



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 17 - Caarapó**

REV. 01 - Entrega Final



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.	Crítérios adotados para o Dimensionamento da Rede e Coletor Tronco	17
3.3.	Interceptores e Emissários por Gravidade.....	19
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	28
5.2. Topografia e Sondagem	28
6. REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS	29
6.1. Descritivo Técnico	29
6.2. Memorial de Cálculo	30
6.2.1. Cálculo das Vazões de Contribuição	30
6.2.2. Cálculos Hidráulicos	33
6.2.3. Observações	33
6.2.4. Desenhos	34
7. INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS	35
7.1. Interceptores	35
7.2. Emissários	35
8. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO	37
8.1. Características Gerais	37
8.2. Evolução Populacional	38
8.3. Parâmetros de Projeto	38
8.4. Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas	39
8.4.1. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB Santa Marta (a desativar)	39
8.4.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 02 (Existente)	39
8.4.3. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 03	40
8.4.3.1. Área a Desapropriar	41
8.4.4. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 04	41
8.4.4.1. Área a Desapropriar	42
8.4.5. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 06	42
8.4.5.1. Área a Desapropriar	44
8.4.6. Estação Elevatória de Esgoto Tratado EEET	44
8.4.6.1. Área a Desapropriar	45
9. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	46
9.1. Generalidades	46
9.2. Concepção Geral do Sistema de Tratamento	47
9.3. Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE's	47
9.4. Estação de Tratamento de Esgoto, ETE CAARAPÓ	48
9.4.1. Memorial Descritivo	48

9.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos	49
9.4.1.2. Vazões de Projeto.....	50
9.4.2. Área a Desapropriar	54
10. ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	55
11. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO PROPOSTO.....	56
12. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO.....	58
13. COMPATIBILIDADE DE CRONOGRAMA DE OBRAS COM FOCO NOS EVENTUAIS MECANISMOS DE TRANSIÇÃO.....	60
14. METODOLOGIAS DE ESPECIFICAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS.....	62
15. ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA DETALHADO PARA A IMPLANTAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA.....	63
16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxa de Infiltração.....	13
Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.....	26
Quadro 3 - Resumo do Estudo Populacional e de Vazão.....	27
Quadro 4 - Resumo do Descritivo Técnico da Rede Projetada.	29
Quadro 5 - Projeção Populacional por Sub-Sistema.....	38
Quadro 6 - Características EEEB-03	40
Quadro 7 - Características EEEB-04	41
Quadro 8 - Características EEEB-06	43
Quadro 9 - Características EEET	44
Quadro 10 - Características do Efluente Tratado.	49
Quadro 11 - Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).	49
Quadro 12 - Parâmetros de projeto - ETE.	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Traçado do emissário da ETE Caarapó.....	36
---	----

LISTA DE DESENHOS

C2-V17-T3.2-01	Concepção do Sistema Proposto
C2-V17-T3.2-02	Fluxograma
C2-V17-T3.2-03	Layout ETE

1. APRESENTAÇÃO

A AEGEA apresenta, através deste documento, proposta para o Sistema de Esgotamento Sanitário de **Caarapó / 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 Caarapó 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 Caarapó existe sistema de esgotamento sanitário que atende uma pequena parcela da população, 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 05 subsistemas, conforme apresentado no Desenho C2-V17-T3.2-01, e no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 17).

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 28
c) Redes coletoras e ligações prediais.	6. Rede Coletora e ligações prediais	29
d) Interceptores e emissários.	7. Interceptores e emissários	35
e) Estações elevatórias de esgoto.	8. Estações elevatórias de esgoto	37
f) Estações de tratamento de esgoto.	9. Estações de tratamento de esgoto	46
g) Corpo Receptor.	9.4.1. Memória descritivo	48
h) Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto.	11. Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto - Anexo2	56
i) Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário.	12. Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário	58
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	48 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 11 12 13 14 15 15 19 21 47
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	48
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	60
o) Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras.	14. Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras	62
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	63

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 **3,38** habitantes (uma família), e que se denomina Q_{eq} , ou contribuição equivalente, correspondente a:

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

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: $K_2 = 1,50$.

