



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL
CONSELHO GESTOR DE PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA - CGPPP
EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL S.A. - SANESUL



CADERNO 2 - MODELAGEM TÉCNICA

Estudos de Engenharia, Ambiental e Social

ITEM 2 - SISTEMA PROPOSTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Volume 15 - Bonito

REV. 01 - Entrega Final



AEGEA

Procedimento de Manifestação de Interesse
Março 2017

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	7
2.	IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DE ATENDIMENTO.....	8
3.	PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO	10
3.1.	Vazões de Contribuição	10
3.1.1.	Consumo “Per Capita” Efetivo de Água	10
3.1.2.	Vazão Média dos Esgotos, Coeficiente de Retorno Esgoto/Água	10
3.1.3.	Coeficientes de Variação de Demanda	11
3.1.4.	Vazão de Infiltração.....	11
3.1.5.	Vazão Industrial.....	12
3.1.6.	Vazão para Redes Coletoras	13
3.1.7.	Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários	14
3.1.8.	Vazão para Estações Elevatórias	14
3.1.9.	Vazão para o Sistema de Tratamento	15
3.2.	Rede Coletora	15
3.2.1.	Ligações.....	15
3.2.2.	Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede e Coletor Tronco	16
3.3.	Interceptores e Emissários por Gravidade.....	18
3.3.1.	Material das Tubulações de Interceptores e Emissários	19
3.3.2.	Poços de Visita para Interceptores e Emissários	19
3.4.	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque.....	19
3.4.1.	Cálculo do Volume do Poço de Sucção	20
3.4.2.	Dimensões Úteis	21
3.4.3.	Sistema de Redução de Danos	21
3.4.4.	Grupo Gerador	21
3.4.5.	Linhas de Recalque e Potência Consumida	22
3.5.	Características do Esgoto Bruto.....	23
4.	ESTUDO POPULACIONAL	24
4.1.	População Flutuante.....	24
4.2.	Evolução Populacional Adotada.....	26
5.	DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA	28

5.1. Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado	28
5.2. Topografia e Sondagem	29
6. REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS	30
6.1. Descritivo Técnico	30
6.2. Memorial de Cálculo	30
6.2.1. Cálculo das Vazões de Contribuição	30
6.2.2. Cálculos Hidráulicos	33
6.2.3. Observações	34
6.2.4. Desenhos	34
7. INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS	35
7.1. Interceptores	35
7.2. Emissários	35
8. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO	36
8.1. Características Gerais	36
8.2. Evolução Populacional	37
8.3. Parâmetros de Projeto	37
8.4. Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas	38
8.4.1. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 001 Marambaia Existente ..	38
8.4.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 002 Final Existente	38
8.4.3. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 003 Portal do Rio Formoso Existente	39
8.4.4. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 004 Tarumã I Existente	40
8.4.5. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 005 Tarumã II Existente	40
9. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	42
9.1. Generalidades	42
9.2. Concepção Geral do Sistema de Tratamento	43
9.3. Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE's	43
9.4. Estação de Tratamento de Esgoto, ETE Bonito	44
9.4.1. Memorial Descritivo	44
9.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos Brutos	45
9.4.1.2. Vazões de Projeto	46
9.4.2. Área a Desapropriar	49
10. ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	50

11. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO PROPOSTO.....	51
12. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO.....	53
13. COMPATIBILIDADE DE CRONOGRAMA DE OBRAS COM FOCO NOS EVENTUAIS MECANISMOS DE TRANSIÇÃO.....	55
14. METODOLOGIAS DE ESPECIFICAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS.....	57
15. ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA DETALHADO PARA A IMPLANTAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA.....	58
16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxa de Infiltração.....	12
Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.....	27
Quadro 3 - Resumo do Estudo Populacional e de Vazão.....	28
Quadro 4 - Resumo do Descritivo Técnico da Rede Coletora.....	30
Quadro 5 - Projeção Populacional por Subistema.....	37
Quadro 6 - Características EEEB-001 Marambaia.....	38
Quadro 7 - Características EEEB-002 Final.....	39
Quadro 8 - Características EEEB-003 Portal do Rio Formoso.....	40
Quadro 9 - Características EEEB-004 Tarumã I.....	40
Quadro 10 - Características EEEB-005Tarumã II.....	41
Quadro 11 - Características do Efluente Tratado.....	45
Quadro 12 - Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2).....	45
Quadro 13 - Parâmetros de projeto - ETE.....	46

LISTA DE DESENHOS

C2-V15-T3.2-01	Concepção do Sistema Proposto
C2-V15-T3.2-02	Fluxograma
C2-V15-T3.2-03	Sistema de Tratamento Proposto

1. APRESENTAÇÃO

A AEGEA apresenta, através deste documento, proposta para o Sistema de Esgotamento Sanitário de **Bonito / MS**, em cumprimento ao escopo do **PROCEDIMENTO DE MANIFESTAÇÃO DE INTERESSE - PMI Nº 01/2016** da EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL - SANESUL.

Na cidade de Bonito existe um sistema de esgotamento sanitário que atende quase a totalidade da população, sendo que uma pequena parte da população se utiliza do sistema individual de coleta e disposição do sistema de esgotamento predial. A fim de ampliar a cobertura do sistema público de coleta, transporte, tratamento e disposição final são descritos nos itens, a seguir, as adequações do sistema existente e a implementação de novas unidades, para um horizonte de projeto de 30 (trinta) anos a partir do ano de 2018.

2. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DE ATENDIMENTO

Na cidade de Bonito existe sistema de esgotamento sanitário que atende em quase a totalidade da população, sendo que apenas uma pequena parte da população 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.

O sistema de esgotamento sanitário existente é constituído de 07 Subsistemas independentes, conforme apresentado no Desenho C2-V15-T3.2-01, e no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 15).

