



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 59 – Rio Negro





**GOVERNO
DO ESTADO**
Mato Grosso do Sul

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	8
2. CONSIDERAÇÕES GERAIS	9
3. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DE ATENDIMENTO.....	12
4. PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO.....	13
4.1. Vazões de Contribuição	13
4.1.1. Consumo “Per Capita” Efetivo de Água.....	13
4.1.2. Vazão Média dos Esgotos, Coeficiente de Retorno Esgoto/Água	13
4.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda	13
4.1.4. Vazão de Infiltração.....	14
4.1.5. Vazão Industrial.....	15
4.1.6. Vazão para Redes Coletoras.....	15
4.1.7. Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários	16
4.1.8. Vazão para Estações Elevatórias.....	16
4.1.9. Vazão para o Sistema de Tratamento	16
4.2. Rede Coletora.....	17
4.2.1. Ligações	17
4.2.2. Critérios para o Dimensionamento da Rede e Coletor Tronco	17
4.3. Interceptores e Emissários por Gravidade	19
4.3.1. Material das Tubulações de Interceptores e Emissários	19
4.3.2. Poços de Visita para Interceptores e Emissários	20

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	22
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
9.2.	Evolução Populacional.....	33
9.3.	Parâmetros de Projeto	34
9.4.	Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas	34
9.4.1.	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 001	34
9.4.1.1.	Área a Desapropriar	35
9.4.2.	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 02	35
9.4.2.1.	Área a Desapropriar	36
10.	ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	37
10.1.	Generalidades.....	37
10.2.	Concepção Geral do Sistema de Tratamento	38
10.3.	Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE.....	38
10.4.	Estação de Tratamento de Esgoto, ETE – Rio Negro.....	38
10.4.1.	Memorial Descritivo	38
10.4.1.1.	Características dos Despejos Líquidos Brutos	39
10.4.1.2.	Vazões de Projeto	40
10.4.2.	Área a Desapropriar	43
11.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	44



**GOVERNO
DO ESTADO**
Mato Grosso do Sul

12.	CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO	45
13.	FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO PROPOSTO	46
14.	SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO	47
15.	CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DO SES.....	48
16.	ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA.....	49
17.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50



**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-01.	34
Tabela 9. Características EEEB-02.	35
Tabela 10. Características do Efluente Tratado.....	39
Tabela 11. Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).....	39
Tabela 12. Parâmetros de projeto – ETE	39
Tabela 13. Projeções de vazões e características do afluente à ETE.....	41

LISTA DE DESENHOS

C2-V59-T3.2-01	Concepção do Sistema Proposto
C2-V59-T3.2-02	Fluxograma
C2-V59-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 Rio Negro/ 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 Rio Negro.

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 DE PROJETO E DE ATENDIMENTO

Na cidade de Rio Negro existe um investimento da SANESUL para implantação de aproximadamente 17.409 m rede coletora de esgoto. No restante do município não existe um sistema de esgotamento sanitário que atenda a população e grande parte das economias utiliza-se do sistema individual de coleta e disposição do sistema de esgotamento predial. Esse sistema é composto em sua maioria pelo sistema de fossa séptica e sumidouros. Conforme apresentado no Desenho C2-V59-T3.2-01.

4. PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO

Para o dimensionamento serão utilizados critérios e parâmetros de projetos previstos em Normas Técnicas Brasileiras, padrões da SANESUL e outros consolidados pelo uso, pertinentes ao tema sistema de esgotamento sanitário.

4.1. Vazões de Contribuição

4.1.1. Consumo “Per Capita” Efetivo de Água

Este valor pode variar bastante, em função do clima, dos hábitos de seus habitantes, das características da área e da natureza da ocupação dessas áreas: residencial, comercial, industrial e outras.

O coeficiente “per capita” também pode variar ao longo do tempo, conforme se modifiquem os hábitos populacionais, ou a natureza da ocupação das áreas de projeto.

O valor médio “*per capita*” de água utilizado conforme recomendação da SANESUL para cidades com população menor que 50.000 habitantes é de 150 L/hab.dia.

A vazão média anual que cada habitante lança na rede coletora de esgoto é diretamente proporcional à taxa “*per capita* de água” efetivamente consumida.

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

As vazões de projeto, para fins de dimensionamento do sistema coletor, são aquelas correspondentes à situação de saturação urbana.

Para efeito de dimensionamento do sistema, foi adotado um padrão de referência para contribuição de esgotos equivalente à vazão de contribuição de uma economia residencial média, com ocupação urbana de 2,91 habitantes (uma família), e que se denomina Q_{eq} , ou contribuição equivalente, correspondente a:

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

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

4.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda

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

a) NO DIA DE MAIOR CONSUMO – K_1

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

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

b) NA HORA DE MAIOR CONSUMO – K_2

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

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

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

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 afluyente ao sistema de tratamento foi aqui adotada como sendo a média adicionada à vazão de infiltração, em virtude da

capacidade de armazenamento do pico máximo, devido ao tempo de detenção utilizado no dimensionamento do sistema de tratamento.

