4.801 ligações prediais de esgoto (dados de outubro de 2016), sendo que, no final de plano poderá atender até 63.002 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	
106.680	-	195.979	302.659	18.265

Quadro 4 - Resumo do Descritivo Técnico da Rede Projetada.

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 3,13 hab/domicílio, divulgada pelo IBGE para a cidade de Naviraí.

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

Zonas de Expansão:

Será 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:

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

Para fim de plano:

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

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

Devido à disposição dos arruamentos, topografia desfavorável e para evitar a utilização de pequenas Estações Elevatórias de Esgoto, 594 metros de rede coletora projetada, o que representa 0,31% do total de rede projetada para cidade de Naviraí, apresentam profundidades maiores do que 4,0 metros, a qual, todavia, é recuperada nos trechos posteriores, e, portanto, aceitável a nível de dimensionamento.

O projeto da rede coletora de Naviraí apresenta 2.777,60 metros de tubulação com DN500. Para estes trechos serão previstas redes coletoras auxiliares, a partir das quais serão realizadas as ligações domiciliares. Estas redes são previstas no quantitativo de rede e na planilha orçamentaria deste projeto.

Conforme previamente apresentado no Diagnóstico de Naviraí, da rede existente aproximadamente 26 km corresponde a rede em Manilha de Barro Vitrificado (MBV), a qual pela natureza do material e das condições de implantação, apresentam baixa

resistência, alta vulnerabilidade à infiltração e prováveis problemas construtivos. Além disso, aproximadamente 33 km de rede coletora existente correspondem a tubos com diâmetro inferior a 150mm, sendo estes mais suscetíveis a obstruções e requerem cuidados mais frequentes quando da ocorrência de manutenções preventivas e corretivas no sistema coletor.

Com relação aos trechos em MBV, o presente projeto prevê a substituição de toda a extensão, e com relação as demais tubulações, é prevista a substituição da rede existente a uma taxa de 0,5% ao ano durante o período de projeto, sendo priorizados os trechos com diâmetros inferiores a 150 mm.

Estão previstas três travessias aéreas, em Ferro Fundido, sobre córregos e rios, sendo 01(uma) no subsistema SS-07, com DN 400, e 02 (duas) no subsistema SS-12, sendo um com DN200 e uma com DN250.

6.2.4. Desenhos

As áreas onde será implantada rede coletora podem ser identificadas no Desenho C2-V46-T3.2-01, em anexo.

7. INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS

Os Interceptores e Emissários necessários à coleta e afastamento dos efluentes gerados nas bacias de contribuição estão dimensionados de acordo com o Item 3 deste Projeto “Parâmetros e Condicionantes de Projeto”.

7.1. Interceptores

Para a Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Naviraí foram dimensionados como interceptores os coletores tronco que não apresentam nenhuma contribuição ao longo de seu caminhamento, sendo estes trechos dimensionados de acordo com o Item 3 deste Projeto “*Parâmetros e Condicionantes de Projeto*” e desenhados em planta.

O SES de Naviraí apresenta 3.372 metros de interceptores existentes.

O presente projeto prevê a implantação de 5.896 metros de interceptores, distribuídos em 2.382 metros em DN150, 940 metros em DN200, 932 metros em DN250, 713 metros em DN300M 644 metros em DN400 e 286 metros em DN500.

7.2. Emissários

Em função da baixa capacidade de vazão do corpo receptor no ponto de lançamento existente, deverá ser implantado um novo emissário. Este emissário, transportará o efluente da ETE até seu ponto de lançamento no Rio Amambai (Coordenadas UTM 786.995 m E e 7.438.874 m S).

O traçado do emissário é apresentado na Figura 01, possui DN 500mm e extensão de 9.420 metros. Por conta da topografia ao longo do caminhamento deste emissário, 305 metros serão em recalque, sendo os 9.115 metros restantes em conduto forçado gravitários.

A Figura 1, assim como o desenho C2-V17-T3.2-01 apresentam o traçado do emissário final da ETE Ipê.



