GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. - SANESUL

MODELAGEM TÉCNICA

Estudos de Engenharia, Ambiental e Social

SISTEMA PROPOSTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Volume 52 – Paranaíba

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 8

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS 9

3. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DE ATENDIMENTO 12

4. PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO 13

4.1. Vazões de Contribuição 13

4.1.1. Consumo “Per Capita” Efetivo de Água 13

4.1.2. Vazão Média dos Esgotos, Coeficiente de Retorno Esgoto/Água 13

4.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda 13

4.1.4. Vazão de Infiltração 14

4.1.5. Vazão Industrial 15

4.1.6. Vazão para Redes Coletoras 15

4.1.7. Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários 16

4.1.8. Vazão para Estações Elevatórias 16

4.1.9. Vazão para o Sistema de Tratamento 16

4.2. Rede Coletora 17

4.2.1. Ligações 17

4.2.2. Critérios para o Dimensionamento da Rede e Coletor Tronco 17

4.3. Interceptores e Emissários por Gravidade 19

4.3.1. Material das Tubulações de Interceptores e Emissários 19

4.3.2. Poços de Visita para Interceptores e Emissários 19

4.4. Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque 20
4.4.1. Cálculo do Volume do Poço de Sucção..... 20
4.4.2. Dimensões Úteis 21
4.4.3. Sistema de Redução de Danos 21
4.4.4. Grupo Gerador 21
4.4.5. Linhas de Recalque e Potência Consumida 21
4.5. Características do Esgoto Bruto 22
5. ESTUDO POPULACIONAL 23
5.1. População Flutuante 23
5.2. Evolução Populacional Adotada 23
6. DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA..... 25
6.1. Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado 25
6.2. Topografia e Sondagem..... 26
7. REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS..... 27
7.1. Descritivo Técnico..... 27
7.2. Memorial de Cálculo 27
7.2.1. Cálculo das Vazões de Contribuição 27
7.2.2. Cálculos Hidráulicos 30
7.2.3. Observações 30
7.2.4. Desenhos 31
8. INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS 32

8.1. Interceptores 32

8.2. Emissários 32

9. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO 34

9.1. Características Gerais 34

9.1.1. Evolução Populacional 34

9.2. Parâmetros de Projeto 35

9.3. Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas 35

9.3.1. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB Nova – 001 35

9.3.1.1. Área a Desapropriar 36

9.3.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB Jota – 002 36

9.3.2.1. Área a Desapropriar 37

9.3.3. Estação Elevatória de Esgoto Tratado EEET-01 37

9.3.3.1. Área a Desapropriar 37

10. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO 38

10.1. Generalidades 38

10.2. Concepção Geral do Sistema de Tratamento 39

10.3. Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE 39

10.4. Estação de Tratamento de Esgoto, ETE 001 39

10.4.1. Memorial Descritivo 39

10.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos Brutos 40

10.4.1.2. Vazões de Projeto 41

10.4.2. Área a Desapropriar 44

11. ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS 45

12. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO 46

13. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA 47

14. SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO 48

15. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DO SES 49

16. ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA 50

17. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Processos avaliados..... 10

Tabela 2. Taxa de Infiltração. 14

Tabela 3. Previsão Populacional Adotada. 23

Tabela 4. Resumo do Estudo Populacional e de Vazão. 25

Tabela 5. Resumo do Descritivo Técnico da Rede Coletora..... 27

Tabela 6. Características dos Interceptores. 32

Tabela 7. Características do Emissário..... 33

Tabela 8. Projeção Populacional por Subsistema. 35

Tabela 9. Características EEEB-001..... 36

Tabela 10. Características EEEB-002. 36

Tabela 11. Características EEET-01..... 37

Tabela 12. Características do Efluente Tratado..... 40

Tabela 13. Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2)..... 40

Tabela 14. Parâmetros de projeto – ETE..... 40

Tabela 15. Projeções de vazões e características do afluente à ETE..... 42

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

Por considerar importante o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) para o bem-estar da população e para o fomento à atração de novos investimentos, a EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. (SANESUL) e o Governo do Estado do Mato Grosso do Sul lançaram o Procedimento de Manifestação de Interesse (PMI), visando a universalização do SES dos municípios.

O PMI visa eliminar as lacunas ainda existentes nos municípios atendidos pela SANESUL, e prioriza a decisão de acelerar os investimentos em infraestrutura de coleta, tratamento e disposição de esgoto sanitário, valendo-se do mecanismo de Parceria Público Privada (PPP) com horizonte de 30 anos.

Foram desenvolvidas propostas de ampliação e universalização do Sistema de esgotamento Sanitário (SES) do Mato Grosso do Sul, por meio do PMI 001/2016 – SANESUL, apresentando os estudos de demandas, concepções com soluções para coleta, transporte, tratamento e disposição do esgoto, bem como outros produtos para perfeita implantação e operação do SES.

Devido ao elevado investimento na infraestrutura de esgotamento sanitário resultante dos projetos conceituais desenvolvidos, foi realizada uma revisão completa visando a validação ou mesmo a otimização, sendo contratada uma consultoria para esta finalidade.

Apresenta-se, através deste documento, a revisão da proposta para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Paranaíba/ MS.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este relatório é composto da revisão da proposta de ampliação e universalização do Sistema de esgotamento Sanitário (SES) do município de Paranaíba.

Para desenvolvimento deste relatório foi utilizado como base de informações o Diagnóstico de Infraestrutura Existente, o qual foi elaborado no âmbito do PMI 001/2016, através de informações disponibilizadas pela SANESUL, e com dados coletados na visita técnica ao município, junto aos responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas existentes.

Como premissa desta revisão, foi mantido o estudo populacional desenvolvido no âmbito do PMI 001/2016 e os dados técnicos relacionados ao mesmo, tais como número de ligações e economias.

A recuperação de estruturas existentes, tais como Estações Elevatórias de Esgoto e Estação de Tratamento de Esgoto, via de regra se relacionam a recuperação estrutural, pintura, melhorias hidráulicas e instalações elétricas.

Foi estabelecida uma padronização das estruturas a serem implantadas, com tipologia em função da capacidade instalada.

Esta padronização foi adotada para:

- Elevatórias de Esgoto
- ETE

A padronização é uma forma racional de expandir a infraestrutura, reduzindo custos de projetos, obras, manutenção e operação.

Para as estruturas existentes não é possível aplicar a padronização pretendida, haja vistas as caraterísticas já estabelecidas na ocasião de sua implantação.

Para Elevatórias com vazões abaixo de 5,0 l/s foram adotadas Estações Elevatórias de Esgoto Compactas, estações pré-fabricadas, com cesto fino em aço inox, poço de sucção circular em PRFV e dois conjuntos moto-bomba (1+1 reserva) que funcionarão alternadamente.

As premissas para implantação de novas redes de esgotamento seguem o Caderno de Encargos da SANESUL, conforme orientações a seguir:

- NA RUA, PELO EIXO (EI), quando a largura for igual ou inferior a 20 m, não for pavimentada e nem drenada com galerias pluviais;
- NA RUA, POR UM DOS LADOS (TD e TE), distando 1/3 da largura entre o eixo e o meio-fio, quando o eixo for ocupado por galeria pluvial, e a via não for pavimentada ou de pavimentação precária. Neste caso será dada preferência pelo lado, para o qual ficam os terrenos mais baixos em relação ao meio-fio, e se possível oposto ao da rede de água potável;

- NO PASSEIO, quando a largura for superior a 20 m, e houver galeria de drenagem de águas pluviais;

Entretanto o lançamento de coletores no passeio foi condicionado aos seguintes fatores impeditivos:

- Largura insuficiente dos passeios (para a escavação mecanizada com retroescavadeira é necessária uma largura mínima de 3,00 m) e existência de muitas interferências de postes, árvores, tubulações, fossas e outras estruturas subterrâneas, localizadas na calçada;

- A profundidade máxima desejável para uma vala no passeio é de 2,00 m. Em condições específicas, ditadas por vantagens econômicas ou por impossibilidade total de lançamento no leito da rua, a vala poderá atingir a 2,50m.

