



**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 66 – Tacuru**





**GOVERNO  
DO ESTADO**  
Mato Grosso do Sul

## SUMÁRIO

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. APRESENTAÇÃO.....                                                     | 8  |
| 2. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....                                            | 9  |
| 3. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DO 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 .....                                            | 24 |
| 5.1.   | População Flutuante .....                                            | 24 |
| 5.2.   | Evolução Populacional Adotada .....                                  | 24 |
| 6.     | DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA.....                             | 26 |
| 6.1.   | Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado ..... | 26 |
| 6.2.   | Topografia e Sondagem.....                                           | 27 |
| 7.     | REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS.....                             | 28 |
| 7.1.   | Descritivo Técnico.....                                              | 28 |
| 7.2.   | Memorial de Cálculo .....                                            | 28 |
| 7.2.1. | Cálculo das Vazões de Contribuição .....                             | 28 |
| 7.2.2. | Cálculos Hidráulicos .....                                           | 31 |
| 7.2.3. | Observações .....                                                    | 31 |
| 7.2.4. | Desenhos .....                                                       | 31 |
| 8.     | INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS .....                                     | 32 |

|           |                                                           |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------|----|
| 8.1.      | Interceptores .....                                       | 32 |
| 8.2.      | Emissários .....                                          | 32 |
| 9.        | ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO.....                       | 33 |
| 9.1.      | Características Gerais.....                               | 33 |
| 9.1.1.    | Evolução Populacional .....                               | 33 |
| 9.2.      | Parâmetros de Projeto .....                               | 34 |
| 9.3.      | Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas .....           | 34 |
| 9.3.1.    | Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB – 001 .....       | 34 |
| 9.3.1.1.  | Área a Desapropriar .....                                 | 35 |
| 9.3.2.    | Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB – 002 .....       | 35 |
| 9.3.2.1.  | Área a Desapropriar .....                                 | 35 |
| 10.       | ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO .....                    | 36 |
| 10.1.     | Generalidades.....                                        | 36 |
| 10.2.     | Concepção Geral do Sistema de Tratamento .....            | 37 |
| 10.3.     | Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE.....  | 37 |
| 10.4.     | Estação de Tratamento de Esgoto, ETE – Tacuru.....        | 37 |
| 10.4.1.   | Memorial Descritivo .....                                 | 37 |
| 10.4.1.1. | Características dos Despejos Líquidos Brutos .....        | 38 |
| 10.4.1.2. | Vazões de Projeto .....                                   | 39 |
| 10.4.2.   | Área a Desapropriar .....                                 | 42 |
| 11.       | ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS ..... | 43 |



**GOVERNO  
DO ESTADO**  
Mato Grosso do Sul

|     |                                                        |    |
|-----|--------------------------------------------------------|----|
| 12. | CONCEPÇÃO DO TRATAMENTO PROPOSTO.....                  | 44 |
| 13. | FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO PROPOSTO | 45 |
| 14. | SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO .....                   | 46 |
| 15. | CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DO SES.....   | 47 |
| 16. | ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA.....                           | 48 |
| 17. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                        | 49 |



**GOVERNO  
DO ESTADO**  
Mato Grosso do Sul

## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Processos avaliados.....                                      | 10 |
| Tabela 2. Taxa de Infiltração. ....                                     | 14 |
| Tabela 3. Previsão Populacional Adotada.....                            | 24 |
| Tabela 4. Resumo do Estudo Populacional e de Vazão.....                 | 26 |
| Tabela 5. Resumo do Descritivo Técnico da Rede Coletora .....           | 28 |
| Tabela 6. Características do Emissário. ....                            | 32 |
| Tabela 7. Projeção Populacional por Subsistema. ....                    | 34 |
| Tabela 8. Características EEEB-001.....                                 | 34 |
| Tabela 9. Características EEEB-002.....                                 | 35 |
| Tabela 10. Características do Efluente Tratado. ....                    | 38 |
| Tabela 11. Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2). ....       | 38 |
| Tabela 12. Parâmetros de projeto – ETE. ....                            | 38 |
| Tabela 13. Projeções de vazões e características do afluente à ETE..... | 40 |



**GOVERNO  
DO ESTADO**  
Mato Grosso do Sul

## **LISTA DE DESENHOS**

|                |                                |
|----------------|--------------------------------|
| C2-V66-T3.2-01 | Concepção do Sistema Proposto  |
| C2-V66-T3.2-02 | Fluxograma                     |
| C2-V66-T3.2-03 | Sistema de Tratamento Proposto |

## 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 Tacuru/ 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 Tacuru.

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 características 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 nº 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 DO PROJETO E DE ATENDIMENTO**

---

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

O sistema de esgotamento sanitário existente é constituído de 03 Subsistemas independentes, conforme apresentado no Desenho C2-V66-T3.2-01, e 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 3,67 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:  $K_2 = 1,50$ .

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

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

##### População Final:

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

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

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

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

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

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

A estimativa da população final ( $P_f$ ), para dimensionamento de redes coletoras e de interceptores, foi 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 foi 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 resultaram 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, e em ambos os casos foram 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/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 trativa média igual a 1,0 Pa no início do plano (considerando menor valor de vazão para qualquer trecho da rede igual a 1,5 L/s), foi calculada pela seguinte expressão:

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

Sendo:

$Q_i$  em L/s

$I_{\min}$  em m/m.

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

### Diâmetro Mínimo:

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

### Lâminas D'água:

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

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

A velocidade crítica foi definida por:

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

### Controle de Remanso:

De modo a manter o gradiente hidráulico e evitar o remanso, para as vazões de final de plano, a cota da geratriz inferior de um tubo na saída de um Poço de Visita - PV, foi

rebaixada para que a cota do nível d'água neste tubo fosse no máximo igual ao nível d'água mais baixo, verificado nas tubulações de entrada.

#### Recobrimento Mínimo:

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

#### TIPO DE PAVIMENTO RECOBRIMENTO (m):

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

A profundidade do órgão acessório 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.