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

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 0,20 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 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 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:

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

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. Apesar disso, 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 afluente 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 Caarapó, 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 Caarapó, no horizonte de projeto de 30 anos, está demonstrada no quadro a seguir.

Ano	Calendário	População Urbana (hab)
00	2017	20.869
01	2018	21.173
02	2019	21.468
03	2020	21.756
04	2021	22.032
05	2022	22.297
06	2023	22.554
07	2024	22.802
08	2025	23.041
09	2026	23.270
10	2027	23.487
11	2028	23.695
12	2029	23.894
13	2030	24.084
14	2031	24.251
15	2032	24.407
16	2033	24.552
17	2034	24.684
18	2035	24.804
19	2036	24.911
20	2037	25.004
21	2038	25.084
22	2039	25.149
23	2040	25.200
24	2041	25.237
25	2042	25.260
26	2043	25.268
27	2044	25.261
28	2045	25.240
39	2046	25.205
30	2047	25.155

Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.

5. DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA

Após análise dos projetos existentes, das informações contidas no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 17), da Caracterização da Localidade (Caderno 2, Volume 17) e pelo Estudo Populacional (Caderno 2, Volume 1), além das definições estabelecidas neste documento foi possível definir a Concepção Básica da localidade de Caarapó.

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

Resumo do Estudo Populacional e de Vazão - CAARAPÓ								
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	435	13.798	16.706	30.424	37,65	42,79	54,87	88,13
SS-02	47	1.492	1.806	3.290	4,90	5,54	7,05	11,22
SS-03	35	1.100	1.332	2.426	3,66	4,18	5,41	8,80
SS-04	25	793	960	1.748	2,33	2,68	3,51	5,81
SS-05	23	745	902	1.643	2,32	2,67	3,49	5,74
SS-06	93	2.941	3.561	6.485	7,82	9,02	11,85	19,62
AE-1	6	-	-	248	-	-	-	0,85
AE-2	42	-	-	1.700	-	-	-	5,82
AE-3	46	-	-	1.854	-	-	-	6,35
AE-4	16	-	-	660	-	-	-	2,26
AE-5	29	-	-	1.166	-	-	-	3,99
AE-6	12	-	-	475	-	-	-	1,62
AE-7	3	-	-	109	-	-	-	0,37
AE-8	22	-	-	867	-	-	-	2,97
Total	834	20.869	25.268	53.094	58,67	66,89	86,19	163,55
INTERCEPTOR					0,25	0,25	0,25	0,25
Total	834	20.869	25.268	53.094	58,93	67,14	86,44	163,80

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 Caarapó (Desenho C2-V17-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 Caarapó, 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 Caarapó.

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

O sistema de esgotamento sanitário proposto para a cidade de Caarapó é composto de 34.778 m (28,6%) de rede existente e 86.621 m (71,4%) de rede projetada, totalizando 121.399 m de rede coletora, subdividido em 6 Subsistemas, denominados: SS-01; SS-02, SS-03, SS-04, SS-05 E SS-06.

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 Caarapó possui atualmente um total de 1.722 ligações prediais de esgoto (dados de outubro de 2016), sendo que, no final de plano poderá atender até 25.268 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	
34.778	-	86.621	121.399	5.391

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 (P_i) foi feita a partir da contagem dos domicílios existentes na área de projeto, e a taxa de ocupação de 3,38 hab/domicílio, divulgada pelo IBGE para a cidade de Caarapó.

Quanto à população prevista para o final de plano ou de saturação (P_f), 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 Estações Elevatórias de Esgoto, inevitavelmente 345 m (0,3% da rede projetada) de coletores foram concebidos no projeto com profundidades superiores a 4,0 m, entretanto a profundidade é recuperada nos trechos posteriores do sistema coletor. Estes coletores encontram-se todos no subsistema 01 (SS 01), sendo que a maior extensão se apresenta no caminhamento pela Rua Dr. Coutinho, entre o cruzamento com a Rua Goiás e Rua Minas Gerais (em uma extensão de 325 metros).

