

Projeto de
Sistema de Esgotos Sanitários do
Distrito de São José do Barreiro.
São Roque de Minas - MG

Volume I
Relatório Técnico

Maio – 2025



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
OBJETIVO.....	3
JUSTIFICATIVA	3
META FÍSICA E POPULAÇÃO ATENDIDA	3
1. INFORMAÇÕES CADASTRAIS	5
IDENTIFICAÇÃO DO PROPONENTE.....	5
IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	5
RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELO PROJETO DE ENGENHARIA	5
EQUIPE TÉCNICA	5
2. ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO	6
HISTÓRICO	6
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ACESSOS	7
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	8
ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS.....	10
3. INFRAESTRUTURA SANITÁRIA	13
4. CONCEPÇÃO DA PROPOSTA TÉCNICA.....	14
REDE COLETORA / INTERCEPTORA.....	14
IMPLANTAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	14
LOCALIZAÇÃO DA ETE E SISTEMA DE TRATAMENTO	14
GRAU DE ATENDIMENTO	15
EFICIÊNCIA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – ETE.....	15
SISTEMA CONSTRUTIVO.....	15
5. ESTUDO DAS VAZÕES DE PROJETO.....	17
ÁREA DE PROJETO.....	17
ALCANCE DE PROJETO.....	17
PROJEÇÃO POPULACIONAL	17
PARÂMETROS DE PROJETO.....	18
QUANTIFICAÇÃO DOS ESGOTOS.....	19
6. REDE COLETORA DE ESGOTOS	20
DIRETRIZES GERAIS.....	20
QUESITOS A SEREM VERIFICADOS E ATENDIDOS.....	20



DIÂMETROS MATERIAIS E EXTENSÕES	20
TENSÃO TRATIVA.....	20
DECLIVIDADE	21
VELOCIDADE DE ESCOAMENTO	21
LÂMINA D'ÁGUA	21
TRAÇADO DAS REDES COLETORAS	21
TRAVERSIAS DE OBSTÁCULOS.....	22
SISTEMATIZAÇÃO DOS CÁLCULOS	22
7. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	23
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DA ETE	23
TRATAMENTO PRELIMINAR / REATOR ANAERÓBIO / FILTRO.....	23
DISPOSIÇÃO FINAL DOS ESGOTOS TRATADOS	24
UNIDADE DE APOIO OPERACIONAL	26
INFRAESTRUTURA BÁSICA, URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO.....	26
8. ANÁLISE AMBIENTAL.....	28
IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DA BIOETE.....	28
MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL	29
CONCLUSÃO.....	29
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
10. ANEXOS	32
Planilha de dimensionamento das redes coletora de esgotos	
Memorial técnico descritivo e de cálculo do sistema de tratamento de esgoto.	
Anotação de responsabilidade técnica - ART	



APRESENTAÇÃO

O inglês *Edwin Chadwick* (Oliveira, 1989) define Saúde Pública como “um problema mais de engenharia que de medicina” e ainda que os “melhores preventivos são a drenagem, a limpeza das casas e ruas e de melhores sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário”.

O trabalho ora apresentado consta de 3 volumes: o primeiro encerra o memorial técnico justificativo, o segundo consta o planejamento físico orçamentário e especificações técnicas e o terceiro engloba as peças gráficas.

OBJETIVO

Implantar um sistema de esgotamento sanitário no distrito de São José do Barreiro, localizado no município de São Roque de Minas, MG, visando promover melhorias nas condições de saneamento básico da comunidade. A iniciativa busca coletar, transportar, tratar e dispor adequadamente os efluentes domésticos gerados na localidade, contribuindo para a preservação do meio ambiente, a proteção dos recursos hídricos da região e a promoção da saúde pública, garantindo mais qualidade de vida aos moradores do distrito.

JUSTIFICATIVA

A implantação do sistema de esgotamento sanitário no distrito de São José do Barreiro, no município de São Roque de Minas, MG, baseia-se na ausência de infraestrutura adequada para o manejo dos esgotos domésticos, o que tem resultado na contaminação do solo e dos corpos hídricos locais, comprometendo a saúde da população e o meio ambiente. A região, que se encontra em área de importância ecológica e turística, especialmente por sua proximidade com o Parque Nacional da Serra da Canastra, necessita urgentemente de ações que promovam o saneamento básico como forma de garantir o desenvolvimento sustentável, prevenir doenças de veiculação hídrica e melhorar a qualidade de vida dos habitantes.

META FÍSICA E POPULAÇÃO ATENDIDA

A meta física do projeto consiste na implantação completa de um sistema de esgotamento sanitário no distrito de São José do Barreiro, no município de São Roque de Minas/MG atendendo cerca de 1.000 pessoas, incluindo a construção de



redes coletoras de esgoto, ligações domiciliares, estação de tratamento de esgoto (ETE) e estruturas complementares necessárias para o pleno funcionamento do sistema. A proposta prevê atender 100% das residências do distrito, garantindo a coleta e o tratamento adequado dos efluentes gerados, com foco na eficiência operacional, durabilidade das instalações e conformidade com as normas ambientais e sanitárias vigentes.