### **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  $f_{ck} \geq 40$  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).

#### **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. 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 afluyente corresponder à média de projeto.

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

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

Sendo:

$Q_b$  é a vazão do conjunto motor bomba;

T é o período de ciclo de bombeamento.

O "Volume Efetivo" é determinado pela expressão:

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

Sendo:

$t_d$  tempo de detenção no poço;

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

Em todas as elevatórias 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 ( $D=k_1 \cdot Q^{1/2}$ ), 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 "□" 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 Nº 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.

#### **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 foi adotado:

- Relação DQO/DBO = 2;
- Relação N-NKT/DBO = 0,083;
- Relação P/DBO = 0,019;



**GOVERNO  
DO ESTADO**  
Mato Grosso do Sul

- Coliformes Fecais =  $6,10 \times 10^7$  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 Tacuru, para um horizonte de projeto de 30 anos.

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 Tacuru, no horizonte de projeto de 30 anos, está demonstrada na Tabela 3 seguir.

**Tabela 3. Previsão Populacional Adotada.**

| Calendário | População Urbana<br>(hab) |
|------------|---------------------------|
| 2017       | 3.214                     |
| 2018       | 3.123                     |
| 2019       | 3.031                     |
| 2020       | 2.939                     |
| 2021       | 2.967                     |
| 2022       | 2.993                     |
| 2023       | 3.019                     |
| 2024       | 3.044                     |
| 2025       | 3.068                     |
| 2026       | 3.090                     |
| 2027       | 3.112                     |
| 2028       | 3.132                     |



|      |       |
|------|-------|
| 2029 | 3.152 |
| 2030 | 3.170 |
| 2031 | 3.187 |
| 2032 | 3.202 |
| 2033 | 3.216 |
| 2034 | 3.228 |
| 2035 | 3.240 |
| 2036 | 3.250 |
| 2037 | 3.258 |
| 2038 | 3.265 |
| 2039 | 3.271 |
| 2040 | 3.275 |
| 2041 | 3.278 |
| 2042 | 3.280 |
| 2043 | 3.279 |
| 2044 | 3.278 |
| 2045 | 3.275 |
| 2046 | 3.270 |
| 2047 | 3.264 |
| 2048 | 3.257 |
| 2049 | 3.248 |

## 6. DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA

Após análise dos projetos existentes, das informações contidas no Diagnóstico, da Caracterização da Localidade e pelo Estudo Populacional, além das definições estabelecidas neste documento foi possível definir a Concepção Básica da localidade de Tacuru.

Nessa abordagem a previsão geral da vazão do esgoto gerado ao longo do horizonte de projeto do SES de Tacuru resultou na Tabela 4, a seguir:

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

| Subsistema   | 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) |
| <b>SS-01</b> | 79,00      | 1.303        | 1.410                  | 5.530            | 4,61                         | 5,56                          | 16,44                             |
| <b>SS-02</b> | 29,91      | 493          | 534                    | 2.094            | 1,74                         | 2,13                          | 6,85                              |
| <b>SS-03</b> | 74,81      | 1.234        | 1.336                  | 5.237            | 3,68                         | 4,42                          | 12,93                             |
| <b>AE-1</b>  | 29,05      | -            | -                      | 1.162            | -                            | -                             | 3,55                              |
| <b>AE-2</b>  | 5,63       | -            | -                      | 225              | -                            | -                             | 0,69                              |
| <b>Total</b> | <b>218</b> | <b>3.031</b> | <b>3.280</b>           | <b>14.248</b>    | <b>10,02</b>                 | <b>12,11</b>                  | <b>40,46</b>                      |

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 Tacuru (desenho C2-V66-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.



**GOVERNO  
DO ESTADO**  
Mato Grosso do Sul

## **6.2. Topografia e Sondagem**

Para a elaboração da proposta do SES da cidade de Tacuru, 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 Tacuru possui cerca de 80% da área urbana provida de rede coletora.

A rede coletora de esgoto de Tacuru, em quase toda a sua totalidade, foi aproveitada no sistema de esgoto proposto. Apenas nas Ruas Silvestre Luis Botta, Luiz Menão, Izadora Vilhalva, Luis de Paula e Manoel Peixoto Paz, alguns trechos da rede deverão ser refeitos devido a problemas quanto a operação.

O restante da área do município, cerca de 20%, não dotado de rede coletora, segundo informações da SANESUL, são regiões da sede municipal, tais como os bairros Vila Habitacional, Vila Ponta Porã e Vila Verde. Estas áreas estão delimitadas no Desenho C2-V66-T3.2-01. Tais áreas que devem ter rede coletora com futura interligação ao sistema de afastamento proposto tiveram suas vazões consideradas e lançadas como integrantes dos sistemas de afastamento.

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

O Sistema de Esgotos Sanitários de Tacuru possui um total de 1.164 ligações prediais de esgoto (dado de outubro de 2016), sendo que, no final de plano poderá atender até 3.280 habitantes (população máxima até o ano de 2049).

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 totais (unid.) |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|--------|-----------------------------------|
| Existente*                    | Em implantação/ a implantar (fora do escopo da SPE/ PPP) | Projetada | Total  |                                   |
| 33.445                        | -                                                        | 7.674     | 41.321 | 512                               |

\*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 ( $P_i$ ) foi feita a partir da contagem dos domicílios existentes na área de projeto, e a taxa de ocupação de 3,67 hab/domicílio, divulgada pelo IBGE para a cidade de Tacuru.

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

#### Zonas Urbanas:

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

#### Zonas de Expansão:

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

### Vazão de Esgoto Doméstico:

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

- Quantidade média de água distribuída “per capita” (efetivo) pela rede pública de abastecimento;
- Densidade demográfica da área considerada;
- Área da zona considerada;
- Extensão das vias públicas existentes;
- Vazão específica de contribuição relativa ao dia e à hora de maior descarga na rede.