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

Descrição dos itens	Item Correspondente	Página
a) Identificação da área do projeto e de atendimento;	2. Identificação da área do projeto e de atendimento	8
b) Bacias de esgotamento: identificação, descrição das bacias e sub-bacias propostas, tipo de sistema de esgotamento proposto, características básicas (população inicial e final de plano, contribuição, extensão de rede, outros.	4. Estudo Populacional 4.1. População Flutuante 4.2. Evolução Populacional Adotada 5. Descrição Geral da Concepção Básica 5.1. Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado 5.2. Topografia e Sondagem	24 26 28 29
c) Redes coletoras e ligações prediais.	6. Rede Coletora e ligações prediais	30
d) Interceptores e emissários.	7. Interceptores e emissários	35
e) Estações elevatórias de esgoto.	8. Estações elevatórias de esgoto	36
f) Estações de tratamento de esgoto.	9. Estações de tratamento de esgoto	42
g) Corpo Receptor.	9.4.1. Memoria descritivo	44
h) Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto.	11. Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto - Anexo2	51
i) Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário.	12. Cronograma de implantação das estruturas dos sistemas de esgoto sanitário	53
j) Critérios e parâmetros de projetos (alcance, nível de atendimento, contribuição per capita, carga orgânica por habitante, coeficientes K1 e K2 hora e dia de maior consumo, declividade mínima, materiais utilizados, diâmetro mínimo, ligações individuais, travessias e interferências, outros).	9.4.1. Memorial descritivo 3. Parâmetros e condicionantes de projeto; 3.1. Vazões de Contribuição 3.1.1 - Consumo "Per Capita" Efetivo de Água 3.5. Características do Esgoto Bruto 3.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda (K1 e K2) 3.2.2. Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede 3.3.1. Material das Tubulações de Interceptores e Emissários	44 10 23 11 16 19
k) Critérios dimensionamento de cada unidade do sistema de esgotamento sanitário: redes coletoras, coletores tronco, interceptores, emissários, estações elevatórias, estações de tratamento, e outros.	3.2.2. Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede 3.1.2. Vazão Média dos Esgotos, Coeficiente de Retorno Esgoto/Água (Rede) 3.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda 3.1.4. Vazão de Infiltração 3.1.5. Vazão Industrial 3.1.6. Vazão para Redes Coletoras 3.1.7. Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários 3.1.8. Vazão para Estações Elevatórias 3.1.9. Vazão para o Sistema de Tratamento 3.3. Interceptores e Emissários por Gravidade. 3.4. Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque 9.3. Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE's	16 10 11 12 13 14 15 18 19 43
l) Desenhos básicos das unidades que compõem o sistema de esgoto sanitário.	Anexo: layout ETE, ligação predial, Estações Elevatórias de Esgoto e Poço de Visita.	
m) Descrição do processo de tratamento de esgoto.	9.4. Estação de Tratamento de Esgoto	44
n) Compatibilidade de cronograma de obras com foco nos eventuais mecanismos de transição;	13. Compatibilidade de cronograma de obras com foco nos eventuais mecanismos de transição	55
o) Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras.	14. Metodologias de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras	57
p) Orçamento de referência detalhado para a implantação da solução proposta, preferencialmente em planilhas de custos SINAPI/SICRO atualizadas ou composição de custos unitários.	15. Orçamento de referência detalhado para a implantação da solução proposta	58

3. PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO

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

3.1. Vazões de Contribuição

3.1.1. Consumo “Per Capita” Efetivo de Água

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

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

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

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

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

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

Para efeito de dimensionamento do sistema, foi adotado um padrão de referência para contribuição de esgotos equivalente à vazão de contribuição de uma economia residencial média, com ocupação urbana de 3,02 habitantes (uma família), e que se denomina Q_{eq} , ou contribuição equivalente, correspondente a:

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

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

3.1.3. Coeficientes de Variação de Demanda

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

a) NO DIA DE MAIOR CONSUMO - K_1

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

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

b) NA HORA DE MAIOR CONSUMO - K_2

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

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

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

3.1.4. Vazão de Infiltração

A Norma NBR 9649/1986 da ABNT indica um valor com variação de 0,05 a 1,0 L/s.km como taxa de contribuição de infiltração nas redes coletoras.

São as contribuições originárias das chuvas e das infiltrações do lençol subterrâneo, que, inevitavelmente, terão acesso às canalizações de esgoto.

A quantificação dessas contribuições será realizada levando-se em conta a experiência local ou regional, uma vez que dependerão, entre outros fatores:

- Da profundidade do lençol freático;
- Do tipo de terreno em que a rede está enterrada;
- Do tipo de canalização e de suas juntas; e,
- Do tipo e vedação dos poços de visita.

A vazão de infiltração específica para 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 o Quadro a seguir:

Rede coletora	Diâmetro do coletor	Tipo de junta	Nível do lençol freático	Tipo de solo	Taxa de infiltração (L/s.km)
Tronco ou Secundária	Até 400 mm	Elástica	Abaixo do coletor	BP	0,05
				P	0,10
			Acima do coletor	BP	0,15
				P	0,30
Secundária	Até 400 mm	Não elástica	Abaixo do coletor	BP	0,05
				P	0,50
			Acima do coletor	BP	0,50
				P	1,00
Tronco	Acima de 400 mm	-----	-----	-----	1,00

BP - Solos de baixa permeabilidade

P - Solos permeáveis

Quadro 1 - Taxa de Infiltração.

Para efeito deste estudo, o valor adotado foi de 0,05 L/s.km.

3.1.5. Vazão Industrial

Este projeto não considera contribuições industriais de esgoto.

3.1.6. Vazão para Redes Coletoras

População Inicial:

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

População Final:

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

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

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

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

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

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

A estimativa da população final (P_f), para dimensionamento de redes coletoras e de interceptores, 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.

3.1.7. Vazão Pluvial Parasitária para Interceptores e Emissários

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

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

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

3.1.8. Vazão para Estações Elevatórias

Para efeito de estimativa do porte das estações elevatórias que 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 IA 0,35 a 1,30 L/s
- EEEB Tipo IB 1,31 a 2,50 L/s
- EEEB Tipo II 2,51 a 5,50 L/s
- EEEB Tipo III 5,51 a 15,00 L/s
- EEEB Tipo IV 15,01 a 30,00 L/s
- EEEB Tipo V, VI e VII 30,01 a 60,00 L/s
- EEEB Tipo VIII 60,01 a 90,00 L/s

Quanto à vazão mínima, foi considerada como sendo 25% da vazão média de projeto (K_3), excluindo a vazão correspondente à infiltração de água (Patrício Gallegos Crespo - Elevatórias nos Sistemas de Esgotos).