Outro item que merece destaque no que se refere a concepção proposta, está relacionada ao SS-03, onde para evitar grandes profundidades (superiores a 6,0 metros) e ou a implantação de uma nova elevatória, foi proposto a implantação de um trecho do sistema coletor (148 metros - DN150) em área de fundo de vale, sendo necessário a desapropriação de faixa de serviço nesta região específica. Esta característica de utilização de faixa de serviço também será necessária junto a área

localizada ao oeste do SS-01, com aproximadamente 530 metros (DN150), assim como na região oeste do SS-06, com 215 metros (DN200).

Estão previstas duas travessias não destrutivas sob a BR 163, sendo: i) Travessia 01, no cruzamento da Rua Almirante Barroso com a BR 163 (rede coletora DN150 - SS-01); e ii) Travessia 02, próximo ao cruzamento da Rua Américo Vespúcio com a BR 163 (rede coletora DN150 - SS-06).

6.2.4.Desenhos

As áreas onde será implantada rede coletora podem ser identificadas no Desenho C2-V17-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 Caarapó 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 Caarapó conta com 466,00 metros de interceptor existente, em PVC DN 250. Este projeto contempla 805,00 metros de interceptor, divididos em 315,00 metros com DN300 e 490 metros em DN400.

7.2. Emissários

Em função da baixa capacidade de vazão do corpo receptor no ponto de lançamento existente, deverá ser implantado um novo emissário, sendo este por recalque. Este emissário, transportará o efluente da ETE Caarapó até seu ponto de lançamento no Rio Caarapó (Coordenadas 728.978 m E e 7.502.388 m S).

O emissário contempla cerca de 8.966,00 metros de tubulação em DN300, conforme mostra o desenho C2-V17-T3.2-01 e a Figura 1.

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, 8.966,00.