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

Para início de plano:

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

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);

$K_1$  - 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:

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

ou

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

Sendo:

V = velocidade, m/s;

RH = raio hidráulico, m;

I = declividade, m/m;

$\emptyset$  = diâmetro, m;

Q = vazão, m³/s.

#### **7.2.3. Observações**

Devido à disposição dos arruamentos, topografia desfavorável e para evitar a utilização de Estações Elevatórias de Esgoto, inevitavelmente no Subsistema 02 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-V66-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”.

No presente estudo, de posse da topografia e das informações fornecidas pela SANESUL, os interceptores foram novamente dimensionados, desta vez ajustados às novas particularidades.

### 8.1. Interceptores

Os interceptores existentes no Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade de Tacuru possuem uma extensão total de 1.181,72 metros e diâmetro de 200mm, distribuídos conforme demonstrado no Quadro 6.

Existem 2 (dois) interceptores, sendo que o “Interceptor 01” recebe os esgotos dos subsistemas B e C através da linha de recalque da EEEB 2, fazendo a interligação com o PV na entrada da ETE. O “Interceptor 02” recebe a contribuição do subsistema A e transporta todo o esgoto por gravidade até o PV de entrada da ETE.

**Tabela 6. Extensões e Diâmetros dos Interceptores por Subsistema de Esgotos Sanitários.**

| Nome do Interceptor         | Sistema              |                 |
|-----------------------------|----------------------|-----------------|
|                             | Bacia Córrego Tacuru |                 |
|                             | Diâmetro (mm)        | Extensão (m)    |
| 01 EEEB2- Subsistemas B e C | 200                  | 694,74          |
| 02 Subsistema A             | 200                  | 486,98          |
| <b>Total</b>                |                      | <b>1.181,72</b> |

Fonte: SANESUL, 2016

### 8.2. Emissários

O emissário recebe o efluente da ETE Tacuru, possui cerca de 386 m em tubulação de PVC DN 250 mm, conforme **Tabela 6**, a seguir e tem seu lançamento no Córrego Tacuru com coordenadas 700.859,49 m E e 7.383.999,30 m S.

**Tabela 7. Características do Emissário.**

| Nome      | Diâmetro (mm) | Extensão (m) |
|-----------|---------------|--------------|
| EMISSÁRIO | 250           | 386          |



## **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 necessário a instalação de estações elevatórias de esgoto

A elevação do esgoto pode ocorrer quando:

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

A concepção proposta do sistema de esgotamento sanitário de Tacuru prevê o atendimento satisfatório de toda a área urbana da cidade. Foram concebidos 03 Subsistemas de esgotamento sanitário, conforme definido pela topografia da cidade, atendendo as zonas residenciais, comerciais e industriais existentes e futuras. A natureza das áreas de expansão da cidade é principalmente zonas residenciais e comerciais, e o padrão de ocupação atual tende a manter-se no futuro.

Portanto, na cidade de Tacuru, dos 03 Subsistemas de esgotamento sanitário, nenhum necessita da implantação de estações elevatórias de esgoto, e as duas elevatórias existentes atendem o horizonte de projeto.

#### **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 menor adensamento, gerando a Tabela 7, a seguir:

**Tabela 8. Projeção Populacional por Subsistema.**

| Subsistema   | Previsão<br>Populacional<br><br>2019<br>(hab) | Previsão<br>Populacional<br><br>2029<br>(hab) | Previsão<br>Populacional<br><br>Máxima até 2049<br>(hab) | Previsão<br>Populacional<br><br>2049<br>(hab) |
|--------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>SS-01</b> | 1.303                                         | 1.355                                         | 1.410                                                    | 1.396                                         |
| <b>SS-02</b> | 493                                           | 514                                           | 534                                                      | 528                                           |
| <b>SS-03</b> | 1.234                                         | 1.283                                         | 1.336                                                    | 1.322                                         |
| <b>Total</b> | <b>3.031</b>                                  | <b>3.152</b>                                  | <b>3.280</b>                                             | <b>3.248</b>                                  |

## 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

As estações elevatórias existentes atendem o horizonte de projeto.

### 9.3.1. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB – 001

A EEEB-001 (Existente) localizada próximo a confluência da Rua Ramão Saturno Jara com a Rua Izadora Vilhalva, recalca as contribuições do subsistema 02 até um PV no subsistema 01, que por sua vez seguirá por gravidade para a ETE.

A área de contribuição da EEEB-001 é o Subsistema 02 que não recebe contribuição de vazão de nenhum outro subsistema, como pode ser observado no desenho C2-V66-T3.2-01.

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 2,13 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 8, a seguir:

**Tabela 9. Características EEEB-001.**

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Vazão (L/s)                           | 2,13 |
| DN - Linha de Recalque existente (mm) | 80   |
| Comprimento Linha de Recalque (m)     | 356  |

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. Recomenda-se apenas a instalação de um guindaste para auxiliar na retirada das bombas.

#### **9.3.1.1. Área a Desapropriar**

Por se tratar de uma unidade existente sem necessidade de ampliação, não haverá desapropriação de área.

#### **9.3.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB – 002**

A EEEB-002 (Existente) localizada na Rua José Marques, recalca as contribuições do subsistema 03 até um PV no subsistema 01, que por sua vez seguirá por gravidade para a ETE.

A área de contribuição da EEEB-002 é o Subsistema 03 que não recebe contribuição de vazão de nenhum outro subsistema, como pode ser observado no desenho C2-V66-T3.2-01.

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 4,42 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 9, a seguir:

**Tabela 10. Características EEEB-002.**

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Vazão (L/s)                           | 4,42 |
| DN - Linha de Recalque existente (mm) | 150  |
| Comprimento Linha de Recalque (m)     | 253  |

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. Recomenda-se apenas a instalação de um guindaste para auxiliar na retirada das bombas.

#### **9.3.2.1. Área a Desapropriar**

Por se tratar de uma unidade existente sem necessidade de ampliação, não haverá desapropriação de área.

