



**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 52 - Paranaíba

REV. 01 - Entrega Final



**AEGEA**

Procedimento de Manifestação de Interesse  
Março 2017

## SUMÁRIO

1.	Apresentação.....	7
2.	Identificação Da Área De Projeto E De Atendimento.....	8
3.	Parâmetros E Condicionantes De Projeto .....	10
3.1.	Vazões De Contribuição .....	10
3.1.1.	Consumo “Per Capita” Efetivo De Água .....	10
3.1.2.	Vazão Média Dos Esgotos, Coeficiente De Retorno Esgoto/Água .....	10
3.1.3.	Coeficientes De Variação De Demanda .....	11
3.1.4.	Vazão De Infiltração.....	11
3.1.5.	Vazão Industrial.....	12
3.1.6.	Vazão Para Redes Coletoras .....	13
3.1.7.	Vazão Pluvial Parasitária Para Interceptores E Emissários .....	14
3.1.8.	Vazão Para Estações Elevatórias .....	15
3.1.9.	Vazão Para O Sistema De Tratamento.....	15
3.2.	Rede Coletora .....	16
3.2.1.	Ligações.....	16
3.2.2.	Critérios Adotados Para O Dimensionamento Da Rede E Coletor Tronco.. .....	16
3.3.	Interceptores E Emissários Por Gravidade.....	19
3.3.1.	Material Das Tubulações De Interceptores E Emissários .....	19
3.3.2.	Poços De Visita Para Interceptores E Emissários.....	19
3.4.	Estações Elevatórias De Esgoto Bruto E Linhas De Recalque .....	20
3.4.1.	Cálculo Do Volume Do Poço De Sucção .....	20
3.4.2.	Dimensões Úteis .....	21
3.4.3.	Sistema De Redução De Danos.....	22
3.4.4.	Grupo Gerador .....	22
3.4.5.	Linhas De Recalque E Potência Consumida .....	22
3.5.	Características Do Esgoto Bruto .....	23
4.	Estudo Populacional.....	24
4.1.	População Flutuante.....	24
4.2.	Evolução Populacional Adotada.....	24

5.	Descrição Geral Da Concepção Básica .....	26
5.1.	Arranjo Geral Do Sistema De Afastamento E Tratamento Projetado .....	27
5.2.	Topografia E Sondagem .....	27
6.	Redes Coletoras E Ligações Prediais .....	28
6.1.	Descritivo Técnico .....	28
6.2.	Memorial De Cálculo .....	29
6.2.1.	Cálculo Das Vazões De Contribuição .....	29
6.2.2.	Cálculos Hidráulicos .....	32
6.2.3.	Observações .....	32
6.2.4.	Desenhos .....	33
7.	Interceptores E Emissários .....	34
7.1.	Interceptores .....	34
7.2.	Emissários .....	34
8.	Estações Elevatórias De Esgoto .....	36
8.1.	Características Gerais .....	36
8.2.	Evolução Populacional .....	37
8.3.	Parâmetros De Projeto .....	37
8.4.	Estações Elevatórias De Esgoto Projetadas .....	38
8.4.1.	Estação Elevatória De Esgoto Bruto Eeeb Nova - 001 (Existente) .....	38
8.4.2.	Estação Elevatória De Esgoto Bruto Eeeb Jota - 002 (Existente) .....	39
8.4.3.	Estação Elevatória De Esgoto Bruto Eeeb 03 - Final .....	40
8.4.3.1.	Área A Desapropriar .....	41
8.4.1.	Estação Elevatória De Esgoto Tratado .....	42
8.4.2.	Estações Elevatórias De Esgoto Bruto Compactas .....	43
9.	Estações De Tratamento De Esgoto .....	44
9.1.	Generalidades .....	44
9.2.	Concepção Geral Do Sistema De Tratamento .....	45
9.3.	Critérios E Parâmetros Para Dimensionamento Das Ete's .....	45
9.4.	Estação De Tratamento De Esgoto, Ete Nova .....	46
9.4.1.	Memorial Descritivo .....	46
9.4.1.1.	Características Dos Despejos Líquidos .....	47
9.4.1.1.	Vazões De Projeto .....	48
9.4.2.	Área A Desapropriar .....	51