3.1.9. Vazão para o Sistema de Tratamento

A vazão máxima produzida normalmente é calculada da mesma forma que para as elevatórias. Entretanto, a vazão máxima afluente ao sistema de tratamento foi aqui adotada como sendo a média adicionada à vazão de infiltração, em virtude da capacidade de armazenamento do pico máximo, devido ao tempo de detenção utilizado no dimensionamento do sistema de tratamento.

3.2. Rede Coletora

3.2.1. Ligações

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

3.2.2. Critérios adotados para o Dimensionamento da Rede e Coletor Tronco

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

Fórmula de Manning:

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

Sendo:

V - velocidade (m/s)

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

RH - raio hidráulico (m)

I - declividade (m/m);

Tensão Trativa:

Para todos os trechos da rede foram verificadas as tensões trativas médias (T), não devendo a de início do plano ser inferior a 0,10 kg/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:

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

Sendo:

Q_i em L/s

$I_{\text{mín}}$ em m/m.

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

Diâmetro Mínimo:

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

Lâminas D'água:

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

Quando a velocidade final (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:

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

Controle de Remanso:

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

Recobrimento Mínimo:

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

TIPO DE PAVIMENTO

RECOBRIMENTO (m):

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

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

Declividade Mínima Construtiva:

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

3.3. Interceptores e Emissários por Gravidade

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

3.3.1. Material das Tubulações de Interceptores e Emissários

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

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

3.3.2. Poços de Visita para Interceptores e Emissários

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

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

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

No concreto deve ser utilizado cimento resistente a sulfato e $fck \geq 40$ Mpa (NBR 6118).

A armadura deve ter recobrimento interno mínimo de 20 mm e externo de no mínimo 15 mm (NBR 16085 e NBR 8890).

3.4. Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque

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

3.4.1. Cálculo do Volume do Poço de Sucção

A utilização de bombas de velocidade variável requer um volume útil menor tendo em vista a acomodação do bombeamento às vazões de chegada. Para recalque à vazão constante o volume do poço úmido foi calculado com maiores proporções para evitar partidas muito frequentes de bombeamento. 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 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).

3.4.2. Dimensões Úteis

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

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

3.4.3. Sistema de Redução de Danos

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

3.4.4. Grupo Gerador

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

3.4.5. Linhas de Recalque e Potência Consumida

O dimensionamento econômico de instalações de recalque foi feito através da fórmula de Bresse ($D=k_1 \cdot Q^{1/2}$), pois o sistema funciona durante 24 horas/dia, com Q em m³/s. A potência P consumida pelo conjunto motor-bomba (potência de entrada) expressa em CV é dada pela expressão:

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

Onde “ $\eta_b \cdot \eta_m$ ” é o rendimento “ η ” do conjunto.

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

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

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

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

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

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

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

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

3.5. Características do Esgoto Bruto

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

Na ausência de informações locais, para as demais características físicas, químicas e bacteriológicas 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.

4. ESTUDO POPULACIONAL

Foi desenvolvido um estudo demográfico, que através de uma metodologia e técnicas aprimoradas, forneceu a estimativa populacional que corresponde a cidade de Bonito, para um horizonte de projeto de 30 anos, conforme CADERNO 2, Volume 1 “*Estudo Populacional das Localidades*” do presente estudo.

Esse estudo permitiu incorporar aos trabalhos, uma visão de planejamento macro e regional, na implantação de seus serviços de esgotamento sanitário.

O objetivo deste estudo é obter a projeção demográfica da cidade, segundo a situação de domicílios urbanos, dispondo então de estimativas de usuários dos serviços de esgotamento sanitário, ao longo do horizonte de projeto.

Essas projeções são fundamentais e os avanços neste campo vão no sentido de possibilitar a construção de hipóteses de crescimento baseados tanto nas tendências experimentadas no passado, como também nos rumos mais prováveis a serem seguidos a partir de indicações do presente e expectativas futuras. Uma projeção de população é, pois, o resultado de uma série de suposições produzidas sobre as tendências futuras do crescimento populacional, ou seja, é um total numérico de uma condição hipotética que poderá ocorrer se, no futuro, os supostos inerentes ao método de projeção utilizada provar ser válido.

4.1. População Flutuante

A população residente do município de Bonito, vem sendo registrada ao longo tempo do em Censos Demográficos (IBGE), já a população flutuante não é submetida a nenhum tipo de registro, o que dificulta o conhecimento de seu volume, considerando grande parte dessa população se aloca em hotéis, colônias de férias, pensões, domicílios, campings ou similares.

O município de Bonito recebe anualmente grande quantidade de turista, o qual ao longo dos anos vem provocando saturação na rede de esgoto. Desta forma este estudo apresenta uma proposta de população flutuante, baseada em dados estatísticos e

também em outros estudos já realizados. O estudo adotado para definir teve como base - NOVA METODOLOGIA DE PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO FLUTUANTE -Rute Eduvirges Godinho.

Embora já tenha sido desenvolvida, nos fins dos anos 80, (Godinho, 1988) uma metodologia para estimar o montante da população flutuante baseada na projeção do número de domicílios segundo o tipo de ocupação (residencial ou ocasional), procurou-se desenvolver uma nova metodologia alternativa de projeção desta população com base em outras variáveis, que pudesse auxiliar e complementar as atividades.

Na busca de uma variável sintomática que pudesse auxiliar na estimativa da população flutuante do município turístico de Bonito, foram utilizados os seguintes dados:

As Planilhas dos Municípios Informações da SANESUL- SIIG dos anos de 2014, 2015 e 2016, sequência de dados per capita mensais de CONSUMO Per capita (l/hab dia) de cada ano, definimos o dia de menor consumo per capita (L/ha/dia) de cada ano e como população residente e o dia de maior consumo per capita (L/ha/dia) como população residente mais população flutuante.

A vantagem dessa metodologia é que se estima o volume total da população flutuante que se alojaria no município em domicílios particulares, ou hotéis e pousadas.