Figura 1 - Traçado do emissário da ETE

Será prevista a desapropriação de área de servidão, ao longo do traçado do emissário, com uma faixa de 8,0 metros de largura pela extensão total do emissário de recalque, 9.115,00 metros.

8. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

8.1. Características Gerais

Todas as vezes que não seja possível o escoamento dos esgotos pela ação da gravidade é necessário à 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 Naviraí prevê o atendimento de toda a área urbana do município satisfatoriamente. Foram concebidos 23 Sub-Sistemas esgotados (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, na cidade de Naviraí dos 23 Sub-Sistemas esgotados 08 necessitaram da implantação de estações elevatórias de esgoto. Das 03 estações elevatórias existentes, 02 continuarão operando, sendo que 01 será desativada e construída uma nova unidade no mesmo local, visando o atendimento às novas condições de operação.

8.2. Evolução Populacional

Com a definição da Evolução Populacional apresentado 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.

Sub-Sistemas	Previsão Populacional 2017	Previsão Populacional 2027	Previsão Populacional Máxima até 2047	Previsão Populacional 2047
	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)
SS-01	10.858	12.498	13.679	13.635
SS-02	478	550	602	600
SS-03	1.915	2.204	2.413	2.405
SS-04	551	635	695	692
SS-05	4.487	5.165	5.653	5.635
SS-06	2.106	2.424	2.653	2.644
SS-07	7.876	9.066	9.922	9.891
SS-08	386	444	486	484
SS-09	594	684	749	746
SS-10	1.779	2.048	2.242	2.234
SS-11	2.178	2.507	2.744	2.735
SS-12	14.589	16.793	18.379	18.320
SS-13	537	618	676	674
SS-14	273	314	344	343
SS-15	179	206	225	225
SS-16	16	19	21	20
SS-17	252	290	317	316
SS-18	21	25	27	27
SS-19	200	230	251	251

Sub-Sistemas	Previsão Populacional 2017	Previsão Populacional 2027	Previsão Populacional Máxima até 2047	Previsão Populacional 2047
	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)
SS-20	51	59	65	64
SS-21	575	662	725	722
SS-22	91	104	114	114
SS-23	17	19	21	21
Total	50.009	57.564	63.002	62.801

Quadro 5 - Projeção Populacional por Sub-Sistema.

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-02 (existente)

O subsistema 02 não apresentará alteração quanto ao traçado da linha de recalque. Quanto a área de abrangência, este subsistema receberá as contribuições dos SS-22 e SS-23, totalizando para fim de plano uma vazão de 3,40 l/s, vazão esta que poderá ser bombeada pelo conjunto motor-bomba instalado na EEEB-02.

De acordo com as informações apresentadas no Diagnóstico, recomenda-se que sejam realizadas as seguintes melhorias:

- Adequação do grupo gerador para potência adequada à EEEB;
- Instalação de inversor de frequência.

8.4.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-03 (existente)

O subsistema 03 não apresentará alteração quanto ao traçado da linha de recalque. Quanto a área de abrangência, este subsistema receberá as contribuições dos SS-19, SS-20 e SS-21, totalizando para fim de plano uma vazão de 12,62 l/s.

O conjunto motor-bomba instalado nesta unidade apresenta vazão de 10,00 l/s, a qual quando comparada com a vazão de fim de plano proposta por este projeto para esta EEEB, apresenta-se inferior, contudo, prevendo a implantação de inversor de frequência nesta unidade, admite-se que o conjunto motor-bomba instalado na EEEB-03 suprirá a necessidade deste projeto.

De acordo com as informações apresentadas no Diagnóstico, recomenda-se que sejam realizadas as seguintes melhorias:

- Adequação do grupo gerador para potência adequada à EEEB;
- Instalação de inversor de frequência.