10. Especificação De Serviços, Materiais E Equipamentos .....	52
11. Fluxograma Do Processo De Coleta E Tratamento Proposto .....	53
12. Cronograma De Implantação Das Estruturas Dos Sistemas De Esgoto Sanitário.....	55
13. Compatibilidade De Cronograma De Obras Com Foco Nos Eventuais Mecanismos De Transição.....	57
14. Metodologias De Especificação, Acompanhamento E Fiscalização De Obras .	59
15. Orçamento De Referência Detalhado Para A Implantação Da Solução Proposta.....	60
16. Referências Bibliográficas.....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxa de Infiltração.....	12
Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.....	25
Quadro 3 - Resumo do Estudo Populacional e de Vazão.....	26
Quadro 4 - Resumo do Descritivo Técnico da Rede Coletora.....	28
Quadro 5 - Projeção Populacional por Sub-Sistema.....	37
Quadro 6 - Características EEEB Nova - 01.....	39
Quadro 7 - Características EEEB Jota - 02.....	40
Quadro 8 - Características EEEB 03 - Final.....	41
Quadro 9 - Características EEE Tratado.....	42
Quadro 10 - Características do Efluente Tratado.....	47
Quadro 11 - Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).....	47
Quadro 12 - Parâmetros de projeto - ETE.....	48

## LISTA DE DESENHOS

C2-V52-T3.2-01	Concepção do Sistema Proposto
C2-V52-T3.2-02	Fluxograma
C2-V52-T3.2-03	Sistema de Tratamento Proposto - Layout

## 1. APRESENTAÇÃO

---

A AEGEA apresenta, através deste documento, proposta para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Paranaíba / 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 Paranaíba existe um sistema de esgotamento sanitário que atende uma parcela significativa da população. De acordo com dados do SiiG (2016), a porcentagem da população urbana com cobertura de rede de esgoto é de aproximadamente 83%, porém nem todo este montante encontra-se conectado à rede.

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

---

Conforme observado na etapa de diagnóstico, a cidade de Paranaíba conta com um sistema de esgotamento sanitário existente que abrange uma parcela significativa da população. As residências não conectadas a rede ou locadas em área não cobertas por redes coletoras utilizam-se, em sua maioria, do sistema individual de coleta e disposição do sistema de esgotamento predial. Esse sistema, em geral, é composto de fossa séptica e sumidouros.

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) existente é constituído de uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) e três Sub-Sistemas de transportes, cada um contribuindo para uma estação elevatória de esgoto bruto (EEEB), as quais recalcam o efluente diretamente para a ETE.

A situação atual do SES existente pode ser verificada com maior precisão no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 52).

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

Descrição dos itens	Item Correspondente	Página
a) Identificação da área do projeto e de atendimento:	2. Identificação da área do projeto e de atendimento	8
b) Bacias de esgotamento: identificação, descrição das bacias e sub-bacias propostas, tipo de sistema de esgotamento proposto, características básicas (população inicial e final de plano, contribuição, extensão de rede, outros).	4. Estudo Populacional 4.1. População Flutuante 4.2. Evolução Populacional Adotada 5. Descrição Geral da Concepção Básica 5.1. Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado 5.2. Topografia e Sondagem	24 26 27
c) Redes coletoras e ligações prediais.	6. Rede Coletora e ligações prediais	28
d) Interceptores e emissários.	7. Interceptores e emissários	34
e) Estações elevatórias de esgoto.	8. Estações elevatórias de esgoto	36
f) Estações de tratamento de esgoto.	9. Estações de tratamento de esgoto	44
g) Corpo Receptor.	9.4.1. Memória descritivo	46
h) Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto.	11. Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto - Anexo2	53
i) Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário.	12. Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário	55
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	46 10 23 16 19
k) Critérios dimensionamento de cada unidade do sistema de esgotamento sanitário: redes coletoras, coletores tronco, interceptores, emissários, estações elevatórias, estações de tratamento, e outros.	3.2.2. Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede 3.1.2. Vazão Média dos Esgotos, Coeficiente de Retorno Esgoto/Água (Rede) 3.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda 3.1.4. Vazão de Infiltração 3.1.5. Vazão Industrial 3.1.6. Vazão para Redes Coletoras 3.1.7. Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários 3.1.8. Vazão para Estações Elevatórias 3.1.9. Vazão para o Sistema de Tratamento 3.3. Interceptores e Emissários por Gravidade. 3.4. Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque 9.3. Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE's	16 10 11 12 13 14 1515 19 20 45
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	46
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	57
o) Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras.	14. Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras	59
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	60

### 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 2,91 habitantes (uma família), e que se denomina  $Q_{eq}$ , ou contribuição equivalente, correspondente a:

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

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:  $K_2 = 1,50$ .