Como premissa para as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), adotou-se a manutenção dos sistemas e processos existentes sempre que possível. Tanto para as ampliações das ETE existentes quanto para as ETE a implantar, os processos selecionados neste estudo e suas respectivas eficiências encontram-se relacionados na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1. Processos avaliados.

PROCESSO	SIGLA	EFICIÊNCIA
Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado	RALF	75%
Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado seguido de lodos ativados convencional	RALF + LAC	90%
Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado seguido de Filtro Anaeróbio	RALF+FA	80%
Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado seguido de filtro biológico percolador e decantador secundário	RALF + FBS + DS	90%
Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado seguido de lagoa de polimento	RALF+LP	82%
Lodos Ativados Convencional	LAC	90%
Lodos Ativados Aeração Prolongada	LAAP	95%
Lodos Ativados em Batelada	SBR	94%
Lagoa Facultativa	LF	80%
Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa	LA+LF	80%
Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa e Lagoa de Maturação	LA+LF+LM	85%

Fonte: adaptada Von Sperling e Metcalf&Eddy.

De acordo com a Resolução CERH/MS n° 044, de 13 de julho de 2017, que estabelece critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos para o setor de saneamento, a vazão máxima outorgável para lançamento de efluentes será de até 100% da vazão de referência em trechos onde já possuam ETE instaladas ou em processo de instalação, todavia a eficiência mínima exigida para estes casos é de 90% para remoção de DBO e o tempo máximo para a adequação é de 10 anos. Entretanto, no caso de empreendimentos novos a vazão máxima outorgável para lançamento de efluentes é de 50% da vazão de referência.

Para cálculo das cargas orgânicas (DBO) de entrada, 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. A SANESUL limitou a DBO de entrada em 350 mg/l.

Conforme firmado com a SANESUL, para análise das concepções foram utilizados os levantamentos topográficos do banco de dados da SANESUL e para os municípios que não apresentam topografia no banco de dados e/ou que apresentam levantamentos inconsistentes, foi utilizado as curvas de nível transportada do Google Earth.

Municípios nos quais as concepções apresentavam redes existentes e não possuíam informações em cadastros da SANESUL, as mesmas foram verificadas caso a caso com a equipe de projetos da SANESUL.

3. 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 Subsistemas que possuem rede coletora e dois subsistemas que ainda não possuem.

A situação atual do SES existente pode ser verificada com maior precisão no Diagnóstico.

4. 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.

4.1. Vazões de Contribuição

4.1.1. 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.

4.1.2. 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:

$$Q_{esg.média} = Q_{eq.}$$

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

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

4.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda

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

a) NO DIA DE MAIOR CONSUMO – K_1

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

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

b) NA HORA DE MAIOR CONSUMO – K_2

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

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

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

4.1.4. 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 a Tabela 2, a seguir:

Tabela 2. Taxa de Infiltração.

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

Para efeito deste estudo, o valor adotado foi de 0,10 L/s.km.

4.1.5. Vazão Industrial

Este projeto não considera contribuições industriais de esgoto.

4.1.6. Vazão para Redes Coletoras

População Inicial:

A estimativa da população inicial (Pi), foi feita a partir da contagem (ou por amostragem) dos domicílios existentes na área de projeto, e a taxa de ocupação (hab/domicilio), 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.

4.1.7. 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.

4.1.8. 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 I 0,0 a 5,00 l/s (compactas)
- EEEB Tipo II 5,01 a 15,00 L/s
- EEEB Tipo III 15,01 a 30,00 L/s
- EEEB Tipo IV, V e VI 30,01 a 60,00 L/s
- EEEB Tipo VII 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).

4.1.9. 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.

4.2. Rede Coletora

4.2.1. Ligações

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

4.2.2. Critérios 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:

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

Sendo:

Qi em L/s

$I_{mín}$ 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:

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

Controle de Remanso:

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

Recobrimento Mínimo:

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

TIPO DE PAVIMENTO RECOBRIMENTO (m):

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

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

Declividade Mínima Construtiva:

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

4.3. Interceptores e Emissários por Gravidade

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

4.3.1. 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.

4.3.2. Poços de Visita para Interceptores e Emissários

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

1. Para tubulações com diâmetro até DN 600:
   - Diâmetro mínimo do PV = 1,20m

- Em aduela de concreto armado.
- Distância máxima entre PV's = 120 m.

2. Para coletores com diâmetros maiores que DN 600:

- PV's com a parte inferior em concreto com no mínimo 1,20m x 1,20m interno e chaminé em aduela com diâmetro de 1,20m.

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

No concreto deve ser utilizado cimento resistente a sulfato e fck ≥ 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).

4.4. Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque

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

4.4.1. Cálculo do Volume do Poço de Sucção

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

4.4.2. 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.

4.4.3. 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.

4.4.4. Grupo Gerador

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

4.4.5. Linhas de Recalque e Potência Consumida

O dimensionamento econômico de instalações de recalque foi feito através da fórmula de Bresse ($D=k_1*Q^{1/2}$), 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:

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

Onde "$\eta_b . \eta_m$" é o rendimento "□" 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:

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

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

WPCF Manual of Practice Nº 9 - "Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers" - Chapter 5. HYDRAULIC OF SEWERS, Item E, Table XIV - WATER POLUTION 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 ≤ DE110 PEAD;
- Diâmetro ≥ DN150 DEFoFo.

4.5. 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 x 10^7 NMP/100 ml.

5. 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 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.

5.1. População Flutuante

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

5.2. Evolução Populacional Adotada

A evolução populacional urbana adotada para a sede da localidade de Paranaíba, no horizonte de projeto de 30 anos, está demonstrada na Tabela 3 seguir.

Tabela 3. Previsão Populacional Adotada.

Calendário	População Urbana (hab)
2017	38.337
2018	38.599
2019	38.852
2020	39.098
2021	39.334
2022	39.562
2023	39.781
2024	39.993
2025	40.197
2026	40.392
2027	40.579
2028	40.758

Calendário	População Urbana (hab)
2029	40.930
2030	41.094
2031	41.246
2032	41.390
2033	41.525
2034	41.652
2035	41.772
2036	41.882
2037	41.984
2038	42.078
2039	42.163
2040	42.240
2041	42.308
2042	42.368
2043	42.420
2044	42.463
2045	42.498
2046	42.525
2047	42.544
2048	42.556
2049	42.560

6. DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA

Após análise dos projetos existentes, das informações contidas no Diagnóstico, da Caracterização da Localidade e pelo Estudo Populaciona, 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 na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4. Resumo do Estudo Populacional e de Vazão.