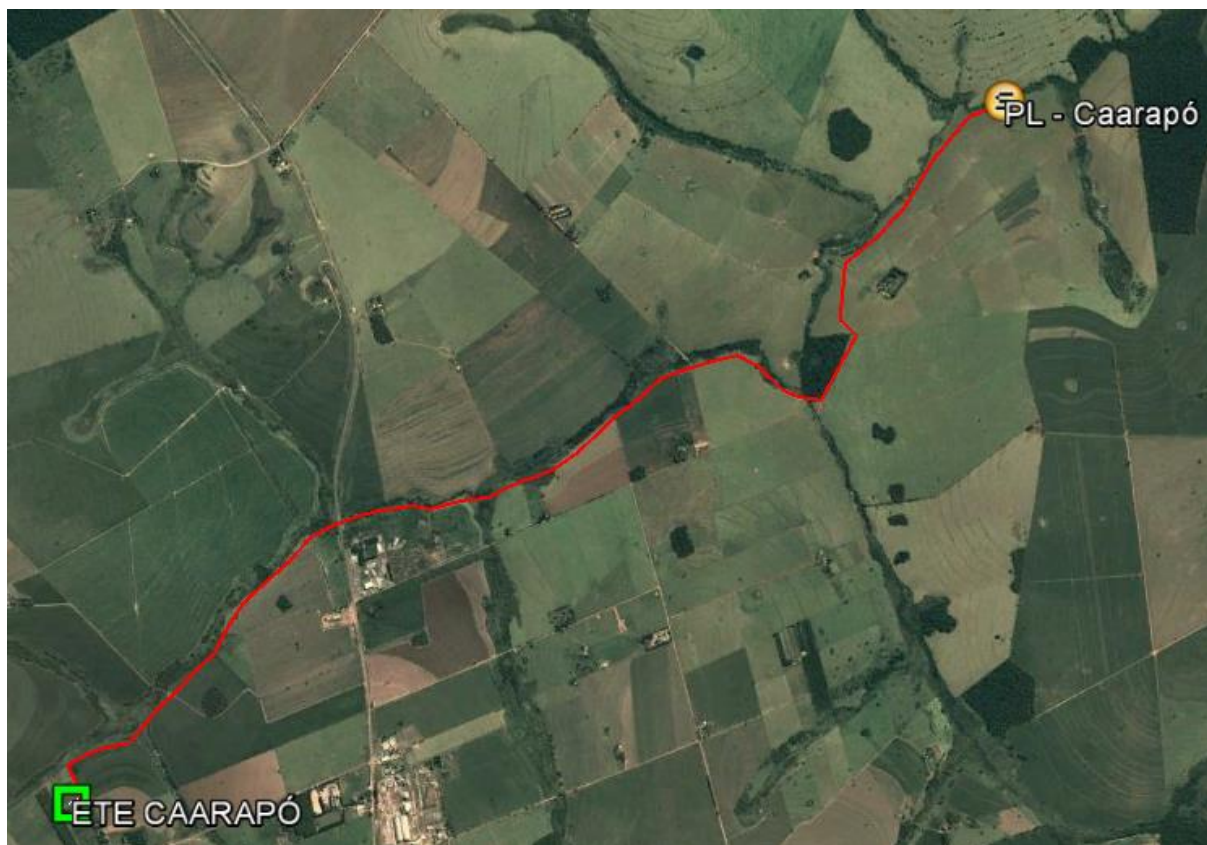


Figura 1 - Traçado do emissário da ETE Caarapó

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 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 Caarapó prevê o atendimento de toda a área urbana do município satisfatoriamente. Foram concebidos 06 Subsistemas de esgotamento sanitário, conforme definido pela topografia da cidade, atendendo as zonas residenciais e comerciais (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.

Para a cidade de Caarapó, dos 06 Subsistemas de esgotamento sanitário, 04 (quatro) necessitam de sistemas elevatórios para condução dos esgotos coletados até ponto onde seja possível a condução, via gravitacional, até a ETE Caarapó. Ressalta-se aqui que um dos subsistemas (SS-02) já possui unidade de bombeamento implantada e em operação. A segunda elevatória existente, Santa Marta, será desativada do sistema com a expansão do sistema coletor de esgotos na cidade

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.

Subsistema	Previsão Populacional 2017 (hab)	Previsão Populacional 2027 (hab)	Previsão Populacional Máxima até 2047 (hab)	Previsão Populacional 2047 (hab)
SS-01	13.798	15.529	16.706	16.632
SS-02	1.492	1.679	1.806	1.798
SS-03	1.100	1.238	1.332	1.326
SS-04	793	892	960	956
SS-05	745	839	902	898
SS-06	2.941	3.310	3.561	3.545
Total	20.869	23.487	25.268	25.155

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 Santa Marta (a desativar)

A Estação Elevatória Santa Marta, uma das elevatórias existentes no sistema de esgotamento sanitário de Caarapó, localizada na Rua Doutor Coutinho, na quadra entre as ruas Mato Grosso e Manoel Ferreira de Araújo, na concepção proposta neste documento deverá ser desativada, quando da implantação da rede coletora na Rua Doutor Coutinho, sendo os esgotos encaminhados por gravidade até a nova ETE Caarapó.

8.4.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 02 (Existente)

O subsistema SS-02 é parcialmente atendido com sistema de coleta e transporte de esgotos (60% da área prevista para atendimento em final de plano), sendo que o esgoto bruto coletado atualmente é conduzido para uma unidade de bombeamento (EEEB 02 - Vila Setenta) e desta encaminhado para o SS-01, onde segue por gravidade até a ETE Caarapó.

Localizada na Rua Arcenio Cardoso esquina com a Rua Sergipe (Coordenadas UTM 724.597 m E, 7.494.497 m S), a EEEB 02 foi implantada em 2013. Considerando as características atuais do sistema implantado, assim como o projeto para atendimento as vazões máximas demandadas pelo sistema no período de projeto, observa-se que a EEEB 02 atende as condições atuais e futuras, não necessitando intervenções na unidade de bombeamento.