Através das funções ajustadas foram calculados os valores de mínimo e de máximo consumo para cada mês. Este cálculo é necessário para relacioná-lo com a população, calculada em base às pessoas residentes no município e em determinado meses.

$$\text{Consumo per capita} = \frac{\text{Consumo Mínimo Anual}}{\text{População Residente}}$$

$$\text{População Pico} = \frac{\text{Consumo Máximo Anual}}{\text{Consumo per capita}}$$

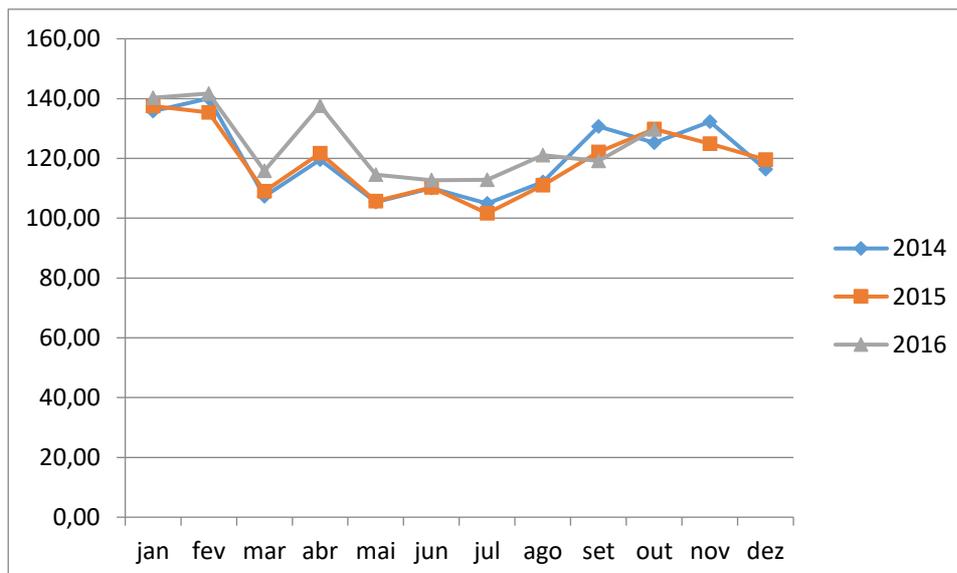


Gráfico 1. Per capita mensal

Assumindo, então, que o consumo per capita mínimo é devido a população residentes, o máximo registrado no consumo per capita quando estão no município, além dos residentes, os visitantes ou turistas que para lá se dirigem nos fins de semana, feriados ou férias, o que se chamou, aqui, de "população pico". Essa população será considerada a população flutuante máxima que se hospedará simultaneamente na cidade.

4.2. Evolução Populacional Adotada

A evolução populacional urbana adotada para a sede da localidade de Bonito, no horizonte de projeto de 30 anos, está demonstrada no quadro a seguir.

Ano	Calendário	População Urbana (hab)	População Flutuante (hab)
00	2017	18.487	5.777
01	2018	18.768	5.865
02	2019	19.042	5.951
03	2020	19.311	6.035
04	2021	19.572	6.116
05	2022	19.824	6.195
06	2023	20.070	6.272
07	2024	20.309	6.347
08	2025	20.541	6.419

09	2026	20.764	6.489
10	2027	20.979	6.556
11	2028	21.186	6.621
12	2029	21.386	6.683
13	2030	21.579	6.743
14	2031	21.755	6.798
15	2032	21.922	6.851
16	2033	22.080	6.900
17	2034	22.228	6.946
18	2035	22.366	6.989
19	2036	22.493	7.029
20	2037	22.611	7.066
21	2038	22.717	7.099
22	2039	22.812	7.129
23	2040	22.896	7.155
24	2041	22.968	7.178
25	2042	23.030	7.197
26	2043	23.079	7.212
27	2044	23.118	7.224
28	2045	23.145	7.233
39	2046	23.161	7.238
30	2047	23.165	7.239

Quadro 2 - Previsão Populacional Adotada.

5. DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO BÁSICA

Após análise dos projetos existentes, das informações contidas no Diagnóstico (Caderno 2, Volume 15), da Caracterização da Localidade (Caderno 2, Volume 15) e pelo Estudo Populacional (Caderno 2, Volume 1), além das definições estabelecidas neste documento foi possível definir a Concepção Básica da localidade de Bonito.

Nessa abordagem a previsão geral da vazão do esgoto gerado ao longo do horizonte de projeto do SES de Bonito resultou no Quadro a seguir.

Sub-Sistema	Área (ha)	População			Vazão (com infiltração)			
		2017 (hab.)	Máxima até 2047 (hab.)	Saturação (hab.)	Média Diária até 2047 (L/s)	Máxima Horária em 2017 (L/s)	Máxima Horária até 2047 (L/s)	Máxima Horária na Saturação (L/s)
SS-01	594	18.487	23.165	41.599	36,72	43,06	62,46	108,55
Total	594	18.487	23.165	41.599	36,72	43,06	62,46	108,55

Quadro 3 - Resumo do Estudo Populacional e de Vazão.

As etapas de implantação adotadas neste projeto são:

- **Imediato** - do 1º ao 2º ano (todo o esgoto coletado deverá ser tratado adequadamente);
- **Curto Prazo** - do 3º ao 10º ano, (universalização dos serviços);
- **Médio Prazo** - do 11º ao 20º ano;
- **Longo Prazo** - do 21º ao 30º ano.

5.1. Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado

Foi elaborada uma planta geral do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Bonito (desenho C2-V15-T3.2-01), onde, após as visitas de campo realizadas quando da elaboração do Diagnóstico, foram verificados e consolidados os melhores traçados para o caminhamento de interceptores / emissários e linhas de recalque bem como selecionadas as áreas destinadas à instalação das estações elevatórias de esgoto e estação de tratamento de esgoto.

Esse desenho contém todo o arranjo do sistema projetado, inclusive as bacias de contribuição, com os pontos de lançamento de esgoto bruto, com destaque para a localização dos Emissários, Linhas de Recalque, Estações Elevatórias, Sistemas Isolados e a localização da Estação de Tratamento.