Sub-Sistema	Área (ha)	População			Vazão (com infiltração)		
		2019 (hab.)	Máxima até 2049 (hab).	Saturação (hab.)	Máxima Horária em 2019 (L/s)	Máxima Horária até 2049 (L/s)	Máxima Horária na Saturação (L/s)
SS-01	554,77	16.109	17.646	38.834	49,23	60,14	117,88
SS-02	555,19	16.121	17.660	38.863	43,44	52,84	102,64
SS-03	134,37	3.902	4.274	9.406	8,62	10,52	20,56
SS-04	63,60	1.846	2.023	4.452	8,00	9,93	20,08
SS-05	30,11	874	957	2.108	1,69	2,09	4,24
AE-1	78,58	-	-	3.143	-	-	9,69
AE-2	41,18	-	-	1.647	-	-	5,08
AE-3	11,23	-	-	449	-	-	1,38
AE-4	29,18	-	-	1.167	-	-	3,6
AE-5	33,03	-	-	1.321	-	-	4,07
AE-6	17,90	-	-	716	-	-	2,21
AE-7	149,50	-	-	5.980	-	-	18,44
AE-8	13,68	-	-	547	-	-	1,69
Total	**1.712,29**	**38.852**	**42.560**	**108.633**	**110,98**	**135,52**	**311,56**

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.

6.1. 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.

6.2. 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) e Google Earth.

7. REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS

7.1. Descritivo Técnico

Conforme cadastro da 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 128.832,80 m de rede existente, 73.281,00 m que possuem investimento da SANESUL e 33.693,45 m de rede projetada.

Uma parcela significativa da rede existente é composta de manilhas cerâmicas cuja substituição está prevista por tubulações PVC/JE Vinilfort ou similar. 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 um total de 8.208 ligações prediais de esgoto (dado de outubro de 2016), sendo que, no final de plano poderá atender até 42.556 habitantes (população máxima até o ano de 2049).

Entretanto, de acordo com quadro de investimentos disponibilizados pela SANESUL, atualizado em março de 2020, o município possui investimento para implantação de 3.755 ligações domiciliares de esgoto. Sendo necessário investimento da PPP para implantação de 3.148 ligações.

A Tabela 5, a seguir, sintetiza as informações da rede coletora proposta.

Tabela 5. Resumo do Descritivo Técnico da Rede Coletora

Extensão de Rede Coletora (m)				Número de ligações
Existente*	Em implantação/ a implantar (fora do escopo da SPE/ PPP)	Projetada	Total	
128.833	73.282	33.693	235.808	15.111

*Data base: Outubro/2016

7.2. Memorial de Cálculo

As redes coletoras foram dimensionadas de acordo com o Item 4 deste Projeto “Parâmetros e Condicionantes de Projeto”

7.2.1. Cálculo das Vazões de Contribuição

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

- População esgotável e características urbanas das áreas consideradas (residencial, comercial, industrial).

- As principais indústrias que usarão o sistema e suas características: fonte de suprimento de água, horário de funcionamento, volumes, regime de descarga de esgotos, natureza dos resíduos líquidos e existência de instalações próprias para regularização ou tratamento.

- Águas de infiltração: coeficientes a serem considerados, através de dados conhecidos ou adotados segundo as características da comunidade.

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

- Vazão de esgoto doméstico;

- Vazão de água de infiltração;

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

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

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

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

População Inicial e População Final

A estimativa da população inicial (Pi) foi feita a partir da contagem dos domicílios existentes na área de projeto, e a taxa de ocupação de 2,91 hab/domicilio, divulgada pelo IBGE para a cidade de Paranaíba.

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

Zonas Urbanas:

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

Zonas de Expansão:

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

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:

$$qi = \frac{C.q.Pi.K_2}{86400 \cdot L} \quad L/s/m$$

Para fim de plano:

$$qf = \frac{C.q.Pf.K_1.K_2}{86400 \cdot L} \quad L/s/m$$

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;

qi - vazão específica de inicio de plano em L/s/m;

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

Pi - População inicial;

Pf - População final (saturação);

K_1 - coeficiente do dia de maior consumo, 1,2;

K_2 - 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 4 deste Projeto “Parâmetros e Condicionantes de Projeto”.

7.2.2. 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:

$$V_P = 30{,}527 \cdot Ø^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ou

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

Sendo:

V = velocidade, m/s;

RH = raio hidráulico, m;

I = declividade, m/m;

Ø = diâmetro, m;

Q = vazão, m^3/s.

7.2.3. 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.

7.2.4. Desenhos

As áreas onde será implantada rede coletora podem ser identificadas no Desenho C2-V52-T3.2-01, em anexo.

8. 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 4 deste Projeto "*Parâmetros e Condicionantes de Projeto*" e desenhados em planta.

8.1. Interceptores

Os interceptores existentes no Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade de Paranaíba possuem uma extensão total de 8.884,67 metros, distribuídos por subsistema, extensão e diâmetro conforme mostrado na **Tabela 6.**

A maior extensão de interceptores está concentrada nas margens do Córrego Fazendinha com 3.884,35 metros (43,4%), seguido do Córrego Cabeceira do Aterro com 2.288,54 metros (25,6%) e do Córrego do Ramalho com 2.768,72 metros (31,0%). Os diâmetros dos interceptores variam de 200 a 400 mm.

Tabela 6. Características dos Interceptores.

Nome do Interceptor	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Material	Curso d'água	Subsistema
IT – Do Ramalho	200	500,81	PVC	Córrego do Ramalho	EEEB Jota
IT – Presídio – T1	200	541,17	PVC	Córrego do Ramalho	EEEB Jota
IT – Presídio – T2	250	893,44	PVC		
IT – Presídio – T3	400	815,66	PVC		
IT – Cabeceira do Aterro (ESQ)	300	844,02	PVC	Córrego Cabeceira do Aterro	EEEB Jota
IT – Cabeceira do Aterro (DIR) – T1	250	795,75	PVC	Córrego Cabeceira do Aterro	EEEB Jota
IT – Cabeceira do Aterro (DIR) – T2	400	634,20	PVC		
IT – Fazendinha (ESQ) – T1	250	91,69	PVC	Córrego Fazendinha	EEEB Velha
IT – Fazendinha (ESQ) – T2	400	508,37	CONCRETO		
IT – Fazendinha (ESQ) – T3	400	677,73	PVC		
IT – Fazendinha (DIR) – T1	200	755,00	PVC	Córrego Fazendinha	EEEB Velha
IT – Fazendinha (DIR) – T2	300	915,87	PVC		
IT – Fazendinha (DIR) – T3	400	376,64	PVC		
IT – Fazendinha – Nova	400	534,32	PVC	Córrego Fazendinha	EEEB Velha
Total		**8.884,67**			

8.2. Emissários

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

O emissário recebe o efluente da ETE Paranaíba e tem seu lançamento no Rio Santana (Coordenadas 484,930,00m E e 7.820,795,00m S), que se dará por meio de uma tubulação em PVC DN500, com cerca de 1.710 metros de extensão, conforme **Tabela 7**, a seguir.

Tabela 7. Características do Emissário.

Nome	Diâmetro (mm)	Extensão (m)
EMISSÁRIO	500	1.710,00

9. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

9.1. 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 artificias;
- 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 05 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 05 Subsistemas de esgotamento sanitário, 02 necessitam de estações elevatórias de esgoto, as quais já se encontram executadas, e para que o esgoto tratado chegue ao ponto de lançamento, será necessário a implantação de uma estação elevatória de esgoto tratado na mesma área da ETE.

9.1.1. Evolução Populacional

Com a definição da Evolução Populacional apresentado no Item 5 “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 a Tabela 8, a seguir:

Tabela 8. Projeção Populacional por Subsistema.

Sub-Sistemas	Previsão Populacional 2019 (hab)	Previsão Populacional 2029 (hab)	Previsão Populacional Máxima até 2049 (hab)	Previsão Populacional 2049 (hab)
SS-01	16.109	16.971	17.646	17.646
SS-02	16.121	16.983	17.660	17.660
SS-03	3.902	4.110	4.274	4.274
SS-04	1.846	1.946	2.023	2.023
SS-05	874	920	957	957
Total	**38.852**	**40.930**	**42.560**	**42.560**

9.2. Parâmetros de Projeto

As Estações Elevatórias de Esgoto e as respectivas Linhas de Recalque estão dimensionadas, de acordo com o Item 4 deste Projeto "*Parâmetros e Condicionantes de Projeto*".