Quanto a Linha de recalque (LR 02), em função das limitações do subsistema 01 (SS-01) no trecho existente, considerando que para as vazões de final de plano e de saturação alguns trechos do sistema não atendem as expectativas de transporte demandadas, está sendo proposto alteração de traçado no trecho final da LR 02 (início no cruzamento das Ruas Arcenio Cardoso com a Rua Euclides Serejo Baptista,

encaminhando os esgotos coletados no SS-02 até poço de visita localizado no cruzamento das Ruas Arcenio Cardoso e Rua Tiradentes.

8.4.3. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 03

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-003, localizada na região sul da cidade, no cruzamento da Rua Antonio Menegati Filho com a Rua Projeta 3 (Coordenadas UTM 723.716,16 mE, 7.493.961,20 mS), 03 irá recalcar o esgoto bruto coletado no SS-03 e encaminha-los até o SS-01, em poço de visita localizado no cruzamento da Avenida Sete de Setembro e Avenida da Saudade, através da Linha de Recalque - LR-03, de onde os esgotos seguirão por gravidade até a ETE Caarapó, como pode ser observado no Desenho C2-V17-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 5,41 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)	5,41
DN - Linha de Recalque (mm)	110
Comprimento Linha de Recalque (m)	1.153,00

Quadro 6 - Características EEEB-03

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.

8.4.3.1. Área a Desapropriar

Para a implantação da EEEB-03 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.4. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 04

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB-004, na região sudoeste da cidade, no cruzamento da Rua Osório Pedroso com a Rua Antônio João (Coordenadas UTM 722.969.89 m E, 7.494.228.22 m S), irá recalcar o esgoto bruto coletado no SS-04 e encaminha-los até o SS-01, em poço de visita localizado no cruzamento da Avenida Presidente Vargas e Rua Osvaldo Aranha, através da Linha de Recalque - LR-04, de onde os esgotos seguirão por gravidade até a ETE Caarapó., como pode ser observado no Desenho C2-V17-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 3,51 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)	3,51
DN - Linha de Recalque (mm)	75
Comprimento Linha de Recalque (m)	510,00

Quadro 7 - Características EEEB-04

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. 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 (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-04 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.5. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 06

O esgoto bruto coletado nos subsistemas 05 e 06 (SS-05 e SS-06) não poderão ser esgotados por gravidade até a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) face as condições topográficas da área, sendo necessário a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEB, que atenderá ambos os subsistemas, denominada EEEB 06.

Localizada na região centro norte da cidade, na Rua Padre Manoel da Nóbrega (Coordenadas UTM 723.785.00 m E, 7.497.239.00 m S), a EEEB 06 irá recalcar o esgoto bruto coletado nos SS-05 e SS-06 e encaminha-los até o SS-01, em poço de

visita localizado no cruzamento da Rua Dr. Coutinho com a Rua Felipe dos Santos, através da Linha de Recalque - LR-06, de onde os esgotos seguirão por gravidade até a ETE Caarapó, como pode ser observado no Desenho C2-V17-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 15,95 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)	15,95
DN - Linha de Recalque (mm)	150
Comprimento Linha de Recalque (m)	1.175,00

Quadro 8 - 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 a implantação da EEEB-06 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200,00 m².

8.4.6. Estação Elevatória de Esgoto Tratado EEET

Para o lançamento do efluente tratado da ETE Caarapó até o ponto de lançamento no córrego Caarapó, será necessária a implantação de uma estação elevatória de esgoto 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, 86,44 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba).

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	86,44
DN - Linha de Recalque (mm)	300
Comprimento Linha de Recalque (m)	8.966,00

Quadro 9 - Características EEET

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 EEET 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

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 Caarapó.

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 Caarapó está prevista a alteração do processo de tratamento, sendo implantada uma nova unidade em área anexa à estação de tratamento existente, com a utilização desta última (Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação) como polimento final do efluente, conforme Desenho C2-V17-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 da capacidade de diluição do corpo receptor.