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

### 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 0,10 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, de 40 hab/ha em áreas de expansão e de 40 hab/ha em áreas não adensadas.

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

### Contribuições Iniciais e Finais:

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

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

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

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

### **3.1.7. Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários**

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

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

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

### 3.1.8. Vazão para Estações Elevatórias

Para efeito de estimativa do porte das estações elevatórias que resultarem nas alternativas formuladas foi adotada uma vazão igual à vazão média consumida multiplicada pelos coeficientes  $K_1$ ,  $K_2$  e C (Máxima Horária), no que se refere à avaliação da vazão máxima, em ambos os casos 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 são 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/m<sup>2</sup> 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:

$\sigma$  - Tensão trativa média (Pa);

$\gamma$  - 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 tratativa média igual a 1,0 Pa no início do plano (considerando menor valor de vazão para qualquer trecho da rede igual a 1,5 L/s), foi calculada pela seguinte expressão:

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

Sendo:

$Q_i$  em L/s

$I_{\text{mín}}$  em m/m.

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

#### Diâmetro Mínimo:

A Norma NBR 9649/1986 da ABNT, admite o diâmetro DN 100 como o mínimo a ser utilizado em redes coletoras de esgoto sanitário. Neste projeto o diâmetro dos coletores, dimensionados 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 (Vf) resultou superior à velocidade crítica, a maior lâmina admissível foi de 50% do diâmetro do coletor, de modo a assegurar a ventilação do trecho.

A velocidade crítica foi definida por:

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

#### Controle de Remanso:

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

#### Recobrimento Mínimo:

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

##### TIPO DE PAVIMENTO

##### RECOBRIMENTO (m):

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

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

#### Declividade Mínima Construtiva:

Representa o valor mínimo de declividade que pode ser executado com precisão pelos métodos construtivos usuais. Adotou-se 0,0030 m/m, ou seja, acima da declividade mínima recomendada pela NBR 9814/1987 (0,0010 m/m). Mantendo sempre a declividade mínima admissível para satisfazer a tensão trativa média, em início de plano superior a 0,10 kg/m<sup>2</sup> para rede coletora e coletores tronco e 0,15 kg/m<sup>2</sup> 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 foi prevista a implantação de agitador de fundo (mixer).

### 3.4.2. Dimensões Úteis

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

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

### 3.4.3. Sistema de Redução de Danos

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

### 3.4.4. Grupo Gerador

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

### 3.4.5. Linhas de Recalque e Potência Consumida

O dimensionamento econômico de instalações de recalque foi feito através da fórmula de Bresse ( $D=k_1 \cdot Q^{1/2}$ ), pois o sistema funciona durante 24 horas/dia, com Q em m<sup>3</sup>/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 “ $\eta$ ” do conjunto.

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

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

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

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

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

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

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

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

### **3.5. Características do Esgoto Bruto**

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

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

- Relação DQO/DBO = 2;
- Relação N-NKT/DBO = 0,083;
- Relação P/DBO = 0,019;
- Coliformes Fecais =  $6,10 \times 10^7$  NMP/100 ml.

## 4. ESTUDO POPULACIONAL

---

Foi desenvolvido um estudo demográfico, que através de uma metodologia e técnicas aprimoradas, forneceu a estimativa populacional que corresponde a cidade de Paranaíba, 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 Paranaíba, no horizonte de projeto de 30 anos, está demonstrada no quadro a seguir.

Ano	Calendário	População Urbana (hab)
00	2017	38.337
01	2018	38.599
02	2019	38.852
03	2020	39.098
04	2021	39.334
05	2022	39.562
06	2023	39.781
07	2024	39.993
08	2025	40.197
09	2026	40.392
10	2027	40.579
11	2028	40.758
12	2029	40.930
13	2030	41.094
14	2031	41.246
15	2032	41.390
16	2033	41.525
17	2034	41.652
18	2035	41.772
19	2036	41.882
20	2037	41.984
21	2038	42.078
22	2039	42.163
23	2040	42.240
24	2041	42.308
25	2042	42.368
26	2043	42.420
27	2044	42.463
28	2045	42.498
39	2046	42.525
30	2047	42.544

**Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.**

## 5. DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA

Após análise dos projetos existentes, das informações contidas no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 52), da Caracterização da Localidade (Caderno 2, Volume 52) e pelo Estudo Populacional (Caderno 2, Volume 1), além das definições estabelecidas neste documento foi possível definir a Concepção Básica da localidade de Paranaíba.