1. INFORMAÇÕES CADASTRAIS

Identificação do Proponente

- Razão Social: Prefeitura Municipal de São Roque de Minas
- CNPJ: 18.306.670/0001-04
- Insc. Estadual: Isento
- Prefeito: Belchior dos Reis Faria
- Endereço: Praça Alibenides da Costa Faria, 10 Centro.
- Município/UF: São Roque de Minas - MG
- CEP: 37.928-000
- Telefax: (37) 3433-1228
- Endereço eletrônico: gabinete@saoroquedeminas.mg.gov.br

Identificação do Empreendimento

- Tipologia: Sistemas de Esgotos Sanitários
- Município/UF: São Roque de Minas – MG
- Área de abrangência: Distrito São José do Barreiro

Responsabilidade Técnica pelo Projeto de Engenharia

- Nome: **RG Construções e Imóveis Ltda.**
- Endereço: Rua dos Garimpeiros, nº 01, Bairro Centro
Vargem Bonita – MG / CEP: 37.922-00
- Telefax: (37) 9 9934-4672
- Endereço eletrônico: romulogcosta@yahoo.com.br

Equipe Técnica

- Coordenador Geral do Projeto,
Engenheiro Civil: Rômulo Gaspar da Costa
CREA-MG: 160.658/ D
- Engenheiro Civil: Bruno César da Silva Correia
CREA-MG: 160.800/D



2. ASPECTOS GERAIS DO MUNICÍPIO

Histórico

Em meados de 1965 o bandeirante Lourenço Castanho Tanque rompe a Serra do Mar, as planícies de Minas abrindo caminho e desbravando a região.

O surgimento do povoado se deu principalmente devido ao fim dos garimpos. Surgiu como na maioria dos municípios brasileiros; às margens de córregos e rios, sob a fé religiosa do povo.

De lá para cá a história de São Roque de Minas progride lentamente, faltam indústrias, vias de acesso e as condições de vida do povo são precárias.

Em 21 de março de 1990 foi promulgada a Lei Orgânica do Município que não atende em sua totalidade às necessidades do município.

O município de São Roque de Minas abriga hoje, mais ou menos 73% do Parque Nacional da Serra da Canastra, sendo, portanto, o maior referencial da região. O turismo apresenta grande expectativa de futuro, principalmente para o distrito de São José do Barreiro, que possui posição estratégica para os turistas que pretendem visitar a parte baixa do Parque Serra da Canastra e a Cachoeira da Casca d'Anta.

Localização Geográfica e Acessos

O município de São Roque de Minas está localizado no Centro-Oeste de Minas e possui extensão territorial de 2.098,99 km². São Roque de Minas limita-se com os municípios de Medeiros, Tapira, Sacramento, Delfinópolis, São João Batista do Glória, Vargem Bonita, Piumhi e Bambuí.

O distrito de São José do Barreiro localiza-se a 27 km da sede de São Roque de Minas e o acesso é realizado por estrada municipal que é pavimentada até Vargem Bonita (14 km) e o trecho entre Vargem Bonita à São José do Barreiro (13 km) é de terra.

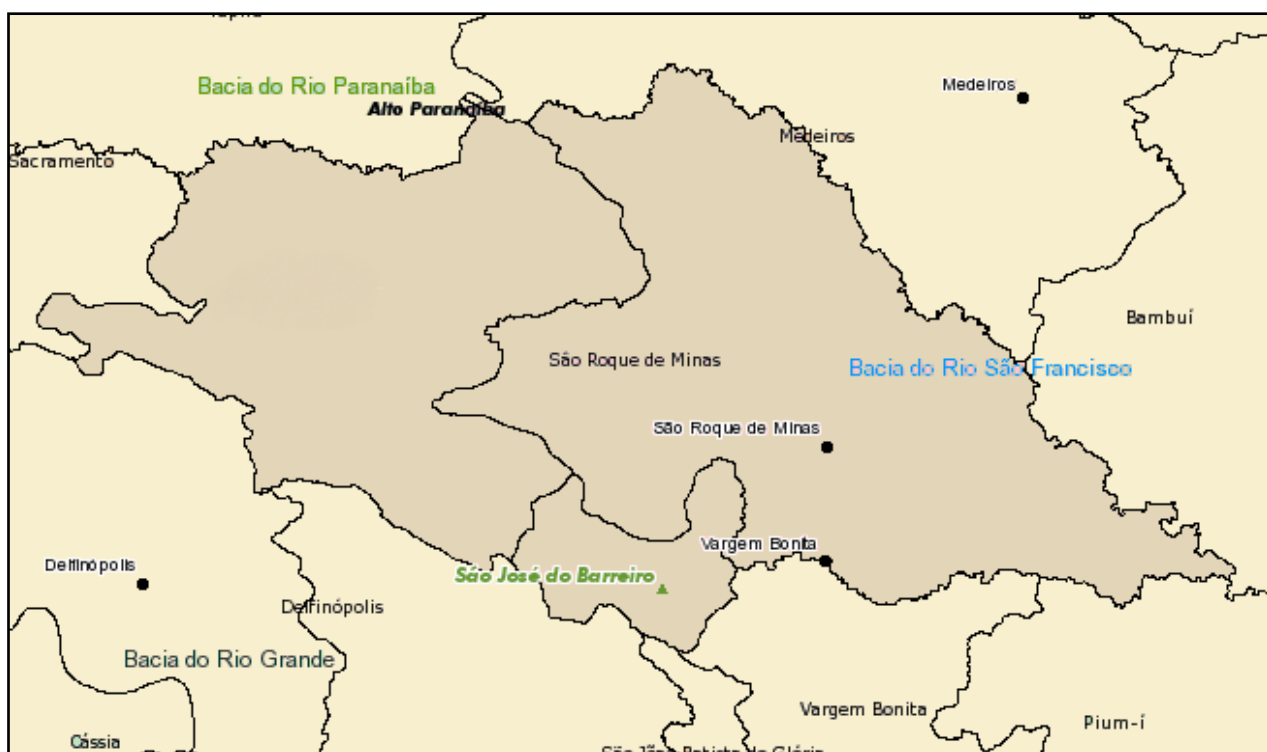


Figura 1. Localização

2.1.1. Coordenadas geográficas

As coordenadas geográficas de São José do Barreiro são:

- Latitude 20°20'40" S
- Longitude 46°29'03" O



Figura 2. Imagem de Satélite de São José do Barreiro

2.1.2. Distâncias aproximadas do município aos principais centros brasileiros

▪ Belo Horizonte.....	380 km
▪ Rio de Janeiro	780 km
▪ São Paulo.....	390 km
▪ Brasília	964 km
▪ Vitória	880 km

2.1.3. Distâncias do município às sedes municipais vizinhas

▪ Vargem Bonita	15 km
▪ Piumhi	65 km
▪ Tapira	140 km
▪ Sacramento.....	200 km
▪ Delfinópolis.....	180 Km
▪ São João Batista do Glória	140 Km

Características Físicas

2.1.4. Clima

A temperatura média anual do município é de 20,7°C, com mínima de 14,6 °C



2.1.6. Relevo e geologia

A topografia do município pode ser classificada da seguinte forma:

- Plana:30%
- Ondulada:30%
- Montanhosa:40%

O centro da cidade encontra-se a 810 metros de altitude, no centro da cidade. O ponto mais baixo do município encontra-se a 1.071 metros, na foz do Ribeirão da Parida e o mais alto a 1.485 metros, na Serra da Canastra.

Geologicamente a região em estudo situa-se na extremidade sudoeste (SW) da porção meridional do cráton do São Francisco, onde afloram rochas carbonatadas, pelíticas e raros conglomerados que constituem a base estratigráfica no limite sul dos afloramentos do grupo pré-cambriano Bambuí (Muzzi Magalhães, 1989), que se encontra em contato discordante com rochas do embasamento granito-gnáissico a leste, e com os filitos e quartzitos do grupo Canastra, através de falha inversa ou de empurrão a oeste. Sobrepostas às rochas do embasamento, repousam as rochas do Grupo Bambuí, representadas por uma extensa cobertura metassedimentar, composta por uma mega sequência pelito-carbonatada (subgrupo Paraopeba) anterior às sequências siliclásticas de seu topo (Formação Três Marias) de idade Neoproterozóica (Dardenne, 1978). Ocorrendo rochas metassedimentares pelíticas e carbonáticas intercaladas. Com isso, sugere-se a uma correlação com a formação Sete Lagoas, pois, em quase toda a região, observa-se uma sequência litológica de calcários dolomíticos sobrepostos a calcários calcíticos. Intercalados entre os dois, há por vezes um nível métrico de calcário dolomítico estromatolítico (Lopes, J. N. 1995).

Aspectos Socioeconômicos

2.1.7. População

Apresenta-se a seguir o quadro evolutivo da população de São Roque de Minas:

**População residente**

ANO	URBANA	RURAL	TOTAL
1970	1.658	5.485	7.143
1980	2.417	4.024	6.441
1991	2.755	3.568	6.323
2000	3.728	2.598	6.326
2010	4.063	1.776	5.839
2022	4.955	2.174	7.129

Fonte: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Segundo dados do IBGE a população no ano de 2022 do distrito de São José do Barreiro era de 600 habitantes e, de acordo com informações da prefeitura, a população flutuante é de aproximadamente 450 pessoas.

2.1.8. Educação

Segundo dados do IBGE, do ano de 2021, o município de São Roque de Minas possuía sete escolas de ensino fundamental e três escolas de ensino médio. O número de matrículas no ensino fundamental era de 805 alunos e no ensino médio de 269 alunos.

2.1.9. Saúde

Segundo dados do IBGE de anos anteriores e registros mantidos até 2023, o município de São Roque de Minas possui seis estabelecimentos de saúde públicos, incluindo um hospital com leitos e clínicas ambulatoriais.

2.1.10. Economia

A economia do município tem como base a agropecuária, onde se encontra a maior parcela da população empregada. No distrito de São José do Barreiro destaca-se também o turismo.

Segundo dados de 2021, o PIB do município a preços correntes é de R\$ 277.863.000,00, o PIB per capita é de R\$ 45.519,05, e a remuneração nominal média mensal formal é de R\$ 2.128,82.

2.1.11. Transportes

O transporte rodoviário é a principal via de acesso à São Roque de Minas. As principais rodovias de acesso ao município são a BR-354 e MG-050.

2.1.12. Aspectos gerais e turísticos específicos da São José do Barreiro

São José do Barreiro é um distrito de São Roque de Minas. São Roque de Minas está localizado a 322 km da capital do estado. São trinta km de São Roque



até o distrito de São José do Barreiro. O acesso à localidade é realizado por rodovia asfaltada. A partir de Belo Horizonte, o acesso pode ser feito através das Rodovias: BR-354 e MG-050. A partir de São Roque (município ao qual São José do Barreiro pertence), são mais 30 km, sendo os últimos 15 km de estrada de cascalho bem conservada.

São José do Barreiro é a primeira localidade do Alto São Francisco, entre as Serras da Canastra e Babilônia. Localizada a apenas 09 km da portaria de nº 4 do Parque Nacional da Serra da Canastra, é a entrada para um dos principais atrativos do Parque, a cachoeira Casca D'Anta, a primeira grande queda do Rio São Francisco que impressiona com seus 186m de altura.

Alguns dos seus atrativos são: as praias de rio do Velho Chico, o paredão da Canastra que em alguns pontos atinge 400 m de altura, as cachoeiras da Lavra e Lavrinha, mirantes da Serra da Babilônia, trilhas para caminhadas e fazendas antigas, onde é possível sentir o gostinho das tradições das famílias do interior de Minas. Seus moradores são muito simples e hospitaleiros e vivem da pecuária familiar, pequenas culturas agrícolas e hoje em dia, do turismo, na forma de pousadas, serviços e produtos artesanais.