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 CAARAPÓ

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 Caarapó (ETE Caarapó), situada nas coordenadas UTM 722.474m E e 7.498.144m S.

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente a ETE-Caarapó é de 58,93 L/s e a vazão máxima igual a 86,44 L/s, que corresponde a uma população de 24.762 hab (máxima até 2047).

Para que seja possível atender a população até final de plano em 2047 será necessária a implantação de uma nova ETE Caarapó, 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 Caarapó é o Córrego Caarapó, enquadrado como Classe 2. Este córrego possui uma vazão mínima (Q_{95}) igual a 0,572 m³/s.

O processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de 93% para DBO, atendendo a capacidade de diluição do corpo receptor, conforme a legislação.

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

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

Como etapa final, a ETE apresentará um sistema de lagoas de polimento, realizado a partir das lagoas existentes e adaptadas para tal finalidade.

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 10 - 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 11 - Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).

Para o cálculo das unidades de tratamento foi utilizada a vazão média de 58,93 L/s, sendo a vazão máxima horária de 86,44 L/s.

O Layout do processo proposto encontra-se no desenho C2-V17-T3.2-03.

O corpo receptor da ETE Caarapó será o Rio Caarapó, com o ponto de lançamento nas coordenadas UTM 728.978 m E e 7.502.388 m S.

9.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos

As considerações adotadas neste projeto são:

Taxa de Infiltração:	0,20	L/s.km
Taxa de ocupação:	3,38	hab/lig
Consumo per capita efetivo:	150,00	L/hab.dia

Coeficiente de retorno:	0,80
Comprimento da rede:	17,09 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 12 - 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:

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

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

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

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

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 - Caarapó, 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 domético 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	20.869	23,4	0	4.879	1.402	150,00	6,78	4,79	11,57	999	12,92	16,99	263	78,4	342	342	684	684	1,00E+07
1	2018	21.173	28,8	0	6.102	1.753	150,00	8,47	5,99	14,46	1.250	16,16	21,24	330	78,4	408	326	816	653	1,00E+07
2	2019	21.468	50	0	10.734	3.083	150,00	14,91	10,54	25,45	2.199	28,43	37,37	580	78,4	658	299	1.316	599	1,00E+07
3	2020	21.756	65	0	14.141	4.062	150,00	19,64	13,88	33,52	2.896	37,45	49,23	764	78,4	842	291	1.684	581	1,00E+07
4	2021	22.032	80	0	17.625	5.063	150,00	24,48	17,30	41,78	3.610	46,68	61,37	952	78,4	1.030	285	2.060	571	1,00E+07
5	2022	22.297	98	0	21.851	6.277	150,00	30,35	21,45	51,80	4.475	57,87	76,08	1.180	0,0	1.180	264	2.360	527	1,00E+07
6	2023	22.554	98	0	22.103	6.349	150,00	30,70	21,70	52,40	4.527	58,54	76,95	1.194	0,0	1.194	264	2.387	527	1,00E+07
7	2024	22.802	98	0	22.346	6.419	150,00	31,04	21,94	52,97	4.577	59,18	77,80	1.207	0,0	1.207	264	2.413	527	1,00E+07
8	2025	23.041	98	0	22.581	6.486	150,00	31,36	22,17	53,53	4.625	59,80	78,62	1.219	0,0	1.219	264	2.439	527	1,00E+07
9	2026	23.270	98	0	22.804	6.550	150,00	31,67	22,39	54,06	4.671	60,39	79,40	1.231	0,0	1.231	264	2.463	527	1,00E+07
10	2027	23.487	98	0	23.017	6.612	150,00	31,97	22,60	54,56	4.714	60,96	80,14	1.243	0,0	1.243	264	2.486	527	1,00E+07