8.4.3. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-05 (a ser desativada)

A EEEB-05 existente apresenta vazão de recalque de 36 m³/h (10,00 l/s), uma vez que inicialmente foi projetada apenas para atender ao Residencial Deputado Federal Nelson Trad (subsistema SS-04). Com o presente projeto, a vazão que irá chegar nesta estação elevatória triplicou, sendo necessária a desativação desta unidade, e a construção de uma nova unidade no mesmo local.

8.4.4. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB 05

A nova Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-05, localizada no Prolongamento da Rua Projetada, próximo ao Córrego Touro, margem direita (Coordenadas UTM 85.055m E, 7.4496.913m S), mesmo local da EEEB-05 existente a ser desativada, irá recalcar o esgoto bruto até o interceptor de entrada da nova ETE Ipê, através da Linha de Recalque - LR-05. A área de contribuição da EEEB-05 corresponde ao SS-05,

acrescido do SS-06 e da área de expansão AE-02, como pode ser observado no Desenho C2-V46-T3.2-01.

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 35,60 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 em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	35,60
DN - Linha de Recalque (mm)	200
Comprimento Linha de Recalque (m)	385,90

Quadro 6 - Características EEEB-05

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 à operação da EEEB e também à população ao entorno.

Na elevatória em questão, será instalado 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.

8.4.4.1. Área a Desapropriar

Para a implantação da EEEB-05 não será necessário desapropriar área, visto que ela será implantada no mesmo local da atual EEEB-05.

8.4.5. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 06

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-006, localizada na Rua Projetada Um (Coordenadas UTM 783.697,26m E, 7.447.215,16m S), irá recalcar o esgoto bruto até o PV-283 do coletor tronco projetado no SS-05, através da Linha de Recalque - LR-06, como pode ser observado no Desenho C2-V46-T3.2-01.

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 7,58 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 em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	7,58
DN - Linha de Recalque (mm)	110
Comprimento Linha de Recalque (m)	1.179,00

Quadro 7 - Características EEEB-06

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 à operação da EEEB e também à população ao entorno.

Na elevatória em questão, será instalado 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 ampliação/implantação da EEEB-06 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00m².

8.4.6. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 07

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-007, localizada em área verde, próxima ao córrego do Touro (Coordenadas UTM 785.039m E, 7.446.771m S), irá recalcar o esgoto bruto proveniente do interceptor projeto DN400 do SS-07 até a nova ETE Ipê, através da Linha de Recalque - LR-07. A área de contribuição da EEEB-07 corresponde ao SS-07, incrementado às futuras áreas de expansão AE-01, AE-03, AE-04, AE-05 E AE-06, como pode ser observado no Desenho C2-V46-T3.2-01.

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 37,21 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 em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	37,21
DN - Linha de Recalque (mm)	200
Comprimento Linha de Recalque (m)	176,35

Quadro 8 - Características EEEB-07

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 à operação da EEEB e também à população ao entorno.

Na elevatória em questão, será instalado 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.

8.4.6.1. Área a Desapropriar

Para ampliação/implantação da EEEB-07 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.7. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 10

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-10, localizada na Rua Mato Grosso, próximo à esquina com a Rua Irene Bazo Riganat (Coordenadas UTM 785.825m E, 7.445.357m S), irá recalcar o esgoto bruto até o PV-2207 do coletor tronco projetado no SS-09, através da Linha de Recalque - LR-10, como pode ser observado no Desenho 01. A área de contribuição da EEEB-10 corresponde ao SS-10, o qual receberá também as contribuições dos subsistemas SS-11, SS-12, SS-13, SS-14 e SS-15, e das áreas de expansão numeradas de 10 a 15.

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 61,96 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 em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	61,96
DN - Linha de Recalque (mm)	250
Comprimento Linha de Recalque (m)	608,40

Quadro 9 - Características EEEB-10

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.

Na elevatória em questão, será instalado 01 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 com furos de 30 mm.

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.