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

Subsistema	Área (ha)	População			Vazão (com infiltração)			
		2017 (hab.)	Máxima até 2047 (hab.)	Saturação (hab.)	Média Diária até 2047 (L/s)	Máxima Horária em 2017 (L/s)	Máxima Horária até 2047 (L/s)	Máxima Horária na Saturação (L/s)
SS-01	667	18.817	20.882	42.324	43,56	53,62	66,44	121,99
SS-02	497	14.017	15.555	31.767	34,44	42,26	52,21	95,35
SS-03	136	3.829	4.250	8.437	6,40	7,88	9,77	17,94
SS-04	59	1.674	1.858	4.153	4,62	5,64	6,93	12,54
AE-1	93	-	-	3.715	-	-	-	11,41
AE-2	91	-	-	3.628	-	-	-	11,15
AE-3	49	-	-	1.967	-	-	-	6,04
AE-4	155	-	-	6.193	-	-	-	19,03
<b>Total</b>	1.746	38.337	42.544	102.184	89,03	109,39	135,35	295,46
Emissário até ETE					0,35	0,35	0,35	0,35
<b>Total até a ETE</b>					89,37	109,74	135,70	295,80

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 Paranaíba (desenho C2-V52-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 Paranaíba, 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

Conforme cadastro do SANESUL, a sede municipal de Paranaíba possui cerca de 83% da população distribuída em áreas cobertas pela rede coletora existente.

O sistema de esgotamento sanitário proposto para a cidade de Paranaíba é composto de 119.948 m (40%) de rede existente e 178.638 m (50%) de rede projetada, subdividido em 04 subsistemas.

Uma parcela significativa da rede existente é composta de manilhas cerâmicas cuja substituição está prevista por tubulações PVC/JE Vinilfort ou similar. A extensão a ser substituída é de aproximadamente 17.048,88 metros. Também serão substituídos ao longo do período de concessão, a uma taxa de 0,5% ao ano, trechos de tubulação com diâmetro inferior a 150 mm.

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

O Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade de Paranaíba possui atualmente um total de 8.208 ligações prediais de esgoto (dado de outubro de 2016), sendo que, no final de plano poderá atender até 42.544 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
Existente	Em implantação/ a implantar (fora do escopo da SPE/ PPP)	Projetada	Total	
119.948	-	178.638	298.586	14.328

**Quadro 4 - Resumo do Descritivo Técnico da Rede Coletora.**

## 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 2,91 hab/domicílio, divulgada pelo IBGE para a cidade de Paranaíba.

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.

#### Zonas Não Adensadas:

Foram consideradas áreas não adensadas os locais onde já existe estrutura viária, porém a quantidade de lotes com ocupação é muito baixa ou nula. Nesses casos, foram traçados os coletores, porém foi adotado o mesmo adensamento de saturação das zonas de expansão = **40 hab./ha**.

### 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:

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

Para fim de plano:

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

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<sub>i</sub> - vazão específica de início de plano em L/s/m;

q<sub>f</sub> - vazão específica de final de plano em L/s/m;

P<sub>i</sub> - População inicial;

P<sub>f</sub> - População final (saturação);

K<sub>1</sub> - coeficiente do dia de maior consumo, 1,2;

K<sub>2</sub> - 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, m<sup>3</sup>/s.

#### **6.2.3. Observações**

Devido à disposição dos arruamentos, topografia desfavorável e para evitar a utilização de Estações Elevatórias de Esgoto, inevitavelmente nos Subsistemas 02, 10, 11 e 12 foram projetados alguns trechos de rede coletora com profundidades maiores do que a máxima, entretanto a profundidade é recuperada nos trechos posteriores.

#### **6.2.4. Desenhos**

As áreas onde será implantada rede coletora podem ser identificadas no Desenho C2-V52-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*” e desenhados em planta.

### 7.1. Interceptores

O Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Paranaíba possui 3.725 m em tubulações de PVC DN 150 a 250 mm distribuídos em 4 interceptores projetados e 8.885 m em tubulações DN 200 a 400 mm distribuídos nos interceptores existentes.

### 7.2. Emissários

#### - EMISSÁRIO DE ESGOTO BRUTO ATÉ A ETE NOVA

Recebe as contribuições provenientes de todo o Sistema de Esgotamento Sanitário de Paranaíba.