9.3. Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas

O descritivo das estações elevatórias está nos itens a seguir.

9.3.1. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB Nova – 001

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 e no SS-05 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.

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 (EEEB-01).

Esta elevatória já está em funcionamento e as estruturas civis poderão ser aproveitadas no sistema proposto. Somente as bombas serão substituídas pois não atendem as vazões máximas do horizonte de projeto.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2049 (de acordo com a previsão populacional). Sendo assim, dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 62,21 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

As características da estação elevatória estão descritas na Tabela 9, a seguir:

Tabela 9. Características EEEB-001.

Vazão (L/s)	62,21
DN - Linha de Recalque existente (mm)	250
Comprimento Linha de Recalque (m)	745

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.

Assim como verificado no diagnóstico, o estado de conservação das estruturas e equipamentos está em estado regular. Recomenda-se a instalação de um guindaste para auxiliar na retirada das bombas, instalação de gerador e substituição do sistema de gradeamento existente.

9.3.1.1. Área a Desapropriar

A estação elevatória é existente e não terá necessidade de ampliação da área, portanto não é necessário área para desapropriação

9.3.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB Jota – 002

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.

Esta elevatória já está em funcionamento e as estruturas e bombas poderão ser aproveitadas no sistema proposto. O conjunto motobomba existente foi avaliado para a vazão máxima até 2049 (de acordo com a previsão populacional). Sendo assim, dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 52,82 L/s e o mesmo mostrou-se capaz de absorver as novas vazões e altura manométrica.

As características da estação elevatória estão descritas na Tabela 10, a seguir:

Tabela 10. Características EEEB-002.

Vazão (L/s)	52,82
DN - Linha de Recalque (mm)	300
Comprimento Linha de Recalque (m)	536

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EEEB e também a população ao entorno.

Assim como verificado no diagnóstico, o estado de conservação das estruturas e equipamentos é bom, não necessitando intervenções significativas.

9.3.2.1. Área a Desapropriar

A estação elevatória é existente e não terá necessidade de ampliação da área, portanto não é necessário área para desapropriação.

9.3.3. Estação Elevatória de Esgoto Tratado EEET-01

A Estação Elevatória de Esgoto Tratado existente (EEET-01), localizada na área da ETE existente de Paranaíba, irá recalcar o esgoto tratado para o ponto de lançamento no Rio Santana, como pode ser observado no desenho C2-V52-T3.2-01.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2049 (de acordo com a previsão populacional). Sendo assim, dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 135,47 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 estão descritas na Tabela 11, a seguir:

Tabela 11. Características EEET-01.

Vazão (L/s)	135,47
DN - Linha de Recalque (mm)	350
Comprimento Linha de Recalque (m)	3.702

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.

9.3.3.1. Área a Desapropriar

A estação elevatória de esgoto tratado será implantada na área da ETE existente, portanto não é necessário área para desapropriação.

10. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

10.1. 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".

10.2. Concepção Geral do Sistema de Tratamento

Para o tratamento dos esgotos gerados em Paranaíba, está prevista a ampliação da ETE Existente – ETE 001, 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.

10.3. Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE

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.

10.4. Estação de Tratamento de Esgoto, ETE 001

10.4.1. Memorial Descritivo

O presente memorial descritivo trata da ampliação da Estação de Tratamento de Esgoto existente na cidade de Paranaíba, situada nas coordenadas UTM 482.286.00 m E 7.823.864.00 m S (Datum WGS84 – zona 22s).

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluente à ETE-Nova será de 89,15 L/s e a vazão máxima igual a 135,48 L/s, que correspondem a uma população de 42.560 habitantes (máxima até 2049).

Para que seja possível atender a população máxima até final de plano em 2049 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 selecionado a partir do estudo de autodepuração.

Além da ampliação a será alterado o atual ponto de lançamento da ETE Paranaíba, para isso será necessária a implantação de uma elevatória de efluente tratado.

A ETE existente em operação apresentará como corpo receptor o Rio Santana, sendo este pertencentes a Classe 2 e com uma vazão mínima (Q_{95}) igual a 19,46 m³/s.

O processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de 65% para DBO, atendendo a capacidade de diluição do corpo receptor, conforme a legislação.

A tecnologia existente a ser ampliada para atingir a eficiência descrita anteriormente é:

- Reator RALF.

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).

A Tabela 12, a seguir, demonstra as características do efluente após o processo de tratamento proposto. Considerando somente as condições de lançamento:

Tabela 12. Características do Efluente Tratado.

pH	5 a 9
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	<1,00
Óleos e Graxas (mg/L)	< 50
DBO_5(mg/L)	<120,0

Considerando a Tabela 13, a diluição da vazão do efluente (mistura), não alterando a classificação do corpo receptor:

Tabela 13. Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).

DBO_5(mg/L)	< 5,0
OD (mg/L O_2)	> 5,0

Para o cálculo das unidades de tratamento foi utilizada a vazão média de 89,15 L/s, sendo a vazão máxima horária de 135,48 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 484930.00 m E 7820795.00 m S (Datum WGS 84 – zona 22s) no Rio Santana.

10.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos Brutos

As considerações adotadas neste projeto estão contempladas na Tabela 14, a seguir:

Tabela 14. Parâmetros de projeto – ETE.

Taxa de Infiltração:	0,10	L/s.km
Taxa de ocupação:	2,91	hab/dom
Consumo per capita efetivo:	150	L/hab.dia
Coeficiente de retorno:	0,80	
Comprimento da rede:	21,96	m/lig
K_1:	1,20	
K_2:	1,50	
K_3:	0,25	
Carga per capita DBO	54	g/hab.dia
Relação DQO/DBO	1,73	
Relação N-NKT/DBO	0,083	
Relação P/DBO	0,019	
Coli, Termotolerantes (estimado)	6,10E+7	NMP/100ml

Para cálculo das cargas orgânicas (DBO) de entrada, 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, apesar do método de cálculo a SANESUL limitou a concentração da DBO de entrada em 350 mg/l.

10.4.1.2. Vazões de Projeto

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

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

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

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

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

Onde:

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

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

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

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

Na Tabela 15 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.

Tabela 15. Projeções de vazões e características do afluente à ETE.