8.4.7.1. Área a Desapropriar

Para ampliação/implantação da EEEB-10 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.8. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 11

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-11, localizada na Rua João Rodrigues, próximo à avenida Amélia Fukuda - MS 141 (Coordenadas UTM 787.403m E, 7.445.183m S), irá recalcar o esgoto bruto até o PV-2016 do coletor tronco projetado no SS-10, através da Linha de Recalque - LR-11. A área de contribuição da EEEB-11 corresponde ao SS-11, o qual receberá também as contribuições dos subsistemas SS-12, SS-13, SS-14 e SS-15, e das áreas de expansão de 10 a 15, como pode ser observado no C2-V46-T3.2-01.

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 55,50 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 em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	55,50
DN - Linha de Recalque (mm)	250
Comprimento Linha de Recalque (m)	845,00

Quadro 10 - Características EEEB-11

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.

Na elevatória em questão, será instalado 01 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 com furos de 30 mm.

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.

8.4.8.1. Área a Desapropriar

Para ampliação/implantação da EEEB-11 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.9. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 12

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-12, localizada na Rua Takeo Sato, próximo à esquina com a Rua Lírio da Paz (Coordenadas UTM 788.503m E, 7.445.256m S), irá recalcar o esgoto bruto até o PV-1893 do coletor tronco projetado no SS-11, através

da Linha de Recalque - LR-12. A área de contribuição da EEEB-12 corresponde ao SS-12, o qual receberá também as contribuições dos subsistemas SS-13, SS-14 e SS-15, e das áreas de expansão de 12 a 15, como pode ser observado no Desenho C2-V46-T3.2-01.

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 60,40 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 em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	60,40
DN - Linha de Recalque (mm)	250
Comprimento Linha de Recalque (m)	854,00

Quadro 11 - Características EEEB-12

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.

Na elevatória em questão, será instalado 01 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 com furos de 30 mm.

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.

8.4.9.1. Área a Desapropriar

Para ampliação/implantação da EEEB-12 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.10. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 13

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-13, localizada na Rua dos Pardais esquina com a Rua Almeida dos Tuiuiús (Coordenadas UTM 788.209m E, 7.447.263m S), irá recalcar o esgoto bruto até o PV-1235 do coletor tronco projetado no SS-14, através da Linha de Recalque - LR-13. A área de contribuição da EEEB-13 corresponde ao SS-13, como pode ser observado no Desenho C2-V46-T3.2-01.

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 1,31 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 em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	1,31
DN - Linha de Recalque (mm)	63
Comprimento Linha de Recalque (m)	320,00

Quadro 12 - Características EEEB-13

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. Portanto devido à vazão a ser recalçada pela EEEB ser muito baixa e o tempo de detenção apresentar-se superior ao recomendado, foi prevista a instalação de um agitador mecânico de fundo.

Na elevatória em questão, será instalado 01 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 com furos de 30 mm.

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.

8.4.10.1. Área a Desapropriar

Para ampliação/implantação da EEEB-13 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.11. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 14

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-14, localizada na Alameda dos Ingás esquina com a Alameda das Paineiras (Coordenadas UTM 788.381,13m E, 7.446.828,40m S), irá recalcar o esgoto bruto até o PV-1257 do coletor tronco projetado no SS-12, através da Linha de Recalque - LR-14. A área de contribuição da EEEB-14 corresponde ao SS-14, somado a contribuição do SS-13, como pode ser observado no Desenho C2-V46-T3.2-01.

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 2,07 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 em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	2,07
DN - Linha de Recalque (mm)	63
Comprimento Linha de Recalque (m)	237,55

Quadro 13 - Características EEEB-14

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. Portanto devido à vazão a ser recalçada pela EEEB ser muito baixa e o tempo de detenção apresentar-se superior ao recomendado, foi prevista a instalação de um agitador mecânico de fundo.

Na elevatória em questão, será instalado 01 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 com furos de 30 mm.

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.

8.4.11.1. Área a Desapropriar

Para ampliação/implantação da EEEB-14 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.12. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 15

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-15, localizada na Rua Benedito Manoel dos Santos, no limite da área urbana, (Coordenadas UTM 790.412,63m E, 7.446.105,78m S), irá recalcar o esgoto bruto até o PV-746 do coletor tronco projetado no SS-12, através da Linha de Recalque - LR-15. A área de contribuição da EEEB-12 corresponde ao SS-15, como pode ser observado no Desenho C2-V46-T3.2-01.

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 0,86 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 em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	0,86
DN - Linha de Recalque (mm)	63
Comprimento Linha de Recalque (m)	218,75

Quadro 14 - Características EEEB-15

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. Portanto devido à vazão a ser recalçada pela EEEB ser muito baixa e o tempo de detenção apresentar-se superior ao recomendado, foi prevista a instalação de um agitador mecânico de fundo.

Na elevatória em questão, será instalado 01 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 com furos de 30 mm.

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.

8.4.12.1. Área a Desapropriar

Para ampliação/implantação da EEEB-15 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.13. Estação Elevatória de Efluente Tratado - EEET

Para o lançamento do efluente tratado da ETE Ipê até o ponto de lançamento no rio Amambai será necessária a implantação de uma estação elevatória de efluente tratado, a ser implantada na caixa de saída da ETE.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima de tratamento da ETE, 230,21 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba).

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	230,21
DN - Linha de Recalque (mm)	500
Comprimento Linha de Recalque (m)	305

Quadro 15 - Características EEET

A linha de recalque da ETE irá percorrer 305 metros referentes ao emissário de efluente tratado, seguindo por condutos forçados gravitacionais a partir deste ponto até o ponto de lançamento no rio Amambai.

Na elevatória em questão, será instalado 02 bombas 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 com furos de 30 mm.

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.

8.4.13.1. Área a Desapropriar

Uma vez que a EEET será implantada na caixa de saída da ETE, não será necessária a desapropriação de nenhuma área para esta implantação.

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 Naviraí.

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 mais diversos interesses torna-se cada vez mais direcionadas 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 Naviraí, está prevista a inserção de uma nova unidade de tratamento na mesma área da ETE atual, a operar em paralelo com as lagoas da atual ETE Ipê, conforme Desenho C2-V46-T3.2-03.

Para a escolha da tecnologia a ser utilizada levou-se em consideração a necessidade de redução das Concentrações de DBO_5 , em função dos padrões de lançamento de efluentes tratados.

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 IPÊ

9.4.1. Memorial Descritivo

O presente memorial descritivo trata-se da implantação de um segundo módulo para a Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Naviraí (ETE Ipê), situada nas coordenadas UTM 784.850m E e 7.446.450m S.

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente a ETE-Naviraí é de 147,88 L/s e a vazão máxima igual a 230,21 L/s, que corresponde a uma população de 61.742 hab (máxima até 2047).

Para que seja possível atender a população até final de plano em 2047 será necessária a ampliação da ETE Naviraí, 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 Naviraí é o Rio Amambai, enquadrado como Classe 2. Este córrego possui uma vazão mínima (Q_{95}) igual a 41,8 m³/s.

O processo de tratamento proposto atingirá uma eficiência mínima de 70% para DBO, 50%, atendendo a capacidade de diluição do corpo receptor e padrões de lançamento, conforme a legislação.

Uma possível tecnologia para atingir a eficiência descrita anteriormente é:

- Lagoa Anaeróbia (tratamento primário) seguida Lagoa Facultativa (pós tratamento) existente com capacidade para tratar 70 L/s;
- 02 Reatores UASB (RALF) com capacidade para tratar 40L/s cada.

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)	< 120,00

Quadro 16 - 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 17 - Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).

Para o cálculo das unidades de tratamento foi utilizada a vazão média de 147,88 L/s, sendo a vazão máxima horária de 230,21 L/s.

O Layout do processo proposto encontra-se no desenho C2-V46-T3.2-03.

O corpo receptor da ETE Ipê será o rio Amambai, sendo o ponto de lançamento nas coordenadas UTM 786.995 m E e 7.438.874 m S.