Tem seu início em frente a ETE Existente na Rua 4 próximo ao cruzamento com a Avenida Rio de Janeiro, seguindo nessa Rua por 373 metros em PRFV DN 500, continuando com o mesmo diâmetro e material pela margem direita do Córrego Fazendinha por 3.102 metros até a EEEB Final de onde o esgoto bruto é recalcado até o início do tratamento na ETE Nova.

Após a construção da ETE Nova, todo o esgoto encaminhado a ETE Existente deverá ser desviado após a caixa de recebimento para o PV inicial do Emissário.

#### - EMISSÁRIO DE RECALQUE DE ESGOTO TRATADO

Recebe o efluente tratado da ETE Nova e tem seu ponto de lançamento no Rio Santana nas coordenadas UTM 484931.87 m E 7820787.39 m S (Datum WGS 84 - zona 22s).

O emissário terá cerca de 900 metros em DN 400, sendo os primeiros 140 metros sobre recalque e os 760 metros finais em regime gravitacional. O traçado seguirá em rua de terra próxima a BR-158 até o ponto de lançamento no Rio Santana, como pode ser observado na Figura 1.



Figura 1 - Emissário de recalque de esgoto tratado e ponto de lançamento.

## 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 necessária 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 Paranaíba prevê o atendimento satisfatório de toda a área urbana da cidade. Foram concebidos 04 Subsistemas de esgotamento sanitário, conforme definido pela topografia da cidade, atendendo às 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 Paranaíba, dos 04 Subsistemas de esgotamento sanitário, 02 necessitam de estações elevatórias de esgoto, as quais já se encontram executadas, e para que o esgoto bruto chegue até a ETE Nova uma EEEB Final deverá ser implantada. Das EEEBs existentes, apenas a EEEB 01 - Nova necessitará de adequação, sendo recomendado a troca de bombas.

## 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 (hab)	Previsão Populacional 2027 (hab)	Previsão Populacional Máxima até 2047 (hab)	Previsão Populacional 2047 (hab)
<b>SS-01</b>	18.817	19.918	20.882	20.882
<b>SS-02</b>	14.017	14.836	15.555	15.555
<b>SS-03</b>	3.829	4.053	4.250	4.250
<b>SS-04</b>	1.674	1.772	1.858	1.858
<b>Total</b>	<b>38.337</b>	<b>40.579</b>	<b>42.544</b>	<b>42.544</b>

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 Nova - 001 (existente)**

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto existente EEEB-01 ou Nova, localizada na Rua Ivo Fábio de Queirós (margem Córrego Fazendinha), recalcará toda a vazão produzida no SS-01 a partir da LR-01, já implantada, até o PV de entrada da ETE Existente - localizada na esquina entre as Rua 4 com a Avenida Rio de Janeiro.

Após a construção da ETE Nova, todo o esgoto encaminhado a ETE Existente deverá ser desviado após a caixa de recebimento para o PV inicial do Emissário de Esgoto Bruto o qual encaminhará o esgoto gerado até a EEEB Final.

A concepção de operação da elevatória necessitou ser alterada em razão da desativação da EEEB Velha, sendo que a maior parte da vazão atualmente destinada a essa elevatória será destinada EEEB Nova. Com isso a estrutura da EEEB Nova necessitará de adequações para atender as novas vazões.

Entre as principais alterações estão: troca de bombas existentes por conjunto motobomba submersível com maior vazão e altura manométrica; adaptação do barrilete; e alteração da laje para implantação de tampões para retirada das bombas.

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 53,62 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)	53,62
DN - Linha de Recalque (mm)	250
Comprimento Linha de Recalque (m)	715

**Quadro 6 - Características EEEB Nova - 01.**

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 instalada 01 (uma) bomba para operação e outra ficará de reserva caso ocorra algum problema mecânico com a mesma.

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.

Além da troca de bomba e suas devidas adaptações, de acordo com as informações apresentadas no Diagnóstico a respeito do estado de conservação da EEEB-01, recomenda-se que sejam realizadas as seguintes melhorias:

- Instalação de gerador;
- Instalação de guindaste para auxiliar a retirada das bombas;
- Instalação de inversor de frequência; e
- Substituição do sistema de gradeamento existente por uma grade de limpeza manual com espaçamento entre barras de 1,5 cm.

#### **8.4.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB Jota - 002 (existente)**

A Estação Elevatória de Esgoto Bruto existente EEEB-02 ou Jota, localizada na Rua Vladislau Garcia Gomes, recalcará toda a vazão produzida no SS-02 a partir da LR-02, já implantada, até o PV de entrada da ETE Existente - localizada na esquina entre as Rua 4 com a Avenida Rio de Janeiro.