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 (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)	Carga N-NKT (KgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Carga fósforo (kgP/dia)	Concentração média fósforo total (mgP/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
2017	38.337	84,0	0	32.203	11.066	150,00	44,73	24,13	68,86	5.949	77,80	104,64	1.739	9	1.748	294	3.020	508	145	24	33	5,6	6,10E+07
2018	38.599	85,0	0	32.809	11.275	150,00	45,57	24,58	70,15	6.061	79,27	106,61	1.772	9	1.781	294	3.077	508	148	24	34	5,6	6,10E+07
2019	38.852	87,0	0	33.802	11.616	150,00	46,95	25,33	72,27	6.245	81,66	109,83	1.825	9	1.834	294	3.170	508	152	24	35	5,6	6,10E+07
2020	39.098	88,0	0	34.406	11.823	150,00	47,79	25,78	73,57	6.356	83,12	111,80	1.858	9	1.867	294	3.226	508	155	24	35	5,6	6,10E+07
2021	39.334	90,0	0	35.401	12.165	150,00	49,17	26,53	75,69	6.540	85,53	115,03	1.912	9	1.921	294	3.319	507	159	24	36	5,6	6,10E+07
2022	39.562	91,0	0	36.001	12.372	150,00	50,00	26,98	76,98	6.651	86,98	116,98	1.944	9	1.953	294	3.375	507	162	24	37	5,6	6,10E+07
2023	39.781	93,0	0	36.996	12.714	150,00	51,38	27,72	79,11	6.835	89,38	120,21	1.998	9	2.007	294	3.468	507	167	24	38	5,6	6,10E+07
2024	39.993	94,0	0	37.593	12.919	150,00	52,21	28,17	80,38	6.945	90,82	122,15	2.030	9	2.039	294	3.523	507	169	24	39	5,6	6,10E+07
2025	40.197	96,0	0	38.589	13.261	150,00	53,60	28,92	82,51	7.129	93,23	125,39	2.084	9	2.093	294	3.616	507	174	24	40	5,6	6,10E+07
2026	40.392	97,0	0	39.180	13.464	150,00	54,42	29,36	83,78	7.238	94,66	127,31	2.116	9	2.125	294	3.671	507	176	24	40	5,6	6,10E+07
2027	40.579	98,0	0	39.767	13.666	150,00	55,23	29,80	85,03	7.347	96,08	129,22	2.147	0	2.147	292	3.710	505	178	24	41	5,6	6,10E+07
2028	40.758	98,0	0	39.943	13.726	150,00	55,48	29,93	85,41	7.379	96,50	129,79	2.157	0	2.157	292	3.727	505	179	24	41	5,6	6,10E+07
2029	40.930	98,0	0	40.111	13.784	150,00	55,71	30,06	85,77	7.410	96,91	130,33	2.166	0	2.166	292	3.743	505	180	24	41	5,6	6,10E+07
2030	41.094	98,0	0	40.273	13.839	150,00	55,93	30,18	86,11	7.440	97,30	130,86	2.175	0	2.175	292	3.758	505	181	24	41	5,6	6,10E+07
2031	41.246	98,0	0	40.421	13.890	150,00	56,14	30,29	86,43	7.467	97,66	131,34	2.183	0	2.183	292	3.771	505	181	24	41	5,6	6,10E+07

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 (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)	Carga N-NKT (KgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Carga fósforo (kgP/dia)	Concentração média fósforo total (mgP/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
2032	41.390	98,0	0	40.562	13.939	150,00	56,34	30,39	86,73	7.493	98,00	131,80	2.190	0	2.190	292	3.785	505	182	24	42	5,6	6,10E+07
2033	41.525	98,0	0	40.695	13.984	150,00	56,52	30,49	87,01	7.518	98,32	132,23	2.198	0	2.198	292	3.797	505	182	24	42	5,6	6,10E+07
2034	41.652	98,0	0	40.819	14.027	150,00	56,69	30,59	87,28	7.541	98,62	132,64	2.204	0	2.204	292	3.809	505	183	24	42	5,6	6,10E+07
2035	41.772	98,0	0	40.936	14.067	150,00	56,86	30,67	87,53	7.563	98,90	133,01	2.211	0	2.211	292	3.820	505	183	24	42	5,6	6,10E+07
2036	41.882	98,0	0	41.045	14.105	150,00	57,01	30,76	87,76	7.583	99,16	133,37	2.216	0	2.216	292	3.830	505	184	24	42	5,6	6,10E+07
2037	41.984	98,0	0	41.145	14.139	150,00	57,15	30,83	87,98	7.601	99,40	133,69	2.222	0	2.222	292	3.839	505	184	24	42	5,6	6,10E+07
2038	42.078	98,0	0	41.237	14.171	150,00	57,27	30,90	88,17	7.618	99,63	133,99	2.227	0	2.227	292	3.848	505	185	24	42	5,6	6,10E+07
2039	42.163	98,0	0	41.320	14.199	150,00	57,39	30,96	88,35	7.633	99,83	134,26	2.231	0	2.231	292	3.855	505	185	24	42	5,6	6,10E+07
2040	42.240	98,0	0	41.395	14.225	150,00	57,49	31,02	88,51	7.647	100,01	134,51	2.235	0	2.235	292	3.862	505	186	24	42	5,6	6,10E+07
2041	42.308	98,0	0	41.462	14.248	150,00	57,59	31,07	88,65	7.660	100,17	134,72	2.239	0	2.239	292	3.869	505	186	24	43	5,6	6,10E+07
2042	42.368	98,0	0	41.521	14.268	150,00	57,67	31,11	88,78	7.671	100,31	134,91	2.242	0	2.242	292	3.874	505	186	24	43	5,6	6,10E+07
2043	42.420	98,0	0	41.571	14.286	150,00	57,74	31,15	88,89	7.680	100,44	135,08	2.245	0	2.245	292	3.879	505	186	24	43	5,6	6,10E+07
2044	42.463	98,0	0	41.614	14.300	150,00	57,80	31,18	88,98	7.688	100,54	135,22	2.247	0	2.247	292	3.883	505	187	24	43	5,6	6,10E+07
2045	42.498	98,0	0	41.648	14.312	150,00	57,84	31,21	89,05	7.694	100,62	135,33	2.249	0	2.249	292	3.886	505	187	24	43	5,6	6,10E+07
2046	42.525	98,0	0	41.675	14.321	150,00	57,88	31,23	89,11	7.699	100,68	135,41	2.250	0	2.250	292	3.888	505	187	24	43	5,6	6,10E+07
2047	42.544	98,0	0	41.693	14.328	150,00	57,91	31,24	89,15	7.702	100,73	135,48	2.251	0	2.251	292	3.890	505	187	24	43	5,6	6,10E+07

10.4.2. Área a Desapropriar

Não será necessária a desapropriação de novas áreas para a reforma e ampliação da ETE Paranaíba.

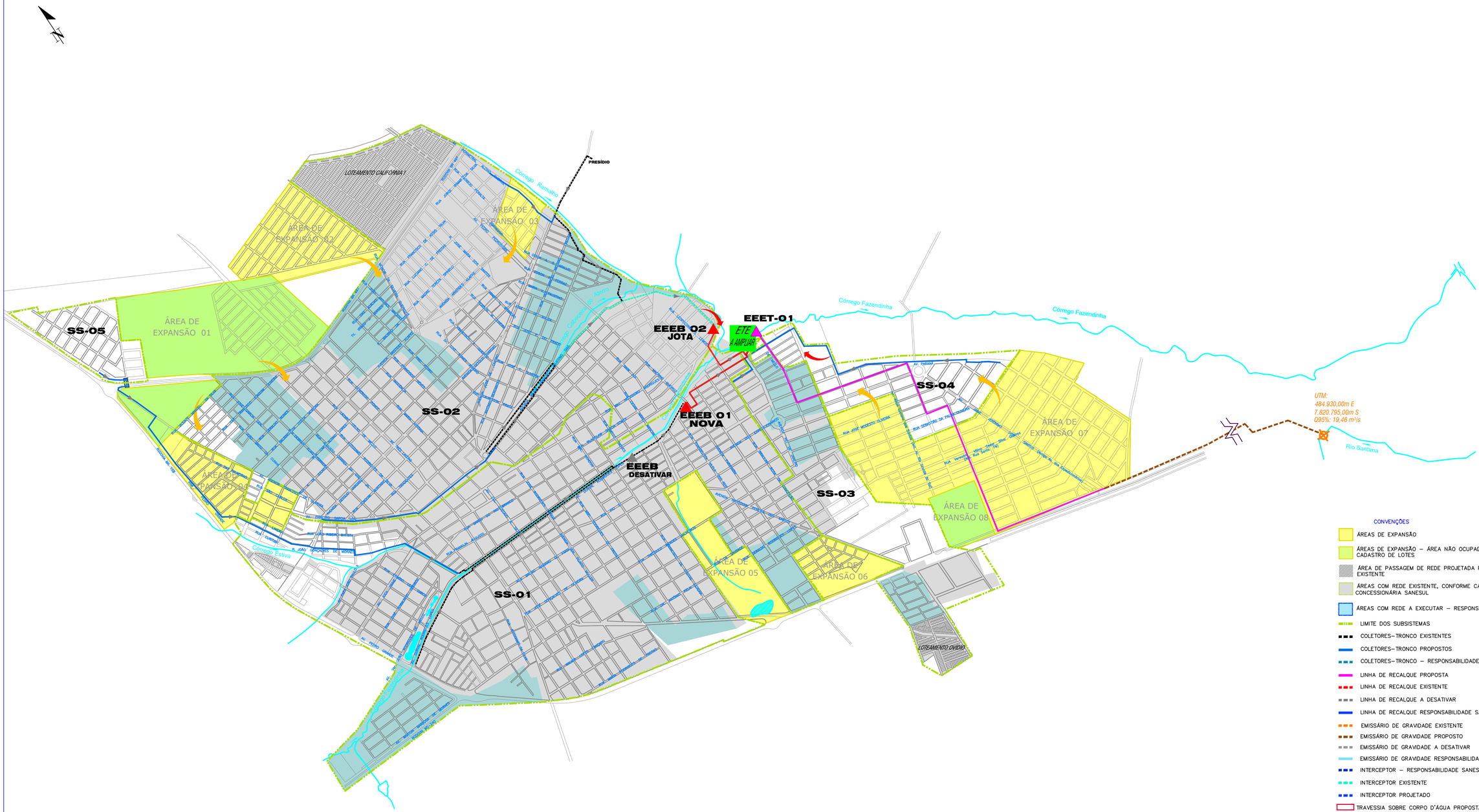
11. ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