4.2. Rede Coletora

4.2.1. Ligações

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

4.2.2. Critérios para o Dimensionamento da Rede e Coletor Tronco

O dimensionamento hidráulico dos coletores de esgotos obedece aos métodos comumente aplicados aos condutos livres, admitindo-se o regime permanente e uniforme de escoamento. As fórmulas aplicadas no cálculo hidráulico são as seguintes:

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \times (R_H^{1/3} \times I^{1/2})$$

Sendo:

V - velocidade (m/s)

n - coeficiente de rugosidade, admitido = 0,0013.

RH - raio hidráulico (m)

I - declividade (m/m);

Tensão Trativa:

Para todos os trechos da rede foram verificadas as tensões trativas médias (T), não devendo a de início do plano ser inferior a 0,10 kg/m² ou 1,0 Pa, para garantir as condições de autolimpeza quanto à deposição sólida e evitar a geração de sulfetos. As tensões trativas médias (T), expressas em Pascal foram calculadas pela relação:

$$\sigma = \gamma \times R_H$$

Sendo:

σ - Tensão trativa média (Pa);

γ - Perímetro molhado (m);

RH - Raio hidráulico (m).

Declividade:

Em algumas oportunidades, nas pontas das canalizações, o trecho fica sem esgoto. Esta realidade inviabiliza o cálculo para definir o comportamento da canalização com a vazão mínima. No nível de projeto, a fixação da declividade com essas vazões conduziria a valores exagerados, inaceitáveis.

Para possibilitar a fixação mais realista da declividade, admite-se que a quantidade mínima de esgoto a circular nas extremidades do sistema seja igual à contribuição de uma válvula de descarga de um vaso sanitário. Assim, a vazão para fixação da declividade mínima é igual a 1,5 L/s (NBR's 9649/1986 e 14486/2000).

A declividade mínima de cada trecho, admissível para satisfazer a tensão trativa média igual a 1,0 Pa no início do plano (considerando menor valor de vazão para qualquer trecho da rede igual a 1,5 L/s), foi calculada pela seguinte expressão:

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

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/m² para rede coletora e coletores tronco e 0,15 kg/m² para interceptores e emissários.

4.3. Interceptores e Emissários por Gravidade

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

4.3.1. Material das Tubulações de Interceptores e Emissários

O material das tubulações a serem utilizadas nos Interceptores e Emissários por gravidade é:

- PVC/JE Vinilfort ou similar até DN 400;
- PRFV acima de DN 400;
- Ferro Fundido em trechos de travessias.

4.3.2. Poços de Visita para Interceptores e Emissários

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

1. Para tubulações com diâmetro até DN 600:
 - Diâmetro mínimo do PV = 1,20m
 - Em aduela de concreto armado.
 - Distância máxima entre PV's = 120 m.
2. Para coletores com diâmetros maiores que DN 600:
 - PV's com a parte inferior em concreto com no mínimo 1,20m x 1,20m interno e chaminé em aduela com diâmetro de 1,20m.

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

No concreto deve ser utilizado cimento resistente a sulfato e $f_{ck} \geq 40$ 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. A despeito disto, a segunda hipótese é mais corriqueira em função da simplificação na operação, principalmente em pequenas EEE. Para motores inferiores a 20 CV o tempo entre duas partidas consecutivas (ciclo) foi calculado superior a 10 minutos. Em qualquer situação não foram previstas mais que quatro partidas por hora para evitar fadiga nas partes elétricas das instalações. Por outro lado, períodos de detenção superiores a 30 minutos (NBR 12208/1992) não são recomendáveis, pois, períodos assim originariam sedimentações e condições sépticas indesejáveis. Tendo em vista o exposto adotou-se 10 minutos como período de ciclo, quando a vazão afluente corresponder à média de projeto.

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

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

Sendo:

Q_b é a vazão do conjunto motor bomba;

T é o período de ciclo de bombeamento.

O “Volume Efetivo” é determinado pela expressão:

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

Sendo:

t_d tempo de detenção no poço;

$Q_{\min}$ vazão mínima afluenta 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 m³/s. A potência P consumida pelo conjunto motor-bomba (potência de entrada) expressa em CV é dada pela expressão:

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

Onde " $\eta_b \cdot \eta_m$ " é o rendimento "□" 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;
- 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 Rio Negro, 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 Rio Negro, no horizonte de projeto de 30 anos, está demonstrada na Tabela 3 seguir.

Tabela 3. Previsão Populacional Adotada.

Calendário	População Urbana (hab)
2017	3.641
2018	3.630
2019	3.619
2020	3.609
2021	3.599
2022	3.590
2023	3.582
2024	3.574
2025	3.566
2026	3.559
2027	3.553
2028	3.548
2029	3.543

Calendário	População Urbana (hab)
2030	3.539
2031	3.537
2032	3.535
2033	3.535
2034	3.535
2035	3.537
2036	3.540
2037	3.544
2038	3.549
2039	3.555
2040	3.563
2041	3.572
2042	3.582
2043	3.593
2044	3.606
2045	3.621
2046	3.637
2047	3.654
2048	3.672
2049	3.692

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 Rio Negro.