## **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 Tacuru.

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 nº 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 Tacuru, está prevista a manutenção da ETE Tacuru, conforme Desenho C2-V66-T3.2-01.

Para a escolha da tecnologia a ser utilizada levou-se em consideração a necessidade de redução das Concentrações de  $DBO_5$ , em função da capacidade de diluição do corpo receptor.

## **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 – Tacuru**

### **10.4.1. Memorial Descritivo**

O presente memorial descritivo trata da manutenção da Estação de Tratamento de Esgoto existente na cidade de Tacuru (ETE – Tacuru), situada nas coordenadas 701.063,00 m E e 7.384.065,00 m S.

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluente à ETE-Tacuru é de 8,54 L/s e a vazão máxima igual a 12,11 L/s, que correspondem a uma população de 3.280 habitantes (máxima até 2049).

Para que seja possível atender a população máxima até final de plano em 2049 não será necessária a ampliação da ETE – Tacuru, que é constituída por tratamento preliminar em grades, caixa de areia e calha “Parshall”. Após o tratamento preliminar, os efluentes passam pela etapa de tratamento biológico selecionado a partir do estudo de autodepuração.

O corpo receptor do efluente da ETE Tacuru é o córrego Tacuru, enquadrado como Classe 2. Este córrego possui uma vazão mínima ( $Q_{95}$ ) igual a 122,16 L/s.

O processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de 90% para  $DBO_5$ , atendendo a capacidade de diluição do corpo receptor, conforme a legislação.

A tecnologia existente proposta para atingir a eficiência descrita anteriormente é:

- Lagoa Facultativa seguida de Lagoa de Maturação (LF + LM)

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

**Tabela 11. Características do Efluente Tratado.**

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

Considerando a Tabela 11, a diluição da vazão do efluente (mistura), não alterando a classificação do corpo receptor:

**Tabela 12. Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).**

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

Atualmente as unidades de tratamento da ETE tacuru foram dimensionadas para a vazão média de 10,00 L/s, sendo a vazão máxima horária calculada na concepção de 12,11 L/s

O Layout do processo proposto encontra-se no desenho C2-V66-T3.2-03.

O ponto de lançamento está localizado no Córrego Tacuru com coordenadas 700.859,49 m E e 7.383.999,30 m S.

#### **10.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos Brutos**

As considerações adotadas neste projeto estão contempladas na Tabela 12, a seguir:

**Tabela 13. Parâmetros de projeto – ETE.**

|                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| Taxa de Infiltração:             | 0,10 L/s.km          |
| Taxa de ocupação:                | 3,82 hab/dom         |
| Consumo per capita efetivo:      | 150 L/hab.dia        |
| Coefficiente de retorno:         | 0,80                 |
| Comprimento da rede:             | 17,00 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                | 2                    |
| Relação N-NKT/DBO                | 0,083                |
| Relação P/DBO                    | 0,019                |
| Coli, Termotolerantes (estimado) | 6,10E+0,7 NMP/100 ml |

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:

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

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

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

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

Onde:

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

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

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

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

Na Tabela 13 a seguir estão apresentadas as projeções de vazões e das principais características do afluente à Estação de Tratamento ETE – Tacuru, ao longo do horizonte de projeto.



**Tabela 14. Projeções de vazões e características do afluente à ETE.**

| 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 (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 | 3.214           | 85                | 0                         | 2.732                    | 696                      | 150,00                         | 3,79                    | 3,46              | 7,26                    | 627                        | 8,02                                      | 10,29                               | 148                          | 0                              | 148                      | 235                           | 295                | 470                           | 12                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2018 | 3.123           | 90                | 0                         | 2.810                    | 716                      | 150,00                         | 3,90                    | 3,56              | 7,47                    | 645                        | 8,25                                      | 10,59                               | 152                          | 0                              | 152                      | 235                           | 304                | 470                           | 13                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2019 | 3.031           | 98                | 0                         | 2.970                    | 756                      | 150,00                         | 4,13                    | 3,77              | 7,89                    | 682                        | 8,72                                      | 11,19                               | 160                          | 0                              | 160                      | 235                           | 321                | 470                           | 13                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2020 | 2.939           | 98                | 0                         | 2.880                    | 734                      | 150,00                         | 4,00                    | 3,65              | 7,65                    | 661                        | 8,45                                      | 10,85                               | 156                          | 0                              | 156                      | 235                           | 311                | 470                           | 13                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2021 | 2.967           | 98                | 0                         | 2.908                    | 740                      | 150,00                         | 4,04                    | 3,69              | 7,73                    | 667                        | 8,53                                      | 10,96                               | 157                          | 0                              | 157                      | 235                           | 314                | 470                           | 13                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2022 | 2.993           | 98                | 0                         | 2.934                    | 747                      | 150,00                         | 4,07                    | 3,72              | 7,79                    | 673                        | 8,61                                      | 11,05                               | 158                          | 0                              | 158                      | 235                           | 317                | 470                           | 13                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2023 | 3.019           | 98                | 0                         | 2.959                    | 753                      | 150,00                         | 4,11                    | 3,75              | 7,86                    | 679                        | 8,68                                      | 11,15                               | 160                          | 0                              | 160                      | 235                           | 320                | 470                           | 13                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2024 | 3.044           | 98                | 0                         | 2.983                    | 760                      | 150,00                         | 4,14                    | 3,78              | 7,93                    | 685                        | 8,75                                      | 11,24                               | 161                          | 0                              | 161                      | 235                           | 322                | 470                           | 13                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2025 | 3.068           | 98                | 0                         | 3.006                    | 766                      | 150,00                         | 4,18                    | 3,81              | 7,99                    | 690                        | 8,82                                      | 11,33                               | 162                          | 0                              | 162                      | 235                           | 325                | 470                           | 13                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2026 | 3.090           | 98                | 0                         | 3.028                    | 771                      | 150,00                         | 4,21                    | 3,84              | 8,05                    | 695                        | 8,89                                      | 11,41                               | 164                          | 0                              | 164                      | 235                           | 327                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2027 | 3.112           | 98                | 0                         | 3.049                    | 777                      | 150,00                         | 4,24                    | 3,87              | 8,10                    | 700                        | 8,95                                      | 11,49                               | 165                          | 0                              | 165                      | 235                           | 329                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2028 | 3.132           | 98                | 0                         | 3.070                    | 782                      | 150,00                         | 4,26                    | 3,89              | 8,16                    | 705                        | 9,01                                      | 11,57                               | 166                          | 0                              | 166                      | 235                           | 332                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2029 | 3.152           | 98                | 0                         | 3.089                    | 787                      | 150,00                         | 4,29                    | 3,92              | 8,21                    | 709                        | 9,06                                      | 11,64                               | 167                          | 0                              | 167                      | 235                           | 334                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2030 | 3.170           | 98                | 0                         | 3.107                    | 791                      | 150,00                         | 4,32                    | 3,94              | 8,25                    | 713                        | 9,12                                      | 11,71                               | 168                          | 0                              | 168                      | 235                           | 336                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2031 | 3.187           | 98                | 0                         | 3.123                    | 795                      | 150,00                         | 4,34                    | 3,96              | 8,30                    | 717                        | 9,16                                      | 11,77                               | 169                          | 0                              | 169                      | 235                           | 337                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2032 | 3.202           | 98                | 0                         | 3.138                    | 799                      | 150,00                         | 4,36                    | 3,98              | 8,34                    | 720                        | 9,21                                      | 11,82                               | 169                          | 0                              | 169                      | 235                           | 339                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |



| 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 (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) |
|------|-----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| 2033 | 3.216           | 98                | 0                         | 3.151                    | 802                      | 150,00                         | 4,38                    | 4,00              | 8,37                    | 723                        | 9,25                                      | 11,87                               | 170                          | 0                              | 170                      | 235                           | 340                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2034 | 3.228           | 98                | 0                         | 3.164                    | 806                      | 150,00                         | 4,39                    | 4,01              | 8,41                    | 726                        | 9,28                                      | 11,92                               | 171                          | 0                              | 171                      | 235                           | 342                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2035 | 3.240           | 98                | 0                         | 3.175                    | 808                      | 150,00                         | 4,41                    | 4,03              | 8,44                    | 729                        | 9,32                                      | 11,96                               | 171                          | 0                              | 171                      | 235                           | 343                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2036 | 3.250           | 98                | 0                         | 3.185                    | 811                      | 150,00                         | 4,42                    | 4,04              | 8,46                    | 731                        | 9,35                                      | 12,00                               | 172                          | 0                              | 172                      | 235                           | 344                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2037 | 3.258           | 98                | 0                         | 3.193                    | 813                      | 150,00                         | 4,43                    | 4,05              | 8,48                    | 733                        | 9,37                                      | 12,03                               | 172                          | 0                              | 172                      | 235                           | 345                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2038 | 3.265           | 98                | 0                         | 3.200                    | 815                      | 150,00                         | 4,44                    | 4,06              | 8,50                    | 735                        | 9,39                                      | 12,06                               | 173                          | 0                              | 173                      | 235                           | 346                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2039 | 3.271           | 98                | 0                         | 3.206                    | 816                      | 150,00                         | 4,45                    | 4,06              | 8,52                    | 736                        | 9,41                                      | 12,08                               | 173                          | 0                              | 173                      | 235                           | 346                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2040 | 3.275           | 98                | 0                         | 3.210                    | 817                      | 150,00                         | 4,46                    | 4,07              | 8,53                    | 737                        | 9,42                                      | 12,10                               | 173                          | 0                              | 173                      | 235                           | 347                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2041 | 3.278           | 98                | 0                         | 3.213                    | 818                      | 150,00                         | 4,46                    | 4,07              | 8,54                    | 737                        | 9,43                                      | 12,11                               | 173                          | 0                              | 173                      | 235                           | 347                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2042 | 3.280           | 98                | 0                         | 3.214                    | 818                      | 150,00                         | 4,46                    | 4,08              | 8,54                    | 738                        | 9,43                                      | 12,11                               | 174                          | 0                              | 174                      | 235                           | 347                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2043 | 3.279           | 98                | 0                         | 3.214                    | 818                      | 150,00                         | 4,46                    | 4,08              | 8,54                    | 738                        | 9,43                                      | 12,11                               | 174                          | 0                              | 174                      | 235                           | 347                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2044 | 3.278           | 98                | 0                         | 3.212                    | 818                      | 150,00                         | 4,46                    | 4,07              | 8,53                    | 737                        | 9,43                                      | 12,10                               | 173                          | 0                              | 173                      | 235                           | 347                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2045 | 3.275           | 98                | 0                         | 3.209                    | 817                      | 150,00                         | 4,46                    | 4,07              | 8,53                    | 737                        | 9,42                                      | 12,09                               | 173                          | 0                              | 173                      | 235                           | 347                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2046 | 3.270           | 98                | 0                         | 3.205                    | 816                      | 150,00                         | 4,45                    | 4,06              | 8,51                    | 736                        | 9,40                                      | 12,08                               | 173                          | 0                              | 173                      | 235                           | 346                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |
| 2047 | 3.264           | 98                | 0                         | 3.199                    | 815                      | 150,00                         | 4,44                    | 4,06              | 8,50                    | 734                        | 9,39                                      | 12,05                               | 173                          | 0                              | 173                      | 235                           | 345                | 470                           | 14                    | 20                               | 3                       | 4,5                                      | 6,10E+07                                 |



#### **10.4.2. Área a Desapropriar**

Para a ETE Tacuru não será necessário desapropriar nenhuma área.