Após a construção da ETE Nova, todo o esgoto encaminhado a ETE Existente deverá ser desviado após a caixa de recebimento para o PV inicial do Emissário de Esgoto Bruto o qual encaminhará o esgoto gerado até a EEEB Final.

O conjunto motobomba existente foi avaliado para a vazão máxima até 2047 (de acordo com a previsão populacional) e mostrou-se capaz de absorver as novas vazões e altura manométrica.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	42,26
DN - Linha de Recalque (mm)	300
Comprimento Linha de Recalque (m)	493

**Quadro 7 - Características EEEB Jota - 02.**

De acordo com as informações apresentadas no Diagnóstico a respeito do estado de conservação da EEEB-02, a elevatória possui um bom estado de conservação das estruturas e equipamentos, não necessitando intervenções significativas.

#### **8.4.3. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB 03 - Final**

Devido às limitações identificadas para a ampliação da ETE Existente, em razão insuficiência de área para a implantação do pós-tratamento e novos leitos de secagem, aliado ao fato de que a ETE fica localizada em região mais central da cidade, foi prevista uma nova ETE com capacidade para atender toda a cidade em área maior e mais afastada.

Para que o esgoto bruto vença a barreira topográfica e chegue até o início do tratamento na ETE Nova, foi necessário prever a instalação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto Final - EEEB-03.

Esta EEEB ficará localizada nas margens do Córrego Fazendinha, e recalcará toda a vazão produzida na cidade a partir da LR-03, até o início do tratamento da ETE Nova - prevista no terreno a direita do Curtume em frente a BR-158.

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 135,70 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)	135,70
DN - Linha de Recalque (mm)	400
Comprimento Linha de Recalque (m)	521

**Quadro 8 - Características EEEB 03 - Final.**

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 instalada 01 (uma) bomba para operação e outra ficará de reserva caso ocorra algum problema mecânico com a mesma.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

#### **8.4.3.1. Área a Desapropriar**

Para implantação da EEEB 03 - Final será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>.

#### 8.4.1. Estação Elevatória de Esgoto Tratado

Para que o esgoto tratado vença a barreira topográfica e chegue até o ponto de lançamento no Rio Santana, foi necessário prever a instalação de uma Estação Elevatória de Esgoto Tratado.

Esta EEET ficará na área da ETE Nova, e recalcará toda a vazão tratada na ETE a partir da LR de lançamento, até o ponto de lançamento localizado no Rio Santana.

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 135,70 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)	135,70
DN - Linha de Recalque (mm)	400
Comprimento Linha de Recalque (m)	900

**Quadro 9 - Características EEE Tratado.**

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 instalada 01 (uma) bomba para operação e outra ficará de reserva caso ocorra algum problema mecânico com a mesma.

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.

#### **8.4.2. Estações Elevatórias de Esgoto Bruto Compactas**

Em áreas com baixa contribuição (até 0,20 l/s) localizadas em cotas desfavoráveis à interligação com a rede, foram previstas estações elevatórias de esgoto bruto compactas, as quais deverão ser instaladas na via ou passeio.

Para este modelo de estação elevatória foi prevista a instalação de um tubo de Ø 1m x 6m em PEAD ADS na horizontal que funcionará como tanque pulmão em caso de falta de energia.

Para o município de Paranaíba foi prevista 1 EEEB compacta no SS-02 para atender a área localizada nas Travessas existentes próximo à esquina da Rua João Brito da Cunha com a Rua das Acácias.

## 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 Paranaíba.

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

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

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

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

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

## **9.2. Concepção Geral do Sistema de Tratamento**

Devido às limitações identificadas para a ampliação da Estação de Tratamento de Esgotos Existente de Paranaíba, em razão insuficiência de área para a implantação do pós-tratamento e novos leitos de secagem, aliado ao fato de que a ETE fica localizada em região mais central da cidade, foi prevista a desativação da ETE Existente, sendo prevista a implantação de uma nova unidade de tratamento em área mais afastada, conforme Desenho C2-V52-T3.2-03.

Para a escolha da tecnologia a ser utilizada levou-se em consideração a necessidade de redução das Concentrações de DBO5 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 Nova

### 9.4.1. Memorial Descritivo

O presente memorial descritivo trata da implantação da Estação de Tratamento de Esgoto Nova na cidade de Paranaíba, situada nas coordenadas UTM 484503.00 m E 7821266.00 m S (Datum WGS84 - zona 22s).