11	2028	23.695	98	0	23.221	6.670	150,00	32,25	22,80	55,05	4.756	61,50	80,85	1.254	0,0	1.254	264	2.508	527	1,00E+07
12	2029	23.894	98	0	23.416	6.726	150,00	32,52	22,99	55,51	4.796	62,01	81,53	1.264	0,0	1.264	264	2.529	527	1,00E+07
13	2030	24.084	98	0	23.602	6.780	150,00	32,78	23,17	55,95	4.834	62,51	82,18	1.275	0,0	1.275	264	2.549	527	1,00E+07
14	2031	24.251	98	0	23.766	6.827	150,00	33,01	23,33	56,34	4.868	62,94	82,75	1.283	0,0	1.283	264	2.567	527	1,00E+07
15	2032	24.407	98	0	23.919	6.871	150,00	33,22	23,48	56,70	4.899	63,35	83,28	1.292	0,0	1.292	264	2.583	527	1,00E+07
16	2033	24.552	98	0	24.061	6.911	150,00	33,42	23,62	57,04	4.928	63,72	83,77	1.299	0,0	1.299	264	2.599	527	1,00E+07
17	2034	24.684	98	0	24.191	6.949	150,00	33,60	23,75	57,35	4.955	64,06	84,22	1.306	0,0	1.306	264	2.613	527	1,00E+07
18	2035	24.804	98	0	24.308	6.982	150,00	33,76	23,86	57,62	4.979	64,38	84,63	1.313	0,0	1.313	264	2.625	527	1,00E+07
19	2036	24.911	98	0	24.413	7.012	150,00	33,91	23,97	57,87	5.000	64,65	85,00	1.318	0,0	1.318	264	2.637	527	1,00E+07
20	2037	25.004	98	0	24.504	7.039	150,00	34,03	24,05	58,09	5.019	64,89	85,32	1.323	0,0	1.323	264	2.646	527	1,00E+07
21	2038	25.084	98	0	24.582	7.061	150,00	34,14	24,13	58,27	5.035	65,10	85,59	1.327	0,0	1.327	264	2.655	527	1,00E+07
22	2039	25.149	98	0	24.646	7.079	150,00	34,23	24,19	58,43	5.048	65,27	85,81	1.331	0,0	1.331	264	2.662	527	1,00E+07
23	2040	25.200	98	0	24.696	7.094	150,00	34,30	24,24	58,54	5.058	65,40	85,98	1.334	0,0	1.334	264	2.667	527	1,00E+07
24	2041	25.237	98	0	24.733	7.104	150,00	34,35	24,28	58,63	5.066	65,50	86,11	1.336	0,0	1.336	264	2.671	527	1,00E+07

25	2042	25.260	98	0	24.754	7.110	150,00	34,38	24,30	58,68	5.070	65,56	86,19	1.337	0,0	1.337	264	2.673	527	1,00E+07
26	2043	25.268	98	0	24.762	7.113	150,00	34,39	24,31	58,93	5.072	65,58	86,44	1.337	0,0	1.337	264	2.674	527	1,00E+07
27	2044	25.261	98	0	24.756	7.111	150,00	34,38	24,30	58,68	5.070	65,56	86,19	1.337	0,0	1.337	264	2.674	527	1,00E+07
28	2045	25.240	98	0	24.735	7.105	150,00	34,35	24,28	58,64	5.066	65,51	86,12	1.336	0,0	1.336	264	2.671	527	1,00E+07
29	2046	25.205	98	0	24.701	7.095	150,00	34,31	24,25	58,55	5.059	65,42	86,00	1.334	0,0	1.334	264	2.668	527	1,00E+07
30	2047	25.155	98	0	24.652	7.081	150,00	34,24	24,20	58,44	5.049	65,29	85,83	1.331	0,0	1.331	264	2.662	527	1,00E+07

9.4.2. Área a Desapropriar

A área atual não comporta a nova concepção proposta para a ETE Caarapó, sendo necessário a desapropriação de área adjacente ao atual sistema de tratamento, área esta de aproximadamente 20.500 m², onde serão implantados os módulos de tratamento (RALF + FBP + DS + Desinfecção e Leitos de Secagem) para atender as demandas de final de plano do projeto.

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 Caarapó.

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.

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.

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.

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.

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/UFGM - 2000.



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



Março 2017