## **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 Tacuru.

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



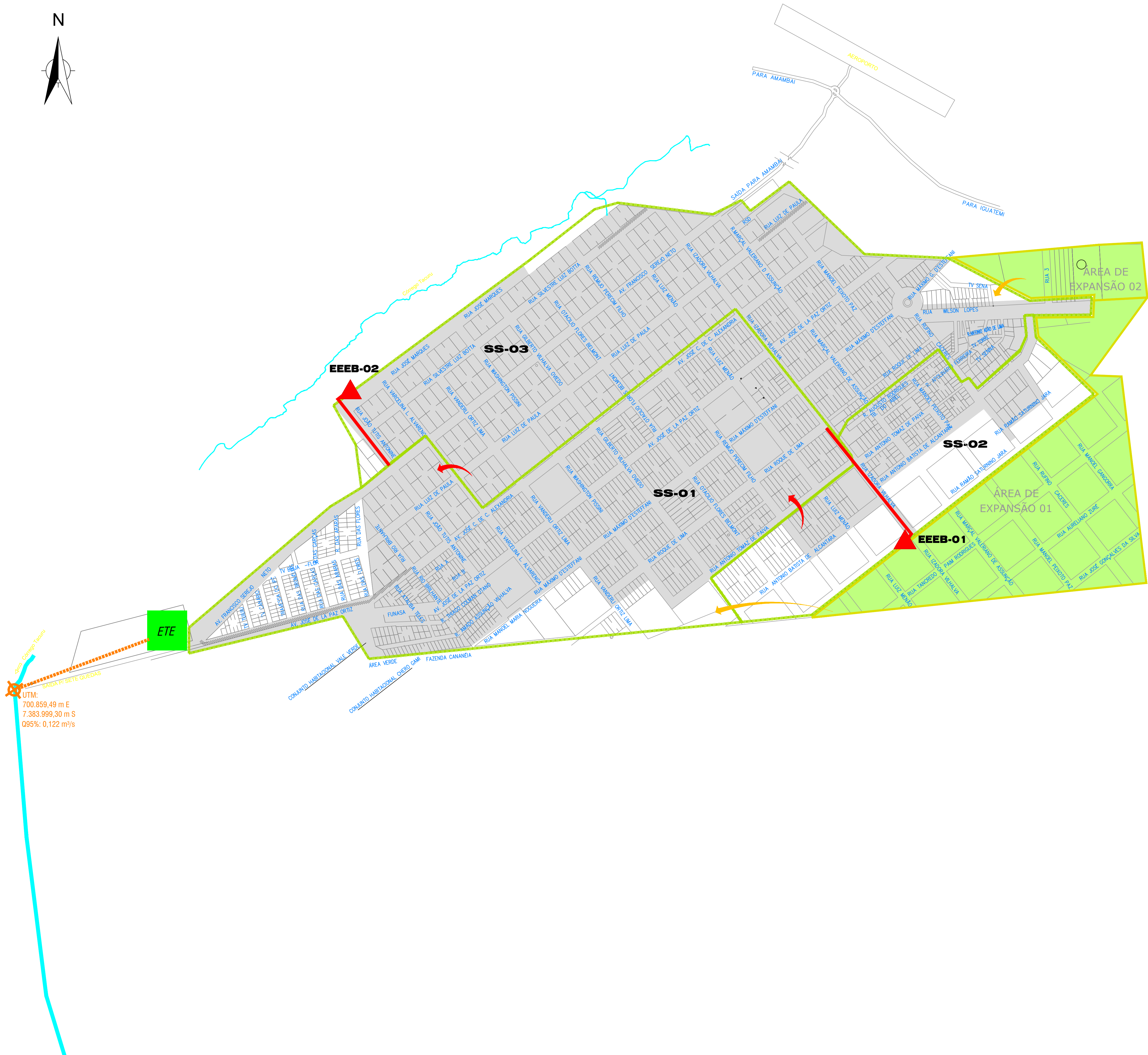
**GOVERNO  
DO ESTADO**  
Mato Grosso do Sul

## **12. CONCEPÇÃO DO TRATAMENTO PROPOSTO**

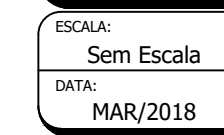
---

A Concepção do Tratamento Proposto é apresentado no desenho C2-V66-T3.2-01.





|                                                                                       |                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|  | 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                                  |
|  | EMISSIONÁRIO DE GRAVIDADE EXISTENTE                                         |
|  | EMISSIONÁRIO DE GRAVIDADE PROPOSTO                                          |
|  | EMISSIONÁRIO DE GRAVIDADE A DESATIVAR                                       |
|  | EMISSIONÁRIO DE GRAVIDADE RESPONSABILIDADE SANESUL                          |
|  | INTERCEPTOR - RESPONSABILIDADE SANESUL                                      |
|  | INTERCEPTOR EXISTENTE                                                       |
|  | INTERCEPTOR PROJETADO                                                       |
|  | TRAVESSIA SOBRE CORPO D'ÁGUA PROPOSTA                                       |
|  | TRAVESSIA NÃO DESTRUTIVA PROPOSTA                                           |
|  | INDICAÇÃO DO SENTIDO DO FLUXO DO ESGOTO COLETADO                            |
|  | INDICAÇÃO DO SUBSISTEMA RECEPTOR DA VAZÃO PROVENIENTE DAS ÁREAS DE EXPANSÃO |
|  | ESTÇÃO ELEVATORIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO PROPOSTA                          |
|  | ESTÇÃO ELEVATORIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO COMPACTA                          |
|  | ESTÇÃO ELEVATORIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO EXISTENTE                         |
|  | ESTÇÃO ELEVATORIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO RESPONSABILIDADE SANESUL          |
|  | ESTÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EXISTENTE                                    |
|  | ESTÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO A DESATIVAR                                  |
|  | ESTÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO A IMPLANTAR                                  |
|  | ESTÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO RESPONSABILIDADE SANESUL                     |
|  | PONTO DE LANÇAMENTO                                                         |



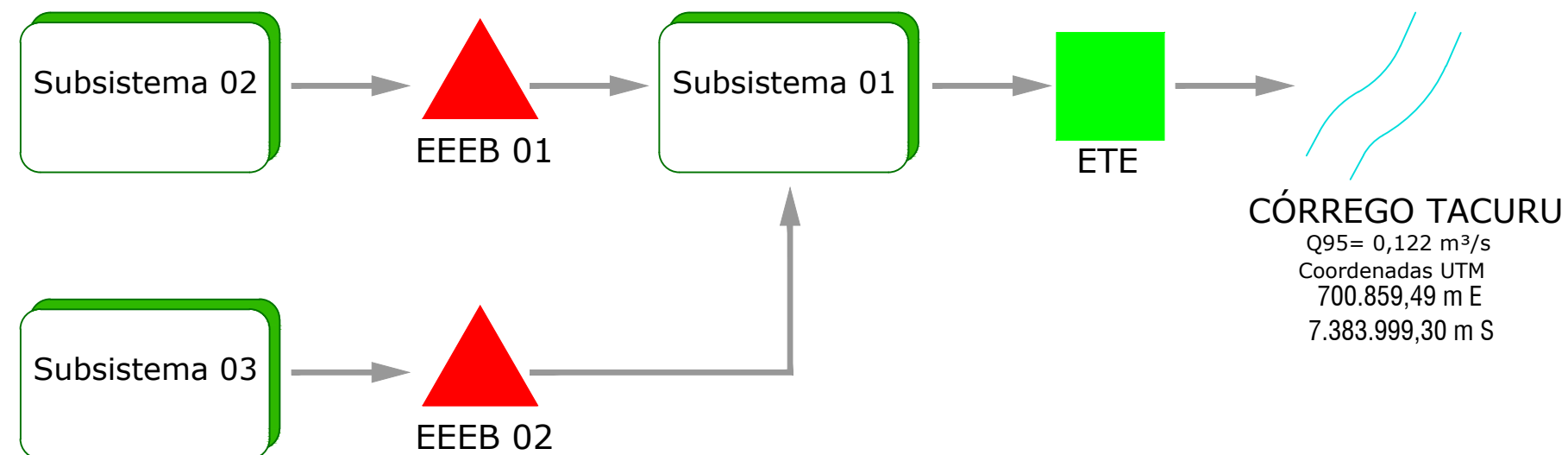
Revisão da Concepção do Sistema Proposto

PRANCHA:  
C2-V66-T3.2-01

### **13. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO PROPOSTO**

---

O Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto é apresentado no desenho C2-V66-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

-  ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EXISTENTE
-  ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO A IMPLANTAR
-  ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO RESPONSABILIDADE SANESUL



ESCALA:  
Sem Escala

DATA:  
MAR /2018

|                                                            |                                                        |                            |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                            |                                                        |                            |
| EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. - SANESUL |                                                        |                            |
| Procedimento de Manifestação de Interesse - PMI            |                                                        |                            |
| PROJETO:<br>Sistema de Esgotamento Sanitário de Tacuru     | CONTEÚDO:<br>REVISÃO DO FLUXOGRAMA DO SISTEMA PROPOSTO | DESENHO:<br>C2-V66-T3.2-02 |
|                                                            |                                                        |                            |

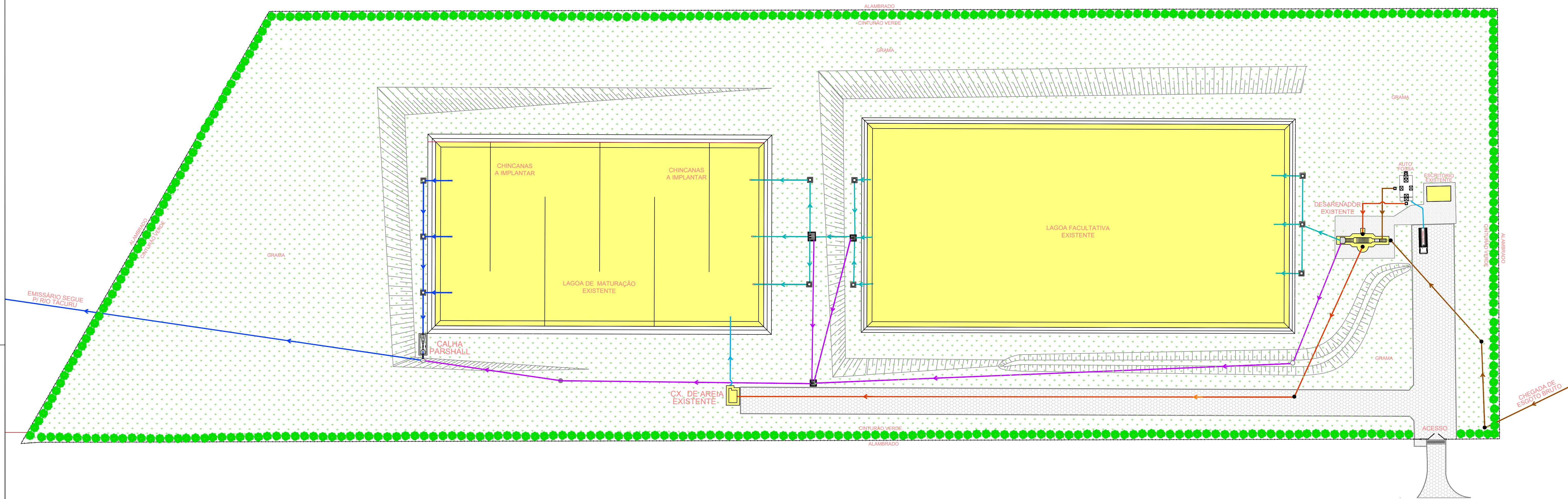


## **14. SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO**

---

O Sistema de Tratamento Proposto é apresentado no desenho C2-V66-T3.2-03.





IMPLANTAÇÃO

ESCALA 1:450

CONVENÇÕES

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
|  | UNIDADES EXISTENTES              |
|  | 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                 |



ESCALA:  
INDICADA  
DATA:  
MAR / 2018

EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. - SANESUL  
Procedimento de Manifestação de Interesse - PMI

PROJETO: Sistema de Esgotamento Sanitário de Tacuru  
CONTEÚDO: Revisão do Sistema de Tratamento Proposto

DESENHO:  
C2-V66-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.

Page 1



**GOVERNO  
DO ESTADO**  
Mato Grosso do Sul

## **16. ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA**

---

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

**RESUMO - REVISÃO SANESUL**

DATA BASE: SINAPI ABRIL/2019

| ITEM/CÓDIGO          | DESCRIÇÃO COMPLETA                         | UNID.     | QUANT.          | CUSTO UNITÁRIO<br>(R\$) | CUSTO<br>TOTAL (R\$) |
|----------------------|--------------------------------------------|-----------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| <b>1</b>             | <b>CANTEIRO DE OBRAS</b>                   |           |                 |                         | <b>381.314,76</b>    |
|                      | CANTEIRO DE OBRAS + ADMINISTRAÇÃO LOCAL    | un        | 1,00            | 381.314,76              | 381.314,76           |
| <b>2</b>             | <b>LIGAÇÕES DOMICILIARES</b>               |           |                 |                         | <b>199.073,22</b>    |
|                      | LIGAÇÕES DOMICILIARES                      | un        | 452,00          | 371,19                  | 167.777,88           |
|                      | SUBSTITUIÇÃO DE LIGAÇÕES EXISTENTE         | un        | 6,00            | 371,19                  | 2.227,14             |
|                      | LIGAÇÕES DOMICILIARES ISOLADAS             | un        | 54,00           | 538,30                  | 29.068,20            |
| <b>3</b>             | <b>REDE COLETORA DE ESGOTO</b>             | <b>m</b>  | <b>7.674,45</b> |                         | <b>1.080.199,67</b>  |
|                      | REDE COLETORA DE ESGOTO PROJETADA DN 150MM | m         | 7.309,00        | 140,75                  | 1.028.761,59         |
|                      | SUBSTITUIÇÃO DE REDE EXISTENTE             | m         | 365,45          | 140,75                  | 51.438,08            |
| <b>4</b>             | <b>INTERCEPTOR DE ESGOTO</b>               | <b>m</b>  | <b>0,00</b>     |                         | <b>-</b>             |
| <b>5</b>             | <b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO</b>        | <b>un</b> | <b>2,00</b>     |                         | <b>420.316,40</b>    |
|                      | REFORMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO       | VB        | 2,00            | 210.158,20              | 420.316,40           |
| <b>6</b>             | <b>LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO</b>         | <b>m</b>  | <b>0,00</b>     |                         | <b>-</b>             |
| <b>7</b>             | <b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO</b>     |           |                 |                         | <b>59.248,48</b>     |
|                      | ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO            |           |                 |                         | 59.248,48            |
| <b>8</b>             | <b>EMISSÁRIO</b>                           | <b>m</b>  | <b>0,00</b>     |                         | <b>-</b>             |
| <b>9</b>             | <b>AQUISIÇÃO DE ÁREAS</b>                  |           |                 |                         | <b>-</b>             |
| <b>TOTAL SISTEMA</b> |                                            |           |                 |                         | <b>2.140.152,53</b>  |





## PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TACURU/MS

### RESUMO-PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

REFERÊNCIA: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

BDI SERVIÇOS: 24,18%

DATA: 01/JAN/2018

LOCAL: TACURU/MS

BDI MATERIAIS E  
EQUIPAMENTOS: 14,02%

PREÇOS 01/2018 - SINAPI/MS

| ITEM/CÓDIGO  | DESCRIÇÃO COMPLETA                                          | CUSTO<br>TOTAL (R\$) |
|--------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>7</b>     | <b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO</b>                      | <b>59.248,48</b>     |
| <b>7.1</b>   | <b>IMPLANTAÇÃO</b>                                          | <b>545,00</b>        |
| <b>7.1.1</b> | <b>SERVIÇOS</b>                                             | <b>545,00</b>        |
| 7.1.1.1      | SERVIÇOS TÉCNICOS                                           | 511,00               |
| 7.1.1.2      | SERVIÇOS PRELIMINARES                                       | 34,00                |
| <b>7.2</b>   | <b>ESGOTA FOSSA</b>                                         | <b>23.197,96</b>     |
| <b>7.2.1</b> | <b>SERVIÇOS</b>                                             | <b>19.567,10</b>     |
| 7.2.1.1      | ESGOTAMENTO                                                 | 6,37                 |
| 7.2.1.2      | MOVIMENTO DE TERRA                                          | 668,49               |
| 7.2.1.3      | FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS                                      | 11.741,62            |
| 7.2.1.4      | IMPERMEABILIZAÇÃO                                           | 3.382,46             |
| 7.2.1.5      | INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES                              | 3.768,16             |
| <b>7.2.2</b> | <b>EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, HIDROMECAÂNICOS E DIVERSOS</b> | <b>3.630,86</b>      |
| <b>7.3</b>   | <b>CALHA PARSHALL FINAL</b>                                 | <b>35.505,52</b>     |
| <b>7.3.1</b> | <b>SERVIÇOS</b>                                             | <b>18.640,70</b>     |
| 7.3.1.1      | ESGOTAMENTO                                                 | 152,88               |
| 7.3.1.2      | MOVIMENTO DE TERRA                                          | 1.569,50             |
| 7.3.1.3      | FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS                                      | 12.789,74            |
| 7.3.1.4      | IMPERMEABILIZAÇÃO                                           | 3.678,58             |
| 7.3.1.5      | INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES                              | 450,00               |
| <b>7.3.2</b> | <b>MATERIAIS HIDRÁULICOS</b>                                | <b>16.864,82</b>     |

## **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 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.



**GOVERNO  
DO ESTADO**  
Mato Grosso do Sul

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.