Até 1992 a comunidade dependia principalmente do garimpo de diamantes, atividade hoje proibida devido à decretação do Parque e da necessidade de preservação desta região com tanta importância histórica e ambiental. Sua população é de aproximadamente 600 habitantes, incluindo aí os que vivem nas fazendas dos arredores. Sua infraestrutura é modesta e conta com posto de saúde, escola estadual, armazéns, uma pequena loja de artesanato, lanchonetes, bares e algumas pousadas e restaurantes de charme.

Sua parte cultural é baseada nas antigas tradições como a Folia de Reis e as festas religiosas comuns do interior brasileiro. Sua gastronomia baseia-se na tradicional culinária mineira, destacando-se a Carne à Moda (ou carne de lata), a Galinhada e principalmente o pão de Queijo e o famoso Queijo Canastra. O clima é ameno com a estação de chuvas indo de novembro a janeiro.



3. INFRAESTRUTURA SANITÁRIA

Os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário na sede municipal são operados pela Copasa e atendem a 98% da população urbana.

No Distrito de São José do Barreiro os serviços de água e esgotos são operados pelo município e em breve serão transferidos para o SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto, com previsão para entrar em funcionamento juntamente com o sistema de esgotos sanitários ampliado. Atualmente a localidade conta apenas com rede coletora em 56% de seu arruamento local.

Os serviços referentes aos resíduos sólidos urbanos são de responsabilidade do município, que realiza coletas de lixo na sede e no distrito e transportados à usina de triagem, reciclagem, compostagem e aterro sanitário, localizada na sede municipal.



4. CONCEPÇÃO DA PROPOSTA TÉCNICA

Rede Coletora / Interceptora

O distrito São José Barreiro conta com 56% de rede coletora distribuída num plano de escoamento bem definido em apenas uma bacia de contribuição. Será necessária a implantação do complemento das redes coletoras nos logradouros ainda não contemplados com este benefício.

Implantação da Estação de Tratamento de Esgotos

Conforme descrito anteriormente, a localidade não conta com estação de tratamento de esgotos, portanto foi proposta a implantação de uma estação de tratamento com capacidade para atender a 100% da área urbana da localidade.

A modalidade de tratamento de esgotos que será adotada prevê a construção/instalação de unidade de tratamento preliminar, reatores anaeróbios seguidos por filtros biológicos, valas de infiltração e finalmente uma unidade de apoio operacional.

A Estação de Tratamento de Esgotos será do tipo compacta e modular, do modelo BIOETE. Esse sistema caracteriza-se por baixo custo de implantação e operação, facilidade de manutenção e alta eficiência na remoção de carga orgânica, estando de acordo com os princípios da Resolução CONAMA nº 430/2011 e da NBR 13969/1997. O sistema proposto permite o tratamento local dos esgotos, sem necessidade de lançamento em corpos hídricos, promovendo a disposição final no solo por infiltração controlada, atendendo aos critérios de proteção ambiental e sanitária definidos pela legislação vigente.

Localização da ETE e Sistema de Tratamento

Em visita técnica à área de abrangência do projeto, técnicos da prefeitura local e consultoria, em conjunto, definiram que Estação de Tratamento de Esgotos deva ser implantada ao final da Rua Dr. Wander de Almeida Vasconcelos equina com Rua Nossa Senhora Aparecida, em uma área mais afastada e distante a mais de 200 m da última residência existente no distrito.

Diante da falta de alternativas de locação da ETE, optou-se pela implantação do sistema de tratamento de esgotos descrito no item anterior, que se constitui num sistema compacto e, portanto, compatível com restrita disponibilidade de área que



se apresenta.

Grau de Atendimento

A implantação do presente projeto propiciara atendimento a 100% da população urbana do distrito no tempo estabelecido no horizonte de projeto.

Eficiência da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE

Estima-se, com base em dados de desempenho operacional fornecidos pelo fabricante BIOSAN e por experiências consolidadas em sistemas similares, que a Estação de Tratamento de Esgoto do tipo BIOETE a ser implantada apresenta uma **eficiência média de até 85% na remoção da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)**, quando operando em condições normais de carga e vazão. Esse desempenho está em conformidade com os parâmetros exigidos pela **Resolução CONAMA nº 430/2011**, que estabelece condições, parâmetros, padrões e diretrizes para o lançamento de efluentes tratados. A eficiência elevada se deve à integração sequencial de processos físicos e biológicos, incluindo **gradeamento, reatores anaeróbios, filtros biológicos aeróbios e valas de infiltração**.

O sistema modular permite o monitoramento de qualidade do efluente em pontos de coleta intermediários e finais, contribuindo para o controle contínuo da eficiência. O efluente tratado é disposto no solo por meio de valas de infiltração, **eliminando a necessidade de lançamento em corpos hídricos**, o que contribui para a proteção dos recursos hídricos superficiais e do ambiente natural da localidade.

Sistema Construtivo

A Estação de Tratamento de Esgotos adotada é do tipo **compacta, modular e pré-fabricada**, modelo **BIOETE – BIOSAN**, com componentes estruturais fabricados em **polietileno de alta densidade (PEAD) ou polipropileno (PP)**, materiais que apresentam elevada resistência química, estrutural e à radiação UV. A escolha desse sistema construtivo atende às diretrizes da **ABNT NBR 12209/2011** (Sistemas individuais de tratamento de esgoto sanitário) e **NBR 13969/1997** (Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos).