5.2. Topografia e Sondagem

Para a elaboração da proposta do SES da cidade de Bonito, foram utilizados os levantamentos topográficos e sondagens disponibilizadas pela SANESUL. Na ausência destes, foram realizados levantamentos planialtimétricos com as bases disponibilizadas gratuitamente pela Mapoteca da EMBRAPA, em projeção geográfica e datum World Geodetic System 1984 (WGS84).

6. REDES COLETORAS E LIGAÇÕES PREDIAIS

6.1. Descritivo Técnico

Conforme cadastro do SANESUL, a sede municipal de Bonito possui cerca de 99% da área urbana provida de rede coletora.

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 Bonito possui atualmente 6.635 ligações prediais de esgoto (dado de outubro de 2016), no final de plano poderá atender até 23.165 habitantes (população máxima até o ano de 2047).

O quadro a seguir sintetiza as informações da rede coletora proposta.

Extensão de Rede Coletora (m)				Número de ligações totais (ud)
Existente	Em implantação/ a implantar (fora do escopo da SPE/ PPP)	Projetada	Total	
91.000	0	0	91.000	9.700

Quadro 4 - Resumo do Descritivo Técnico da Rede Coletora.

6.2. Memorial de Cálculo

As redes coletoras foram dimensionadas de acordo com o Item 3 deste Projeto “Parâmetros e Condicionantes de Projeto”.

6.2.1. Cálculo das Vazões de Contribuição

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

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

- As principais indústrias que usarão o sistema e suas características: fonte de suprimento de água, horário de funcionamento, volumes, regime de descarga de esgotos, natureza dos resíduos líquidos e existência de instalações próprias para regularização ou tratamento.
- Águas de infiltração: coeficientes a serem considerados, através de dados conhecidos ou adotados segundo as características da comunidade.

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

- Vazão de esgoto doméstico;
- Vazão de água de infiltração;

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

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

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

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

População Inicial e População Final

A estimativa da população inicial (P_i) foi feita a partir da contagem dos domicílios existentes na área de projeto, e a taxa de ocupação de 3,02 hab/domicílio, divulgada pelo IBGE para a cidade de Bonito.

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

Zonas Urbanas:

Para a população final (de saturação), será adotado adensamento de saturação = **70 hab./ha** (terrenos 12 x

30m e distância entre alinhamentos prediais opostos de 16 m).

Zonas de Expansão:

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

Vazão de Esgoto Doméstico:

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

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

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

Para início de plano:

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

Para fim de plano:

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

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;

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

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

Pi - População inicial;

Pf - População final (saturação);

K₁ - coeficiente do dia de maior consumo, 1,2;

K₂ - coeficiente da hora de maior consumo, 1,5;

L - extensão das vias públicas existentes e previstas para a área considerada, em metros.

Vazão de Água de Infiltração (Taxa de Infiltração):

Originam-se nos lençóis freáticos existentes no subsolo, bem como na percolação de água pluvial ou fluvial através de solos argilosos ou arenosos. As vazões de acréscimos serão calculadas com base no Item 3 deste Projeto “Parâmetros e Condicionantes de Projeto”.

6.2.2. Cálculos Hidráulicos

No dimensionamento foi utilizada a Equação de Chezy, com coeficiente de Manning:

$$V = 1/n \cdot RH^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Considerando n (coeficiente de atrito) 0,013 e seção plena:

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

ou

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

Sendo:

V = velocidade, m/s;

RH = raio hidráulico, m;

I = declividade, m/m;

\emptyset = diâmetro, m;

Q = vazão, m³/s.

6.2.3. Observações

No município de Bonito não existe trechos com profundidades maiores que o parâmetro sugerido pela SANESUL, conforme, Caderno de Parâmetros de Projetos - SANESUL.

6.2.4. Desenhos

As áreas contempladas de rede coletora podem ser identificadas no Desenho C2-V15-T3.2-01, em anexo.

7. INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS

Os Interceptores e Emissários necessários à coleta e afastamento dos efluentes gerados nas bacias de contribuição estão dimensionados de acordo com o Item 3 deste Projeto, “*Parâmetros e Condicionantes de Projeto*”.

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

7.1. Interceptores

O Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Bonito possui 8.848 m em tubulações de PVC DN 150 a 400 mm distribuídos em 03 interceptores.

7.2. Emissários

- ET 01 (Emissário Tratado)

Recebe o efluente da ETE Bonito, possui 325 m em tubulação de PVC DN 400 mm e tem seu lançamento no Rio Formoso, nas coordenadas UTM 560.192,00 m E e 7.661.135,00 m S Zona 21K.

8. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

8.1. Características Gerais

Todas as vezes que não é possível o escoamento dos esgotos pela ação da gravidade é necessário 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 artificias;
- O esgoto coletado tem de passar de uma bacia para outra;
- O terreno não apresenta condição satisfatória para assentamento da rede coletora (áreas alagadas, rochas, etc);
- Necessidade de elevação do esgoto coletado para unidade em cota mais elevada, como na chegada da estação de tratamento de esgoto ou na unidade de destino final.

A concepção proposta do sistema de esgotamento sanitário de Bonito prevê o atendimento satisfatório de toda a área urbana da cidade. Foram concebidos 07 Subsistemas esgotados, 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 Bonito, dos 07 Subsistemas esgotados, nenhum necessita da implantação de estações elevatórias de esgoto, pois todos já têm elevatórias existentes eficientes no sistema de transporte.

8.2. Evolução Populacional

Com a definição da Evolução Populacional apresentado no Item 4 “Estudo Populacional” deste projeto, estabeleceu-se baseado nas áreas ocupadas o número de economias atuais.

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

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

Subsistema	Previsão Populacional 2017 (hab)	Previsão Populacional 2027 (hab)	Previsão Populacional Máxima até 2047 (hab)	Previsão Populacional 2047 (hab)
SS-01	18.487	20.979	23.165	41.599
Total	18.487	20.979	23.165	41.599

Quadro 5 - Projeção Populacional por Subsistema.

8.3. Parâmetros de Projeto

As Estações Elevatórias de Esgoto e as respectivas Linhas de Recalque estão dimensionadas, de acordo com o Item 3 deste Projeto “*Parâmetros e Condicionantes de Projeto*”.

8.4. Estações Elevatórias de Esgoto Projetadas

O descritivo das estações elevatórias está nos itens a seguir.

8.4.1. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 001 Marambaia Existente

Parte da rede coletora projetada da cidade de Bonito não é esgotada por gravidade, sendo assim, será necessária a adequação da Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEB - 001 Marambaia, conforme mostra o desenho C2-V15-T3.2-01.

A EEEB-001 Marambaia localizada na Rua Cândido Luiz Braga esq. c/ Zanuncio Alves, Bairro Marambaia (Che Roga Mi) e irá recalcar para o Subsistema 02, através da Linha de Recalque - LR-01. A área de contribuição da EEEB-001 é o Subsistema 01.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2047 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 62,46 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção atende a população máxima no horizonte de projeto.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	62,46
DN - Linha de Recalque existente (mm)	Sem informação
DN - Linha de Recalque projetado (mm)	150
Comprimento Linha de Recalque (m)	1.419,00

Quadro 6 - Características EEEB-001 Marambaia

8.4.2. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 002 Final Existente

Parte da rede coletora projetada da cidade de Bonito não é esgotada por gravidade, sendo assim, será necessária a adequação da Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEB - 002 Final, conforme mostra o desenho C2-V15-T3.2-01.

A EEEB-001 Final localizada próximo ao loteamento Portal do Rio Formoso, junto à margem direita do Córrego Bonito e irá recalcar para o ETE, através da Linha de Recalque - LR-02. A área de contribuição da EEEB-002 é o Subsistema 04.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2047 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de Sem informação L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção atende a população máxima no horizonte de projeto.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	Sem informação
DN - Linha de Recalque existente (mm)	Sem informação
DN - Linha de Recalque projetado (mm)	300
Comprimento Linha de Recalque (m)	290,00

Quadro 7 - Características EEEB-002 Final

8.4.3. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 003 Portal do Rio Formoso Existente

Parte da rede coletora projetada da cidade de Bonito não é esgotada por gravidade, sendo assim, será necessária a adequação da Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEB - 003 Portal do Rio Formoso, conforme mostra o desenho C2-V15-T3.2-01.

A EEEB-003 Portal do Rio Formoso localizada Rua Nabileque, S/N, loteamento Portal do Rio Formoso e irá recalcar para o Subsistema 04, através da Linha de Recalque - LR-03. A área de contribuição da EEEB-003 é o Subsistema 05.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2047 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de Sem informação L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção atende a população máxima no horizonte de projeto.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	Sem informação
DN - Linha de Recalque existente (mm)	Sem informação
DN - Linha de Recalque projetado (mm)	100
Comprimento Linha de Recalque (m)	477,00

Quadro 8 - Características EEEB-003 Portal do Rio Formoso

8.4.4. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 004 Tarumã I Existente

Parte da rede coletora projetada da cidade de Bonito não é esgotada por gravidade, sendo assim, será necessária a adequação da Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEB - 004 Tarumã I, conforme mostra o desenho C2-V15-T3.2-01.

A EEEB-004 Tarumã I localizada na Rua do Buriti, S/N, Quadra 50 Lote 19, loteamento Tarumã e irá recalcar para o Subsistema 04, através da Linha de Recalque - LR-04. A área de contribuição da EEEB-004 é o Subsistema 06.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2047 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de Sem informação L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção atende a população máxima no horizonte de projeto.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	Sem informação
DN - Linha de Recalque existente (mm)	Sem informação
DN - Linha de Recalque projetado (mm)	100
Comprimento Linha de Recalque (m)	1.140,00

Quadro 9 - Características EEEB-004 Tarumã I

8.4.5. Estação Elevatória de Esgoto Bruto EEEB - 005 Tarumã II Existente

Parte da rede coletora projetada da cidade de Bonito não é esgotada por gravidade, sendo assim, será necessária a adequação da Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEB - 005 Tarumã II, conforme mostra o desenho C2-V15-T3.2-01.

A EEEB-004 Tarumã II localizada na Rua do Buriti, S/N, Quadra H Lote 03, loteamento Tarumã e irá recalcar para o Subsistema 04, através da Linha de Recalque - LR-05. A área de contribuição da EEEB-005 é o Subsistema 07.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2047 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de Sem informação L/s (ponto de funcionamento do conjunto motor-bomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção atende a população máxima no horizonte de projeto.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

Vazão (L/s)	Sem informação
DN - Linha de Recalque existente (mm)	Sem informação
DN - Linha de Recalque projetado (mm)	100
Comprimento Linha de Recalque (m)	580,00

Quadro 10 - Características EEEB-005Tarumã II

9. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

9.1. Generalidades

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

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

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

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

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

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

9.2. Concepção Geral do Sistema de Tratamento

O município de Bonito já possui uma Estação de Tratamento de Esgoto existente. Trata-se da ETE Bonito, conforme Desenho C2-V15-T3.2-01.

Para a escolha da tecnologia a ser utilizada levou-se em consideração a necessidade de redução das Concentrações de DBO₅, em função da capacidade de diluição do corpo receptor.

9.3. Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE's

O dimensionamento das unidades de tratamento de esgoto sanitário foi elaborado com observância da NBR 12209 da ABNT e sua atualização. Os parâmetros principais de projeto e as diretrizes para o dimensionamento dos processos de tratamento, da fase líquida do esgoto sanitário e do lodo são encontrados na citada norma.

9.4. Estação de Tratamento de Esgoto, ETE Bonito

9.4.1. Memorial Descritivo

O presente memorial descritivo trata da Estação de Tratamento de Esgoto existente na cidade de Bonito (ETE Bonito), localizada nas coordenadas (UTM): 555.607,00 m E e 7.663.874,00 m S, Zona 21K.

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente à ETE Bonito é de 46,46 L/s e a vazão máxima igual a 79,98 L/s, que correspondem a uma população de 23.165 habitantes residentes e 7.239 de população flutuante (máxima até 2047).

O tratamento existente já contempla a população máxima até final de plano em 2047, não sendo necessária a ampliação da ETE - Bonito.

O corpo receptor do efluente da ETE Bonito é o Rio Formoso, enquadrado como Classe 1. Este rio possui uma vazão mínima (Q_{95}) igual a 1.175,00 L/s.