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.

12. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

A Concepção do Sistema Proposto é apresentado no desenho C2-V52-T3.2-01.



CONVENÇÕES

- ÁREAS DE EXPANSÃO
- ÁREAS DE EXPANSÃO – ÁREA NÃO OCUPADA COM CADASTRO DE LOTES
- ÁREA DE PASSAGEM DE REDE PROJETADA PARALELA À EXISTENTE
- ÁREAS COM REDE EXISTENTE, CONFORME CADASTRO DA CONCESSIONÁRIA SANESUL
- ÁREAS COM REDE A EXECUTAR – RESPONSABILIDADE SANESUL
- LIMITE DOS SUBSISTEMAS
- COLETORES–TRONCO EXISTENTES
- COLETORES–TRONCO PROPOSTOS
- COLETORES–TRONCO – RESPONSABILIDADE SANESUL
- LINHA DE RECALQUE PROPOSTA
- LINHA DE RECALQUE EXISTENTE
- LINHA DE RECALQUE A DESATIVAR
- LINHA DE RECALQUE RESPONSABILIDADE SANESUL
- EMISSÁRIO DE GRAVIDADE EXISTENTE
- EMISSÁRIO DE GRAVIDADE PROPOSTO
- EMISSÁRIO DE GRAVIDADE A DESATIVAR
- EMISSÁRIO DE GRAVIDADE RESPONSABILIDADE SANESUL
- INTERCEPTOR – RESPONSABILIDADE SANESUL
- INTERCEPTOR EXISTENTE
- INTERCEPTOR PROJETADO
- TRAVESSIA SOBRE CORPO D'AGUA PROPOSTA
- TRAVESSIA NÃO DESTRUTIVA PROPOSTA
- INDICAÇÃO DO SENTIDO DO FLUXO DO ESGOTO COLETADO
- INDICAÇÃO DO SUBSISTEMA RECEPTOR DA VAZÃO PROVENIENTE DAS ÁREAS DE EXPANSÃO
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO PROPOSTA
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO COMPACTA
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO EXISTENTE
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO RESPONSABILIDADE SANESUL
- ETE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EXISTENTE
- ETE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO A DESATIVAR
- ETE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO A IMPLANTAR
- ETE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO RESPONSABILIDADE SANESUL
- PONTO DE LANÇAMENTO

sanesul

EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. - SANESUL

Procedimento de Manifestação de Interesse - PMI

ESCALA: Sem Escala

DATA: MAR / 2018

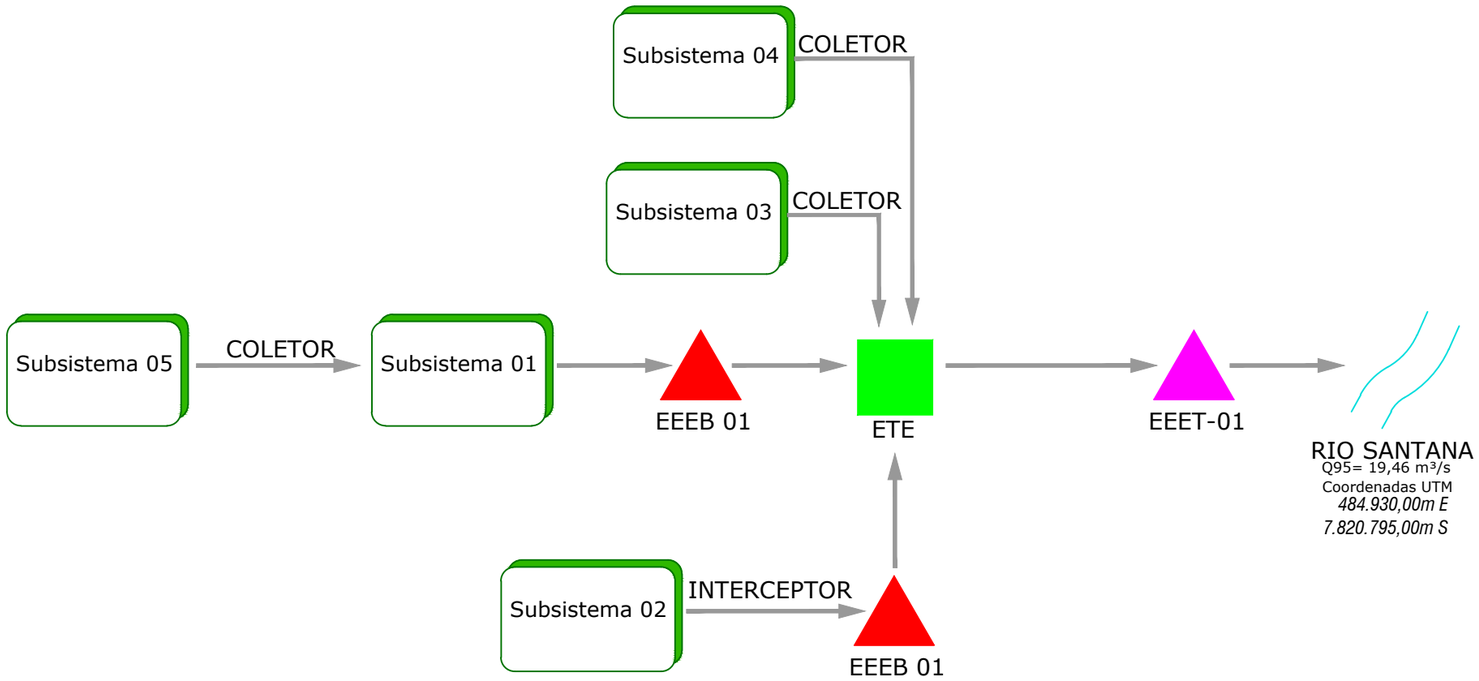
PROJETO: Sistema de Esgotamento Sanitário de Paranaíba