A adoção de estruturas modulares em materiais termoplásticos industriais, em



substituição ao tradicional concreto armado, proporciona inúmeras vantagens, como:

- Maior agilidade de instalação;
- Redução de mão de obra especializada;
- Estanqueidade total e baixo risco de infiltração/contaminação do solo;
- Baixa manutenção e longa vida útil;
- Possibilidade de realocação do sistema, se necessário.

A concepção construtiva contempla ainda berços de apoio em concreto armado e tampas técnicas para acesso e inspeção das unidades operacionais, conforme instruções técnicas do fabricante e boas práticas de engenharia sanitária. A instalação do sistema deverá seguir o projeto executivo e os manuais técnicos fornecidos pela BIOSAN, observando as condicionantes ambientais e sanitárias locais.



5. ESTUDO DAS VAZÕES DE PROJETO

Área de Projeto

A partir das diretrizes, oficiais e observadas, para o crescimento do Distrito São José do Barreiro, admitiu-se que a área a ser atendida pelo sistema de esgotos sanitários, ou seja, a área de projeto compreenda o interior de seu perímetro urbano estimado no horizonte de projeto estabelecido. Esta consideração é favorável e a favor da segurança, em função da tendência de expansão observada na localidade.

Alcance de Projeto

O projeto do sistema de esgotos sanitários de São José do Barreiro foi desenvolvido para um horizonte de projeto de 20 anos. Considerou-se como início e fim de plano os anos de 2.025 e 2.045 respectivamente.

Projeção Populacional

Apresenta-se a seguir o estudo de projeção populacional admitido na elaboração deste projeto, que utiliza o modelo geométrico de projeção populacional descrito a seguir:

$$Y(T) = Y_0(1 + i)^{T-T_0}$$

Onde,

Y(T) – Estimativa da população no ano T

Y₀ – População no ano zero (600 habitantes)

i – Taxa de crescimento populacional: 0,88%

T₀ – Ano zero (2.025)

T – Ano de fim de plano (2.045)

A partir destas informações elaborou-se o quadro de projeção populacional apresentado a seguir:

**Quadro de Projeção Populacional**

Ano	População urbana	Ano	População urbana	Ano	População urbana
2025	600	2033	642	2041	689
2026	605	2034	648	2042	695
2027	610	2035	654	2043	701
2028	615	2036	659	2044	707
2029	620	2037	665	2045	713
2030	626	2038	671		
2031	631	2039	677		
2032	637	2040	683		

Em consequência do turismo regional admitiu-se que a população de projeto, em fim de plano corresponda à soma da população fixa em final de plano, conforme tabela acima, acrescida da população flutuante, estimada pela Secretaria Municipal de Turismo e Cultura em 450 turistas que visitam o distrito, situação está que ocorre em nos finais de semana e feriados.

Parâmetros de Projeto

- População 713 habitantes
- População flutuante 450 habitantes
- População de projeto 1.163 habitantes
- Alcance do projeto ano 2.045
- Consumo “*per capita*” de água $q = 150,00 \text{ L/hab./dia}$
- Coeficiente de retorno..... $c = 0,80$
- Coeficiente do dia de maior descarga $K_1 = 1,2$
- Coeficiente da hora de maior descarga..... $K_2 = 1,5$
- Coeficiente da hora de menor descarga..... $K_3 = 0,5$
- Taxa de infiltração permanente $i = 0,00010 \text{ L/s/m}$
- Extensão da rede $L = 4.110 \text{ m}$
- DBO “*per capita*” $54 \text{ g DBO/hab./dia}$



Quantificação dos esgotos

5.1.1. Vazões sem infiltração

Vazão média (Q_M)

$$Q_M = \frac{P \times q \times c}{86.400} = \frac{1.163 \times 150 \times 0,8}{86.400} = 1,61 \text{ L/s}$$

Vazão mínima (Q_m)

$$Q_m = K_3 \times Q_M = 0,50 \times 1,61 = 0,81 \text{ L/s}$$

Vazão máxima diária (Q_{MD})

$$Q_{MD} = K_1 \times Q_M = 1,20 \times 1,61 = 1,93 \text{ L/s}$$

Vazão máxima horária (Q_{MH})

$$Q_{MH} = K_1 \times K_2 \times Q_M = 1,20 \times 1,50 \times 1,61 = 2,90 \text{ L/s}$$

5.1.2. Vazão de infiltração

$$Q_{inf} = L \times q = 4.110 \times 0,00010 = 0,41 \text{ L/s}$$

5.1.3. Vazões com infiltração

Vazão mínima ($Q_{mín}$)

$$Q_{mín} = Q_m + Q_{inf} = 0,81 + 0,41 = 1,22 \text{ L/s}$$

Vazão média ($Q_{méd}$)

$$Q_{méd} = Q_M + Q_{inf} = 1,61 + 0,41 = 2,02 \text{ L/s}$$

Vazão máxima diária ($Q_{máx-d}$)

$$Q_{máx-d} = Q_{MD} + Q_{inf} = 1,93 + 0,41 = 2,34 \text{ L/s}$$

Vazão máxima horária ($Q_{máx-h}$)

$$Q_{máx-h} = Q_{MH} + Q_{inf} = 2,90 + 0,41 = 4,31 \text{ L/s}$$



6. REDE COLETORA DE ESGOTOS

Diretrizes Gerais

Para o atendimento total da localidade serão construídos alguns trechos de redes coletoras de esgotos num total de 873 metros de extensão, que somados aos 3.237 metros existentes totalizarão 4.110 metros.

Todas as tubulações de rede coletora projetada e existente funcionarão sob o regime de condutos livres.