Nessa abordagem a previsão geral da vazão do esgoto gerado ao longo do horizonte de projeto do SES de Rio Negro 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)
SS-01	112,51	2.880	2.938	7.876	6,37	7,49	17,83
SS-02	28,86	739	754	2.020	3,22	3,80	9,12
AE-1	4,25			170			0,49
AE-2	21,35			854			2,47
Total	166,97	3.619	3.692	10.920	9,59	11,29	29,92

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 Rio Negro (desenho C2-V59-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 Rio Negro, 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, o sistema de esgotamento sanitário proposto para a cidade de Rio Negro é composto de 17.409,26 m de rede que já possuem investimento da SANESUL e 890,42 m de rede projetada. Estas áreas estão delimitadas no Desenho C2-V59-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 Esgotamento Sanitários de Rio Negro não possui ligações prediais de esgoto (dado de outubro de 2016), sendo que, no final de plano poderá atender até 3.692 habitantes (população máxima até o ano de 2049).

Entretanto, de acordo com quadro de investimentos disponibilizados pela SANESUL, atualizado em março de 2020, o município possui investimento para implantação de 1.464 ligações domiciliares de esgoto. Sendo necessário investimento da PPP para implantação de 672 ligações.

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

Tabela 5. Resumo do Descritivo Técnico da Rede Coletora

Extensão de Rede Coletora (m)				Número de ligações totais (unid.)
Existente*	Em implantação/ a implantar (fora do escopo da SPE/ PPP)	Projetada	Total	
7.925	17.409	890	26.225	2.136

*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 2,91 hab/domicílio, divulgada pelo IBGE para a cidade de Rio Negro.

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_i - vazão específica de início de plano em L/s/m;

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

P_i - População inicial;

P_f - População final (saturação);

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 trechos do Subsistema 01 foram projetados com profundidades maiores do que a máxima, entretanto a profundidade é recuperada nos trechos posteriores a esses.

7.2.4. Desenhos

As áreas onde será implantada rede coletora podem ser identificadas no Desenho C2-V59-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

Não existem interceptores no Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade de Rio Negro. O efluente chega a ETE através de um coletor tronco que recebe as contribuições da EEEB-01.

8.2. Emissários

O emissário recebe o efluente da ETE Rio Negro e tem seu lançamento no Rio Negro (Coordenadas 709.269,00m E e 7.852.692,00m S), que se dará por meio de uma tubulação em PVC DN300, com cerca de 3.115 metros de extensão, conforme Tabela 6, a seguir.

Tabela 6. Características do Emissário.

Nome	Diâmetro (mm)	Extensão (m)
EMISSÁRIO	300	3.115

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 Rio Negro prevê o atendimento satisfatório de toda a área urbana da cidade. Foram concebidos 02 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 Rio Negro, ambos os 02 Subsistemas de esgotamento sanitário necessitam da implantação de estações elevatórias de esgoto.

9.2. Evolução Populacional

Com a definição da Evolução Populacional apresentado no Item 5 “Estudo Populacional” deste projeto, estabeleceu-se baseado nas áreas ocupadas o número de economias atuais.

A distribuição espacial da população foi realizada a partir da contagem dos domicílios existentes na área de projeto, com a distribuição pelas quadras da cidade. Tendo a distribuição, procedeu-se a classificação das densidades populacionais por bacia de escoamento.

De posse desses dados procedeu-se a evolução das densidades de forma a obter-se a população que ocorrerá nos anos seguintes conforme previsto nas Tabelas de Evolução Populacional. O critério de evolução das densidades considerou a evolução mais lenta para a Zona mais adensada, sendo mais intenso na Zona de menos adensamento, gerando a Tabela 7, a seguir.

Tabela 7. Projeção Populacional por Subsistema.

Subsistema	Previsão Populacional 2019 (hab)	Previsão Populacional 2029 (hab)	Previsão Populacional Máxima até 2049 (hab)	Previsão Populacional 2049 (hab)
SS-01	2.880	2.820	2.938	2.938
SS-02	739	723	754	754
Total	3.619	3.543	3.692	3.692

9.3. 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*”.

9.4. Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas

O descritivo das estações elevatórias está nos itens a seguir.

9.4.1. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB – 001

Parte da rede coletora projetada do Subsistema 01 não poderá ser esgotada por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EEEB-002.

A EEEB-01, localizada na Rua Boa Vista com a Av. Mitsuo Ezoe, irá recalcar para o coletor tronco futuro, através da Linha de Recalque – LR-01. A área de contribuição da EEE-01 é Subsistema 01 e Subsistema 02, como pode ser observado no desenho C2-V59-T3.2-01.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2049 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 11,17 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

As características da estação elevatória em questão estão descritas na Tabela 8, a seguir:

Tabela 8. Características EEEB-01.

Vazão (L/s)	11,17
Tipo	II
DN - Linha de Recalque (mm)	110
Comprimento Linha de Recalque (m)	1.359

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

Na elevatória em questão, será instalada 01 (uma) bomba para operação e outra ficará de reserva caso ocorra algum problema mecânico com a mesma.

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

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

A implantação da EEEB-01 não está inclusa nos investimentos da SPE/PPP.

9.4.1.1. Área a Desapropriar

A estação elevatória de esgoto 01 já possui área adquirida pela SANESUL, portanto não é necessário área para desapropriação.