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente à ETE-Nova será de 89,37 L/s e a vazão máxima igual a 135,70 L/s, que correspondem a uma população de 42.544 habitantes (máxima até 2047).

Para que seja possível atender a população máxima até final de plano em 2047 será necessária a ampliação da ETE Paranaíba, 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.

A ETE Nova em operação apresentará como corpo receptor o Rio Santana, sendo este pertencentes a Classe 2 e com uma vazão mínima ( $Q_{95}$ ) igual a 25,23 m<sup>3</sup>/s.

O processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de 92% para DBO, atendendo a capacidade de diluição do corpo receptor, conforme a legislação.

Uma possível tecnologia para atingir a eficiência descrita anteriormente é:

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

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

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

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

CONAMA 430 de Maio de 2011, e a Deliberação CECA/MS nº 36, de 27 de junho de 2012 (Conselho Estadual de Controle Ambiental do Mato Grosso do Sul).

Os quadros a seguir demonstram as características do efluente após o processo de tratamento proposto.

Considerando somente as condições de lançamento:

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

Quadro 10 - Características do Efluente Tratado.

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

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

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

Para o cálculo das unidades de tratamento foi utilizada a vazão média de 89,37 L/s, sendo a vazão máxima horária de 135,70 L/s. O Layout do processo proposto encontra-se no desenho C2-V52-T3.2-03.

O ponto de lançamento do esgoto tratado está localizado nas coordenadas UTM 484931.87 m E 7820787.39 m S (Datum WGS 84 - zona 22s) no Rio Santana.

#### 9.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos

As considerações adotadas neste projeto são:

Taxa de Infiltração:	0,10	L/s.km
Taxa de ocupação:	2,91	hab/dom
Consumo per capita efetivo:	150	L/hab.dia
Coefficiente de retorno:	0,80	
Comprimento da rede:	21,96	m/lig
K <sub>1</sub> :	1,20	
K <sub>2</sub> :	1,50	

K <sub>3</sub> :	0,25	
Carga per capita DBO	54	g/hab.dia
Relação DQO/DBO	1,73	
Relação N-NKT/DBO	0,083	
Relação P/DBO	0,019	
Coli, Termotolerantes (estimado)	6,10E+7	NMP/100ml

Quadro 12 - Parâmetros de projeto - ETE.

#### 9.4.1.1. Vazões de Projeto

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

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

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

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

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

Onde:

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

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

$Q_{\text{máx}}$  = Vazão máxima de esgoto, em L/s;