9.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos

As considerações adotadas neste projeto são:

Taxa de Infiltração:	0,15	L/s.km
Taxa de ocupação:	3,38	hab/lig
Consumo per capita efetivo:	180,00	L/hab.dia
Coeficiente de retorno:	0,80	
Comprimento da rede:	16,42	m/lig
k1:	1,20	
k2:	1,50	
k3:	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+7	NMP/100ml

Quadro 18 - Parâmetros de projeto - ETE.

9.4.1.2. Vazões de Projeto

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

$$Q_{\min} = (C \times P \times q \times k3 / 86.400) + Q_{\text{inf}}$$

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

$$Q_{\text{máx}} = C \times P \times q \times k1 \times k2 / 86.400$$

$$Q_{\text{inf}} = q1 \times L$$

Onde:

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

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

$Q_{\text{máx}}$ = 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 - Ipê, ao longo do horizonte de projeto.

Ano	Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações atendidas (und)	ConsumoPer capita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m ³ /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)	Carga N-NKT (KgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
0	2017	50.009	29,1	0	14.558	4.306	180,00	24,26	10,61	34,87	3.013	39,72	54,28	786	30,6	817	271	1.633	542	68	23	1,00E+07
1	2018	50.877	33,4	0	17.013	5.033	180,00	28,36	12,40	40,75	3.521	46,42	63,43	919	30,6	949	270	1.899	539	79	22	1,00E+07
2	2019	51.725	50	0	25.862	7.651	180,00	43,10	18,84	61,95	5.352	70,57	96,43	1.397	30,6	1.427	267	2.854	533	118	22	1,00E+07
3	2020	52.550	60	0	31.530	9.327	180,00	52,55	22,97	75,52	6.525	86,03	117,56	1.703	30,6	1.733	266	3.466	531	144	22	1,00E+07
4	2021	53.346	70	0	37.342	11.047	180,00	62,24	27,21	89,44	7.728	101,89	139,23	2.016	30,6	2.047	265	4.094	530	170	22	1,00E+07
5	2022	54.112	80	0	43.289	12.806	180,00	72,15	31,54	103,69	8.959	118,12	161,41	2.338	30,6	2.368	264	4.736	529	197	22	1,00E+07
6	2023	54.854	90	0	49.369	14.604	180,00	82,28	35,97	118,25	10.217	134,71	184,08	2.666	30,6	2.697	264	5.393	528	224	22	1,00E+07
7	2024	55.573	98	0	54.462	16.111	180,00	90,77	39,68	130,45	11.271	148,60	203,06	2.941	30,6	2.972	264	5.943	527	247	22	1,00E+07
8	2025	56.267	98	0	55.142	16.312	180,00	91,90	40,17	132,08	11.411	150,46	205,60	2.978	0,0	2.978	261	5.955	522	247	22	1,00E+07
9	2026	56.931	98	0	55.793	16.505	180,00	92,99	40,65	133,64	11.546	152,23	208,03	3.013	0,0	3.013	261	6.026	522	250	22	1,00E+07
10	2027	57.564	98	0	56.413	16.688	180,00	94,02	41,10	135,12	11.675	153,93	210,34	3.046	0,0	3.046	261	6.093	522	253	22	1,00E+07