9.4.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB – 02

A EEEB-02, localizada na Rua Maranhão com a Rua São Pedro, irá recalcar para o Subsistema 01, através da Linha de Recalque – LR-02. A área de contribuição da EEE-02 é Subsistema 02, como pode ser observado no desenho C2-V59-T3.2-01.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2049 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 3,76 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

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

Tabela 9. Características EEEB-02.

Vazão (L/s)	3,76
Tipo	I
DN - Linha de Recalque (mm)	90
Comprimento Linha de Recalque (m)	152

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

Na elevatória em questão, será instalada 01 (uma) bomba para operação e outra ficará de reserva caso ocorra algum problema mecânico com a mesma.

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

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de

rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

A implantação da EEEB-02 não está inclusa nos investimentos da SPE/PPP.

9.4.2.1. Área a Desapropriar

A estação elevatória de esgoto 02 já possui área adquirida pela SANESUL, portanto não é necessário área para desapropriação.

10. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

10.1. Generalidades

O presente projeto tem o objetivo de apresentar uma proposta para a coleta e o tratamento de despejos líquidos para a cidade de Rio Negro.

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 Rio Negro, está prevista a implantação da ETE Rio Negro, conforme Desenho C2-V59-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 – Rio Negro

10.4.1. Memorial Descritivo

O presente memorial descritivo trata da implantação da Estação de Tratamento de Esgoto na cidade de Rio Negro (ETE – Rio Negro), situada na coordenada 709.990,00 m E e 7.850.283,00 m S.

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente à ETE-Rio Negro é de 8,18 L/s e a vazão máxima igual a 11,17 L/s, que correspondem a uma população de 3.6925 habitantes (máxima até 2049).

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

O corpo receptor do efluente da ETE Rio Negro é o Rio Negro, enquadrado como Classe 2. Este Rio possui uma vazão mínima (Q_{95}) igual a 235,16 L/s.

O processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de 85% para DBO , atendendo a capacidade de diluição do corpo receptor, conforme a legislação.

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

- Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa e Lagoa de Maturação (LA+LF+LM).

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

A qualidade dos efluentes tratados atenderão a todos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005, CONAMA 397 de 03 de abril de 2008, CONAMA 430 de Maio de 2011, e a Deliberação CECA/MS nº 36, de 27 de junho de 2012 (Conselho Estadual de Controle Ambiental do Mato Grosso do Sul).

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

Tabela 10. Características do Efluente Tratado.

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

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

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

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

Para o cálculo das unidades de tratamento foi utilizada a vazão média de 10 L/s, sendo a vazão máxima horária de 15 L/s.

O Layout do processo proposto encontra-se no desenho C2-V59-T3.2-03.

O ponto de lançamento está localizado no Rio Negro com coordenadas 709.290,00 m E e 7.852.692,00 m S.

10.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos Brutos

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

Tabela 12. Parâmetros de projeto – ETE

Taxa de Infiltração:	0,10 L/s.km
Taxa de ocupação:	2,97 hab/dom
Consumo per capita efetivo:	150 L/hab.dia
Coeficiente de retorno:	0,80
Comprimento da rede:	14,00 m/lig
K ₁ :	1,20
K ₂ :	1,50
K ₃ :	0,25
Carga per capita DBO	54 g/hab.dia
Relação DQO/DBO	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_{med} = Vazão média de esgoto, em L/s;

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

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

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

Tabela 13. 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	3.641	40	0	1.456	491	150,00	2,02	0,90	2,92	253	3,33	4,54	79	24	103	406	205	812	9	34	2	7,7	6,10E+07
2018	3.630	75	0	2.723	917	150,00	3,78	1,69	5,47	472	6,22	8,49	147	24	171	362	342	724	14	30	3	6,9	6,10E+07
2019	3.619	80	0	2.895	975	150,00	4,02	1,79	5,81	502	6,62	9,03	156	24	180	359	361	718	15	30	3	6,8	6,10E+07
2020	3.609	85	0	3.068	1.033	150,00	4,26	1,90	6,16	532	7,01	9,57	166	24	190	356	379	713	16	30	4	6,8	6,10E+07
2021	3.599	90	0	3.239	1.091	150,00	4,50	2,01	6,50	562	7,40	10,10	175	24	199	354	398	708	17	29	4	6,7	6,10E+07
2022	3.590	98	0	3.518	1.185	150,00	4,89	2,18	7,07	610	8,04	10,97	190	24	214	351	428	701	18	29	4	6,7	6,10E+07
2023	3.582	98	0	3.510	1.183	150,00	4,87	2,17	7,05	609	8,02	10,95	190	24	214	351	427	701	18	29	4	6,7	6,10E+07
2024	3.574	98	0	3.502	1.180	150,00	4,86	2,17	7,03	608	8,01	10,92	189	24	213	351	426	701	18	29	4	6,7	6,10E+07
2025	3.566	98	0	3.495	1.177	150,00	4,85	2,16	7,02	606	7,99	10,90	189	24	213	351	425	702	18	29	4	6,7	6,10E+07
2026	3.559	98	0	3.488	1.175	150,00	4,84	2,16	7,00	605	7,97	10,88	188	24	212	351	425	702	18	29	4	6,7	6,10E+07
2027	3.553	98	0	3.482	1.173	150,00	4,84	2,16	6,99	604	7,96	10,86	188	0	188	311	376	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2028	3.548	98	0	3.477	1.171	150,00	4,83	2,15	6,98	603	7,95	10,84	188	0	188	311	375	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2029	3.543	98	0	3.472	1.170	150,00	4,82	2,15	6,97	602	7,94	10,83	187	0	187	311	375	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2030	3.539	98	0	3.468	1.168	150,00	4,82	2,15	6,96	602	7,93	10,82	187	0	187	311	375	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2031	3.537	98	0	3.466	1.168	150,00	4,81	2,15	6,96	601	7,92	10,81	187	0	187	311	374	622	16	26	4	5,9	6,10E+07

Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações Atendidas (und)	Consumo Percapita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m³/dia)	Q sanitário dia maior consumo c/ k1 (L/s)	Q sanitário máximo c/ k1 e k2 (L/s)	Carga DBO doméstica (kg/dia)	Carga DBO limpa fossa (kg/dia)	Carga DBO total (kg/dia)	Concentração média DBO (mg/L)	Carga DQO (Kg/dia)	Concentração média DQO (mg/L)	Carga N-NKT (KgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Carga fósforo (kgP/dia)	Concentração média fósforo total (mgP/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
2032	3.535	98	0	3.465	1.167	150,00	4,81	2,15	6,96	601	7,92	10,81	187	0	187	311	374	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2033	3.535	98	0	3.464	1.167	150,00	4,81	2,14	6,96	601	7,92	10,81	187	0	187	311	374	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2034	3.535	98	0	3.465	1.167	150,00	4,81	2,15	6,96	601	7,92	10,81	187	0	187	311	374	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2035	3.537	98	0	3.466	1.168	150,00	4,81	2,15	6,96	601	7,92	10,81	187	0	187	311	374	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2036	3.540	98	0	3.469	1.169	150,00	4,82	2,15	6,97	602	7,93	10,82	187	0	187	311	375	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2037	3.544	98	0	3.473	1.170	150,00	4,82	2,15	6,97	603	7,94	10,83	188	0	188	311	375	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2038	3.549	98	0	3.478	1.172	150,00	4,83	2,15	6,98	603	7,95	10,85	188	0	188	311	376	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2039	3.555	98	0	3.484	1.174	150,00	4,84	2,16	7,00	604	7,96	10,87	188	0	188	311	376	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2040	3.563	98	0	3.491	1.176	150,00	4,85	2,16	7,01	606	7,98	10,89	189	0	189	311	377	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2041	3.572	98	0	3.500	1.179	150,00	4,86	2,17	7,03	607	8,00	10,92	189	0	189	311	378	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2042	3.582	98	0	3.510	1.183	150,00	4,88	2,17	7,05	609	8,02	10,95	190	0	190	311	379	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2043	3.593	98	0	3.522	1.186	150,00	4,89	2,18	7,07	611	8,05	10,98	190	0	190	311	380	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2044	3.606	98	0	3.534	1.191	150,00	4,91	2,19	7,10	613	8,08	11,02	191	0	191	311	382	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2045	3.621	98	0	3.548	1.195	150,00	4,93	2,20	7,13	616	8,11	11,07	192	0	192	311	383	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2046	3.637	98	0	3.564	1.201	150,00	4,95	2,21	7,16	618	8,15	11,12	192	0	192	311	385	622	16	26	4	5,9	6,10E+07
2047	3.654	98	0	3.581	1.206	150,00	4,97	2,22	7,19	621	8,18	11,17	193	0	193	311	387	622	16	26	4	5,9	6,10E+07



**GOVERNO
DO ESTADO**
Mato Grosso do Sul

10.4.2. Área a Desapropriar

Para implantação da ETE Rio Negro não está previsto desapropriação de área pela SPE/PPP.

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 Rio Negro.

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.

12. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

A Concepção do Sistema Proposto é apresentado no desenho C2-V59-T3.2-01.



UTM:
709.269,00 m E
7.852.692,00 m S
Q95%: 0,235 m³/s

Rio Negro

Rio Negro

ETE

ÁREA DE
EXPANSÃO 01

RUA ESTRADA PONTE NOVA

RUA JOSÉ

RUA ONESSIMO

ANTONIO FERREIRA

ANTUNES DE BRITO

CAMPO DE FUTEBOI

RUA PERABELO

RUA BOA VISTA

RUA SÃO JOÃO

RUA 7 DE SETEMBRO

RUA ARTHUR B. DOS SANTOS

RUA ARTHUR ALVES PEREIRA

RUA SANTO ANTONIO

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

RUA ESPÍRITO SANTO

RUA RIO GRANDE DO SUL

RUA RIO BRANCO

RUA 9 DE MAR

RUA CANTAREIRA

SS-01

EEEEB-01

EEEEB-02

EEEEB-04

SS-02

ÁREA DE
EXPANSÃO 02

EEEEB-03

CONVENÇÕES

- ÁREAS DE EXPANSÃO
- ÁREAS DE EXPANSÃO - ÁREA NÃO OCUPADA COM CADASTRO DE LOTES
- ÁREA DE PASSAGEM DE REDE PROJETADA PARALELA À EXISTENTE
- ÁREAS COM REDE EXISTENTE, CONFORME CADASTRO DA CONCESSIONÁRIA SANESUL
- ÁREAS COM REDE A EXECUTAR - RESPONSABILIDADE SANESUL
- LIMITE DOS SUBSISTEMAS
- COLETORES TRONCO EXISTENTES
- COLETORES TRONCO PROPOSTOS
- COLETORES TRONCO RESPONSABILIDADE SANESUL
- LINHA DE RECALQUE PROPOSTA
- LINHA DE RECALQUE EXISTENTE
- LINHA DE RECALQUE A DESATIVAR
- LINHA DE RECALQUE RESPONSABILIDADE SANESUL
- EMISSÁRIO DE GRAVIDADE EXISTENTE
- EMISSÁRIO DE GRAVIDADE PROPOSTO
- EMISSÁRIO DE GRAVIDADE A DESATIVAR
- EMISSÁRIO DE GRAVIDADE RESPONSABILIDADE SANESUL
- INTERCEPTOR - RESPONSABILIDADE SANESUL
- INTERCEPTOR EXISTENTE
- INTERCEPTOR PROJETADO
- TRAVESSIA SOBRE CORPO D'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
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO PROPOSTA
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO COMPACTA
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO EXISTENTE
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO RESPONSABILIDADE SANESUL
- ETE
- ETE
- ETE
- ETE
- ETE
- PONTO DE LANÇAMENTO



ESCALA:
Sem Escala
DATA:
ABRIL / 2019

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

Procedimento de Manifestação de Interesse - PMI

PROJETO: Sistema de Esgotamento Sanitário de Rio Negro

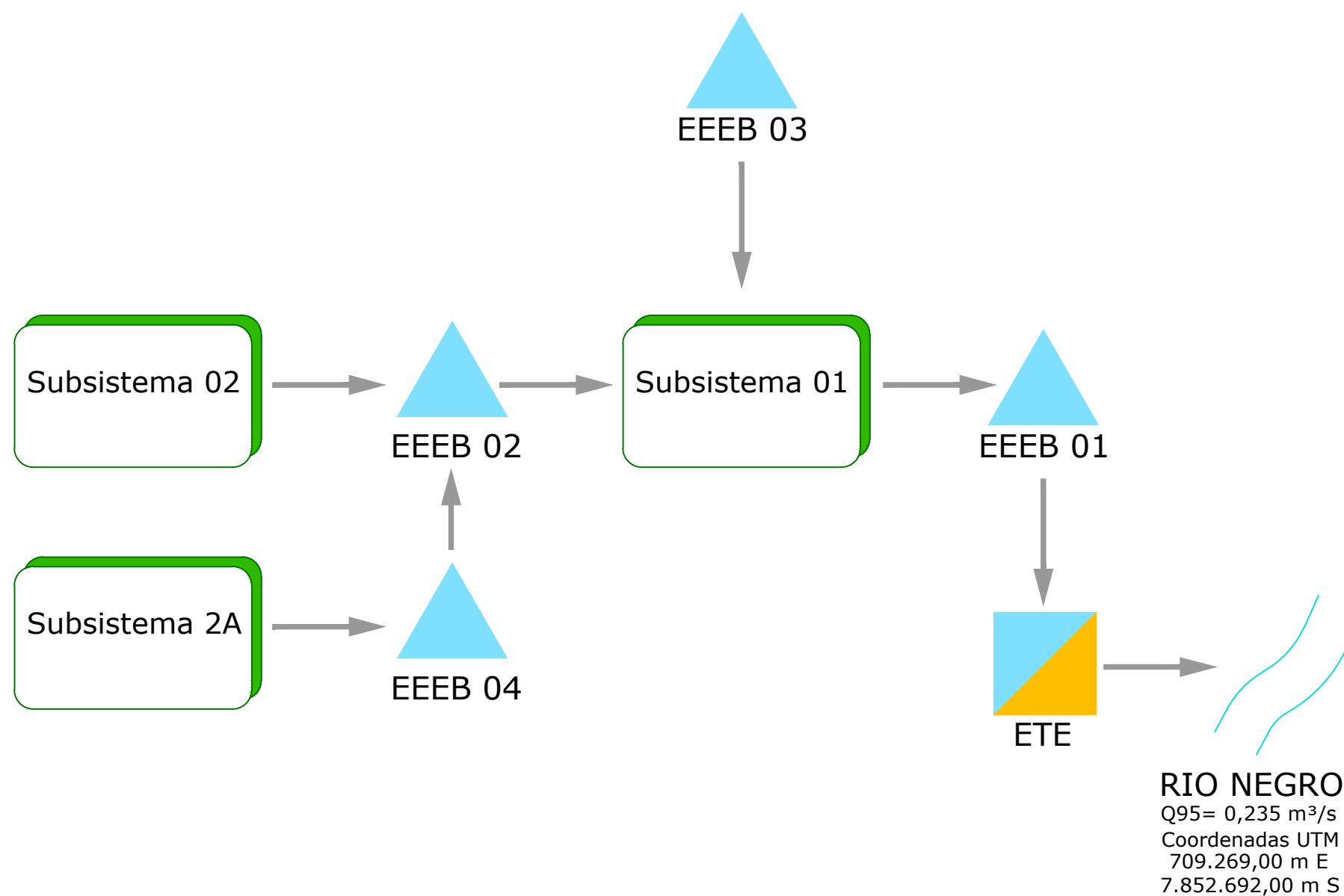
CONTEÚDO: Revisão da Concepção do Sistema Proposto

DESENHO: C2-V59-T3.2-01

REV 02

13. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO PROPOSTO

O Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto é apresentado no desenho C2-V59-T3.2-02.



CONVENÇÕES

- ▲ ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO COMPACTA
- ▲ ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO PROPOSTA
- ▲ ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO EXISTENTE
- ▲ ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO/TRATADO RESPONSABILIDADE SANESUL

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



ESCALA:
Sem Escala

DATA:
ABRIL/2019

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

Procedimento de Manifestação de Interesse - PMI

PROJETO:
Sistema de Esgotamento Sanitário de Rio Negro

CONTEÚDO:
REVISÃO DO FLUXOGRAMA DO SISTEMA PROPOSTO

REV 02

DESENHO:

C2-V59-T3.2-02

14. SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO

O Sistema de Tratamento Proposto é apresentado no desenho C2-V59-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.

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE RIO NEGRO/MS			QTD	VALOR R\$	ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	TOTAL
ITEM	PROGRAMA FÍSICO - FINANCEIRO			RS	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	ANO 11	ANO 12	ANO 13	ANO 14	ANO 15	ANO 16	ANO 17	ANO 18	ANO 19	ANO 20	ANO 21	ANO 22	ANO 23	ANO 24	ANO 25	ANO 26	ANO 27	ANO 28	ANO 29			
1	CANTEIRO DE OBRAS/ ADMINISTRAÇÃO LOCAL	1,00 ud	R\$ 2.585.460,71	RS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.418.312,60	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	7.711,84	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00 ud	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
2	IMPLANTAÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO	105,90 m	24.398,47	RS TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.398,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.398,47	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105,90 m	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
3	IMPLANTAÇÃO DE LIGAÇÃO DOMICILIAR DE ESGOTO / CRESCIMENTO VEGETATIVO	612,00 ud	237.696,21	ÍNDICE CONSTRUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	203.783,31	1.076,60	1.076,60	1.076,60	1.076,60	1.076,60	538,30	538,30	538,30	1.076,60	1.076,60	1.614,90	1.614,90	1.614,90	2.153,20	2.153,20	2.691,50	3.229,80	3.229,80	3.768,10	4.306,40	4.844,70	5.383,00
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	5.521,17	110.423,39		
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	
4	SUBSTITUIÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO	784,52 m	110.423,39	ÍNDICE CONSTRUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	39,23	784,52 m	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	
5	SUBSTITUIÇÃO DE LIGAÇÃO DOMICILIAR DE ESGOTO	60 ud	22.271,40	ÍNDICE CONSTRUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	1.113,57	22.271,40	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60 ud	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	
6	ESTÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO SANITÁRIO	0,00 ud	-	ÍNDICE CONSTRUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00 ud	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
7	LINHA DE RECALQUE	0,00 m	-	ÍNDICE CONSTRUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00 m	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
8	INTERCEPTORES/ EMISSÁRIOS	0,00 m	-	ÍNDICE CONSTRUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00 m	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
9	ESTÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	1 ud	1.809.356,50	ÍNDICE CONSTRUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ud	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00 ud	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
10	AQUISIÇÃO DE ÁREAS	0 m²	-	ÍNDICE CONSTRUÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00 m²	
				QTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00%	

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 (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
1	CANTEIRO DE OBRAS				381.314,76
	CANTEIRO DE OBRAS + ADMINISTRAÇÃO LOCAL	un	1,00	381.314,76	381.314,76
2	LIGAÇÕES DOMICILIARES				259.967,61
	LIGAÇÕES DOMICILIARES	un	549,00	371,19	203.783,31
	SUBSTITUIÇÃO DE LIGAÇÕES EXISTENTE	un	60,00	371,19	22.271,40
	LIGAÇÕES DOMICILIARES ISOLADAS	un	63,00	538,30	33.912,90
3	REDE COLETORA DE ESGOTO	m	890,42		134.821,86
	REDE COLETORA DE ESGOTO PROJETADA DN 150MM	m	0,00	140,75	-
	REDE COLETORA DE ESGOTO PROJETADA DN 200MM	m	0,00	171,68	-
	REDE COLETORA DE ESGOTO PROJETADA DN 250MM	m	105,90	230,39	24.398,47
	SUBSTITUIÇÃO DE REDE EXISTENTE	m	784,52	140,75	110.423,39
4	INTERCEPTOR DE ESGOTO	m	0,00		-
5	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO	un	0,00		-
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO I	un	0,00	124.647,61	-
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO II	un	0,00	570.075,13	-
6	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO	m	0,00		-
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN90MM C/ PAVIMENTO	m	0,00	128,19	-
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN110MM C/ PAVIMENTO	m	0,00	150,78	-
7	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO				1.809.356,50
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO				1.809.356,50
8	EMISSÁRIO	m	0,00		-
	EMISSÁRIO DN 300MM	m	0,00	279,73	-
9	AQUISIÇÃO DE ÁREAS				-
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA FAIXA DE SERVIDÃO	m²	0,00	15,00	-
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA EEE	m²	0,00	160,00	-
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA ETE	hec	0,00	35.000,00	-
TOTAL SISTEMA					2.585.460,73