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

Ano	Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações Atendidas (und)	Consumo Per capita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m <sup>3</sup> /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	38.337	84,0	0	32.203	11.066	150,00	44,73	24,30	69,03	5.964	77,98	104,81	1.739	9	1.748	293	3.020	506	6,10E+07
1	2018	38.599	85,0	0	32.809	11.275	150,00	45,57	24,76	70,33	6.077	79,44	106,78	1.772	9	1.781	293	3.077	506	6,10E+07
2	2019	38.852	87,0	0	33.802	11.616	150,00	46,95	25,51	72,46	6.260	81,85	110,01	1.825	9	1.834	293	3.170	506	6,10E+07
3	2020	39.098	88,0	0	34.406	11.823	150,00	47,79	25,97	73,75	6.372	83,31	111,98	1.858	9	1.867	293	3.226	506	6,10E+07
4	2021	39.334	90,0	0	35.401	12.165	150,00	49,17	26,72	75,89	6.557	85,72	115,22	1.912	9	1.921	293	3.319	506	6,10E+07
5	2022	39.562	91,0	0	36.001	12.372	150,00	50,00	27,17	77,17	6.668	87,17	117,17	1.944	9	1.953	293	3.375	506	6,10E+07
6	2023	39.781	93,0	0	36.996	12.714	150,00	51,38	27,92	79,31	6.852	89,58	120,41	1.998	9	2.007	293	3.468	506	6,10E+07
7	2024	39.993	94,0	0	37.593	12.919	150,00	52,21	28,37	80,59	6.963	91,03	122,36	2.030	9	2.039	293	3.523	506	6,10E+07
8	2025	40.197	96,0	0	38.589	13.261	150,00	53,60	29,12	82,72	7.147	93,44	125,60	2.084	9	2.093	293	3.616	506	6,10E+07
9	2026	40.392	97,0	0	39.180	13.464	150,00	54,42	29,57	83,99	7.257	94,87	127,52	2.116	9	2.125	293	3.671	506	6,10E+07
10	2027	40.579	98,0	0	39.767	13.666	150,00	55,23	30,01	85,25	7.365	96,29	129,43	2.147	9	2.157	293	3.726	506	6,10E+07
11	2028	40.758	98,0	0	39.943	13.726	150,00	55,48	30,15	85,62	7.398	96,72	130,00	2.157	0	2.157	292	3.727	504	6,10E+07
12	2029	40.930	98,0	0	40.111	13.784	150,00	55,71	30,27	85,98	7.429	97,13	130,55	2.166	0	2.166	292	3.743	504	6,10E+07
13	2030	41.094	98,0	0	40.273	13.839	150,00	55,93	30,39	86,33	7.459	97,52	131,08	2.175	0	2.175	292	3.758	504	6,10E+07
14	2031	41.246	98,0	0	40.421	13.890	150,00	56,14	30,51	86,65	7.486	97,88	131,56	2.183	0	2.183	292	3.771	504	6,10E+07
15	2032	41.390	98,0	0	40.562	13.939	150,00	56,34	30,61	86,95	7.512	98,22	132,02	2.190	0	2.190	292	3.785	504	6,10E+07
16	2033	41.525	98,0	0	40.695	13.984	150,00	56,52	30,71	87,23	7.537	98,54	132,45	2.198	0	2.198	292	3.797	504	6,10E+07
17	2034	41.652	98,0	0	40.819	14.027	150,00	56,69	30,81	87,50	7.560	98,84	132,86	2.204	0	2.204	292	3.809	504	6,10E+07
18	2035	41.772	98,0	0	40.936	14.067	150,00	56,86	30,90	87,75	7.582	99,12	133,24	2.211	0	2.211	292	3.820	504	6,10E+07
19	2036	41.882	98,0	0	41.045	14.105	150,00	57,01	30,98	87,98	7.602	99,38	133,59	2.216	0	2.216	292	3.830	504	6,10E+07
20	2037	41.984	98,0	0	41.145	14.139	150,00	57,15	31,05	88,20	7.620	99,63	133,91	2.222	0	2.222	292	3.839	504	6,10E+07
21	2038	42.078	98,0	0	41.237	14.171	150,00	57,27	31,12	88,40	7.637	99,85	134,21	2.227	0	2.227	292	3.848	504	6,10E+07
22	2039	42.163	98,0	0	41.320	14.199	150,00	57,39	31,19	88,57	7.653	100,05	134,49	2.231	0	2.231	292	3.855	504	6,10E+07

Ano	Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações Atendidas (und)	Consumo Percapita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m <sup>3</sup> /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)
23	2040	42.240	98,0	0	41.395	14.225	150,00	57,49	31,24	88,74	7.667	100,23	134,73	2.235	0	2.235	292	3.862	504	6,10E+07
24	2041	42.308	98,0	0	41.462	14.248	150,00	57,59	31,29	88,88	7.679	100,40	134,95	2.239	0	2.239	292	3.869	504	6,10E+07
25	2042	42.368	98,0	0	41.521	14.268	150,00	57,67	31,34	89,00	7.690	100,54	135,14	2.242	0	2.242	292	3.874	504	6,10E+07
26	2043	42.420	98,0	0	41.571	14.286	150,00	57,74	31,37	89,11	7.699	100,66	135,30	2.245	0	2.245	292	3.879	504	6,10E+07
27	2044	42.463	98,0	0	41.614	14.300	150,00	57,80	31,41	89,20	7.707	100,76	135,44	2.247	0	2.247	292	3.883	504	6,10E+07
28	2045	42.498	98,0	0	41.648	14.312	150,00	57,84	31,43	89,28	7.714	100,85	135,55	2.249	0	2.249	292	3.886	504	6,10E+07
29	2046	42.525	98,0	0	41.675	14.321	150,00	57,88	31,45	89,33	7.718	100,91	135,64	2.250	0	2.250	292	3.888	504	6,10E+07
30	2047	42.544	98,0	0	41.693	14.328	150,00	57,91	31,47	89,37	7.722	100,96	135,70	2.251	0	2.251	292	3.890	504	6,10E+07

#### **9.4.2. Área a Desapropriar**

A nova ETE da cidade de Paranaíba será implantada em área a ser desapropriada de aproximadamente 30.800,00 m<sup>2</sup> em área mais afastada da região central da cidade.

## 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 Paranaíba.

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](http://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](http://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](http://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](http://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**