Ano	Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações atendidas (und)	ConsumoPer capita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m ³ /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)	Carga N-NKT (KgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
11	2028	58.172	98	0	57.009	16.864	180,00	95,01	41,53	136,55	11.798	155,55	212,56	3.078	0,0	3.078	261	6.157	522	256	22	1,00E+07
12	2029	58.754	98	0	57.579	17.033	180,00	95,97	41,95	137,91	11.916	157,11	214,69	3.109	0,0	3.109	261	6.219	522	258	22	1,00E+07
13	2030	59.310	98	0	58.124	17.194	180,00	96,87	42,35	139,22	12.029	158,59	216,72	3.139	0,0	3.139	261	6.277	522	261	22	1,00E+07
14	2031	59.805	98	0	58.609	17.338	180,00	97,68	42,70	140,38	12.129	159,92	218,53	3.165	0,0	3.165	261	6.330	522	263	22	1,00E+07
15	2032	60.269	98	0	59.064	17.472	180,00	98,44	43,03	141,47	12.223	161,16	220,22	3.189	0,0	3.189	261	6.379	522	265	22	1,00E+07
16	2033	60.701	98	0	59.487	17.597	180,00	99,14	43,34	142,48	12.311	162,31	221,80	3.212	0,0	3.212	261	6.425	522	267	22	1,00E+07
17	2034	61.098	98	0	59.876	17.713	180,00	99,79	43,62	143,42	12.391	163,38	223,25	3.233	0,0	3.233	261	6.467	522	268	22	1,00E+07
18	2035	61.461	98	0	60.232	17.818	180,00	100,39	43,88	144,27	12.465	164,35	224,58	3.253	0,0	3.253	261	6.505	522	270	22	1,00E+07
19	2036	61.788	98	0	60.552	17.913	180,00	100,92	44,12	145,04	12.531	165,22	225,77	3.270	0,0	3.270	261	6.540	522	271	22	1,00E+07
20	2037	62.077	98	0	60.835	17.996	180,00	101,39	44,32	145,71	12.590	165,99	226,83	3.285	0,0	3.285	261	6.570	522	273	22	1,00E+07
21	2038	62.328	98	0	61.081	18.069	180,00	101,80	44,50	146,30	12.641	166,66	227,74	3.298	0,0	3.298	261	6.597	522	274	22	1,00E+07

Ano	Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações atendidas (und)	ConsumoPer capita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m ³ /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)	Carga N-NKT (KgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
22	2039	62.539	98	0	61.289	18.131	180,00	102,15	44,65	146,80	12.684	167,23	228,52	3.310	0,0	3.310	261	6.619	522	275	22	1,00E+07
23	2040	62.712	98	0	61.458	18.181	180,00	102,43	44,78	147,20	12.719	167,69	229,15	3.319	0,0	3.319	261	6.637	522	275	22	1,00E+07
24	2041	62.845	98	0	61.588	18.219	180,00	102,65	44,87	147,52	12.745	168,05	229,63	3.326	0,0	3.326	261	6.651	522	276	22	1,00E+07
25	2042	62.937	98	0	61.678	18.246	180,00	102,80	44,94	147,73	12.764	168,29	229,97	3.331	0,0	3.331	261	6.661	522	276	22	1,00E+07
26	2043	62.989	98	0	61.730	18.261	180,00	102,88	44,97	147,86	12.775	168,43	230,16	3.333	0,0	3.333	261	6.667	522	277	22	1,00E+07
27	2044	63.002	98	0	61.742	18.265	180,00	102,90	44,98	147,88	12.777	168,47	230,21	3.334	0,0	3.334	261	6.668	522	277	22	1,00E+07
28	2045	62.974	98	0	61.715	18.257	180,00	102,86	44,96	147,82	12.772	168,39	230,11	3.333	0,0	3.333	261	6.665	522	277	22	1,00E+07
29	2046	62.907	98	0	61.649	18.237	180,00	102,75	44,91	147,66	12.758	168,21	229,86	3.329	0,0	3.329	261	6.658	522	276	22	1,00E+07
30	2047	62.801	98	0	61.545	18.206	180,00	102,58	44,84	147,41	12.737	167,93	229,47	3.323	0,0	3.323	261	6.647	522	276	22	1,00E+07

9.4.2. Área a Desapropriar

A nova ETE Ipê da cidade de Naviraí será implantada na área da atual ETE, conforme consta no desenho C2-V46-T3.2-01, como também no layout geral da ETE, desenho C2-V46-T3.2-03. Assim, não será necessária a desapropriação de novas áreas para a implantação da ETE em Naviraí.

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 Naviraí.

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 DE 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