Quesitos a Serem Verificados e Atendidos

- Tensão Trativa mínima $T_t > 1,0 \text{ Pa}$
- Vazão mínima de cálculo $1,5 \text{ L/s}$
- Velocidade máxima na rede $5,0 \text{ m/s}$
- Lâmina d'água máxima 75%
- Distância máxima entre PV's 80 m
- Tubo de queda $\geq 0,50 \text{ m}$

Diâmetros Materiais e Extensões

A rede coletora de esgotos foi dimensionada de acordo com as normas e especificações brasileiras e prevista a utilização apenas do diâmetro 150 mm com extensão de 873 metros.

Tensão Trativa

Para todos os trechos da rede coletora e interceptora foram verificadas as tensões trativas médias, sendo o valor mínimo admitido igual a 1,0 Pa, valores esses impostos para garantir as condições de auto limpeza.

As tensões trativas (T_t), foram calculadas através das seguintes expressões matemáticas:

$$T_t = \delta \times R_H \times l$$

$$R_H = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right)$$

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left(1 - 2 \frac{y}{D} \right)$$

$$\frac{y}{D} = K \left\{ \sin \left[\frac{\pi}{180} (53 + 100K) \right] \right\}^{\left(-\frac{1}{6} \right)}$$



$$K = \operatorname{tg} \left[\frac{\pi}{180} \left(\frac{4961,5 \times n \times Q}{D^{\frac{8}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}} \right)^{0,493} \right]$$

Obs.: o fator $\frac{\pi}{180}$ é utilizado para converter o argumento das funções trigonométricas de graus para radianos.

Onde:

δ = peso específico do esgoto = 10^4 N/m^3 ;

I = declividade do trecho (m/m);

D = diâmetro da canalização;

y = altura da lâmina d'água;

Q = vazão no trecho;

n = coeficiente de *Manning* = 0,013.

Declividade

As declividades mínimas das tubulações foram definidas de forma a atender simultaneamente os critérios tensão trativa maior ou igual a 1,0 Pa e lâmina d'água menor ou igual a 75%.

A declividade máxima é aquela que proporciona velocidade de escoamento igual a 5,0 m/s.

Velocidade de Escoamento

A velocidade de escoamento do esgoto em tubulação de seção circular foi avaliada pela expressão:

$$V = \frac{8Q}{D^2(\theta - \operatorname{sen}\theta)}$$

Lâmina D'Água

As lâminas d'água foram calculadas a partir do pressuposto de escoamento em regime uniforme e permanente, e seus valores expressos em percentuais do diâmetro da tubulação. No presente dimensionamento o percentual máximo admitido é 75%.

Traçado das Redes Coletoras

As definições do reticulado e da linha que representam os traçados da rede



coletora foram determinadas em campo através do levantamento planialtimétrico elaborado exclusivamente para este fim.

Travessias de obstáculos

Após o traçado da rede coletora verificou-se a inexistência de obstáculos a vencer com obras especiais de travessias.

Sistematização dos Cálculos

De acordo com o traçado das tubulações e a formulação matemática apresentada, elaboraram-se planilhas de dimensionamento da rede coletora de esgotos apresentadas em anexo.



7. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Caracterização da Área da ETE

7.1.1. Titularidade do terreno

O terreno necessário à implantação da ETE pertence à municipalidade e apresenta-se livre e disponível para implantação do pretendido empreendimento.

7.1.2. Acessibilidade

O acesso ao local da ETE é realizado através do próprio arruamento do distrito especificamente ao final da Rua Dr. Wander de Almeida Vasconcelos equina com Rua Nossa Senhora Aparecida.

7.1.3. Riscos de inundação

A área escolhida para implantação da ETE situa-se em cota topográfica bem acima do nível máximo de enchente do Córrego “Sem Nome”, cota 853,00 verificada no local, por ocasião da elaboração dos levantamentos topográficos.

7.1.4. Prospecção geotécnica

Realizou-se a investigação geotécnica na área da futura ETE de São José do Barreiro com dois propósitos distintos. O primeiro é a sondagem à percussão “SPT” para fins de dimensionamento das fundações das unidades integrantes da ETE. O segundo é a determinação da permeabilidade do solo para dimensionamento das bacias de infiltração, técnica adotada neste projeto para disposição dos esgotos tratados no solo. Apresentam-se em apenso os boletins referentes à investigação geotécnica realizada pela Empresa Coplan Ltda

Tratamento Preliminar / Reator Anaeróbio / Filtro

Os processos de tratamento preliminar, reator anaeróbio e filtro biológico adotados para esta etapa do Sistema de Esgotamento Sanitário foram dimensionados com base na solução padronizada fornecida pela fabricante do sistema BIOETE – BIOSAN.

Os cálculos hidráulicos, sanitários e as especificações técnicas referentes à unidade de tratamento seguem integralmente o Relatório Técnico da fabricante, o qual contempla as características operacionais, parâmetros de dimensionamento,



fluxogramas de processo, volumes úteis, tempo de retenção hidráulica, carga orgânica aplicada, perdas de carga e demais requisitos técnicos normativos aplicáveis à tipologia da estação.

Para fins de rastreabilidade, verificação técnica e validação do projeto, o referido Relatório Técnico encontra-se anexo a este documento e deverá ser considerado como parte integrante do presente relatório de implantação.

Disposição Final dos Esgotos Tratados

7.1.5. Bacias de Infiltração

Os esgotos tratados serão dispostos no solo de forma controlada através de bacias de infiltração, técnica que combina outras duas mais usuais de disposição de efluente no solo que são: valas de infiltração e sumidouros, ambas consagradas na literatura técnica especializada.

As bacias de infiltração apresentam profundidades rasas, idênticas a das valas de infiltração, e seções horizontais avantajadas, correspondente a grandes sumidouros. Seu propósito é reter o volume de esgotos produzido num dia, e com o fluxo de esgotos interrompido, durante certo número de dias, convenientemente determinado, propiciar sua infiltração em taxa compatível com a permeabilidade do solo local.