CONTEÚDO: Revisão da Concepção do Sistema Proposto

PRANCHA: C2-V52-T3.2-01

13. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA

O Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto é apresentado no desenho C2-V52-T3.2-02



CONVENÇÕES

- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO COMPACTA
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO PROPOSTA
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO EXISTENTE
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO RESPONSABILIDADE SANESUL
- *ETE* ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EXISTENTE
- *ETE* ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO A IMPLANTAR
- *ETE* ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO RESPONSABILIDADE SANESUL

sanesul

EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. - SANESUL

Procedimento de Manifestação de Interesse - PMI

ESCALA: Sem Escala

DATA: MAR /2018

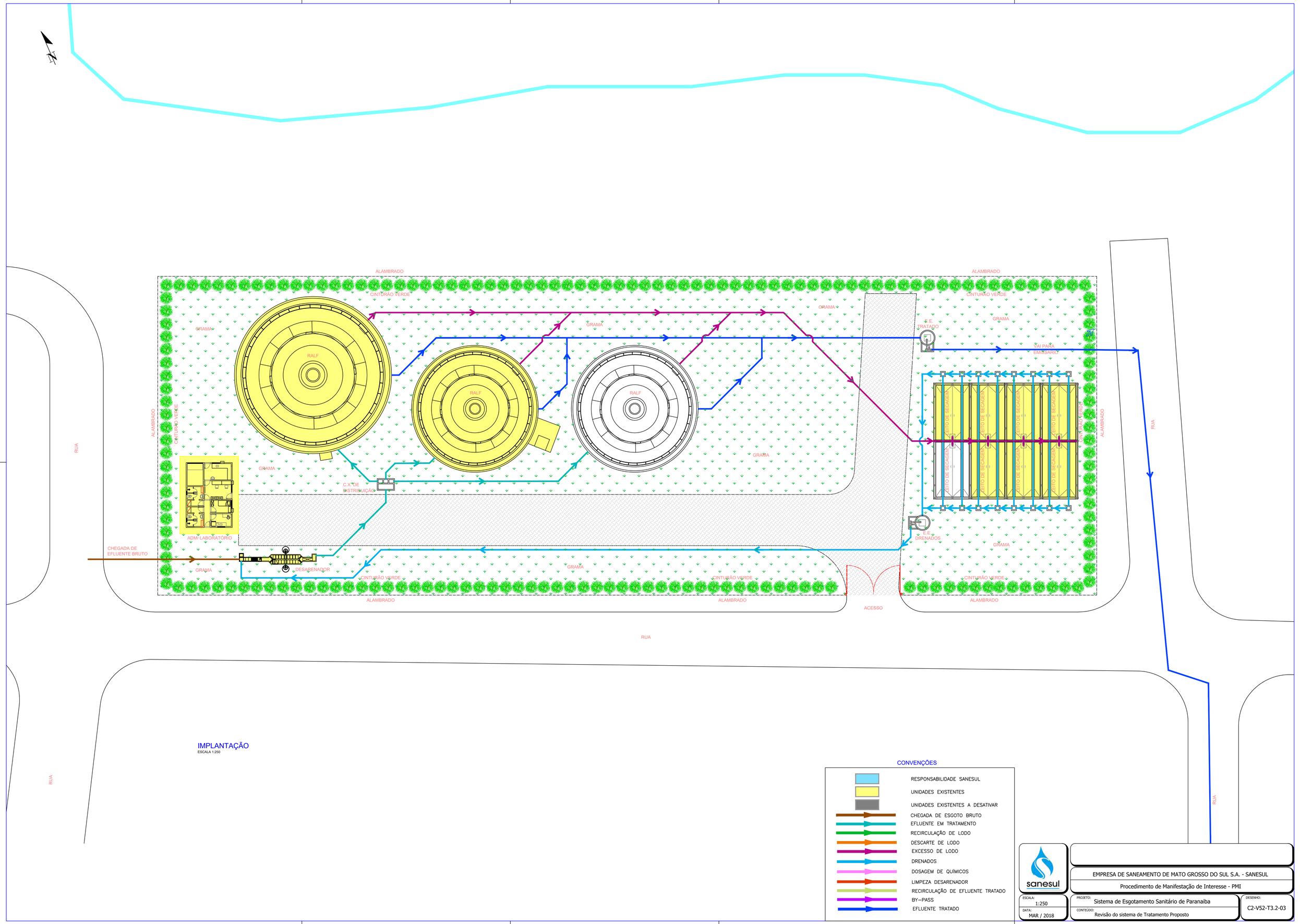
PROJETO: Sistema de Esgotamento Sanitário de Paranaíba

CONTEÚDO: REVISÃO DO FLUXOGRAMA DO SISTEMA PROPOSTO

DESENHO: C2-V52-T3.2-02

14. SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO

O Sistema de Tratamento Proposto é apresentado no desenho C2-V52-T3.2-03.



IMPLANTAÇÃO

ESCALA 1:250

CONVENÇÕES

- RESPONSABILIDADE SANESUL
- UNIDADES EXISTENTES
- UNIDADES EXISTENTES A DESATIVAR
- CHEGADA DE ESGOTO BRUTO
- EFLUENTE EM TRATAMENTO
- RECIRCULAÇÃO DE LODO
- DESCARTE DE LODO
- EXCESSO DE LODO
- DRENADOS
- DOSAGEM DE QUÍMICOS
- LIMPEZA DESARENADOR
- RECIRCULAÇÃO DE EFLUENTE TRATADO
- BY–PASS
- EFLUENTE TRATADO

sanesul

EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. - SANESUL

Procedimento de Manifestação de Interesse - PMI

ESCALA: 1:250

DATA: MAR / 2018

PROJETO: Sistema de Esgotamento Sanitário de Paranaiba

CONTEÚDO: Revisão do sistema de Tratamento Proposto

DESENHO: C2-V52-T3.2-03

15. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DO SES

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

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE PARANAÍBA/ MS	QTDE.	VALOR R$	ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	TOTAL
ITEM	CRONOGRAMA FÍSICO - FINANCEIRO	1,00	R$ 11.095.038,69		ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	ANO 11	ANO 12	ANO 13	ANO 14	ANO 15	ANO 16	ANO 17	ANO 18	ANO 19	ANO 20	ANO 21	ANO 22	ANO 23	ANO 24	ANO 25	ANO 26	ANO 27	ANO 28	ANO 29	ANO 30	
			R$	35.111,19	35.111,19	5.923.007,11	3.960.438,78	35.111,19	35.111,19	35.111,19	35.111,19	35.111,19	35.111,19	47.800,14	47.261,84	47.261,84	47.261,84	47.261,84	47.261,84	46.723,54	46.723,54	46.723,54	46.723,54	46.185,24	46.185,24	46.185,24	46.185,24	45.646,94	45.646,94	45.646,94	45.646,94	46.185,24	46.185,24	11.095.038,69
1	CANTEIRO DE OBRAS/ ADMINISTRAÇÃO LOCAL	1,00 ud	381.314,76	R$	-	-	190.657,38	190.657,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	381.314,76
				QTDE.	-	-	0,50	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00 ud
				%			50,00%	50,00%																									100,00%
				R$ TOTAL	-	-	903.322,77	3.613.291,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.516.613,85
2	IMPLANTAÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO	32.089,00 m	4.516.613,85	QUANTIDADE	-	-	6.417,80	25.671,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.089,00 m
				EXECUÇÃO INVEST. %			20,00%	80,00%																									100,00%
				INDICE COBERTURA %	78,60%	90,90%	98,30%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%
				R$ TOTAL	-	-	121.379,13	-	-	-	-	-	-	-	2.691,50	2.153,20	2.153,20	2.153,20	2.153,20	2.153,20	2.153,20	1.614,90	1.614,90	1.614,90	1.614,90	1.076,60	1.076,60	1.076,60	1.076,60	538,30	538,30	538,30	538,30	1.076,60	1.076,60	149.909,03
3	IMPLANTAÇÃO DE LIGAÇÃO DOMICILIAR DE ESGOTO / CRESCIMENTO VEGETATIVO	380,00 ud	149.909,03	QUANTIDADE	0	0	0	327	0	0	0	0	0	0	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	380,00 ud
				EXECUÇAO IMPL. %	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%																					100,00%
				ÍNDICE COBERTURA %	78,60%	90,90%	98,30%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%
				R$	6.326,72	6.326,72	6.326,72	6.326,72	6.326,72	6.326,72	6.326,72	6.326,72	6.326,72	6.326,72	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	8.128,17	225.830,69
4	SUBSTITUIÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO	1.604,45 m	225.830,69	QTDE.	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	44,95	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	57,75	1.604,45 m
				%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	100,00%
				R$	28.784,47	28.784,47	28.784,47	28.784,47	28.784,47	28.784,47	28.784,47	28.784,47	28.784,47	28.784,47	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	36.980,46	1.027.453,92
5	SUBSTITUIÇÃO DE LIGAÇÃO DOMICILIAR DE ESGOTO	2.768,00 ud	1.027.453,92	QTDE.	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2.768 ud
				%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	3,60%	100,00%
				R$	-	-	1.445.474,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.445.474,60
6	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO SANITÁRIO	3,00 ud	1.445.474,60	QTDE.	-	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00 ud
				%			100,00%																											100,00%
				R$	-	-	1.460.920,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.460.920,26
7	LINHA DE RECALQUE	3.702,00 m	1.460.920,26	QTDE.	-	-	3.702,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.702,00 m
				%			100,00%																											100,00%
				R$	-	-	793.530,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	793.530,42
8	INTERCEPTORES/ EMISSÁRIOS	1.710,00 m	793.530,42	QTDE.	-	-	1.710,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.710,00 m
				%			100,00%																											100,00%
				R$	-	-	1.093.990,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.093.990,52
9	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	1 ud	1.093.990,52	QTDE.	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ud
				%			100,00%																											100,00%
				R$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	AQUISIÇÃO DE ÁREAS	0 m²	-	QTDE.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00 m²
				%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

16. ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA

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

PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE PARANAÍBA/MS

RESUMO - REVISÃO SANESUL

DATA BASE: SINAPI ABRIL/2019

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	UNID.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO (R$)	CUSTO TOTAL (R$)
1	**CANTEIRO DE OBRAS**				**381.314,76**
	CANTEIRO DE OBRAS + ADMINISTRAÇÃO LOCAL	un	1,00	381.314,76	381.314,76
2	**LIGAÇÕES DOMICILIARES**				**1.177.362,95**
	LIGAÇÕES DOMICILIARES	un	327,00	371,19	121.379,13
	SUBSTITUIÇÃO DE LIGAÇÕES EXISTENTE	un	2.768,00	371,19	1.027.453,92
	LIGAÇÕES DOMICILIARES ISOLADAS	un	53,00	538,30	28.529,90
3	**REDE COLETORA DE ESGOTO**	**m**	**33.693,45**		**4.742.444,54**
	REDE COLETORA DE ESGOTO PROJETADA DN 150MM	m	32.089,00	140,75	4.516.613,85
	SUBSTITUIÇÃO DE REDE EXISTENTE	m	1.604,45	140,75	225.830,69
4	**INTERCEPTOR DE ESGOTO**	**m**	**0,00**		**-**
5	**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO**	**un**	**3,00**		**1.445.474,60**
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO VII	un	1,00	1.025.158,20	1.025.158,20
	REFORMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO	VB	2,00	210.158,20	420.316,40
6	**LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO**	**m**	**3.702,00**		**1.460.920,26**
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN350MM C/ PAVIMENTO	m	3.702,00	394,63	1.460.920,26
7	**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**				**1.093.990,52**
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO				1.093.990,52
8	**EMISSÁRIO**	**m**	**1.710,00**		**793.530,42**
	EMISSÁRIO DN 500MM	m	1.710,00	464,05	793.530,42
9	**AQUISIÇÃO DE ÁREAS**				**-**
	TOTAL SISTEMA				**11.095.038,05**

PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE PARANAIBA/MS

RESUMO-PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

REFERÊNCIA: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO | **BDI SERVIÇOS:** 24,18% | **DATA:** 01/JAN/2018

LOCAL: PARANAIBA/MS | **BDI MATERIAIS E EQUIPAMENTOS:** 14,02% | **PREÇOS** 01/2018 - SINAPI/MS

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	CUSTO TOTAL (R$)
7	**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**	**1.093.990,52**
7.1	**IMPLANTAÇÃO**	**36.440,21**
7.1.1	**SERVIÇOS**	**36.440,21**
7.1.1.1	CANTEIRO DE OBRAS	19.545,21
7.1.1.2	SERVIÇOS TÉCNICOS	15.841,00
7.1.1.3	SERVIÇOS PRELIMINARES	1.054,00
7.2	**UASB**	**752.389,81**
7.2.1	**SERVIÇOS**	**578.371,67**
7.2.1.1	ESGOTAMENTO	305,76
7.2.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	134.511,83
7.2.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	363.267,83
7.2.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	75.786,25
7.2.1.5	INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES	4.500,00
7.2.2	**MATERIAIS HIDRÁULICOS**	**174.018,14**
7.3	**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE EFLUENTES TRATADO**	**93.605,92**
7.3.1	**SERVIÇOS**	**11.195,11**
7.3.1.1	ESGOTAMENTO	50,96
7.3.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	450,15
7.3.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	7.593,21
7.3.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	400,79
7.3.1.5	INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES	2.700,00
7.3.2	**MATERIAIS HIDRÁULICOS**	**82.410,81**
7.4	**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE DRENADOS**	**97.618,05**
7.4.1	**SERVIÇOS**	**11.026,98**
7.4.1.1	ESGOTAMENTO	50,96
7.4.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	450,15
7.4.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	7.425,08
7.4.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	400,79
7.4.1.5	INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES	2.700,00
7.4.2	**MATERIAIS HIDRÁULICOS**	**86.591,07**
7.5	**LEITO DE SECAGEM (1 UNIDADE)**	**29.632,20**
7.5.1	**SERVIÇOS**	**25.254,21**
7.5.1.1	ESGOTAMENTO	191,10
7.5.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	1.655,03
7.5.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	19.703,26
7.5.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	3.254,82
7.5.1.5	INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES	450,00
7.5.2	**MATERIAIS HIDRÁULICOS**	**4.377,99**

PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE PARANAIBA/MS

RESUMO-PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

REFERÊNCIA: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

BDI SERVIÇOS: 24,18%

DATA: 01/JAN/2018

LOCAL: PARANAIBA/MS

BDI MATERIAIS E EQUIPAMENTOS: 14,02%

PREÇOS 01/2018 - SINAPI/MS

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	CUSTO TOTAL (R$)
7.6	**INTERLIÇÃO DE UNIDADES**	**64.920,08**
7.6.1	**SERVIÇOS**	**34.463,91**
7.6.1.1	ESGOTAMENTO	152,88
7.6.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	16.716,03
7.6.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	17.595,00
7.6.2	**MATERIAIS HIDRÁULICOS**	**30.456,17**
7.7	**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**	**19.384,25**
7.7.1	**SERVIÇOS**	**19.384,25**

17. 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 Agricola, 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 – Estudode 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.