RESUMO-PLANILHA ORÇAMENTÁRIA
REFERÊNCIA: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

BDI SERVIÇOS: 24,18%

DATA: 01/JAN/2018

LOCAL: RIO NEGRO/MS

BDI MATERIAIS E EQUIPAMENTOS: 14,02%

PREÇOS 01/2018 - SINAPI/MS

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	CUSTO TOTAL (R\$)
7	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	1.809.356,50
7.1	IMPLANTAÇÃO	297.522,85
7.1.1	SERVIÇOS	297.522,85
7.1.1.1	CANTEIRO DE OBRAS	129.014,45
7.1.1.2	SERVIÇOS TÉCNICOS	148.190,00
7.1.1.3	SERVIÇOS PRELIMINARES	20.318,40
7.2	ESGOTA FOSSA	-
7.2.1	SERVIÇOS	-
7.2.1.1	ESGOTAMENTO	-
7.2.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	-
7.2.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	-
7.2.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	-
7.2.1.5	INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES	-
7.2.2	EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, HIDROMECÂNICOS E DIVERSOS	-
7.2	TRATAMENTO PRELIMINAR	-
7.2.1	SERVIÇOS	-
7.2.1.1	ESGOTAMENTO	-
7.2.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	-
7.2.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	-
7.2.1.4	REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	-
7.2.1.5	IMPERMEABILIZAÇÃO	-
7.2.1.6	INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES	-
7.2.2	EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, HIDROMECÂNICOS E DIVERSOS	-
7.3	LAGOA ANAERÓBIA	75.816,95
7.3.1	SERVIÇOS	63.832,24
7.3.1.1	ESGOTAMENTO	95,55
7.3.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	24.798,89
7.3.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	23.931,04
7.3.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	14.932,86
7.3.1.5	INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES	73,90
7.3.2	MATERIAIS HIDRÁULICOS	5.391,85
7.3.3	EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, HIDROMECÂNICOS E DIVERSOS	6.592,86
7.4	LAGOA FACULTATIVA	308.221,76
7.4.1	SERVIÇOS	286.097,67
7.4.1.1	ESGOTAMENTO	95,55

RESUMO-PLANILHA ORÇAMENTÁRIA
REFERÊNCIA: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

BDI SERVIÇOS: 24,18%

DATA: 01/JAN/2018

LOCAL: RIO NEGRO/MS

BDI MATERIAIS E EQUIPAMENTOS: 14,02%

PREÇOS 01/2018 - SINAPI/MS

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	CUSTO TOTAL (R\$)
7.4.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	163.438,08
7.4.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	39.658,14
7.4.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	82.750,73
7.4.1.5	INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES	155,17
7.4.2	MATERIAIS HIDRÁULICOS	14.472,44
7.4.3	EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, HIDROMECAÑICOS E DIVERSOS	7.651,65
7.5	LAGOA DE MATURAÇÃO	722.383,00
7.5.1	SERVIÇOS	669.969,74
7.5.1.1	ESGOTAMENTO	95,55
7.5.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	499.378,56
7.5.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	45.384,64
7.5.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	125.021,45
7.5.1.5	INSTALAÇÃO DE PEÇAS E CONEXÕES	89,54
7.5.2	MATERIAIS HIDRÁULICOS	7.420,68
7.5.3	EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, HIDROMECAÑICOS E DIVERSOS	44.992,58
7.6	CALHA PARSHALL	23.359,56
7.6.1	SERVIÇOS	12.396,79
7.6.1.1	ESGOTAMENTO	38,22
7.6.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	306,71
7.6.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	9.818,16
7.6.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	2.233,70
7.6.2	MATERIAIS HIDRÁULICOS	10.962,77
7.7	INTERLIÇÃO DE UNIDADES	55.299,90
7.7.1	SERVIÇOS	4.241,03
7.7.1.1	ESGOTAMENTO	76,44
7.7.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	1.525,34
7.7.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	2.639,25
7.7.2	MATERIAIS HIDRÁULICOS	51.058,87
7.8	LABORATÓRIO	-
7.8.1	SERVIÇOS	-
7.8.1.1	ESGOTAMENTO	-
7.8.1.2	MOVIMENTO DE TERRA	-
7.8.1.3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	-
7.8.1.4	IMPERMEABILIZAÇÃO	-
7.8.2	MATERIAIS HIDRÁULICOS	-
7.9	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	146.794,54
7.9.1	SERVIÇOS	146.794,54
7.10	URBANIZAÇÃO	179.957,94
7.10.1	SERVIÇOS	179.957,94

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 –