A infiltração de esgotos tratados no solo promove tratamento adicional do efluente, decorrente de sua percolação em meio poroso onde ocorrerá sua depuração por processos físicos (retenção de sólidos), químicos (adsorção) e bioquímicos (oxidação).

7.1.6. Aspectos Construtivos

Através de serviços de terraplenagem será estabelecido um platô onde serão implantadas as bacias de infiltração, será buscada uma solução de terraplenagem equilibrada de corte e aterro para minimizar bota fora e importação de material para aterro. Estabelecido o platô serão abertas as bacias e disposição dos materiais especificados para obra que são: pedra britada nº 2, rachão de pedra, manta geotêxtil e material hidráulico conforme detalhado em projeto. Finalmente a obra será protegida contra erosão, através da inserção de elementos de drenagem pluvial tais como canaletas, descidas d'água, caixas de passagem, tubulações e



dissipador de energia nos pontos de lançamento das águas coletadas.

7.1.7. Permeabilidade do Solo

Determinou-se “in situ” a permeabilidade do solo destinado à disposição final dos efluentes que serão tratados na ETE de São José do Barreiro, cuja mediana dos resultados obtidos é de $8,3 \times 10^{-5}$ cm/s correspondente a 71,55 L/m²/dia. Este valor foi aplicado ao dimensionamento das bacias de infiltração a seguir demonstrado. Os cálculos da permeabilidade dos solos, a partir das informações obtidas nos ensaios de permeabilidade em furos de sondagem com carga constante, foram realizados com o emprego da equação a seguir apresentada, cuja demonstração pode ser verificada na referência bibliográfica nº 14

$$K = \frac{Q}{2 \times \pi \times L \times H} \times LN \left(\frac{2 \times L}{D} \right)$$

Onde:

Q: vazão de água empregada no ensaio

L comprimento do trecho ensaiado

H altura da coluna d'água acima do trecho ensaiado

D diâmetro do furo de sondagem

7.1.8. Dimensionamento do sistema de infiltração no solo

- Comprimento das bacias 15,00 m
- Largura das bacias 15,00 m
- Espessura do lastro de brita (inferior) 20,0 cm
- Espessura da camada de rachão 1,10 m
- Espessura da camada de terra de recobrimento 20,0 cm
- Altura útil (rachão + brita) 1,30 m
- Altura total da bacia 1,50 m
- Volume total da bacia 292,50 m³
- Volume da camada de rachão 247,50 m³
- Volume da camada de brita 45,00 m³
- Índice de vazios do rachão 45%
- Índice de vazios da brita 40%
- Volume útil da camada de rachão 111,38 m³
- Volume útil da camada de brita 18,00 m³



- Volume útil total por bacia 129,38 m³
- Volume útil total das 4 bacias 517,52 m³
- Superfície de infiltração por bacia 326,40 m²
- Superfície de infiltração total (4 bacias) 1.305,60 m²
- Coeficiente de permeabilidade do solo 71,55 L/m². dia
- Volume infiltrado em um dia (4 bacias) 93,48 m³
- Vazão de projeto da ETE 150,00 m³/dia
- Déficit volumétrico aparente 56,52 m³
- Tempo máximo de retenção 3,45 dias
- Número de bacias de infiltração 4 un.
- Taxa de aplicação resultante 114,9 L/m². dia

Unidade de Apoio Operacional

Esta edificação destina-se a promover o apoio operacional da ETE. Ela é composta de laboratório para algumas análises físico-químicas, instalação sanitária, ferramentaria e área de tanque e totaliza 17 m².

Sob o aspecto construtivo, a unidade de apoio será constituída de paredes em alvenaria de blocos de concreto, cobertura com telhas de barro tipo colonial, piso em ardósia e esquadrias metálicas. Os revestimentos, tanto interno quanto externo, serão do tipo reboco paulista pintura látex sem massa corrida.

As paredes internas da instalação sanitária receberão também um barrado de azulejo branco.

Infraestrutura Básica, Urbanização e Paisagismo.

7.1.9. Infraestrutura Básica

O empreendimento contará com a infraestrutura básica tal como abastecimento de água, energia elétrica, via de acesso que permitirá o tráfego de veículos, mesmo nos períodos chuvosos do ano e vias de circulação interna asfaltada.

7.1.10. Isolamento da Área

O controle de acesso de veículos e pessoas às unidades do empreendimento será exercido com a implantação de uma cerca perimetral de arame farpado e mourões de concreto, contendo ainda escoras nas mudanças de alinhamento e também junto aos portões. Ao longo desta cerca serão plantadas mudas de sansão



do campo a cada 50 centímetros para composição paisagística e impedir o acesso de pessoas estranhas e de animais sinantrópicos.

7.1.11. Elementos a serem implantados

Visando harmonizar a ETE com o meio na qual estará inserida, além de dotá-la de elementos que lhes forneçam condições ideais de operação, foi proposta a inclusão dos elementos de urbanização e paisagismo descritos a seguir:

- Passeio cimentado em volta das unidades;
- Área de circulação interna e pista de acesso asfaltada;
- Cerca de arame farpado e mourões de concreto;
- Cerca viva com plantio de Sansão do Campo;
- Portões para veículos e para pedestres;
- Grama para proteção dos taludes;



8. ANÁLISE AMBIENTAL

Impactos Ambientais Decorrentes da Implantação da BIOETE

Em geral, os principais impactos ambientais decorrentes da implantação e operação de ETE's são:

Na fase de implantação:

- Para implantação do projeto será necessário que a PREFEITURA local disponibilize a área onde será instalado o sistema BIOETE, contudo, no presente caso não haverá a necessidade de desalojamento de pessoas;
- Instalação dos canteiros de obras e movimentos de terra (escavações, empréstimos e bota-fora);
- Recrutamento de mão de obra não especializada na própria cidade;
- Transporte e movimentação dos módulos pré-fabricados e equipamentos específicos do sistema.