Realizando uma análise de autodepuração do Rio Formoso concluiu-se que o processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de 93% para DBO.

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

- Reator UASB seguido de Filtro Químico e Cloração (UASB + FQ + CL).

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

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

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

Considerando somente as condições de lançamento:

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

Quadro 11 - Características do Efluente Tratado.

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

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

Quadro 12 - Condições / Padrões do corpo receptor (Classe 2)

Para o cálculo das unidades de tratamento foi utilizada a vazão média de 46,46 L/s, sendo a vazão máxima horária de 79,98 L/s.

O corpo receptor do efluente da ETE - 001 é o Rio Formoso, situada nas coordenadas (UTM): 560.192,00 m E e 7.661.135,00 m S, Zona 21K.

O Layout do processo proposto encontra-se no desenho C2-V15-T3.2-03.

9.4.1.1. Características dos Despejos Líquidos Brutos

As considerações adotadas neste projeto são:

Taxa de Infiltração:	0,05	L/s.km
Taxa de ocupação:	3,02	hab/dom
Consumo per capita efetivo:	150	L/hab.dia
Coefficiente de retorno:	0,80	
Comprimento da rede:	9,38	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/DQO	0,083	
Relação P/DQO	0,019	

Coli, Termotolerantes (estimado)	6,10E+0,7 NMP/100ml
----------------------------------	---------------------

Quadro 13 - Parâmetros de projeto - ETE.

9.4.1.2. Vazões de Projeto

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

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

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

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

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

Onde:

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

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

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

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

No quadro a seguir estão apresentadas as projeções de vazões e das principais características do afluente à Estação de Tratamento ETE Bonito, ao longo do horizonte de projeto.

Ano	Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações Atendidas (und)	Consumo Percapita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m³/dia)	Q sanitário dia maior consumo c/ K ₁ (L/s)	Q sanitário máximo c/ K ₁ e K ₂ (L/s)	Carga DBO doméstica (kg/dia)	Carga DBO limpa fossa (kg/dia)	Carga DBO total (kg/dia)	Concentração média DBO (mg/L)	Carga DQO (Kg/dia)	Concentração média DQO (mg/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
0	2017	18.487	99	5.777	24.079	7.741	150,00	33,44	3,63	37,07	3.203	43,76	63,83	1.300	44	1.345	420	2.690	840	6,10E+07
1	2018	18.768	99	5.865	24.445	7.859	150,00	33,95	3,69	37,64	3.252	44,43	64,80	1.320	44	1.364	420	2.729	839	6,10E+07
2	2019	19.042	99	5.951	24.803	7.974	150,00	34,45	3,74	38,19	3.299	45,08	65,75	1.339	44	1.384	419	2.768	839	6,10E+07
3	2020	19.311	99	6.035	25.153	8.086	150,00	34,93	3,79	38,73	3.346	45,71	66,67	1.358	44	1.403	419	2.805	838	6,10E+07
4	2021	19.572	99	6.116	25.492	8.195	150,00	35,41	3,84	39,25	3.391	46,33	67,57	1.377	44	1.421	419	2.842	838	6,10E+07
5	2022	19.824	99	6.195	25.821	8.301	150,00	35,86	3,89	39,76	3.435	46,93	68,45	1.394	44	1.439	419	2.878	838	6,10E+07
6	2023	20.070	99	6.272	26.141	8.404	150,00	36,31	3,94	40,25	3.478	47,51	69,29	1.412	44	1.456	419	2.912	837	6,10E+07
7	2024	20.309	99	6.347	26.452	8.504	150,00	36,74	3,99	40,73	3.519	48,08	70,12	1.428	44	1.473	419	2.946	837	6,10E+07
8	2025	20.541	99	6.419	26.754	8.601	150,00	37,16	4,03	41,19	3.559	48,63	70,92	1.445	44	1.489	418	2.978	837	6,10E+07
9	2026	20.764	99	6.489	27.045	8.695	150,00	37,56	4,08	41,64	3.598	49,15	71,69	1.460	44	1.505	418	3.010	837	6,10E+07
10	2027	20.979	99	6.556	27.325	8.785	150,00	37,95	4,12	42,07	3.635	49,66	72,43	1.476	0	1.476	406	2.951	812	6,10E+07
11	2028	21.186	99	6.621	27.595	8.871	150,00	38,33	4,16	42,49	3.671	50,15	73,15	1.490	0	1.490	406	2.980	812	6,10E+07
12	2029	21.386	99	6.683	27.856	8.955	150,00	38,69	4,20	42,89	3.706	50,63	73,84	1.504	0	1.504	406	3.008	812	6,10E+07
13	2030	21.579	99	6.743	28.106	9.036	150,00	39,04	4,24	43,27	3.739	51,08	74,50	1.518	0	1.518	406	3.035	812	6,10E+07
14	2031	21.755	99	6.798	28.336	9.109	150,00	39,35	4,27	43,63	3.769	51,50	75,11	1.530	0	1.530	406	3.060	812	6,10E+07
15	2032	21.922	99	6.851	28.553	9.179	150,00	39,66	4,31	43,96	3.798	51,89	75,69	1.542	0	1.542	406	3.084	812	6,10E+07

Ano	Data	População (hab)	Índice Atend. (%)	População Flutuante (hab)	População Atendida (Hab)	Ligações Atendidas (und)	Consumo Percapita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m³/dia)	Q sanitário dia maior consumo c/ K ₁ (L/s)	Q sanitário máximo c/ K ₁ e K ₂ (L/s)	Carga DBO doméstica (kg/dia)	Carga DBO limpa fossa (kg/dia)	Carga DBO total (kg/dia)	Concentração média DBO (mg/L)	Carga DQO (Kg/dia)	Concentração média DQO (mg/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
16	2033	22.080	99	6.900	28.759	9.245	150,00	39,94	4,34	44,28	3.826	52,27	76,23	1.553	0	1.553	406	3.106	812	6,10E+07
17	2034	22.228	99	6.946	28.951	9.307	150,00	40,21	4,37	44,58	3.851	52,62	76,74	1.563	0	1.563	406	3.127	812	6,10E+07
18	2035	22.366	99	6.989	29.131	9.365	150,00	40,46	4,39	44,85	3.875	52,95	77,22	1.573	0	1.573	406	3.146	812	6,10E+07
19	2036	22.493	99	7.029	29.298	9.419	150,00	40,69	4,42	45,11	3.897	53,25	77,66	1.582	0	1.582	406	3.164	812	6,10E+07
20	2037	22.611	99	7.066	29.450	9.468	150,00	40,90	4,44	45,34	3.918	53,52	78,07	1.590	0	1.590	406	3.181	812	6,10E+07
21	2038	22.717	99	7.099	29.589	9.512	150,00	41,10	4,46	45,56	3.936	53,78	78,43	1.598	0	1.598	406	3.196	812	6,10E+07
22	2039	22.812	99	7.129	29.713	9.552	150,00	41,27	4,48	45,75	3.953	54,00	78,76	1.604	0	1.604	406	3.209	812	6,10E+07
23	2040	22.896	99	7.155	29.822	9.587	150,00	41,42	4,50	45,92	3.967	54,20	79,05	1.610	0	1.610	406	3.221	812	6,10E+07
24	2041	22.968	99	7.178	29.916	9.618	150,00	41,55	4,51	46,06	3.980	54,37	79,30	1.615	0	1.615	406	3.231	812	6,10E+07
25	2042	23.030	99	7.197	29.996	9.643	150,00	41,66	4,52	46,18	3.990	54,52	79,51	1.620	0	1.620	406	3.240	812	6,10E+07
26	2043	23.079	99	7.212	30.061	9.664	150,00	41,75	4,53	46,28	3.999	54,63	79,69	1.623	0	1.623	406	3.247	812	6,10E+07
27	2044	23.118	99	7.224	30.111	9.680	150,00	41,82	4,54	46,36	4.006	54,73	79,82	1.626	0	1.626	406	3.252	812	6,10E+07
28	2045	23.145	99	7.233	30.146	9.691	150,00	41,87	4,55	46,42	4.010	54,79	79,91	1.628	0	1.628	406	3.256	812	6,10E+07
29	2046	23.161	99	7.238	30.167	9.698	150,00	41,90	4,55	46,45	4.013	54,83	79,97	1.629	0	1.629	406	3.258	812	6,10E+07
30	2047	23.165	99	7.239	30.173	9.700	150,00	41,91	4,55	46,46	4.014	54,84	79,98	1.629	0	1.629	406	3.259	812	6,10E+07

9.4.2. Área a Desapropriar

A ETE de Bonito é existente, não será necessário desapropriação.

10. ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

O objetivo deste capítulo é apresentar os descritivos dos principais serviços, materiais a serem utilizados, métodos de execução e equipamentos necessários à implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Bonito.

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.

11. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO PROPOSTO

O Fluxograma do processo de coleta e tratamento proposto é apresentado na figura a seguir.



Av. Brig. Faria Lima 1744 Cj. 71
Jd. Paulistano São Paulo SP
CEP 01451 910
Tel +55 11 3818 8150
Fax +55 11 3818 8166
www.aegea.com.br

12. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO

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



Av. Brig. Faria Lima 1744 Cj. 71
Jd. Paulistano São Paulo SP
CEP 01451 910
Tel +55 11 3818 8150
Fax +55 11 3818 8166
www.aegea.com.br

13. COMPATIBILIDADE DE CRONOGRAMA DE OBRAS COM FOCO NOS EVENTUAIS MECANISMOS DE TRANSIÇÃO

A compatibilidade de cronograma de obras, com foco nos eventuais mecanismos de transição está apresentada na figura seguinte.



Av. Brig. Faria Lima 1744 Cj. 71
Jd. Paulistano São Paulo SP
CEP 01451 910
Tel +55 11 3818 8150
Fax +55 11 3818 8166
www.aegea.com.br

14. METODOLOGIAS DE ESPECIFICAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS

A metodologia de especificação, acompanhamento e fiscalização das obras é apresentado no anexo A, ao final do Caderno 2, item 2.

15. ORÇAMENTO DE REFERÊNCIA DETALHADO PARA A IMPLANTAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA

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



Av. Brig. Faria Lima 1744 Cj. 71
Jd. Paulistano São Paulo SP
CEP 01451 910
Tel +55 11 3818 8150
Fax +55 11 3818 8166
www.aegea.com.br

16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS (Coord.), Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio.
- CHERNICHARO, C. A. L. (Coord.), Pós-Tratamento de Reatores Anaeróbios, PROSAB - 2001.
- CHERNICHARO, C. A. L., Reatores Anaeróbios, DESA/UFMG - 1997.
- CRESPO, P. G., Elevatórias nos Sistemas de Esgotos. Editora UFMG, 2001.
- CRESPO, P. G., Sistema de Esgotos. Editora UFMG, 2001.
- JORDÃO, E. P., Tratamento de Esgoto Doméstico, ABES, 5ª Edição - 2009.
- KELLNER e CLETO PIRES, Lagoas de Estabilização - Projeto e Operação, ABES - 1998
- MACINTYRE, A. J., Bombas e Instalações de Bombeamento. Editora Guanabara, 2ª edição, 1987.
- METCALF & EDDY, Wastewater Engineering - 2003.
- METCALF & EDDY, Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos. AMG Editora, 5ª Edição, 2016.
- NETTO, J. M. A., Manual de Hidráulica. Editora Edgard Blucher Ltda, 8ª edição, 1998.
- NUVOLARI, A. (Coord.), Esgoto Sanitário - Coleta Transporte Tratamento e Reuso Agrícola, Editora Edgard Blucher Ltda, 1ª Edição, 2003.
- SOBRINHO, P.A., Tsutiya, M. T., Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2ª edição, 2000.
- NBR 7229 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1993.

NBR 9648 - Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Novembro/1986.

NBR 9649 - Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1986.

NBR 12207 - Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1989.

NBR 12208 - Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1992.

NBR 12209 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /2011.

NBR 13969 - Projeto de Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas /1997.

Von SPERLING, Lagoas de Estabilização, DESA/UFMG - 2000.

AEGEA

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



Março 2017