

PROJETO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

POVOADO SANTA TEREZA – PEDRO DO ROSÁRIO/MA



SÃO LUÍS/MA
ABRIL / 2026

HIDRAELE PROJETOS E SERVIÇOS LTDA

Engenharia Sanitária e Ambiental – Projetos e Consultoria

Rua das Avenças, quadra 28ª, n° 1, Renascença, São Luís/MA – CEP: 65.077-620

e-mail: hidraele@hidraele.com.br / hidraeleengenharia@gmail.com – Fone: (098) 3235-5557



SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	4
1.1 POPULAÇÃO DO PROJETO	4
2 MEMORIAL DESCRITIVO – CAPÍTULO I.....	6
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E DIAGNÓSTICO DO CENÁRIO ATUAL	6
2.2 CONCEPÇÃO GERAL DO SISTEMA	7
2.3 VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO	8
2.4 REDE COLETORA DE ESGOTOS.....	9
2.4.1 Declividade Mínima	9
2.4.2 Diâmetro Mínimo	10
2.4.3 Poços de Visita.....	10
2.4.4 Tubos de Queda.....	10
2.4.5 Critérios de Economia	10
2.4.6 Cálculo Hidráulico da Rede Coletora	11
2.4.7 Resultados Obtidos	12
2.5 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTOS.....	13
2.5.1 Estação Elevatória de Esgotos – EEE da ETE	13
2.6 DIRETRIZES E NORMALIZAÇÃO TÉCNICA DE REFERÊNCIA.....	14
2.7 LINHA DE RECALQUE.....	15
2.7.1 Concepção Geral.....	15
2.8 RESULTADOS OBTIDOS	15
2.9 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	16
2.10 LIGAÇÕES PREDIAIS.....	17
2.11 LANÇAMENTO FINAL DO EFLUENTE TRATADO NO CORPO RECEPTOR	18
3 MEMORIAL DE CÁLCULO – CAPÍTULO II	19



3.1	POPULAÇÃO DE PROJETO	19
3.1.1	Dados Gerais.....	19
3.1.2	Cálculo da População de Projeto (P)	19
3.2	PARÂMETROS ADOTADOS	19
3.3	CÁLCULO DAS VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO.....	20
3.3.1	Vazão de Infiltração	20
3.3.2	Vazão Mínima.....	20
3.3.3	Vazão Média.....	20
3.3.4	Vazão Máxima Horária	20
3.4	REDE COLETORA.....	20
3.4.1	Cálculo da Rede Coletora.....	20
3.5	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO DA ETE	27
3.6	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE SANTA TERESA).....	36
3.6.1	Parâmetros de Entrada e Cargas de Projeto	36
3.6.2	Tratamento Primário: Unidades de Decantação e Digestão (02 Tanques).....	36
3.6.3	Tratamento Secundário: Filtros Anaeróbios (04 Tanques).....	38
3.6.4	Tratamento Terciário: Desinfecção (Tanque de Contato).....	40
3.7	EMISSÁRIO DE LANÇAMENTO FINAL.....	42
4	RELAÇÃO DE MATERIAL – CAPÍTULO III	45
5	ESPECIFICAÇÕES – CAPÍTULO IV	47
6	PLANTAS E ANEXOS – CAPÍTULO V	65

1 APRESENTAÇÃO

O presente Memorial Descritivo detalha a concepção e o dimensionamento do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) destinado ao Povoado Santa Teresa, localizado no município de Pedro do Rosário - MA. A área de intervenção está geograficamente delimitada pelo sistema de referência DATUM SIRGAS 2000 – Projeção UTM Fuso 23M, sob as coordenadas 464936.6973 m E e 9688708.8518 m S, conforme documentação cartográfica e plantas de localização integrantes deste projeto. O núcleo urbano em questão apresenta um contingente de 141 (cento e quarenta e uma) unidades edificadas, caracterizadas por uma tipologia predominantemente térrea e de uso residencial. Este documento consolida, em volume único, os estudos de caracterização da área, o diagnóstico do cenário atual, os parâmetros de projeto e o detalhamento hidráulico-estrutural das obras propostas, fornecendo os subsídios técnicos indispensáveis à sua fiel execução. As diretrizes planialtimétricas que fundamentam o traçado das redes e das unidades operacionais derivam de levantamentos cadastrais e curvas de nível fornecidas pelo contratante, as quais serviram de base para o modelamento do relevo e a definição das diretrizes de escoamento gravitacional.

1.1 População do Projeto

Para o dimensionamento demográfico do Sistema de Esgotamento Sanitário, adotou-se um horizonte de projeto de **30 anos**, fundamentado na expectativa de expansão urbana e adensamento populacional da localidade. A população inicial foi quantificada com base no cadastro imobiliário atual, que totaliza 141 unidades habitacionais (economias), utilizando-se uma taxa de ocupação média de 4 habitantes por economia, o que resulta em um contingente atual de 564 habitantes.

Como critério de projeção para o alcance do plano, estabeleceu-se a meta de saturação equivalente ao dobro do parque imobiliário existente, projetando-se um cenário final de 282 economias ao término do período de projeto. Sob a premissa de um modelo de crescimento geométrico para a estimativa da população de projeto ($P_{projeto}$), este critério implica em uma taxa anual de crescimento de aproximadamente 2,34%, culminando em uma população final de 1.128 habitantes. Este dimensionamento assegura a robustez e a capacidade operativa da

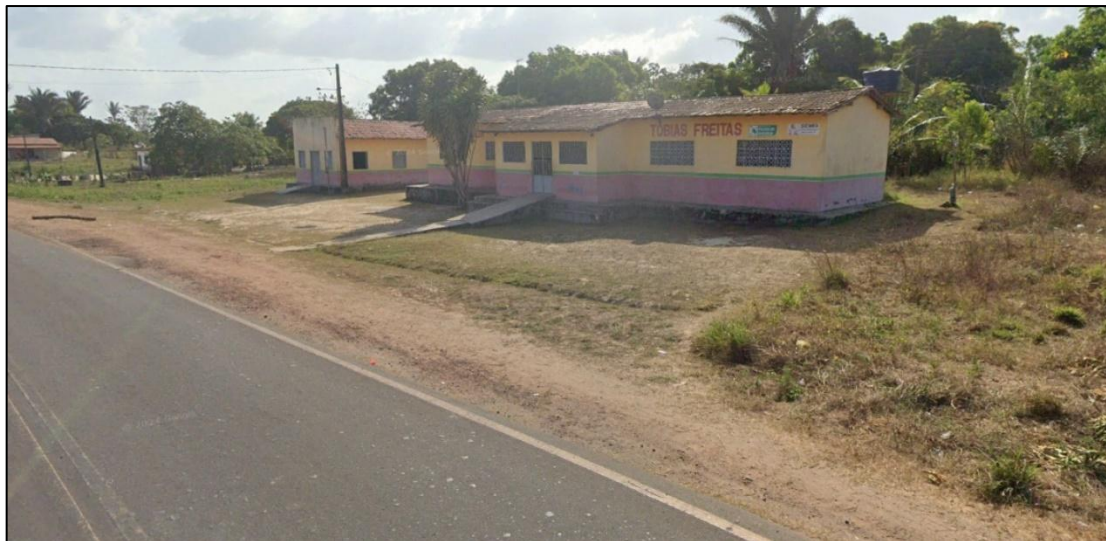
infraestrutura para absorver a demanda progressiva da comunidade de Santa Teresa, mantendo a conformidade com as diretrizes de planejamento de longo prazo e os requisitos de universalização do atendimento.

2 MEMORIAL DESCRITIVO – CAPÍTULO I

2.1 Caracterização da Área e Diagnóstico do Cenário Atual

A área objeto de intervenção compreende o núcleo urbano consolidado do Povoado Santa Teresa, em Pedro do Rosário - MA, cuja ocupação territorial é caracterizada por um arranjo de 141 unidades imobiliárias de tipologia predominantemente residencial e padrão construtivo térreo. Sob o aspecto geofísico, a região apresenta uma topografia que define as diretrizes naturais de escoamento superficial, conforme subsidiado pelo levantamento planialtimétrico de referência, sendo este fator determinante para a concepção do traçado da rede coletora por gravidade. No que tange ao diagnóstico do saneamento local, verifica-se a inexistência de infraestrutura pública de coleta, transporte e tratamento de esgoto sanitário. Atualmente, a destinação dos efluentes domésticos é realizada de forma individualizada e precária, ocorrendo majoritariamente através de fossas rudimentares, sumidouros sem dimensionamento técnico ou, em casos críticos, por descarte direto no solo e em corpos hídricos superficiais adjacentes. Este cenário de precariedade infraestrutural resulta em um passivo ambiental significativo, com elevado potencial de contaminação do lençol freático e favorecimento da proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica. A ausência de um sistema formal de esgotamento compromete a salubridade ambiental da localidade e a qualidade de vida da população, evidenciando a necessidade imperativa da implantação do sistema proposto para o atendimento aos requisitos de saúde pública e o cumprimento das metas de universalização estabelecidas pela legislação vigente.

Figura 1 – Escola no povoado Santa Teresa – atendida por sistema de tanque séptico e sumidouro



Fonte: Google Earth

Figura 2 – Edificações do povoado apenas com sistema individualizado de esgotamento (fossas negras)



Fonte: Google Earth

2.2 Concepção Geral do Sistema

O sistema de esgotamento sanitário (SES) proposto para o Povoado Santa Teresa, no município de Pedro do Rosário - MA, tem como objetivo central o estabelecimento de uma infraestrutura técnica robusta para a coleta, transporte, tratamento biológico e destinação final ambientalmente segura dos efluentes domésticos gerados pela localidade. A concepção do sistema prioriza o escoamento gravitacional através de uma rede coletora dimensionada para atender à demanda progressiva de 141 economias iniciais, culminando no encaminhamento do efluente

bruto para a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) concebida especificamente para este núcleo urbano. O arranjo tecnológico da ETE é composto por unidades de decantação e digestão primária em paralelo, seguidas por um sistema de filtragem biológica anaeróbia operando em bateria de quatro células independentes e uma etapa terminal de desinfecção físico-química em tanque de contato.

Após a estabilização biológica e a inativação de patógenos, o efluente tratado será conduzido por meio de um emissário por conduto forçado até o ponto de lançamento final, constituído por um corpo hídrico receptor com capacidade de autodepuração compatível com a carga residual. Devido à tipologia urbana e às diretrizes topográficas do povoado, a rede foi projetada para maximizar a eficiência hidráulica, minimizando a necessidade de estações elevatórias intermediárias e reduzindo a complexidade operacional do sistema como um todo. Este projeto abrange integralmente os elementos correspondentes à rede coletora interna, às ligações domiciliares e a todas as unidades que compõem a estação de tratamento biológico.

A execução e o custeio das obras de implantação do sistema de esgotamento sanitário serão de responsabilidade integral do empreendedor. Uma vez concluído e operacional, a gestão, operação e manutenção preventiva e corretiva das redes coletoras e da ETE deverão ser assumidas pela administração municipal ou pela entidade delegada responsável pelo saneamento básico na localidade, assegurando a continuidade do serviço e o cumprimento das exigências ambientais e legais estabelecidas pela ABNT NBR 12209:2011.

O sistema proposto assegura a salubridade ambiental do Povoado Santa Teresa, promovendo a melhoria da qualidade de vida da população e a preservação dos recursos hídricos da região através de um tratamento de efluentes de alta eficiência operacional.

2.3 Vazões de Contribuição

Para o cálculo das vazões de esgoto doméstico foram adotados os seguintes parâmetros e critérios:

- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| - Consumo “per capita”: | 150 l/habxdia |
| - Coeficiente de retorno esgoto/água: | 0,80 |



- Coeficiente de vazão máxima diária: $K_1=1,2$
- Coeficiente de vazão máxima horária: $K_2=1,5$
- Coeficiente de vazão mínima: $K_3=0,5$

Combinando-se os critérios e parâmetros acima com a população apresentada no item 3, obtém-se o Quadro a seguir.

Itens	Início de Plano	Fim de Plano
Pop. Atendida (hab.)	564	1.128
Vazão de Infiltração (l/s)	0,400	0,400
Vazão Mínima (l/s)	0,792	1,183
Vazão Média (l/s)	1,183	1,967
Vazão Máx. Horária (l/s)	1,810	3,220

2.4 Rede Coletora de Esgotos

O critério adotado no dimensionamento foi da NBR 14486 / 2000, critério este baseado no conceito de tensão trativa, definida como a tensão tangencial exercida sobre a parede do tubo pelo líquido escoado, necessário para arrastar o material sólido depositado, valor este nunca inferior a 0,6 Pa, para o coeficiente de MANNING = 0,010.

2.4.1 Declividade Mínima

A declividade mínima adotada deve proporcionar uma tensão trativa média não inferior a 0,6 Pa, calculada para vazão inicial. A declividade mínima que satisfaz essa condição pode ser determinada pela expressão abaixo para coeficiente de Manning $n=0,010$.

$$I_{\min} = 0,0035 \cdot Q^{-0,47}$$

Sendo:

- $I_{\min}$ → declividade mínima da tubulação (m/m)
- Q → vazão de jusante do trecho para início de plano

Para a declividade mínima, com a vazão mínima de 1,5 l/s,m, resulta :

$$I_{\min} = 0,0035 \cdot 1,5^{-0,47}$$

$$I_{\min} = 0,0029 \text{ m/m}$$

2.4.2 Diâmetro Mínimo

O diâmetro mínimo adotado foi DN 150 mm.

2.4.3 Poços de Visita

Serão construídos estes órgãos acessórios, os quais permitirão condições de funcionamento e manutenção da rede. Terão forma padronizada e obedecerão sempre às recomendações e desenhos contidos nas Especificação Técnicas.

Distância entre Poços de visita do projeto:

- Máxima = 75,00 m
- Mínima = 2,00 m
- Número de poços de visita = 52 un.

Nota: os poços de visita deverão apresentar tampa articulada com material em ferro fundido dúctil.

2.4.4 Tubos de Queda

Serão projetados tubos de queda, sempre que um coletor alcançar o poço de visita num ponto situado a mais de 0,50 m da soleira, localizado junto à face externa da parede do poço de visita.

Neste projeto serão utilizados 4 PVs com tubo de queda.

2.4.5 Critérios de Economia

O critério de economia adotado para o cálculo da rede coletora foi o de mínima escavação possível.

Para atender esse critério, adotou-se o recobrimento da tubulação igual ao mínimo, sempre que a declividade do terreno for maior ou igual à declividade mínima, apresentada no Quadro a seguir.

Posição da Tubulação	Recobrimento Mínimo
No passeio	0,60 m



No arruamento	0,90 m
---------------	--------

2.4.6 Cálculo Hidráulico da Rede Coletora

O cálculo do diâmetro da rede coletora seguiu a expressão:

$$D = \left(0,0463 \cdot \frac{Q}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Sendo:

- D → diâmetro calculado da tubulação (mm)
Q → vazão a jusante do trecho para a saturação (m³/s)
I → declividade da tubulação (m/m)

$$\sigma = 10000 \cdot \frac{D}{4} \cdot \left(1 - \frac{\sin(\theta)}{\theta} \right) I$$

A tensão trativa foi calculada pela expressão:

Sendo:

- σ → tensão trativa (Pa)
D → diâmetro da tubulação (mm)
 θ → ângulo (radianos)
I → declividade da tubulação (m/m)

A velocidade crítica foi calculada segundo a expressão:

$$v_c = 6 (g \cdot Rh)^{1/2}$$

ou

$$v_c = 6 \cdot \sqrt{9,81 \cdot \frac{D}{4} \cdot \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right)}$$

Sendo:

- v_c → velocidade crítica (m/s)

D → diâmetro da tubulação (mm)
 θ → ângulo (radianos)
Rh → raio hidráulico da seção (m)

Quando o valor da velocidade final é superior ao da velocidade crítica, a maior lâmina admissível passa ser de 50% do diâmetro da tubulação.

O cálculo da lâmina d'água foi feito segundo a expressão:

$$Y/D = \frac{1 - \cos(\theta/2)}{2}$$

Sendo:

Y → altura da lâmina d'água
D → diâmetro da tubulação
 θ → ângulo (radianos)

A altura da lâmina d'água foi feita para as vazões de início de plano e para a saturação, sendo Y/D sempre menor ou igual a 0,75.

A planilha com os resultados do dimensionamento da rede coletora será apresentada no Capítulo III deste projeto.

2.4.7 Resultados Obtidos

A rede coletora de esgoto dimensionada será construída com tubos de PVC-COLETOR ESGOTO JE (conforme NBR-7362-1:2005 / NBR-7362-3:2005), com diâmetro de DN 150. O total da rede coletora a ser implantada será de 4.004,18 m.

Nota: considerar a distância horizontal mínima de 1,00 m entre as tubulações de água e esgoto e a distância vertical mínima de 0,20 m, considerando a tubulação de água acima do esgoto.

As tubulações devem ser localizadas em um dos terços laterais do leito, ficando a de esgoto no terço mais favorável às ligações prediais.



2.5 Estação Elevatória de Esgotos

2.5.1 Estação Elevatória de Esgotos – EEE da ETE

2.5.1.1 Localização

A estação elevatória de esgotos será implantada na área da ETE.

2.5.1.2 Funcionamento das Bombas

A vazão total de bombeamento de 3,96 L/s será para 01 (uma) bomba em funcionamento, sendo necessária a instalação de um segundo conjunto motor-bomba que ficará na condição de rodízio e reserva.

Obs.: No projeto das instalações elétricas da elevatória deverá ser previsto mecanismo de automação para que as bombas operem através de revezamento automático.

2.5.1.3 Poço de Sucção

Dimensões:

Para determinação do volume útil do poço de sucção foram considerados para um intervalo de uma hora o máximo de 6 partidas consecutivas com o tempo entre duas partidas consecutivas de 10 minutos. Para a vazão de bombeamento adotada com apenas uma bomba operando resultou, um volume útil para o poço de sucção de 1,06 m³.

O quadro a seguir apresenta as características técnicas da estação elevatória.

Características Físicas e Geométricas da Estação Elevatória de Esgotos					
Características	Unidade	Valor	Característica	Unidade	Valor
Cota do terreno natural	m	19,20	Diâmetro	m	1,50
Cota do fundo do poço de sucção	m	14,80	Comprimento	m	-
Altura do poço de sucção	m	4,40	Altura Útil	m	0,60
Cota de chegada do coletor	m	16,89	Cota do N _{mín} de sucção	m	15,70
Cota de descarga	m	22,45	Cota do N _{máx} de sucção	m	16,30

2.5.1.4 Conjuntos Elevatórios

Serão instalados 02 (dois) conjuntos elevatórios moto-bombas do tipo submersíveis para esgotos, sendo um para revezamento automático e/ou reserva, com as seguintes características:

- Vazão total de bombeamento: 3,86 l/s
- Altura manométrica: 7,03 m
- Potência consumida pelo CMB proposto: 2,00 cv.

2.5.1.5 Grupo Gerador de Energia

Em caso de interrupção no fornecimento de energia elétrica, o sistema de recalque será alimentado por grupo gerador trifásico 60 Hz, tensão de saída de 380/220V, com potência nominal de 10,00 kVA, calculada para alimentar simultaneamente 1 CMB submersível para esgoto de 2,00 cv, o quadro de comando e todas as instalações elétricas da estação de tratamento de esgoto.

Obs.: será prevista bacia de contenção para o gerador, conforme pode ser observado na planta da casa do operador.

Nota: o volume da bacia de contenção do grupo gerador deverá ter capacidade de, no mínimo, 110% do volume do tanque de combustíveis do gerador.

2.6 Diretrizes e normalização técnica de referência

Normalização Técnica

Conforme consultas à ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, a normalização associada a projetos relacionados às estações elevatórias de esgotos é a NBR 12208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário, que contém os elementos numéricos principais para o projeto, dimensionamento e verificação das estações elevatórias, dentre eles destacam-se:

As dimensões e formas do poço de sucção devem ser determinadas de forma a não permitir descarga livre na entrada e nem velocidade de aproximação superior a 0,60 m/s;

O tempo de detenção médio deve ser o menor possível, sendo recomendado um tempo máximo igual a 30 minutos;

Para o dimensionamento dos condutos são recomendados os seguintes limites de velocidade;

- ✓ Na sucção: $0,60 \text{ m/s} < v < 1,50 \text{ m/s}$;
- ✓ No recalque: $0,60 \text{ m/s} < v < 3,0 \text{ m/s}$.

2.7 Linha de Recalque

2.7.1 Concepção Geral

A linha de recalque que transportará os esgotos do poço de sucção da EEE até a ETE será construída em tubos para esgoto pressurizado PVC JEI 1MPa, na cor ocre, diâmetro nominal de 100 mm, extensão de 7,50 m e dimensionada para a vazão de 3,86 L/s.

O diâmetro da linha de recalque foi calculado utilizando a fórmula de Bresse.

$$D = k \cdot \sqrt{Q}$$

Sendo:

- D = diâmetro em m;
- Q = vazão em L/s;
- K = 1

2.8 Resultados Obtidos

Conforme é apresentado com detalhes no Capítulo 3 – Memorial de Cálculo do Projeto, as configurações do conjunto moto-bomba e do arranjo hidromecânico resultaram de uma série de verificações e dimensionamentos hidráulicos, ajustando-as às condicionantes físicas locais, em termos de altitude e espaço físico disponível para a estação como um todo, e daquelas representadas pelas extremidades, ou seja, pela cota do coletor de entrada na estação e do local e cota da chegada do recalque (linha de recalque – LR). As principais informações constantes do memorial de cálculo são reproduzidas no Quadro a seguir.

Características Físicas e Geométricas da Linha de Recalque – LR-1
--



Característica	Unidade	Valor	Característica	Unidade	Valor
Diâmetro	mm	100,00	Altura geométrica	m	6,75
Extensão	m	7,50	Altura manométrica	m	7,03
Cota do terreno na chegada do coletor	m	19,20	Potência da bomba	cv	2,00
Cota de descarga	m	22,45			

2.9 Estação de Tratamento de Esgoto

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) destinada ao atendimento do Povoado Santa Teresa foi concebida sob uma configuração de tratamento biológico anaeróbio em escala urbana, fundamentada nos critérios de dimensionamento da **ABNT NBR 12209:2011**. A concepção tecnológica baseia-se na integração de processos de decantação-digestão primária, seguidos de filtração biológica anaeróbia de fluxo ascendente e desinfecção terminal por cloração.

O tratamento primário é composto por 02 (dois) Tanques Sépticos operando em paralelo, os quais atuam como reatores anaeróbios de baixa taxa. Estas unidades foram dimensionadas com um Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 18 horas para a vazão média de fim de plano, totalizando um volume útil de 101,52 m³. Tal volumetria assegura a estabilização da matéria orgânica sedimentável e a digestão do lodo em um ambiente controlado, provendo uma redução preliminar da carga carbonácea antes da etapa secundária.

Na fase de tratamento secundário, o efluente decantado é encaminhado a uma bateria de 04 (quatro) Filtros Anaeróbios de Fluxo Ascendente, também configurados em paralelo. Estes reatores biológicos com biofilme aderido possuem um volume total de meio suporte de 108,30 m³, calculado com base em uma carga orgânica volumétrica de 0,33 kg DBO/m³.dia. A fragmentação do sistema em quatro células independentes permite uma distribuição hidráulica equitativa e confere alta resiliência operacional à estação, permitindo que intervenções de manutenção no meio filtrante ocorram sem a paralisação do fluxo global de tratamento. O efluente percola através do meio suporte, onde a biomassa anaeróbia aderida promove a degradação da matéria orgânica dissolvida, garantindo um efluente final com elevados padrões de clarificação.

A etapa final de tratamento consiste na desinfecção físico-química em um Tanque de Contato de seção quadrada, com dimensões de 1,50 m x 1,50 m e altura útil de 1,30 m. Esta unidade foi projetada para garantir um tempo de exposição mínima do efluente ao agente desinfetante (pastilhas de cloro) de 15 minutos sob condições de vazão máxima (3,22 L/s), assegurando a inativação de microrganismos patogênicos e a conformidade microbiológica para o lançamento no corpo receptor. A escolha por este arranjo tecnológico justifica-se pela robustez frente às variações de carga típicas do Povoado Santa Teresa, associada a uma baixa complexidade de manutenção e ausência de dependência eletromecânica contínua, atendendo plenamente aos requisitos de salubridade ambiental e sustentabilidade operacional para o horizonte de projeto de 30 anos.

Justificativa do Dimensionamento da Unidade de Filtração

A bateria de filtros anaeróbios foi dimensionada com dimensões internas de 4,75 m x 4,75 m e altura útil de meio suporte de 1,20 m, totalizando um volume de 108,30 m³. A conformidade com a **ABNT NBR 12209:2011 (Item 6.5.1.6)** é garantida pela consideração da eficiência do tratamento primário precedente.

Considerando uma remoção conservadora de 40% da carga orgânica nos tanques sépticos (dimensionados com TDH de 18h), a carga orgânica efetivamente aplicada sobre o meio suporte é de 36,55 kg DBO/dia. Isso resulta em uma carga orgânica volumétrica de 0,33 kg DBO/m³.dia, valor condizente com as taxas de aplicação para reatores de baixa carga em climas tropicais.

Adicionalmente, o sistema opera com um Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 19,2 horas, valor significativamente superior ao intervalo recomendado pela norma (6 a 12 horas). Este tempo de retenção ampliado assegura uma elevada eficiência na degradação da matéria orgânica dissolvida, justificando a compacidade geométrica das unidades sem prejuízo à qualidade do efluente final.

2.10 Ligações Prediais

Os imóveis serão esgotados através das ligações prediais, que interligarão as instalações sanitárias ao coletor público. Será prevista uma ligação para cada economia.



O número de ligações a ser construída no sistema é de 141 (cento e quarenta) unidades para início de plano e 242 (duzentos e quarenta e dois) para fim de plano, que serão construídas com o tipo de material apresentado no quadro abaixo, e com o tipo de ligação de acordo com projeto padrão em anexo.

LOCAL	TIPO DE TUBO	DN (mm)
ECONOMIAS	TUBO PVC ESGOTO-JEI	100

2.11 Lançamento Final do Efluente Tratado no Corpo Receptor

O efluente tratado será transportado por um emissário final que funcionará como conduto forçado e que terá início na caixa de saída do tanque de contato, após ter passado pelas unidades de tratamento e cloração, até chegar em seu destino final no corpo receptor.

O emissário será composto por tubulação em PVC PBA CL12 com diâmetro de 100 mm.

As principais características deste emissário são apresentadas no quadro a seguir:

Características Físicas e Geométricas do Emissário Final					
Característica	Unidade	Valor	Característica	Unidade	Valor
Diâmetro	mm	100	Material	Tubo PVC PBA CL12	
Extensão	m	70,71	Cota do ponto de lançamento	m	15,95
Cota do terreno no início do emissário	m	19,20			

As coordenadas do ponto de lançamento são as seguintes:

Latitude = 2° 48' 44.40" S

Longitude = 45° 18' 22.34" O



3 MEMORIAL DE CÁLCULO – CAPÍTULO II

3.1 População de Projeto

3.1.1 Dados Gerais

- Taxa de ocupação 4 hab./economia

3.1.2 Cálculo da População de Projeto (P)

População Inicial (P_i): 141 economias x 4 hab./economia = 564 hab.

Para a população final foi adotado o critério de crescimento do dobro do número de economias ao longo do período de projeto de 30 anos. Assim, teremos:

População Final (P_f): 282 economias x 4 hab./economia = 1.128 hab.

Cálculo da taxa de crescimento populacional:

Cálculo da Taxa (i): Utilizando o modelo geométrico $P_f = P_i (1 + i)^t$, onde $t = 30$.

- $1128 = 564 (1 + i)^{30}$
- $2 = (1 + i)^{30}$
- $i = 2^{(1/30)} - 1 \approx 0,02337$ (**2,34% ao ano**).

3.2 Parâmetros Adotados

- Per capita: 150 L / hab. x dia
- Extensão rede: 4,00418 km
- Coeficiente para o dia de maior consumo: $K_1 = 1,2$
- Coeficiente para a hora de maior consumo: $K_2 = 1,5$
- Coeficiente de mínima vazão: $K_3 = 0,50$
- Taxa de infiltração: $K_4 = 0,1$ L/s x km
- Coeficiente de retorno: $C = 0,80$



3.3 Cálculo das Vazões de Contribuição

3.3.1 Vazão de Infiltração

$$Q_{\text{infiltração}} = 4,00418 \times 0,1 = 0,400 \text{ L/s}$$

3.3.2 Vazão Mínima

Início de Plano:

$$Q_{\text{mínima}} = \frac{0,80 \times 564 \times 150 \times 0,5}{86.400} + 0,400 = 0,792 \text{ L/s}$$

Fim de Plano:

$$Q_{\text{mínima}} = \frac{0,80 \times 1.128 \times 150 \times 0,5}{86.400} + 0,400 = 1,183 \text{ L/s}$$

3.3.3 Vazão Média

Início de Plano:

$$Q_{\text{média}} = \frac{0,80 \times 564 \times 150}{86.400} + 0,400 = 1,183 \text{ L/s}$$

Fim de Plano:

$$Q_{\text{média}} = \frac{0,80 \times 1.128 \times 150}{86.400} + 0,400 = 1,967 \text{ L/s}$$

3.3.4 Vazão Máxima Horária

Início de Plano:

$$Q_{\text{máx.horária}} = \frac{0,80 \times 564 \times 150 \times 1,2 \times 1,5}{86.400} + 0,400 = 1,810 \text{ L/s}$$

Fim de Plano:

$$Q_{\text{máx.horária}} = \frac{0,80 \times 1.128 \times 150 \times 1,2 \times 1,5}{86.400} + 0,400 = 3,220 \text{ L/s}$$

3.4 Rede Coletora

3.4.1 Cálculo da Rede Coletora

Com cálculo da taxa de contribuição linear, foi elaborada a planilha de cálculo em anexo.

A declividade de cada trecho de rede coletora foi verificada para as condições de $i_{\min} = 0,0035 \times Q_i^{(-0,47)}$ (declividade mínima admissível) e de máxima admissível, sendo que esta ocorrerá quando a velocidade for de 5,0 m/s.

Cada trecho da rede coletora foi verificado pelo critério de tensão trativa média de valor mínimo $T_t = 0,6$ Pa, calculado pela fórmula $T_t = YRhI$, sendo:

- ♦ $Y = 104 \text{ N/M}^3$ (peso específico da água)
- ♦ R_h = Raio hidráulico (m)
- ♦ i_o = declividade (m/m)
- ♦ A lâmina d'água máxima para vazão final de plano (Q_f) deverá ser igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor.

Distância entre dispositivos de limpeza e inspeção do projeto:

- ♦ Máxima = 75,00 m
- ♦ Mínima = 2,00 m
- ♦ Número de dispositivos de limpeza e inspeção = 52 poços de visita e 4 poços de visita com tubos de queda.

Nota: os poços de visita deverão apresentar tampa articulada com material em ferro fundido dúctil.

Nota: considerar a distância horizontal mínima de 1,00 m entre as tubulações de água e esgoto e a distância vertical mínima de 0,20 m, considerando a tubulação de água acima do esgoto.

As tubulações devem ser localizadas em um dos terços laterais do leito, ficando a de esgoto no terço mais favorável às ligações prediais.

A planilha de cálculo da rede coletora será apresentada a seguir.



Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont.Lin (L/s/km) (inifim)	Cont.Tre (L/s) (inifim)	Q Pontual (L/s)	Cont.Mont (L/s) (inifim)	Cont.Jus (L/s) (inifim)	Vazão de dimensiona mento (L/s)	Diam. (DN)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota GS Col. (m)	Rec.Col. (m) mon/jus	Prof.Vala (m) mon/jus	y/D (inifim)	Vel. (m/s) (inifim)	Art.In.(Pa) Vc(m/s)	n Manning
1-1	1	49,73	0,39	0,02	0	0	0,02	1,50	150	0,0175	30,5	29,6	0,9	1,05	0,17	0,74	2,71	0,011
	2		0,8	0,04	0	0	0,04	1,50			29,63	28,73	0,9	1,05	0,17	0,74	2,36	0,011
1-2	2	26,74	0,39	0,011	0	0,02	0,03	1,50	150	0,0482	29,63	28,73	0,9	1,05	0,13	1,14	5,69	0,01
	3		0,8	0,022	0	0,04	0,062	1,50			28,34	27,44	0,9	1,05	0,13	1,15	2,05	0,01
1-3	3	63,38	0,39	0,025	0	0,03	0,055	1,50	150	0,0262	28,34	27,44	0,9	1,05	0,15	0,87	3,66	0,011
	4		0,8	0,051	0	0,062	0,112	1,50			26,68	25,78	0,9	1,05	0,15	0,88	2,24	0,011
1-4	4	63,39	0,39	0,025	0	0,055	0,08	1,50	150	0,0115	26,68	25,78	0,9	1,05	0,2	0,62	2	0,012
	5		0,8	0,051	0	0,112	0,163	1,50			25,95	25,05	0,9	1,05	0,19	0,62	2,5	0,012
1-5	5	25,17	0,39	0,01	0	0,08	0,09	1,50	150	0,0338	25,95	25,05	0,9	1,05	0,14	0,97	4,41	0,011
	6		0,8	0,02	0	0,163	0,184	1,50			25,1	24,2	0,9	1,05	0,14	0,98	2,16	0,011
1-6	6	75	0,39	0,03	0	0,09	0,119	1,50	150	0,0237	25,1	24,2	0,9	1,05	0,16	0,84	3,4	0,011
	7		0,8	0,06	0	0,184	0,244	1,50			23,32	22,42	0,9	1,05	0,16	0,84	2,27	0,011
1-7	7	74,92	0,39	0,029	0	0,119	0,149	1,50	150	0,0263	23,32	22,42	0,9	1,05	0,15	0,87	3,67	0,011
	8		0,8	0,06	0	0,244	0,304	1,50			21,35	20,45	0,9	1,05	0,15	0,88	2,24	0,011
1-8	8	74,96	0,39	0,029	0	0,149	0,178	1,50	150	0,014	21,35	20,45	0,9	1,05	0,18	0,67	2,31	0,012
	9		0,8	0,06	0	0,304	0,365	1,50			20,3	19,4	0,9	1,05	0,18	0,67	2,43	0,012
1-9	9	35,58	0,39	0,014	0	0,178	0,192	1,50	150	0,0029	20,3	19,4	0,9	1,05	0,28	0,37	0,69	0,012
	10		0,8	0,029	0	0,365	0,393	1,50			20,3	19,3	1	1,15	0,28	0,37	2,94	0,012
2-1	24	74,82	0,39	0,029	0	0	0,029	1,50	150	0,0162	24,95	24,05	0,9	1,05	0,18	0,72	2,56	0,011
	25		0,8	0,06	0	0	0,06	1,50			23,74	22,84	0,9	1,05	0,18	0,72	2,38	0,011
2-2	25	75	0,39	0,03	0	0,029	0,059	1,50	150	0,0262	23,74	22,84	0,9	1,05	0,16	0,86	3,55	0,011
	26		0,8	0,06	0	0,06	0,12	1,50			21,85	20,95	0,9	1,05	0,15	0,86	2,25	0,011
2-3	26	75	0,39	0,03	0	0,059	0,088	1,50	150	0,0207	21,85	20,95	0,9	1,05	0,16	0,79	3,07	0,011
	10		0,8	0,06	0	0,12	0,181	1,50			20,3	19,4	0,9	1,05	0,16	0,8	2,31	0,011
1-10	10	75	0,39	0,03	0	0,281	0,31	1,50	150	0,0029	20,3	19,3	1	1,15	0,28	0,37	0,69	0,012
	11		0,8	0,06	0	0,574	0,634	1,50			21,15	19,08	2,07	2,22	0,28	0,37	2,94	0,012
1-11	11	60	0,39	0,024	0	0,31	0,334	1,50	150	0,0029	21,15	19,08	2,07	2,22	0,28	0,37	0,69	0,012
	12		0,8	0,048	0	0,634	0,683	1,50			21,83	18,91	2,92	3,07	0,28	0,37	2,94	0,012
1-12	12	60	0,39	0,024	0	0,334	0,358	1,50	150	0,0029	21,83	18,91	2,92	3,07	0,28	0,37	0,69	0,012
	13		0,8	0,048	0	0,683	0,731	1,50			22,51	18,73	3,78	3,93	0,28	0,37	2,94	0,012



Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont.Lin (L/s/km) (ini/fim)	Cont.Tre (L/s) (ini/fim)	Q Pontual (L/s)	Cont.Mont (L/s) (ini/fim)	Cont.Jus (L/s) (ini/fim)	Vazão de dimensiona mento (L/s)	Diam. (DN)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota GS Col. (m)	Rec.Col. (m) on/jus	Prof.Vala (m) mon/jus	y/D (ini/fim)	Vel. (m/s) (ini/fim)	Art.In.(Pa) Vc(m/s)	n Manning
1-13	13	51,43	0,39	0,02	0	0,358	0,378	1,50	150	0,0029	22,51	18,73	3,78	3,93	0,28	0,37	0,69	0,012
	14		0,8	0,041	0	0,731	0,772	1,50	150		22,7	18,58	4,12	4,27	0,28	0,37	2,94	0,012
3-1	27	75	0,39	0,03	0	0	0,03	1,50	150	0,0073	29,55	28,65	0,9	1,05	0,22	0,51	1,43	0,012
	28		0,8	0,06	0	0	0,06	1,50	150		29	28,1	0,9	1,05	0,22	0,51	2,65	0,012
3-2	28	75	0,39	0,03	0	0,03	0,059	1,50	150	0,0152	29	28,1	0,9	1,05	0,18	0,7	2,45	0,011
	29		0,8	0,06	0	0,06	0,121	1,50	150		27,86	26,96	0,9	1,05	0,18	0,7	2,4	0,011
3-3	29	74,99	0,39	0,03	0	0,059	0,089	1,50	150	0,0197	27,86	26,96	0,9	1,05	0,17	0,78	2,96	0,011
	30		0,8	0,06	0	0,121	0,181	1,50	150		26,38	25,48	0,9	1,05	0,17	0,78	2,32	0,011
3-4	30	68,43	0,39	0,027	0	0,089	0,115	1,50	150	0,0199	26,38	25,48	0,9	1,05	0,17	0,78	2,98	0,011
	31		0,8	0,065	0	0,181	0,236	1,50	150		25,02	24,12	0,9	1,05	0,17	0,78	2,32	0,011
3-5	31	75	0,39	0,03	0	0,115	0,145	1,50	150	0,0056	25,02	24,12	0,9	1,05	0,24	0,46	1,16	0,012
	32		0,8	0,06	0	0,236	0,296	1,50	150		24,6	23,7	0,9	1,05	0,24	0,46	2,73	0,012
3-6	32	75	0,39	0,03	0	0,145	0,174	1,50	150	0,0029	24,6	23,7	0,9	1,05	0,28	0,37	0,69	0,012
	33		0,8	0,06	0	0,296	0,357	1,50	150		24,7	23,48	1,22	1,37	0,28	0,37	2,94	0,012
3-7	33	59,49	0,39	0,023	0	0,174	0,198	1,50	150	0,0029	24,7	23,48	1,22	1,37	0,28	0,37	0,69	0,012
	34		0,8	0,048	0	0,357	0,404	1,50	150		25,07	23,31	1,76	1,91	0,28	0,37	2,94	0,012
4-1	38	75	0,39	0,03	0	0	0,03	1,50	150	0,0193	26,5	25,6	0,9	1,05	0,17	0,77	2,92	0,011
	39		0,8	0,06	0	0	0,06	1,50	150		25,05	24,15	0,9	1,05	0,17	0,77	2,33	0,011
4-2	39	75	0,39	0,03	0	0,03	0,059	1,50	150	0,006	25,05	24,15	0,9	1,05	0,24	0,47	1,23	0,012
	40		0,8	0,06	0	0,06	0,121	1,50	150		24,6	23,7	0,9	1,05	0,24	0,47	2,71	0,012
4-3	40	75	0,39	0,03	0	0,059	0,089	1,50	150	0,0029	24,6	23,7	0,9	1,05	0,28	0,37	0,69	0,012
	41		0,8	0,06	0	0,121	0,181	1,50	150		24,75	23,48	1,27	1,42	0,28	0,37	2,94	0,012
4-4	41	58,23	0,39	0,023	0	0,089	0,111	1,50	150	0,0029	24,75	23,48	1,27	1,42	0,28	0,37	0,69	0,012
	42		0,8	0,047	0	0,181	0,228	1,50	150		25,2	23,31	1,89	2,04	0,28	0,37	2,94	0,012
5-1	43	68	0,39	0,027	0	0	0,027	1,50	150	0,0096	25,85	24,95	0,9	1,05	0,21	0,57	1,75	0,012
	42		0,8	0,055	0	0	0,055	1,50	150		25,2	24,3	0,9	1,05	0,21	0,57	2,56	0,012
4-5	42	9,92	0,39	0,004	0	0,138	0,142	1,50	150	0,0029	25,2	23,31	1,89	2,04	0,28	0,37	0,69	0,012
	34		0,8	0,008	0	0,282	0,29	1,50	150		25,07	23,28	1,79	1,94	0,28	0,37	2,94	0,012
6-1	44	68,38	0,39	0,027	0	0	0,027	1,50	150	0,0107	25,8	24,9	0,9	1,05	0,2	0,6	1,89	0,012
	34		0,8	0,055	0	0	0,055	1,50	150		25,07	24,17	0,9	1,05	0,2	0,6	2,53	0,012



Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont.Lin (L/s/km) (inl/fim)	Cont.Tre (L/s) (inl/fim)	Q Pontual (L/s)	Cont.Mont (L/s) (inl/fim)	Cont.Jus (L/s) (inl/fim)	Vazão de dimensiona mento (L/s)	Diam. (DN)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota GS Col. (m)	Rec.Col. (m) mon/jus	Prot.Vaia (m) mon/jus	y/D (inl/fim)	Vel. (m/s) (inl/fim)	Arr.In.(Pa) Vc(m/s)	n Manning
3-8	34	20,38	0,39	0,008	0	0,367	0,375	1,50	150	0,0029	25,07	23,28	1,79	1,94	0,28	0,37	0,69	0,012
	35		0,8	0,016	0	0,75	0,766	1,50	150		24,99	23,23	1,76	1,91	0,28	0,37	2,94	0,012
3-9	35	65	0,39	0,026	0	0,375	0,4	1,50	150	0,0029	24,99	23,23	1,76	1,91	0,28	0,37	0,69	0,012
	36		0,8	0,052	0	0,766	0,819	1,50	150		24,76	23,04	1,72	1,87	0,28	0,37	2,94	0,012
3-10	36	65	0,39	0,026	0	0,4	0,426	1,50	150	0,0029	24,76	23,04	1,72	1,87	0,28	0,37	0,69	0,012
	37		0,8	0,052	0	0,819	0,871	1,50	150		25,27	22,85	2,42	2,57	0,28	0,37	2,94	0,012
3-11	37	64,63	0,39	0,025	0	0,426	0,451	1,50	150	0,0162	25,27	22,85	2,42	2,57	0,18	0,72	2,57	0,011
	14		0,8	0,052	0	0,871	0,923	1,50	150		22,7	21,8	0,9	1,05	0,18	0,72	2,38	0,011
1-14	14	75	0,39	0,03	0	0,829	0,859	1,50	150	0,0029	22,7	18,58	4,12	4,27	0,28	0,37	0,69	0,012
	15		0,8	0,06	0	1,695	1,755	1,755			22,02	18,36	3,66	3,81	0,31	0,38	3,04	0,012
1-15	15	75	0,39	0,03	0	0,859	0,888	1,50	150	0,0029	22,02	18,36	3,66	3,81	0,28	0,37	0,69	0,012
	16		0,8	0,06	0	1,755	1,816	1,816			21,34	18,15	3,19	3,34	0,31	0,39	3,06	0,012
1-16	16	75	0,39	0,03	0	0,888	0,918	1,50	150	0,0029	21,34	18,15	3,19	3,34	0,28	0,37	0,69	0,012
	17		0,8	0,06	0	1,816	1,876	1,876			20,65	17,93	2,72	2,87	0,32	0,39	3,08	0,012
1-17	17	74,99	0,39	0,03	0	0,918	0,947	1,50	150	0,0029	20,65	17,93	2,72	2,87	0,28	0,37	0,69	0,012
	18		0,8	0,06	0	1,876	1,936	1,936			19,97	17,71	2,26	2,41	0,32	0,39	3,1	0,012
1-18	18	41,19	0,39	0,016	0	0,947	0,963	1,50	150	0,0029	19,97	17,71	2,26	2,41	0,28	0,37	0,69	0,012
	19		0,8	0,033	0	1,936	1,969	1,969			19,6	17,59	2,01	2,16	0,33	0,39	3,11	0,012
7-1	45	52,89	0,39	0,021	0	0	0,021	1,50	150	0,0029	23,3	22,4	0,9	1,05	0,28	0,37	0,69	0,012
	46		0,8	0,043	0	0	0,043	1,50	150		24,08	22,25	1,83	1,98	0,28	0,37	2,94	0,012
7-2	46	52,89	0,39	0,021	0	0,021	0,042	1,50	150	0,0029	24,08	22,25	1,83	1,98	0,28	0,37	0,69	0,012
	47		0,8	0,043	0	0,043	0,085	1,50	150		23,39	22,09	1,3	1,45	0,28	0,37	2,94	0,012
7-3	47	33,6	0,39	0,013	0	0,042	0,055	1,50	150	0,0117	23,39	22,09	1,3	1,45	0,19	0,62	2,02	0,012
	48		0,8	0,027	0	0,085	0,112	1,50	150		22,6	21,7	0,9	1,05	0,19	0,62	2,49	0,012
7-4	48	74,96	0,39	0,029	0	0,055	0,084	1,50	150	0,0308	22,6	21,7	0,9	1,05	0,15	0,93	4,12	0,011
	49		0,8	0,06	0	0,112	0,172	1,50	150		20,29	19,39	0,9	1,05	0,15	0,94	2,19	0,011
7-5	49	22,83	0,39	0,009	0	0,084	0,093	1,50	150	0,0302	20,29	19,39	0,9	1,05	0,15	0,93	4,07	0,011
	19		0,8	0,018	0	0,172	0,191	1,50	150		19,6	18,7	0,9	1,05	0,15	0,93	2,2	0,011
1-19	19	65	0,39	0,026	0	1,057	1,082	1,50	150	0,0029	19,6	17,59	2,01	2,16	0,28	0,37	0,69	0,012
	20		0,8	0,052	0	2,16	2,212	2,212			19,48	17,4	2,08	2,23	0,35	0,41	3,19	0,012



Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont.Lin (L/s/km) (inl/fim)	Cont.Tre (L/s) (inl/fim)	Q Pontual (L/s)	Cont.Mont (L/s) (inl/fim)	Cont.Jus (L/s) (inl/fim)	Vazão de dimensiona mento (L/s)	Diam. (DN)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota GS Col. (m)	Rec.Col. (m) mon/jus	Prot.Vaia (m) mon/jus	y/D (inl/fim)	Vel. (m/s) (inl/fim)	Arr.In.(Pa) Vc(m/s)	n Manning
1-20	20	65	0,39	0,026	0	1,082	1,108	1,50	150	0,0029	19,48	17,4	2,08	2,23	0,28	0,37	0,69	0,012
	21		0,8	0,052	0	2,212	2,265	2,265			19,36	17,22	2,14	2,29	0,35	0,41	3,2	0,012
1-21	21	58,06	0,39	0,023	0	1,108	1,131	1,50	150	0,0029	19,36	17,22	2,14	2,29	0,28	0,37	0,69	0,012
	22		0,8	0,047	0	2,265	2,311	2,311			19,25	17,05	2,2	2,35	0,35	0,41	3,22	0,012
8-1	50	74,95	0,39	0,029	0	0	0,029	1,50	150	0,0196	25,67	24,77	0,9	1,05	0,17	0,78	2,95	0,011
	51		0,8	0,06	0	0	0,06	1,50	150		24,2	23,3	0,9	1,05	0,17	0,78	2,32	0,011
8-2	51	74,95	0,39	0,029	0	0,029	0,059	1,50	150	0,0133	24,2	23,3	0,9	1,05	0,19	0,66	2,23	0,012
	52		0,8	0,06	0	0,06	0,121	1,50	150		23,2	22,3	0,9	1,05	0,19	0,66	2,45	0,012
8-3	52	74,96	0,39	0,029	0	0,059	0,088	1,50	150	0,0127	23,2	22,3	0,9	1,05	0,19	0,64	2,15	0,012
	53		0,8	0,06	0	0,121	0,181	1,50	150		22,25	21,35	0,9	1,05	0,19	0,65	2,47	0,012
8-4	53	74,94	0,39	0,029	0	0,088	0,118	1,50	150	0,0133	22,25	21,35	0,9	1,05	0,19	0,66	2,23	0,012
	54		0,8	0,06	0	0,181	0,241	1,50	150		21,25	20,35	0,9	1,05	0,19	0,66	2,45	0,012
8-5	54	74,96	0,39	0,029	0	0,118	0,147	1,50	150	0,018	21,25	20,35	0,9	1,05	0,17	0,75	2,77	0,011
	55		0,8	0,06	0	0,241	0,301	1,50	150		19,9	19	0,9	1,05	0,17	0,75	2,35	0,011
8-6	55	72,24	0,39	0,028	0	0,147	0,176	1,50	150	0,0083	19,9	19	0,9	1,05	0,22	0,54	1,57	0,012
	56		0,8	0,058	0	0,301	0,359	1,50	150		19,3	18,4	0,9	1,05	0,22	0,54	2,61	0,012
8-7	56	10,35	0,39	0,004	0	0,176	0,18	1,50	150	0,0048	19,3	18,4	0,9	1,05	0,25	0,44	1,04	0,012
	57		0,8	0,008	0	0,359	0,368	1,50	150		19,25	18,35	0,9	1,05	0,25	0,44	2,78	0,012
9-1	61	74,95	0,39	0,029	0	0	0,029	1,50	150	0,02	25,73	24,83	0,9	1,05	0,17	0,78	2,99	0,011
	62		0,8	0,06	0	0	0,06	1,50	150		24,23	23,33	0,9	1,05	0,17	0,79	2,32	0,011
9-2	62	74,95	0,39	0,029	0	0,029	0,059	1,50	150	0,0131	24,23	23,33	0,9	1,05	0,19	0,65	2,2	0,012
	63		0,8	0,06	0	0,06	0,121	1,50	150		23,25	22,35	0,9	1,05	0,19	0,65	2,46	0,012
9-3	63	74,96	0,39	0,029	0	0,059	0,088	1,50	150	0,0128	23,25	22,35	0,9	1,05	0,19	0,65	2,16	0,012
	64		0,8	0,06	0	0,121	0,181	1,50	150		22,29	21,39	0,9	1,05	0,19	0,65	2,46	0,012
9-4	64	74,95	0,39	0,029	0	0,088	0,118	1,50	150	0,0131	22,29	21,39	0,9	1,05	0,19	0,65	2,2	0,012
	65		0,8	0,06	0	0,181	0,241	1,50	150		21,31	20,41	0,9	1,05	0,19	0,65	2,46	0,012
9-5	65	74,95	0,39	0,029	0	0,118	0,147	1,50	150	0,0188	21,31	20,41	0,9	1,05	0,17	0,76	2,86	0,011
	66		0,8	0,06	0	0,241	0,301	1,50	150		19,9	19	0,9	1,05	0,17	0,77	2,34	0,011
9-6	66	71,51	0,39	0,028	0	0,147	0,176	1,50	150	0,0091	19,9	19	0,9	1,05	0,21	0,56	1,68	0,012
	57		0,8	0,058	0	0,301	0,359	1,50	150		19,25	18,35	0,9	1,05	0,21	0,56	2,58	0,012



Trecho	PV Ini PV Fim	Ext. (m)	Cont.Lin (L/s/km) (in/fim)	Cont.Tre (L/s) (in/fim)	Q Pontual (L/s)	Cont.Mont (L/s) (in/fim)	Cont.Jus (L/s) (in/fim)	Vazão de dimensio namento (L/s)	Diam. (DN)	Decliv. (m/m)	Cota Ter. (m)	Cota GS Col. (m)	Rec.Col.(m) mon/jus	Prof.Vala (m) mon/jus	y/D (in/fim)	Vel. (m/s) (in/fim)	Arr.in.(Pa) Vc(m/s)	n Manning
8-8	57	64,83	0,39	0,026	0	0,356	0,381	1,50	150	0,0029	19,25	18,35	0,9	1,05	0,28	0,37	0,69	0,012
	58		0,8	0,052	0	0,727	0,779	1,50			19,45	18,16	1,29	1,44	0,28	0,37	2,94	0,012
8-9	58	64,83	0,39	0,026	0	0,381	0,407	1,50	150	0,0029	19,45	18,16	1,29	1,44	0,28	0,37	0,69	0,012
	59		0,8	0,052	0	0,779	0,831	1,50			18,95	17,97	0,98	1,13	0,28	0,37	2,94	0,012
8-10	59	47,46	0,39	0,019	0	0,407	0,425	1,50	150	0,0029	18,95	17,97	0,98	1,13	0,28	0,37	0,69	0,012
	60		0,8	0,038	0	0,831	0,869	1,50			18,75	17,84	0,91	1,06	0,28	0,37	2,94	0,012
8-11	60	47,46	0,39	0,019	0	0,425	0,444	1,50	150	0,0029	18,75	17,84	0,91	1,06	0,28	0,37	0,69	0,012
	22		0,8	0,038	0	0,869	0,907	1,50			19,25	17,7	1,55	1,7	0,28	0,37	2,94	0,012
1-22	22	2	0,39	0,001	0	1,575	1,575	1,575	150	0,0029	19,25	17,05	2,2	2,35	0,29	0,37	0,71	0,012
	23		0,8	0,002	0	3,219	3,22	3,22			19,2	17,04	2,16	2,31	0,42	0,45	3,44	0,012
Extensão total:		4004,18																

3.5 Estação Elevatória de Esgoto da ETE



**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO POVOADO SANTA TERESA
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO DA ETE**

Vazões e horizonte de projeto

Horizonte de projeto

Início de plano	2027
Final de plano	2057

Tubulação de chegada

Diâmetro (mm)	150
Cota de chegada na elevatória (m)	16,89
Cota do terreno na elevatória (m)	19,2

Vazões de projeto (L/s)

Vazão mínima	1,183
Vazão média	1,967
Vazão máxima horária	3,22
Vazão de bombeamento	3,864

Adotaremos a vazão 20% superior à máxima horária

Cálculo do Emissário de Recalque

O emissário de recalque é calculado para a vazão de bombeamento.
Será adotada a fórmula de Bresse.

$$D = K \times \sqrt[3]{Q}$$

K - coeficiente de Bresse (adotado K = 1,0)

Q - vazão de bombeamento (m³/s)

Diâmetro calculado - D	0,0621611 m	ou	62,1611 mm
------------------------	-------------	----	------------

Diâmetro adotado - D	100 mm
----------------------	--------

Material proposto: PVC para recalque de esgoto 1MPa JEI

Diâmetro externo: 118 mm

Espessura 4,8 mm

Diâmetro interno: 108,4 mm

Nota: adotada a tubulação mínima para recalque de esgoto estabelecida pela norma da BRK.

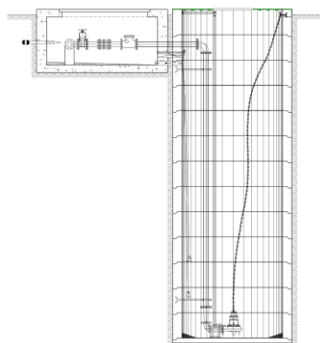
Verificação da velocidade:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = 0,42 \text{ m/s}$$

Extensão do emissário: 7,50 m

Tanque de Sucção

Dimensões do tanque



Cota da pista:	19,2
Cota da chegada do coletor:	16,89
Diâmetro do coletor (mm):	150
Cota de fundo do poço de sucção:	14,8
Submersão mín. da bomba (m):	14,98
Cota do N.A mínimo (m):	15,7
Cota do N.A máximo (m):	16,3



Número de bombas	(01+01)
Vazão de recalque	3,864 L/s
Número de partidas permitidas pelo motor da bomba	6
Ciclo de mínimo	10 min

Formato do poço	Circular	ok!
Diâmetro - D	1,5 m	
Altura útil adotada - h_u	0,6 m	
*Altura média - h_m	1,2 m	
Volume mínimo - $V = 2,5 \times Q_b$	0,58 m ³	
Volume útil - $V = ((\pi \times D^2)/4) \times h_u$	1,06 m ³	
Volume efetivo - $V_e = ((\pi \times D^2)/4) \times h_m$	2,12 m ³	

Tempo de detenção

$$T_d = V_e / Q_{\text{méd.}} \quad 17,96 \text{ min}$$

Ciclo de funcionamento

Tempo de subida - $T_s = \text{Volume útil} / \text{vazão}$	Qmin.	14,93 min
	Qméd.	8,98 min
	Qmáx.	5,49 min
Tempo de descida - $T_d = \text{Vol. útil} / \text{vazão bomb.} - \text{Vazão}$	Qmin.	6,59 min
	Qméd.	9,31 min
	Qmáx.	27,43 min
Tempo de ciclo de funcionamento - $T_c = T_s + T_d$	Qmin.	21,52 min
	Qméd.	18,29 min
	Qmáx.	32,92 min

Dimensionamento do Conjunto Motor-Bomba

Cálculo das perdas de carga

Perda de carga localizada (h_f)

No cálculo da perda de carga localizada faremos uso da seguinte formulação:

$$h_f = k \frac{v^2}{2g}$$

Perda de carga no barrilete (h_{f_1})

Material proposto: FoFo DN80 PN10

Diâmetro externo: 98 mm

Espessura 6 mm

Diâmetro interno: 86 mm

Conexões	Quant.	Valor de K	Diâmetro (mm)	Vazão (m ³ /s)	Velocidade (m/s)	$V^2/2g$	h_{f_1}
Curva 90°	2	0,4	86	0,00386	0,67	0,023	0,01804
Valvula de retenção	1	2,5	86	0,00386	0,67	0,023	0,05638
Registro de gaveta	1	0,2	86	0,00386	0,67	0,023	0,00451
Tê passagem direta	2	0,6	86	0,00386	0,67	0,023	0,02706
Tê saída de lado	1	1,3	86	0,00386	0,67	0,023	0,02932
TOTAL							0,13532



Perda de carga no emissário de recalque (hf_2)

Material proposto: PVC para recalque de esgoto 1MPa JEI DN100

Diâmetro externo: 118 mm

Espessura 4,8 mm

Diâmetro interno: 108,4 mm

Conexões	Quant.	Valor de K	Diâmetro (mm)	Vazão (m³/s)	Velocidade (m/s)	$V^2/2g$	hf_2
Ampliação gradual	1	0,3	108,4x86	0,00386	0,67	0,023	0,00677
Curva 11°15'	0	0,1	108,4	0,00386	0,42	0,009	-
Curva 22°30'	0	0,1	108,4	0,00386	0,42	0,009	-
Curva 45°	0	0,2	108,4	0,00386	0,42	0,009	-
Curva 90°	4	0,4	108,4	0,00386	0,42	0,009	0,01430
Tê passagem direta	0	0,6	108,4	0,00386	0,42	0,009	-
Saída canalização	1	1	108,4	0,00386	0,42	0,009	0,00893
TOTAL							0,03000

$$h_1 = hf_1 + hf_2 \quad h_1 = 0,16531 \text{ m}$$

Perda de carga contínua (h_2)

No cálculo da perda de carga contínua utilizaremos a Fórmula Universal de Darcy-Weisbach

$$hf = \frac{f \times L \times v^2}{2 \times D \times g}$$

Ainda, como auxílio, utilizaremos, também o número de Reynolds e o parâmetro de rugosidade ϵ para obtenção do fator de atrito da Fórmula Universal (equação de Swamee), expressos a seguir:

$$Re = \frac{4 \times Q}{10^{-6} \times \pi \times \phi} \quad e \quad f = \left\{ \left(\frac{64}{Re} \right)^8 + 9,5 \left[\ln \left(\frac{\epsilon}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) - \left(\frac{2500}{Re} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0,125}$$

Perda de carga no barrilete (hf_3)

Descrição	L (m)	Q (m³/s)	D (mm)	V (m/s)	ϵ	Re	f	hf_3
Tubo FoFo	6,23	0,003864	86	0,67	0,0002	57206,95	0,027182	0,04441
TOTAL								0,04441

Perda de carga no emissário de recalque (hf_4)

Descrição	L (m)	Q (m³/s)	D (mm)	V (m/s)	ϵ	Re	f	hf_4
Tubo para esgoto pressurizado	7,50	0,003864	108,4	0,42	0,00012	45385,59	0,024795	0,01533
TOTAL								0,01533

$$h_2 = hf_3 + hf_4 \quad h_2 = 0,05974 \text{ m}$$

Perda de carga total (h_f)

$$h_f = h_1 + h_2 \quad h_f = 0,23 \text{ m} \quad h_{\text{adicional}} = 0,05 \quad h_{\text{total}} = 0,28$$

Cálculo da altura manométrica

Cálculo do desnível geométrico (DG)

Cota do ponto mais alto da linha de recalque	22,45 m
N.A máximo do tanque de sucção	16,3 m
N.A mínimo do tanque de sucção	15,7 m
Desnível geométrico para N.A máx	6,15 m
Desnível geométrico para N.A mín	6,75 m

**Cálculo da altura manométrica (AMT)**

$$AMT = DG + h_f$$

Altura manométrica mínima	6,43 m
Altura manométrica máxima	7,03 m

Equipamento proposto

Tipo	Submersível
Marca	EBARA
Modelo	100DL61.5
Nº de conjuntos	01+01
Altura manométrica adotada	7,03 m
Altura manométrica desenvolvida bomba	7,38 m
Potência requerida	2,05 cv
Potência consumida pela bomba	1,32 cv
Potência adotada para o CMB	2 cv
Tensão	220/380/440
Rotação	1800 rpm
NPSH requerido	0 m
Rendimento hidráulico da bomba	26,43 %
Submersão mínima	- m

Cálculo do NPSH disponível

$$NPSH_{\text{disponível}} = \pm H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10 - h_f$$

Altura de água na sucção (H)	0,9 m
Pressão atmosférica no local (Pedro do Rosário-MA)	1,03 kgf/cm ²
Pressão de vapor (Pv)	0,043216 kgf/cm ²
Peso específico (γ)	1 kgf/cm ²
Perdas de carga na sucção (hf)	0,17973 m

temperatura 30°C

NPSH _{disponível}	10,59 m	ok!, NPSH _{disponível} > NPSH _{requerido}
----------------------------	---------	---



Curva da bomba:

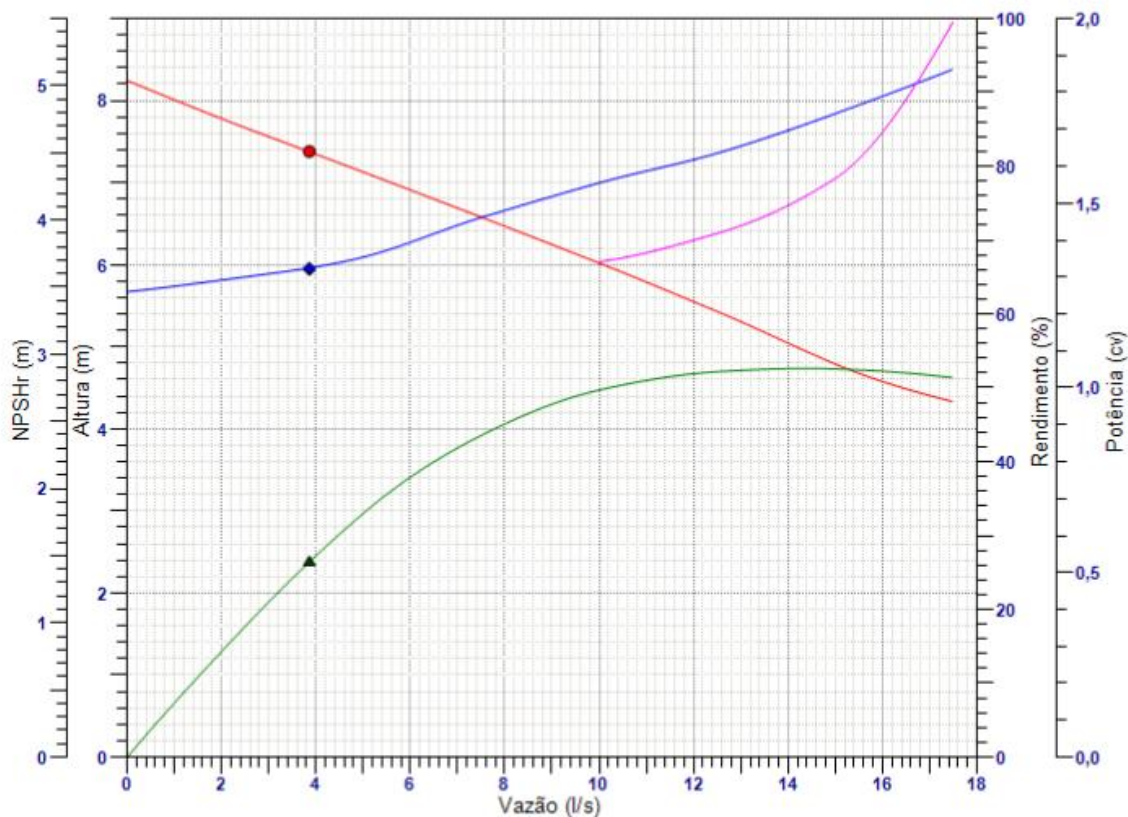


CURVA DE DESEMPENHO

Página 1

ESB-BR LD ver. 4.0

Cliente							Data
							16/04/2026
Produto	Potência (cv)	Freq. (Hz)	Nº Pólos	Ø Rotor (mm)	Sub. Máx. (m)	Material	Cos <i>f</i> (100%)
100DL61.5	2,00	60,00	4	142,50	20	Ferro Fundido	73.99
Motor	Tensão (V)	Ind. Prot.	Fases	Rotação (rpm)	M. Inércia (kg.m²)	Rend. (100%)	Corr. Nom. (A)
MBRARM1.5	220/380/440	IP68	3	1800	0,0141	83,98	6.5/3.6/3.3
Cabos Controle	Cabos Força	Classe Isol.	Fator serv.	Nº Part. Hora	Temp. Máx.°C	Nº Curva	Corr. Part. (A)
1.00mm²	7x1.5mm²	h	1,15	10	40,00	B1041	43/25/21.5
- Ponto Selecionado -							Tipo de Rotor
							Semiaberto
Vazão	Altura		NPSHr				
3,86 l/s	7,38 m		-				
Potência Cons.	Rend. Hidr.		R. Conj.				
1,32 cv	26,43 %		22,14 %				



● Desempenho

◆ Potência Consumida

▲ Rendimento



Curva do sistema:

$h_f = KQ^2$ $h_f = 0,28 \text{ m}$ $Q = 3,864 \text{ L/s}$

Valor de K: 0,01849

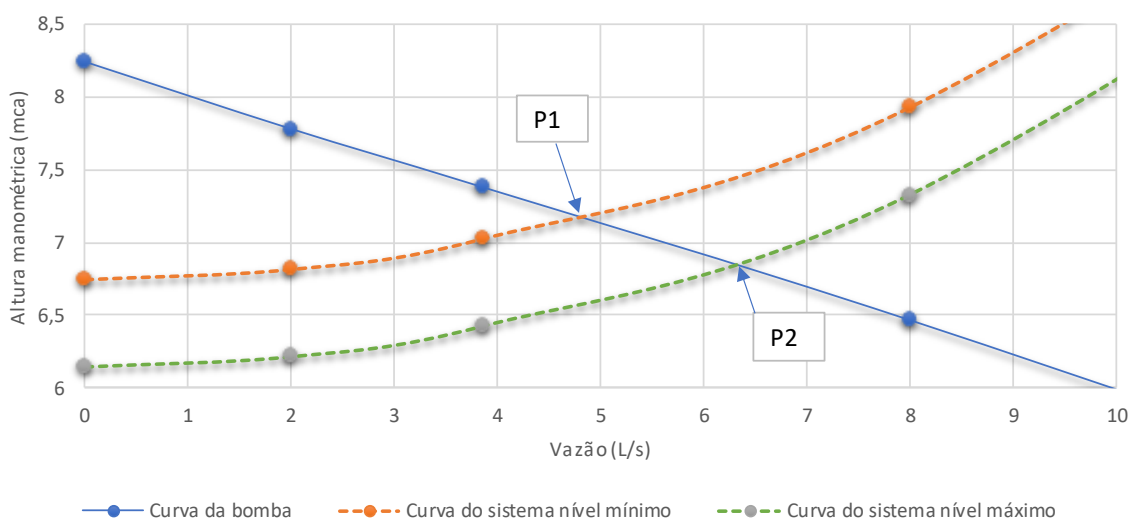
Desnível geométrico N.A mín 6,75 m

Desnível geométrico N.A máx 6,15 m

Altura manométrica para as curvas da bomba e do sistema

Vazão (L/s)	Altura manométrica (m)		
	Curva da bomba	Curva do sistema para nível mínimo	Curva do sistema para nível máximo
0	8,24	6,75	6,15
2	7,78	6,82	6,22
3,86	7,38	7,03	6,43
8	6,47	7,93	7,33
15	4,79	10,91	10,31

Gráfico curva da bomba x curva do sistema



Pg 34



Folha de dados do conjunto moto-bomba proposto

EBARA Bombas América do Sul Ltda.									
									
Matriz Bauru - Fábrica - Rua Joaquim Marques de Figueiredo, 2-31, 17034-290, SP, Fone: (14) 4009-0000 / 4009-0020									
Filial Vargem Grande do Sul - Fábrica - Av. Manoel Gomes Casaca, 840, Parque Industrial, CP 72, 13880-000, SP, Fone: (19) 3641-9100									
Fundição - Av. Centenário, 275, Parque Industrial, CP 72, 13880-000, Vargem Grande do Sul - SP, Fone: (19) 3641-5551									
Filial São Paulo - Comércio Exterior - Rua do Rócio, 84 - 8º Andar, Vila Olímpia, 04552-000, SP, Fone: (11) 2124 7744, Fax: (11) 2124-7744									
Filial Recife - Av. Mal. Mascarenhas de Moraes, 1776, Loja 04 - Imbinheira, 51170-000, PE, Fone: (81) 3087 1190, Fax: (81) 3087-1190									
Filial Feira de Santana - Av. Transnordestina, 1661, Campo Limpo, 44032-411, BA, Fone: (75) 4009-2200									
Filial Jabotão dos Guararapes - Rod. BR-101 Sul, Km 86,5, Galpão 02, Bloco G01, Cond Riacho Verde / Prazeres, 54335-000, PE, Fone: (81) 3479-9072									
Filial Belém - Av. Cláudio Sanders, 577, Centro, 67030-325, Ananindeua - PA, Fone: (91) 3075-5599, (91) 3255-3299									
Filial Belo Horizonte - Av. Marcelo Diniz Xavier, 470, Califórnia, 30855-075, MG, Fone: (31) 3555-4200									
Página 2		ESB-BR LB ver.							
DADOS DO CLIENTE									
Cliente					Usuário Final				
Item	01				Aplicação				
Serviço	Esgoto bruto gradeado				Quantidade	01	Operação: 01	Reserva: 00	
CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E PERFORMANCE									
1	Regime de trabalho	Contínuo	S1	8	Vazão nominal individual	3,86	l/s		
2	pH	5 ~ 9		9	Altura manométrica total	7,38	m		
3	Material erosivo	Não informado		10	Desnível geométrico	Não informado	m		
4	Concentração	-	%	11	Rendimento hidráulico	26,43	%		
5	Temp. de bombeamento	Ambiente	° C	12	Potência cons. (BHP)	1,32	cv		
6	Densidade a TB	1,0	kg/l	13	Altura com vazão nula	8,24	m		
7	Viscosidade a TB	1,0	cP	14	Momento inércia bombeador	0,0141	kg.m²		
EQUIPAMENTO SELECIONADO									
15	Marca / Modelo da bomba	EBARA / 100DL61.5		19	Tipo / Ø do impulsor	Semiaberto / 142,50	mm		
16	Modelo do motor	MBRARM1.5		20	Lubrificação do selo	Óleo Biodegradável			
17	Faixa Operacional	2,62 ~ 15,75	l/s	21	Tipo de instalação	Fixa úmida			
18	nº da curva	B1041		22	Passagem de sólidos	76	mm		
DADOS DO MOTOR									
23	Tipo	Elétrico, trifásico, de indução		33	Tipo de rotor	Gaiola de esquilo			
24	Câmara	Estanque / Operação em seco		34	Vedação	Anéis "O"			
25	Potência nominal	2,0	cv	35	Proteção	IP68			
26	Velocidade	1.800	rpm	36	Tipo de partida	Partida Direta / Soft Starter / Inversor / Estrela Triângulo			
27	Tensão de trabalho	220/380/440	V	37	Momento de Inércia Motor	0,00500	kg.m²		
28	Corrente nominal	6,5/3,6/3,3	A	38	Classe de isolamento	h			
29	Corrente de partida	43/25/21,5	A	39	Proteção térmica	Tipo bimetalico embutido na bobina			
30	Rendimento 100%	83,98	%	40	Monitor de vazamento	Detector de Vazamento			
31	Fator de potência 100%	73,99	%	41	Fator de serviço	1,15			
32	Frequência	60	Hz	42	Tolerância	Tensão ± 10% / Frequência ± 5%			
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO									
43	Carcaça (voluta)	Ferro Fundido GG20		53	Alça de içamento	Aço Carbono SAE 1020			
44	Rotor (impulsor)	Ferro Fundido GG20		54	Selo mecânico	Carbeto de Silício x Carbeto de Silício			
45	Tampa de sucção	Ferro Fundido GG20		55	Mancais	Rolamentos de esfera			
46	Anel de desgaste	-		56	Cabo elétrico de força	Borracha Cloroprene			
47	Carcaça do motor	Ferro Fundido GG20		57	Cabo elétrico de controle	Borracha Cloroprene			
48	Camisa de refrigeração	-		58	Cotovelo de descarga	Ferro Fundido GG20			
49	Curva de sucção ¹	-		59	Pedestal ²	Ferro Fundido GG20			
50	Eixo	Aço Inoxidável AISI 420		60	Tubo guia	Aço Galvanizado			
51	Anéis "O"	Borracha Nitrilica		61	Corrente de içamento	Aço Galvanizado			
52	Parafusos e porcas	Aço Inoxidável AISI 304		62	Material do triturador	-			
ACESSÓRIOS INCLUIDOS									
63	Pedestal + suporte tubo guia	Sim	LM80	69	Cabo elétrico de força	Sim	1x10m	Ø7x1.5mm²	
64	Cotovelo de descarga	Sim	Ø 100mm	70	Cabo elétrico de controle	Sim	1x10m	Ø1.00mm²	
65	Adaptação para mangote	Não	-	71	Relé p/ monit. sensores	Não	-	-	
66	Tubo guia	Sim	2x6m Ø 1"	72	Adaptação p/ pedestal ²	Não	-	-	
67	Corrente de içamento	Sim	6m Ø 3mm	73	Banco de capacitores	Não	-	-	
68	Chumbadores	Não	-	74	Contra flange	Não	-	-	
TESTE DE FÁBRICA									
75	Performance	Realizado		78	Revestimento interno com Resina Cerâmica	Realizado			
76	Elétrico (conforme procedimento padrão Ebara)	Sim		79	Pintura base Borracha Clorada (padrão)	Sim			
77	Hidrostático da voluta, com água	Não		80	Pintura base Alcatrão de Hulha (especial)	Não			
LIMITAÇÕES									
81	Submersão máxima	20m		85	Conjunto motobomba	53,50			
82	Temperatura máxima de trabalho	40°C		86	Pedestal	17			
83	Nº máximo de partidas por hora	10		87	Cotovelo de descarga	13,40			
84	Nível mínimo	245mm		88	Outros	-			
NOTAS									
89	Aplicável somente em instalação fixa, em seco. ¹								Data:
90	Adaptação para instalação em pedestal existente. ²								16/04/2026
91	Pedestal (Conector Rápido de Descarga) para instalação fixa, em poço úmido. ³								
92									



Grupo Gerador	
Potência consumida pelo conjunto moto-bomba (CMB) proposto	2,00 cv
Potência do conjunto CMB da EEE	1,47 kW
Potência ativa	1,47 kW
Fator de potência	73,99 %
Potência aparente	1,99 kVA
Reserva de potência	70 %
Potência com reserva (Pr)	2,84 kVA
Fator de segurança adotado: 3xPr	8,52 kVA
Grupo gerador adotado: trifásico 60 Hz, tensão de saída de 380/220 V, com potência nominal de 10 Kva que atende além da potência da bomba, outras cargas como o quadro de comando e as instalações elétricas da estação de tratamento de esgoto.	

3.6 Sistema de Tratamento de Esgoto (ETE Santa Teresa)

Este dimensionamento fundamenta-se na **ABNT NBR 12209:2011**, que estabelece os requisitos para projetos de estações de tratamento de esgoto sanitário. O sistema foi concebido para um horizonte de 30 anos, atendendo a uma população final de 1.128 habitantes.

3.6.1 Parâmetros de Entrada e Cargas de Projeto

- População Final (P_f): 1.128 habitantes.
- Contribuição *per capita* de DBO (C_{DBO}): 0,054 kg DBO/hab.dia (Adotado conforme Item 5.2).
- Vazão Média Afluente (Q_{med}): 135,36 m³/dia (0,094 m³/min).
- Vazão Máxima de Projeto (Q_{max}): 3,22 L/s (0,1932 m³/min).
- Carga Orgânica Total: 1.128 hab x 0,054 kg/hab.dia = 60,91 kg DBO/dia.

3.6.2 Tratamento Primário: Unidades de Decantação e Digestão (02 Tanques)

Embora a norma preveja decantadores com tempos reduzidos para sistemas mecanizados (Item 6.3.4), para esta unidade estática (Tanque Séptico), adota-se um **Tempo de Detenção Hidráulica (TDH)** elevado de **18 horas (0,75 dia)** para assegurar o armazenamento e a estabilização do lodo no fundo da unidade.

- **Cálculo do Volume Útil Total ($V_{total,ts}$):**

$$V_{\text{total,ts}} = Q_{\text{med}} \times \text{TDH} = 135,36 \text{ m}^3/\text{dia} \times 0,75 \text{ dia} = 101,52 \text{ m}^3$$

Configuração: 02 unidades independentes operando em paralelo.

Volume Unitário: 50,76 m³ por tanque.

Dimensões de cada tanque:

Adotou-se $h = 1,80 \text{ m}$

O volume $V = S \times h$

$$V = S \times 1,80$$

Logo tem - se;

$$S = \frac{50,76}{1,80}$$

$$S = 28,20 \text{ m}^2$$

Dimensões:

Adotando-se a relação $L = 2b$, temos:

$$A = L \times b$$

$$L = 2b$$

$$A = 2b \times b$$

$$B = \sqrt{A/2} = \sqrt{\frac{28,20}{2}}$$

$$B = 3,75 \text{ m} \Rightarrow \text{adotado } b = 4,30 \text{ m}$$

$$L = 8,60 \text{ m}$$

As dimensões úteis do tanque serão:

$$L = 8,60 \text{ m}$$

$$b = 4,30 \text{ m}$$

$$h_{\text{útil}} = 1,80 \text{ m}$$

Justificativa: O volume foi ampliado em relação ao mínimo normativo de decantadores primários para compensar a ausência de remoção mecânica e garantir a digestão anaeróbia primária.



3.6.3 Tratamento Secundário: Filtros Anaeróbios (04 Tanques)

Os filtros são dimensionados como Processos Biológicos com Biofilme (Seção 6.5), utilizando o critério de Carga Orgânica Volumétrica para baixa taxa (Item 6.5.1.6, alínea 'a').

Parâmetro Base: Carga Orgânica Volumétrica $\leq 0,3$ kg DBO/m³.dia.

- **Cálculo do Volume Total de Meio Suporte ($V_{\text{total,meio}}$):**

$$V_{\text{total,meio}} = \frac{\text{Carga Total DBO}}{\text{Carga Volumétrica}} = \frac{60,91 \text{ kgDBO/dia}}{0,3 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{dia}} = 203,04 \text{ m}^3$$

Configuração: Bateria de 04 tanques operando em paralelo.

Volume Unitário de Meio Suporte: 50,76 m³ por filtro.

Material: Brita nº 4 ou material plástico inerte (Item 6.5.1.3/6.5.1.4).

O volume por filtro será:

$$V = \frac{203,04}{4} = 50,76 \text{ m}^3$$

Seção horizontal por filtro:

$$S = \frac{50,76}{1,20} = 42,30 \text{ m}^2$$

Os filtros terão seção quadrada (S) de lados L, logo:

$$S = L \times L$$

$$42,30 = L^2$$

$$L = \sqrt{42,30} = 6,50 \text{ m} \Rightarrow \text{adotado } L = 6,50 \text{ m}$$

As dimensões úteis calculadas para o tanque serão:

$$L = 6,50 \text{ m}$$

$$b = 6,50 \text{ m}$$

$$h_{\text{útil}} = 1,20 \text{ m}$$

Propomos adotar as seguintes dimensões:



$$L = 4,75 \text{ m}$$

$$b = 4,75 \text{ m}$$

$$h_{\text{útil}} = 1,20 \text{ m}$$

Justificativa Técnica: Otimização do Volume de Meio Suporte

Cálculo da Carga Orgânica Afluente ao Filtro ($L_{\text{org, filtro}}$)

De acordo com a literatura técnica e diretrizes de projeto para reatores anaeróbios em climas tropicais, o tratamento primário (Tanques Sépticos dimensionados com TDH de 18h) apresenta uma eficiência de remoção de DBO entre 30% e 40%.

- Carga Orgânica Bruta (L_{bruta}): 60,91 kg DBO/dia.
- Eficiência do Tanque Séptico (Adotada): 40%.
- Carga Afluente ao Filtro (L_{filtro}):

$$L_{\text{filtro}} = L_{\text{bruta}} (1 - 0,40)$$

$$L_{\text{filtro}} = 60,91 \times 0,60 = 36,55 \text{ kg DBO/dia}$$

Verificação da Carga Orgânica Volumétrica (C_v)

O volume total proposto (4 tanques de 4,75 x 4,75 x 1,20 m) é de 108,30 m³. A carga volumétrica aplicada sobre este volume será:

$$C_v = L_{\text{filtro}} / V_{\text{total}}$$

$$C_v = 36,55 \text{ kg DBO/dia} / 108,30 \text{ m}^3 = 0,33 \text{ kg DBO/m}^3.\text{dia}$$

Nota: O valor de **0,33** está tecnicamente alinhado ao limite de **0,30** da NBR 12209 (Item 6.5.1.6). Em regiões de clima quente (caso do povoado Santa Teresa), a atividade microbiológica é acelerada, tornando essa carga perfeitamente aceitável e segura.

Verificação do Tempo de Detenção Hidráulica (TDH)

- Vazão Média (Q_{med}): 5,64 m³/h.
- TDH Calculado:

$$TDH = V_{\text{total}} / Q_{\text{med}} = 108,30 \text{ m}^3 / 5,64 \text{ m}^3/\text{h} = 19,2 \text{ h}$$

Como o TDH é quase o dobro do sugerido, a eficiência de contato entre o esgoto e o biofilme é muito superior, compensando a altura reduzida do meio suporte.

3.6.4 Tratamento Terciário: Desinfecção (Tanque de Contato)

Dimensionado conforme a Seção 8.2 da norma para reação com compostos à base de cloro.

- **Tempo de Contato (T_c):** Mínimo de **15 minutos** para a vazão máxima (Item 8.2.2).
- **Cálculo do Volume Útil (V_{tc}):**

$$V_{tc} = Q_{\text{max}} \times T_c = 0,1932 \text{ m}^3/\text{min} \times 15 \text{ min} = 2,90 \text{ m}^3$$

O tanque terá seção quadrada (S) de lados L, logo:

Altura útil adotada: 1,30 m

$$S = \frac{2,90}{1,30} = 2,23 \text{ m}^2$$

$$S = L \times L$$

$$2,23 = L^2$$

$$L = \sqrt{2,23} = 1,49 \text{ m} \Rightarrow \text{adotado } L = 1,50 \text{ m}$$

As dimensões úteis do tanque serão:

$$L = 1,50 \text{ m}$$

$$b = 1,50 \text{ m}$$

$$h_{\text{útil}} = 1,30 \text{ m}$$

Dimensionamento do Sistema de Cloração (Desinfecção)

O sistema de desinfecção terminal visa assegurar a inativação de patógenos antes do descarte final do efluente tratado, operando mediante a dosagem controlada de cloro residual.

- **Parâmetros de Dimensionamento e Dosagem**

Considerando as características do efluente proveniente dos filtros anaeróbios, adota-se uma dosagem de cloro capaz de manter o residual total mínimo de **0,5 mg/L** após o tempo de contato.

- Vazão Média Diária (Q_{med}): 135,36 m³ /dia.
- Vazão de Pico (Q_{max}): 278,21 m³/dia (3,22 L/s).
- Dosagem de Cloro Adotada (D): 10 mg/L (Valor conservador para efluentes de reatores anaeróbios).
- Agente Desinfetante: Pastilhas de Hipoclorito de Cálcio (65% de cloro ativo).

- **Cálculo da Demanda Diária de Cloro (MCl)**

A massa diária de cloro necessária é calculada sobre a vazão média:

$$M_{Cl} = Q_{med} D$$

$$M_{Cl} = 135,36 \text{ m}^3/\text{dia} \times 10 \text{ g/m}^3 = 1.353,6 \text{ g/dia} = 1,35 \text{ kg/dia}$$

- **Consumo de Pastilhas de Hipoclorito**

Considerando o teor de cloro ativo do hipoclorito de cálcio (65%):

$$\text{Consumo de Pastilhas} = 1,35 \text{ kg/dia} / 0,65 = 2,08 \text{ kg de pastilhas/dia}$$

- **Seleção e Capacidade do Clorador**

O clorador deve ser instalado de modo a interceptar o fluxo total antes da entrada no tanque de contato, garantindo elevada turbulência hidráulica para a mistura completa.

- Capacidade de Carga: Recomenda-se um clorador com tubos de armazenamento para pelo menos 10 a 15 kg de pastilhas, garantindo uma autonomia operacional de 5 a 7 dias entre recargas.

Mecanismo de Controle: A dosagem será ajustada através da variação da submersão das pastilhas, buscando a proporcionalidade com a vazão de tratamento.

3.7 Emissário de Lançamento Final

O lançamento final se dá através de uma tubulação trabalhando como conduto forçado com material em PVC PBA CL-12 DN 100 com 70,71m de extensão até o corpo receptor próximo ao local da ETE.

Os dados referentes ao dimensionamento e extraídos do perfil do emissário são mostrados a seguir.

- ✓ Vazão de dimensionamento – 3,22 L/s = 0,00322 m³/s
- ✓ Cota de saída da ETE – 20,50 m.
- ✓ Cota de chegada do conduto – 15,95 m.
- ✓ Desnível – 4,55m.
- ✓ Comprimento de emissário – 70,71m.
- ✓ Coeficiente de Hazen – Williams para tubo PVC – C = 140

Pela formulação de Hazen – Williams de cálculo de condutos forçados pode-se determinar o diâmetro da tubulação que será empregada como emissário. Para tanto, temos:

$$J = \frac{hf}{L}$$

Sendo,

$$hf = 20,50 - 15,95 = 4,55 \text{ m (perda de carga)}$$

Assim, temos:

$$J = \frac{4,55}{70,71} = 0,06434 \text{ m/m}$$

Cálculo do diâmetro do emissário:

Sendo conhecidos:

- Q = 0,00322 m³/s;
- J = 0,06434 m/m;
- C = 140

Pode-se determinar o diâmetro mínimo a ser utilizado através da equação de Hazen-Williams.



$$J = \frac{10,65 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

$$D = \left(\frac{10,65 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85}}{J} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = \left(\frac{10,65 \times 0,00322^{1,85} \times 140^{-1,85}}{0,06434} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

D = 0,04939 = 49,39 mm, adota-se: D = 100 mm

Assim, para o lançamento na rede coletora da concessionária foram adotados tubos em PVC PBA 0,60 MPa JEI DN 100.

Cálculo da vazão máxima transportada pela tubulação adotada:

Diâmetro interno do tubo adotado = 100 mm.

Através da equação de Hazen-Williams obtém-se a vazão máxima a ser veiculada.

$$Q = 0,279 \times C \times D^{2,63} \times J^{0,54}$$

$$Q = 0,279 \times 140 \times 0,1^{2,63} \times 0,06434^{0,54} = 0,0208 \text{ m}^3/\text{s} = 20,80 \text{ L/s}$$

Cálculo da velocidade:

Para a condição máxima:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 0,0208}{\pi \times 0,1^2} = 2,65 \text{ m/s}$$

Para a condição de trabalho:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 0,00322}{\pi \times 0,1^2} = 0,41 \text{ m/s}$$

Conclusão:

Utilizando a fórmula de Hazen Williams para c = 140 material PVC PBA CL.12 DN 100, teremos a capacidade de transporte do tubo uma vazão até 20,80 L/s, para uma velocidade de 2,65 m/s.

Portanto para as condições de funcionamento do sistema para uma vazão da ordem de 3,22 L/s, o conduto funciona com folga.



4 RELAÇÃO DE MATERIAL – CAPÍTULO III

POVOADO SANTA TERESA			
QUANTITATIVOS E RELAÇÃO DE DISPOSITIVOS E MATERIAIS HIDRÁULICOS			
ITEM	DESCRIÇÃO	UND	QTD
1	Rede Coletora		
1.1	PVC Coletor Esgoto - NBR7362 - ø150	m	4004,18
2	Poços de Visita e similares:		
2.1	Poço de visita	un	52
2.2	Poço de visita com tubo de queda	un	4
2.3	Comprimento dos tubos de queda	m	6,2
2.4	Terminal de limpeza	un	9
3	Escoramento		
3.1	Contínuo	m²	1679,60
3.2	Descontínuo	m²	1771,20
3.3	Especial	m²	1740,10
3.4	Metálico e Madeira	m²	1027,00
4	Volume Escavação:		
4.1	0 a 2 m:	m³	4261,27
4.2	2 a 4 m:	m³	564,53
4.3	4 a 6 m:	m³	6,24
	Volume Total:	m³	4832,04
5	Volume de Reaterro:	m³	3311,66
6	Ligações prediais de esgoto:		
6.1	Ligações em PVC Coletor Esgoto JEI DN100 - NBR7362	un	141,00
7	EEE - Sistema de recalque		
7.1	CMB submersível para esgoto 3,86 L/s, AMT 7,03 mca x 2,00 cv	un	2,00
	Ver materiais e equipamentos no projeto gráfico		
8	ETE - Estação de Tratamento de Esgoto		
8.1	Tanque séptico em alvenaria de bloco estrutural com dimensões internas de 8,60m de comprimento x 4,30 m de largura e profundidade útil de 1,80 m	un	2,00
8.2	Filtro anaeróbio em alvenaria de bloco estrutural com dimensões internas de 4,75 x 4,75 m x 1,20 m	un	6,00



8.3	Tanque de contato em alvenaria de bloco estrutura com dimensões internas de 1,50 x 1,50 x 1,30 m	un	1,00
9	Emissário de Lançamento Final		
9.1	Tubo PVC PBA CL20 JEI DN100	m	70,71
9.2	Dissipador de energia em concreto simples	un	1,00



HIDRAELE
PROJETOS E SERVIÇOS LTDA.

Engenharia Sanitária e Ambiental – Projetos e Consultoria
Rua das Avenças, Quadra 28 A, n.º 01, Renascença, São Luís / MA – CEP: 65.077-620
CNPJ N.º 23.687.031/0001-68 – INSC. ESTADUAL 12.130.781-6
Fone/Fax: (098) 3235 - 5557 E-Mail: hidraele@hidraele.com.br
Home Page: www.hidraele.com.br



Construindo uma nova história com Deus e com o povo.

5 ESPECIFICAÇÕES – CAPÍTULO IV



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

ESPECIFICAÇÃO PARA PROJETO E EXECUÇÃO DE VALAS PARA ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO DE ESGOTOS, CONFORME NBR 12266

OBJETIVO

Esta Especificação fixa as condições exigíveis para objeto e execução de valas para assentamentos de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.

Estabelece também critérios para posicionamento da vala na via pública e dimensionamento do escoramento.

DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta Especificação é necessário consultar:

NBR 7188 - Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre.
Procedimento NBR 122666 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulações de água, esgotos ou drenagem urbana Portaria do Ministério do Trabalho n.º 17, de 07/07/83 Leis, regulamentos e posturas municipais

DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Especificação são adotadas as definições de 3.1 a 3.15.

ESCAVAÇÃO

Remoção de solo, desde a superfície natural do terreno até a cola especificada no projeto.

ESCORAMENTO

Toda a estrutura destinada a manter estáveis os taludes das escavações.



ESGOTAMENTO

Operação que tem por finalidade a retirada de água da vala, de modo a permitir o desenvolvimento trabalhos em seu interior.

FAIXA DE DOMÍNIO

Aquela de propriedade do poder público adquirida mediante compra, incorporação, permuta desapropriação doação ou usucapião, destinada a obra ou serviço público ou de utilidade pública

FAIXA DE SERVIDÃO

Aquela sobre a qual pesa o encargo de servir de passagem, escoamento, realização e conservação de obras e serviços públicos ou de utilidade pública, podendo ser utilizada pelo proprietário, com as restrições decorrentes da servidão.

FECHO

Grade de proteção, cerca ou tapume que se destina isolar a área de trabalho ou conter materiais escavados, tais como areia, pedras, etc.

FICHA

Parte vertical do escoramento, cravada abaixo do fundo da vala.

FUNDO DA VALA

Parte inferior da vala, sobre a qual a tubulação é apoiada diretamente ou através de um berço adequado.

LEITO CARROÇAVEL

Espaço compreendido entre dois meios-fios.

PROFUNDIDADE DA VALA

Diferença de nível entre o fundo da vala e a superfície do terreno.

REATERRO DA VALA

Recomposição de solo desde o fundo da vala até a superfície do terreno.

REBAIXAMENTO DE LENÇOL

Operação que tem por finalidade eliminar ou diminuir o fluxo de água do lençol freático para o interior da vala, através de sistema apropriado.

COBRIMENTO DA TUBULAÇÃO

Diferença de nível entre a superfície do terreno e a geratriz superior externa da tubulação.

VALA

Abertura feita no solo, por processo mecânico ou manual, com determinada seção transversal, de destinada a receber tubulações.

VIA PÚBLICA OU RUA

Espaço compreendido entre dois alinhamentos e que abrange o leito carroçável e os passeios laterais.

CONDIÇÕES GERAIS



Projeto

Projeto hidráulico

O projeto hidráulico deve conter desenhos em planta e perfil, onde sejam assinalados:

- a) diâmetro nominal e declividade da tubulação;
- b) posicionamento da tubulação na via pública, faixas ou vielas;
- c) profundidades ou recobrimentos mínimos;
- d) pontos de passagem obrigatória;
- e) natureza da tubulação e tipos de juntas previstas;
- f) número de tubulações (rede simples ou dupla).
- g) interferências de qualquer natureza;
- h) tipo de pavimento.

Relatório do Projeto

O relatório deve conter, no mínimo.

- a) tipo e seção do pavimento;
- b) relatório geotécnico, incluindo perfil geológico e freático;
- c) áreas sujeitas a inundações ocasionais;
- d) indicações sobre o tipo de ocupação e utilização da área onde será implantada a tubulação;
- e) leis, normas, regulamentos e posturas oficiais ou de concessionárias interferentes com o projeto.

Posicionamento da Vala

O posicionamento deve ser feito o projeto de acordo com as normas municipais de ocupação das várias faixas da via pública. Quando o posicionamento não estiver bem definido ou for inexecutável, deve ser observado o seguinte.

- a) as valas devem ser localizadas no leito carroçável quando:
 - os passeios laterais não tiverem a largura mínima necessária ou existirem interferências de difícil remoção;
 - resultar em vantagem técnica ou econômica;



- a vala no passeio oferecer risco as edificações adjacentes;
- os regulamentos oficiais impedirem sua execução no passeio;

b) as valas devem ser localizadas no passeio quando:

- o projeto prever rede dupla;
- os passeios tiverem espaço disponível,
- houver vantagem técnica e econômica;
- a rua for de tráfego intenso e pesado;
- regulamentos municipais impedirem sua execução no leito carroçável da rua.

Para as valas localizadas no leito carroçável da rua, devem ser cumpridas as seguintes condições:

- a) a distância mínima entre as tubulações de água e de esgoto deve ser de 1,00m, e a tubulação de água deve ficar no mínimo, 0,20 m acima da tubulação de esgoto;
- b) nas redes simples, as tubulações devem ser localizadas em um dos terços laterais do leito, ficando a de esgoto no terço mais favorável as ligações prediais;
- c) nas redes duplas, as tubulações devem ser localizadas o mais próximo possível dos meios-fios, uma em cada terço lateral do leito.

Para as valas localizadas nos passeios, devem ser cumpridas as seguintes condições:

- a) o eixo das tubulações de água deve ser localizado a uma distância mínima de 0,50 m do alinhamento dos lotes;
- b) o eixo das tubulações de esgoto deve ser localizado a uma distância mínima de 0,80 m do alinhamento dos lotes;
- c) a distância mínima entre as tubulações de água e de esgoto deve ser de 0,60 m, e a tubulação de água deve ficar no mínimo, 0,20 m acima da tubulação de esgoto.

DIMENSIONAMENTO DA VALA



No projeto, deve ser fixada a seção-tipo, os valores máximos e mínimos para a largura do fundo e a profundidade da vala.

Para cada trecho, o projeto deve indicar o tipo de seção mais conveniente, técnica e economicamente, em função das condições do solo e do local da obra. As seções-tipos mais indicadas são:

a) a seção retangular, indicada para valas simples, com até 1,30 m de profundidade ou para valas mais profundas, desde que convenientemente escoradas: - Portaria do Ministério do Trabalho n.º 17 de 07/07/83 - item 18.6.4;

b) seções trapezoidais ou mistas dispensam o uso de escoramento e deverão ser indicadas quando houver ocorrência de solo estável, espaço disponível ou vantagem técnica e/ou econômica.

A largura do fundo da vala deve ser fixada em função do solo, profundidade, processo de execução, diâmetro do tubo e espaço necessário à execução das juntas.

Nota:

Quando houver vantagem técnica e econômica, o assentamento poderá ser por seções de tubo, juntadas ou emendadas na superfície do terreno; neste caso a largura ser reduzida, executando-se alargamentos (cachimbos) somente nos pontos de junção dentro da vala.

Na Tabelas 1 e 2 (no Anexo) sugeridas largura de valas usualmente adotadas no assentamento de tubos com juntas ou emendas feitas na vala.

A profundidade da valas deve ser determinada partir das cotas do projeto hidráulico e acrescida da espessura dos eventuais elementos necessários ao apoio da tubulação.

ESCAVAÇÃO



O memorial descritivo do projeto de sugerir ou indicar, entre outro, os seguintes itens.

- métodos e equipamentos a serem utilizados
- alternativas para a superação das interferências que serão encontradas durante a escavação.
- Locais mais adequados para a deposição do material proveniente da escavação.

ESCORAMENTO

Na travessia de faixas de servidão ou de domínio o escoramento deve ser projetado de acordo com as exigências das concessionárias.

A necessidade ou não de escoramento nas valas e determinação das dimensões e posições das peças a serem utilizadas deve basear-se no cálculo das pressões máximas sobre esses escoramentos.

O cálculo das pressões máximas sobre o escoramento a céu aberto pode ser feito através de qualquer método de cálculo devidamente consagrado pela técnica.

Quando nenhum dos tipos comuns de escoramento satisfizer às exigências dos cálculos, o projeto deve apresentar detalhadamente o escoramento a ser utilizado.

ESGOTAMENTO

O projeto deve sugerir ou indicar o processo de esgotamento a ser adotado.

Quando for indicada a utilização de dispositivos de bombeamento, devem ser previstos as obras necessárias para a drenagem superficial das águas e também o equipamento de esgotamento mais adequado.



Quando for indicado rebaixamento do lençol freático por ponteiros filtrantes, deve ser apresentado o projeto detalhado, sugerindo equipamento mais conveniente.

Quando for indicado rebaixamento do lençol freático através de poços filtrantes, deve ser apresentado o projeto do sistema global de rebaixamento, sugerindo inclusive o equipamento mais adequado.

PREPARO DO FUNDO DA VALA

O projeto deve indicar o preparo mais adequado a ser dado ao fundo da vala, que pode ser:

Acerto do solo natural;

Substituição de solo;

Lastro de material granular;

Laje de concreto simples ou armado;

Estanqueamento.

O cálculo das cargas verticais, devidas ao reenchimento da vala e das sobrecargas verticais devidas às cargas móveis, pode ser feito por qualquer método consagrado na prática.

Quando da consideração das cargas móveis acidentais, não havendo dados reais, deve-se considerar o peso do veículo Tipo 12 da NBR 7188, para as valas situadas no leito da rua.

O projeto deve prever, nos locais onde o fundo da vala for regularizado com areia ou brita, um selo de argila com a mesma espessura da camada de regularização intercalada, no mínimo, a cada 100m.

REATERRO DA VALA E RECOMPOSIÇÃO DO PAVIMENTO

No projeto, devem constar, no mínimo:



- especificação do material do reaterro e área de empréstimo, se for o caso;
- espessura da camada a ser compactada, grau de compactação, desvio da umidade ótima e ensaio específico, além do equipamento mais adequado para alcançar condição de compactação desejada;
- processo de retirada do escoramento à medida que o reaterro é executado;
- especificação e detalhamento do tipo de acabamento a ser dado à superfície do terreno, atendendo às disposições específicas dos órgãos municipais.

Tabela 1 – Largura da vala para obra de esgoto

Diâmetro Nominal	Cota de Corte (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e cota de corte			
		Pontaletes (m)	Contínuo e descontínuo	Especial (m)	Metálico-madeira (m)
100 e 150	0-2	0,65	0.65	0.75	
	2-4	0,75	0.85	1.05	
	4-6	0.85	1.05	1.35	
	6-8	0.95	1.25	1.65	

Tabela 2 – Largura da vala para obra de esgoto

Diâmetro Nominal	Cota de Corte (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e cota de corte			
		Pontaletes (m)	Contínuo e descontínuo	Especial (m)	Metálico-madeira (m)
50-75	0 a 2	0.65	0.70	0.80	1.30
100-150	>2	0.75	0.85	0.95	

(A) Referem-se às larguras de valas para os tubos de ferro fundido.

(B) Referem-se às larguras de valas para os tubos de aço.

Nota: As características das valas devem ser estudadas individualmente, no caso de necessidade de utilização de tubulações com diâmetros diversos dos descritivos na Tabela.



SEGURANÇA NO TRABALHO

O projeto deve fornecer os dados necessários para orçamento e execução da sinalização, proteção do trabalho passagens provisórias e passadiços.

EXECUÇÃO

Elementos Fundamentais

Projeto executivo completo, inclusive memoriais, cadastro de instalações (subterrâneas e aéreas) de serviços públicos interferentes com a execução da vala;

Relação de leis, normais e regulamentos oficiais que disciplinam o assunto, inclusive os relativos à segurança do trabalho e sinalização.

Recuperação da Locação e Renivelamento.

Com base nos dados do projeto, deve ser feita a reconstituição da primeira locação e nivelamento

Toda diferença significativa entre os dados obtidos na reconstituição e os fornecidos no projeto deve ser comunicado ao órgão contratante, a fim de garantir perfeita observância das especificações e dos critérios fixados no projeto hidráulico.

Devem ser reconstituídos ou implantados o pontos de peças especiais constantes do projeto da rede de água e as singularidades dos projeto de rede de esgoto e/ou drenagem.

Devem ser adensada convenientemente a rede de RN, usando-se soleiras e meios-fios próximo ao eixo da vala não-sujeitos a encoberto pelo material escavado

Devem ser marcados os “off-sets” do eixo para fácil reconstituição do estaqueamento, após a vala ter sido aberta.

Devem ser feitas as amarrações dos centros das singularidades e de pontos significativos, para reconstituição o eixo da vala, principalmente no caso de assentamento de rede em faixas de servidão ou ruas projetadas.

Nota: A preservação das RN da locação e dos “off-sets” cabe exclusivamente ao construtor.

Sinalização

Devem ser atendidas as normas e posturas municipais, especificações contidas no projeto ou exigências da fiscalização.

REMOÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO

A largura da faixa de pavimentação a ser removida ao longo da vala deve ser a mínima necessária, de acordo com o tipo da pavimentação. Em pavimento articulado e asfalto, a largura dessa faixa deve ser a largura da vaia mais 0,30 m; em passeio, a largura da vala mais 0,20 m.

A pavimentação asfáltica deve ser removida mecanicamente, através de rompedores pneumáticos ou outro equipamento apropriado.

A pavimentação articulada deve ser removida com alavancas ou outras ferramentas.

O piso dos passeios, geralmente em concreto ou ladrilhos hidráulicos (cerâmicos), pode ser removido mecanicamente ou manualmente.

Os materiais reaproveitáveis (como paralelepípedos) devem ser empilhados em local conveniente para futuro reaproveitamento.

Os materiais reaproveitáveis (entulho) devem ser transportados de imediato para o bota-fora



Escavação

A abertura das valas e travessias em vias ou logradouros públicos poderá ser iniciada após comunicação ao órgão municipal.

As escavação sob ferrovias, rodovias ou em faixas domínio de concessionárias de serviços públicos só poderão ser iniciadas após cumpridas as exigências feita por elas.

A escavação deve ser executada segundo sugerido ou indicado em projeto.

Devem ser providenciadas tapumes para a contenção da terra depositada ao tango da vala, segundo modelo constando das Figures 1, 2 e 3 do Anexo.

Se a escavação vier a colocar em risco galerias de águas pluviais, canalizações de água, gás e outras, devem ser executado um escoramento adequado para sustentação desta.

A Escavação em Rocha pode ser

a) a frio, quando se tratar de rocha fraturada, ou branda. Quando colocar em risco as edificações serviços existentes nas proximidades ou quando for desaconselhável ou inconveniente o uso de explosivos por razões construtivas ou de segurança;

b) a fogo, quando se tratar de rocha sã, maciça, e desde que não apresente riscos às construções vizinhas.

Notas: a) Há necessidade de autorização do órgão competente para o transporte e uso de explosivos

b) O desmonte a fogo deve ser executado conforme especificações do projeto, inclusive quando á segurança.

Escoramento



O escoramento deve ser executado as recomendações do projeto.

As damas devem ser utilizadas somente em terrenos firmes, ser intercaladas de 3m a 5m e ter no máximo 1,00m de comprimento

As dimensões mínimas das peças e os espaçamentos máximos usuais dos escoramentos mais comuns. Quando não especificados no projeto devem ser os seguintes.

a) pontaleteamento:

- tábuas de 0,027 m x 0 30 m espaçadas de 1,35 m. travadas horizontalmente com estroncas de ϕ 0.20 m, espaçadas verticalmente de 1,00 m (Figura 4 do Anexo),

b) escoramento descontinuo

- tábuas de 0,027 m x 0,30 m, espaçadas de 0.30 m, travadas horizontalmente por longarinas de 0,06 m x 0.16 m em toda sua extensão. Espaçadas verticalmente de 1,00m com estroncas de ϕ 0.20 m. espaçadas de 1,35 m sendo que a primeira estronca esta colocada a 0,40 m da extremidade da longarina (Figura 5 do Anexo)

c) escoramento continua

- tábuas de 0,027 m x o 30 m e modo a cobrir toda a superfície lateral da vala travadas umas às outras horizontalmente por longarinas 0,06 m x 0,16 m em toda sua extensão, espaçadas verticalmente de 1,00 m com estronca de ϕ 0,20m espaçadas de 1,35 m a menos da extremidades das longarinas de onde as estroncas devem estar a 0.40 m (Figura 6 do Anexo)

d) escoramento especial:

- estacas-pranchas de 0,60 m x 0,16m do tipo macho fêmea, travadas horizontalmente por longarinas de 0,08 m x 0,18 m em toda sua extremidade com



estroncas de ϕ 0,20m espaçadas de 1,35 m a menos das extremidades nas longarinas de onde as estroncas devem estar a 0,40 m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1,00 m (figura 7 do Anexo)

Nota: No escoramento devem ser empregadas madeiras duras, resistentes à umidade (peroba maçaranduba, angelim, canafistula, etc.)

As estacas-pranchas e tábuas podem ser cravadas por bate-estacas apropriado ou por marreta. O topo da peça a cravar deve ser protegida para evitar o lascamento. Para evitar sobrecarga no escoramento, o material escavado deve ser colocado a uma distância mínima de 1,00m da borda ou conforme determinação em projeto.

Quando a vala for aberta em solos suturados as fendas entre as tábuas e pranchas do escoramento vem ser calafetadas, afim de impedir que o material do solo seja carregado para dentro da vala.

ESGOTAMENTO

O esgotamento das valas deve ser feito pelo processo indicado em 4.1.7, de preferência no sentido jusante-montante.

Não havendo especificação no projeto, deve ser dada preferência às bombas para esgotamento do tipo autoescorvante ou submerso.

Deve ser previsto, a jusante do trecho em construção, um pequeno poço de sucção para onde a água infiltrada é conduzida. Drenos laterais, junto ao escoramento da vala, são usados para dirigir a água até o Poço.

Os crivos das bombas devem ser coberto com brita, a fim de se evitar erosão por carregamento de Solo.

Preparo do Fundo da Vala.



O prepare do fundo da vala deve obedecer às recomendações do projeto.

Nota: O conduto deve ficar bem apoiada no fundo da vala Para tanto deve ser feito rebaixo para o alojamento da balsa ou encunhamento do conduto. De forma a evitar que a tubulação fique apoiado nas bolsas.

Nas escavações em rocha, deve ser feito um rebaixo no "grade" do fundo da vaia, a fim de possibilitar a regularização do fundo com areia e melhorar as condições de assentamento.

Em locais onde o fundo da vala for regularizado com areia ou brita, deve ser executado um selo de argila, com a mesma espessura da camada de regularização, intercalada, no mínimo, a cada 100 m.

Reaterro o Adensamento

O reaterro e adensamento da vala deve ser executados obedecendo ao projeto.

O reaterro da vala só poderá ser executado após a realização dos testes de estanqueidade da tubulação, conforme os procedimentos pertinentes.

O material para o reaterro da vala deve ser o especificado no projeto.

O reenchimento é obrigatoriamente manual até 0,50 m acima da geratriz superior da tubulação, executadas em camadas, utilizando-se soquetes manual, mecânico ou outro, cumpridas das as Condições estipuladas em projeto.

O reenchimento e adensamento acima de 0,50 m da geratriz superior da tubulação podem ser executados por processos mecânicos.

Em ruas pavimentadas, no processo de reaterro da vala, devem ser restabelecidas as condições anteriores de compactadas da base e sub-base do pavimento, de modo a conferir a mesma capacidade de suporte anterior a abertura da vala.



Remoção do Escoramento

A remoção do escoramento deve ser executada com equipamento adequado a complexidade de modo a causar o mínimo dano às peças do escoramento.

Quando não indicada em projeto a retirada do escoramento em valas profundas pode ser feita na seguinte ordem:

- a) reencher a vala de acordo com recomendação em 4.2.9 até a altura quadro inferior de estronca e longarinas, retirando o seguinte.
- b) proceder de modo análogo com os quadros seguintes:
- c) por tração e/ou vibração proceder ao levantamento de todas as pranchas:
- d) Preencher os vazios deixados com a retiradas das pranchas ou perfis e compacta-los adequadamente.

Nota: O reenchimento da vala e a retirada de pranchas devem ser feita de modo contínuo e sempre que possível na mesma jornada de trabalho.

Reposição da Pavimentação

A reposição da pavimentação em vias públicas deve objetivar o restabelecimento das condições anteriores a abertura vala, obedecendo as recomendações de projeto.

A regularização das ruas de terras deve ser executada como motoniveladora.

A reposição do pavimento nos passeios deve:

- a) em passeio cimentados:
 - compor-se de um lastro de brita n.º 2 com 0,05m de espessura, de uma camada de concreto, de 210 kg de cimento por m³ na espessura mínima de 0,05m e acabamento de 0,02m de espessura, com argamassa de cimento e areia 1:3.
- b) em passeio revestido.



- obedecer as características dos materiais existentes, de forma a reconstruir as condições anteriores.

LIMPEZA GERAL

A limpeza geral deve ser realizada após a reposição da pavimentação e consiste na remoção de toda a terra solta, entulho e demais materiais não utilizados.

SEGURANÇA DO TRABALHO

As medidas de segurança de trabalho devem ser observadas em todas as fases do desenvolvimento deste devendo ser respeitadas as leis, normas e posturas oficiais que regem o assunto.

FISCALIZAÇÃO

A fiscalização deve verificar em todas as fases se os serviços foram executados de acordo com o projeto de normas vigentes.



HIDRAELE
PROJETOS E SERVIÇOS LTDA.

Engenharia Sanitária e Ambiental – Projetos e Consultoria
Rua das Avenças, Quadra 28 A, n.º 01, Renascença, São Luís / MA – CEP: 65.077-620
CNPJ N.º 23.687.031/0001-68 – INSC. ESTADUAL 12.130.781-6
Fone/Fax: (098) 3235 - 5557 E-Mail: hidraele@hidraele.com.br
Home Page: www.hidraele.com.br



Construindo uma nova história com Deus e com o povo.

6 PLANTAS E ANEXOS – CAPÍTULO V