Na fase de operação:

- Geração de resíduos provenientes do tratamento preliminar e lodo digerido, com baixa produção volumétrica e requerimento de manejo e destinação conforme normas ambientais;
- Emissão mínima de odores, uma vez que o sistema BIOETE é projetado para funcionamento em ambiente fechado e com controle biológico eficiente;
- Produção de biogás controlada dentro do sistema, que pode ser captado e utilizado para geração de energia ou flares, minimizando emissões atmosféricas e riscos associados ao metano;
- Redução significativa da proliferação de vetores (moscas, mosquitos), devido à estanqueidade dos módulos e processos biológicos anaeróbios controlados;
- Condições de trabalho seguras para os operadores, com menor exposição a agentes patogênicos e odores, desde que observados os procedimentos operacionais recomendados;
- Impacto reduzido sobre o entorno, pela compactação do sistema e menor necessidade de grandes áreas para implantação.



Medidas de Controle Ambiental

- Para minimizar os impactos ambientais decorrentes da operação do BIOETE, considera-se fundamental que sejam observadas as seguintes medidas de controle:
- Cumprimento rigoroso das especificações do fabricante quanto à instalação, operação e manutenção do sistema;
- Monitoramento contínuo da qualidade do efluente tratado para assegurar conformidade com os padrões estabelecidos pelas normas DN COPAM 010/86, 032/98 e demais regulamentações ambientais aplicáveis;
- Gestão adequada dos resíduos sólidos e lodos gerados, com destinação final ambientalmente correta, conforme legislação vigente;
- Implantação de sistema para coleta e aproveitamento ou queima controlada do biogás produzido, evitando emissões atmosféricas e riscos de explosão;
- Capacitação e treinamento contínuo dos operadores para garantir o correto funcionamento do sistema, segurança no trabalho e uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);
- Implantação de paisagismo e barreiras vegetativas ao redor do sistema para integração visual e redução de impactos ambientais locais;
- Elaboração e implementação de um Manual de Operação e Manutenção específico para o BIOETE, contemplando procedimentos de rotina, segurança, higiene e emergência;
- Realização periódica de manutenção preventiva, inspeções técnicas e monitoramento ambiental para antecipar e corrigir possíveis falhas;
- Adoção de campanhas de conscientização para a comunidade quanto ao uso correto do sistema e preservação ambiental;
- Garantir a vacinação periódica dos operadores, incluindo proteção contra difteria, tétano e hepatites A e B.

Conclusão

A implantação do sistema BIOETE no município de São Roque de Minas representa uma alternativa moderna, compacta e eficiente para o tratamento de esgotos sanitários, com impactos ambientais controlados e minimizados. A tecnologia atende às normas ambientais vigentes e dispensa a necessidade de



Licença de Instalação, sendo suficiente a obtenção da autorização ambiental de funcionamento conforme Deliberação Normativa COPAM 74/04.

A BIOETE proporciona baixo custo operacional, menor geração de resíduos e efluentes de qualidade, garantindo a preservação da qualidade das águas do córrego, sub-afluente do Rio São Francisco, e a segurança e saúde dos operadores e da população local.



9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Árvores Brasileiras, Manual de Identificação de Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil;** H. Lorenzi, Nova Odessa, SP, 1992;
2. **Elevatórias nos Sistemas de Esgotos** / Patrício Gallegos Crespo, Editora UFMG, 2001.290p.;
3. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica** / Márcio Benedito Baptista, Márcia Maria Lara Pinto Coelho. – Belo Horizonte: Editora UFMG – Escola de Engenharia da UFMG, 2002. 440p;
4. **Hidráulica Aplicada às Estações de Tratamento de Água** / Marcos Rocha Vianna;
5. **Hidráulica Geral** / Paschoal Silvestre. – Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A., 1983;
6. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos;** Marcos von Sperling, 2005;
7. **Lodos de Esgotos: Tratamento e disposição final** / Cleverson V. Andreoli, Marcos von Sperling, Fernando Fernandes – Editora FCO, 2001;
8. **Pavimentação;** Wlastermiler de Senço, - DER - São Paulo - SP;
9. **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios;** C. A. L. Chernicharo (coordenador). – Belo Horizonte, 2001;
10. **Princípios básicos do tratamento de esgotos;** Marcos von Sperling;
11. **Problemas de Mecânica dos Fluidos** / Francisco de Assis A. Bastos;
12. **Tratamento de Esgotos,** P. G. Crespo. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG;
13. **Tratamento Físico Químico de Efluentes Industriais,** Alves José Nunes.
14. **Prospecção Geotécnica do subsolo,** Maria José C. Porto A. de Lima. Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1983.



10. ANEXOS



RG CONSTRUÇÕES E IMÓVEIS LTDA

Sistema de Esgotos Sanitários do Distrito de São José do Barreiro – Relatório Técnico

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTOS



RG CONSTRUÇÕES E IMÓVEIS LTDA

Sistema de Esgotos Sanitários do Distrito de São José do Barreiro – Relatório Técnico

**MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO E DE CÁLCULO DO SISTEMA DE
TRATAMENTO DE ESGOTO COM A BIOTECNOLOGIA BIOETE®
BIOSAN SANEAMENTOS**



RG CONSTRUÇÕES E IMÓVEIS LTDA

Sistema de Esgotos Sanitários do Distrito de São José do Barreiro – Relatório Técnico

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART