

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

MEMORIAL DESCRITIVO e MEMÓRIA DE CÁLCULO

PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ DO SUL/RS

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial descritivo tem por objetivo estabelecer as diretrizes básicas para construção do sistema de esgotamento sanitário no perímetro urbano do município de Almirante Tamandaré do Sul/RS

A rede coletora de esgotos projetada será do tipo separador absoluto. Para o tratamento dos efluentes domésticos coletados será adotada uma estação compacta, sendo o efluente tratado lançado numa sanga e o lodo proveniente do tratamento, em leitos de secagem, conforme projeto anexo.

Este projeto foi desenvolvido de acordo com as Normas Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

2. DESCRIÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Almirante Tamandaré do Sul não apresenta rede coletora de esgotos sanitários, sendo o tratamento dos esgotos domésticos realizado de forma individualizada, na sua grande maioria com a utilização de tanques sépticos e sumidouros ou lançamento em corpos receptores.

A área abrangida pelo presente projeto é tipicamente residencial, existindo apenas unidades habitacionais e equipamentos comunitários.

3. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

- PRELIMINARES

O sistema de esgotamento sanitário da Sede foi projetado utilizando como referência o levantamento topográfico apresentado pela Prefeitura Municipal.

A rede foi projetada em todas as ruas, existentes até o presente momento, no perímetro urbano, sendo o sentido de escoamento definido pela altimetria verificada.

Memorial Descritivo e Memória de Cálculo

- DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Para o dimensionamento da rede de esgotos sanitários foram utilizados os seguintes critérios e parâmetros:

- Equações e Coeficientes utilizados:

- Equação da Continuidade: $Q = V.A$

- Equação de Manning: $V = \frac{1}{n} . R^{(2/3)} . I^{(1/2)}$

- Equação da Tensão Trativa: $T = \gamma . R . I$

Onde:

Q - vazão em l/s;

V - velocidade média, em m/s;

A - área molhada, em m²;

n - coeficiente de rugosidade de Manning;

R - raio hidráulico, em m;

I - declividade da tubulação, em m/m;

g - peso específico do líquido, em N/m³.

- Vazão Mínima de Dimensionamento

De acordo com a NBR 9649, adotou-se 1,50 l/s como mínima vazão de dimensionamento em qualquer trecho da rede.

- Critério da Tensão Trativa

A tensão tangencial imposta pelo escoamento, à parede do conduto, é denominada de tensão trativa. O critério preconizado pela NBR 9649, relacionado com esta grandeza substitui o critério da velocidade mínima de auto-limpeza. Segundo a referida norma, a tensão trativa crítica, entendendo-se como a mínima admissível, é de 1,0 Pa.

- Coeficientes de Rugosidade

De acordo com o especificado pela NBR 9649/86, o coeficiente de Manning (n) adotado é 0,013, para início e fim de plano.

- Declividade mínima admissível

Deve ser aquela que, em função da vazão de projeto, permita atender ao critério da tensão trativa.

$$I_{MIN} = 0,006122.Q_i^{-0,47}$$

Onde: Q_i = vazão de início de plano, em l/s.

- Lâmina Máxima

Para a lâmina de projeto, caracterizada como a secção real de escoamento, será admitido, no máximo, 75% do diâmetro da tubulação.

- Controle de remanso

Tradicionalmente, o controle do remanso é realizado mediante um procedimento que consiste em equilibrar as lâminas de escoamento em trechos consecutivos, mediante a introdução de degraus ou quedas nos PVs. Esta solução decorre da hipótese simplificadora, correntemente adotada, de que o escoamento se dá em regime uniforme. Ao equilibrar as lâminas procura-se eliminar ou minimizar a ocorrência do remanso, aproximando-se o escoamento da condição de regime uniforme.

- VAZÕES DE PROJETO

As vazões de projeto foram determinadas conforme indicado abaixo:

- Vazão domiciliar

$$Q_{domiciliar} = \frac{qxNxC}{86400}$$

- Vazão de Infiltração

$$Q_{infiltração} = \text{extensão de rede} \times \text{taxa de infiltração}$$

- Vazão Média

$$Q_{média} = Q_{domiciliar} + Q_{infiltração}$$

- Vazão Máxima Inicial

$$Q_{máx.inicial} = Q_{domiciliar} \times K_2 + Q_{infiltração}$$

- Vazão Máxima Final

$$Q_{\text{máx. final}} = Q_{\text{domiciliar}} \times K_2 \times K_1 + Q_{\text{inf. infiltração}}$$

Onde:

q = consumo de água per capita (q=200 l/hab.dia)

N = n° habitantes contribuintes (N= 1115 para início e fim de plano)

C = coeficiente de retorno água - esgoto (C=0,80)

K1 = coeficiente de máxima vazão diária (K1 = 1,20)

K2 = coeficiente de máxima vazão horária (K2 = 1,50)

A taxa de infiltração considerada para o dimensionamento da rede foi de 0,01 l/s.km.

- CARACTERÍSTICAS DA REDE COLETORA PROJETADA

As características da rede projetada foram definidas em conformidade com a Norma Brasileira para elaboração de projetos de redes coletoras de esgotos sanitários.

- Diâmetros e comprimentos

De acordo com as diretrizes apresentadas na norma técnica, o diâmetro mínimo a ser empregado em redes coletoras é de 100 mm, contudo seu emprego é questionável, principalmente em áreas urbanas faveladas ou ocupadas com população de baixa renda. Primeiro pelo fator sócio-econômico, pois no Brasil, comunidades com estas características, normalmente não possuem condições de adquirir materiais higiênicos e sanitários adequados, como, por exemplo, papéis higiênicos, que é um material próprio para sofrer desintegração ao longo do esgotamento tubulado. Segundo, pela falta de educação sanitária que caracteriza estas populações o que resulta na má utilização do sistema como consequência da colocação imprópria de objetos que provocam entupimentos nos coletores (frascos, garrafas, panos, papéis grosseiros ou resistentes, etc.), tendo como agravante o fato de que, em geral, as instalações hidráulico-sanitárias internas dos lotes nestas áreas, são precárias ou até inexistem. Nestas situações é preferível que os coletores públicos sejam dimensionados com um diâmetro mínimo de 150 mm.

Quanto aos comprimentos, tem-se a limitação para o comprimento máximo admissível, o alcance do equipamento de limpeza. Neste projeto, adotou-se 100 m, como sendo a distância máxima entre PVs.

- Materiais

Adotou-se, para fins de especificação e orçamento, tubos de PVC rígido junta elástica integrada (PVC JEI), considerando que no dimensionamento da rede coletoras, todos os diâmetros são de 150 mm.

- Recobrimentos

Em conformidade com a NBR 9649, foram adotados os seguintes valores para recobrimento mínimo:

- rede assentada sob passeio: 0,65 m;
- rede assentada sob via pública: 0,90 m.

- Localização da Rede

De acordo com a constituição viária do perímetro urbano, optou-se por traçar a rede coletora, com exceção das vias asfaltadas, no eixo da via pública, com ligações prediais individuais em ambos os lados e caixa de calçada largando no meio da rede.

A parcela da rede que se enquadra neste padrão tem como condicionantes:

- diâmetro menor ou igual a 400 mm;
- largura da via menor ou igual a 18 m;
- profundidade dos coletores menor ou igual a 4 m.

Nas vias asfaltadas, a rede coletora será lançada junto aos meio-fios, de forma a minimizar o dano ao pavimento.

A travessia da VRS 208 dar-se-á através de um bueiro existente sob a rodovia, de forma a evitar uma travessia destrutiva, não permitida pelo DAER.

Conforme detalhe em anexo, o bueiro será utilizado para travessia da rede coletora e as tubulações de PVC, serão fixadas a tubulação de concreto (DN 800), por meio de abraçadeiras, espaçadas entre si, de metro em metro.

- Poços de Visita e poços não Visitáveis
Os poços de visita e os poços não visitáveis foram previstos nas seguintes situações:

- cabeceiras da rede;
- mudanças de direção;
- mudanças de declividades;
- mudanças de diâmetro.

Serão executados de acordo com a seguinte padronização:

a) Poços não visitáveis - Tipo Tubo de Inspeção e Limpeza (TIL)

As inspeções tubulares tipo Terminal de Inspeção e Limpeza (TIL), segundo a NBR 9649, foram previstas para a aplicação em cabeceiras de rede, tanto nos passeios como no leito das ruas.

b) Poços de visita - PV tipo "N"

Será utilizado em coletores localizados no passeio ou em via pública de tráfego leve quando o diâmetro for menor ou igual a 300 mm, independente da profundidade.

A localização do PV será:

- pontos de junção de coletores;
- pontos de mudança de diâmetro;
- mudança de declividade;
- pontos de mudança de alinhamento.

- Apoio dos Coletores

Os coletores serão assentes com vistas a garantir sua estabilidade sob ação das cargas atuantes.

Os tubos serão assentados na superfície da vala regularizada com 10 cm de areia, para que a geratriz fique perfeitamente alinhada, tanto em greide como em planta.

- Alinhamento dos Coletores

O perfeito alinhamento dos coletores, tanto no plano vertical quanto horizontal e a aplicação das declividades definidas no projeto são fundamentais para que não ocorram trechos de acumulação de efluente, por mínimo que sejam.

O greide do coletor poderá ser obtido por meio de réguas niveladas, colocando-as na vertical do centro dos PVs e em pontos intermediários do trecho, distanciados de acordo com o

método de assentamento a empregar (cruzeta ou gabarito). Quando a declividade for inferior a 0,001 m/m, o greide deve ser determinado por meio de instrumentos topográficos.

- Ligações Prediais

As ligações prediais podem ser realizadas de diferentes tipos, aplicável conforme a situação típica que se apresenta em cada caso. Em função do diâmetro do coletor secundário, de sua localização (via pública ou passeio) e de sua profundidade, as ligações prediais podem ser realizadas conforme as alternativas apresentadas a seguir:

- Tipo LP1: coletor público na via de tráfego com DN $\leq$ 400 mm e profundidade $\leq$ 4,0 m;
- Tipo LP2: coletor público no passeio com DN $\leq$ 400 mm e profundidade $\leq$ 2,5 m.
- Tipo LP5: cabeceira do coletor público lançado na via de tráfego;
- Tipo LP6: cabeceira do coletor público lançado no passeio.

Em qualquer uma das alternativas adotadas, deverão ser utilizadas caixas de calçada.

- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTOS

Estações Elevatórias são necessárias toda vez que, por algum motivo, não seja possível, sob o ponto de vista técnico e econômico, o escoamento dos esgotos pela ação da gravidade, ou seja, é necessário o uso de instalações (bombas) que transmitam, ao líquido, energia suficiente para garantir tal escoamento.

- Concepção Básica

A estação elevatória de esgotos, integrante do sistema de esgotamento sanitário estará localizada em cota apropriada que permita o recalque até o PV nº X, para partindo deste ponto, daí o escoamento ocorrer por gravidade.

Esta estação foi concebida como sendo poço úmido, onde serão instaladas bombas do tipo estacionárias, composta por poço de sucção, mangote de sucção e tubulação recalque, com os respectivos acessórios e dispositivos complementares, equipamento elétrico e dispositivos auxiliares como: gradeamento e automação.

Em uma etapa inicial, será composta de dois grupos motor-bomba, sendo um de reserva para eventual manutenção.

3.5.1.1 – Aspectos Operacionais

Os principais aspectos operacionais que favorecem o uso de estações elevatórias de poço úmido são:

- operação alternada de bomba;
- operação automática;
- suprimento de qualquer tipo de construção ao nível do terreno;
- exigência de apenas equipe que verifique a manutenção em tempo determinado;
- minimização de pessoal de operação.

3.5.1.2 – Projeto e dimensionamento

Os requisitos de projeto e dimensionamento foram os seguintes:

a) Modelo Utilizado

As elevatórias de bombas submersíveis poderão ter o poço retangular ou circular, dependendo das condições de instalação ou localização.

b) Alimentação

As elevatórias terão em suas entradas, uma estrutura retangular, onde estarão localizados a comporta e o cesto de detritos.

As elevatórias terão grades manuais com cesto coletor, até a vazão de 300 l/s.

c) Poço de sucção

O esgoto ao entrar no poço de sucção descarrega sobre um anteparo vertical, construído de frente ao canal. O topo da parede divisória do anteparo está um pouco acima da geratriz superior do orifício de entrada.

O fundo do poço deverá ter uma inclinação de 8°. Será colocado um anteparo, tendo-se o cuidado de nada se colocar abaixo dele, a fim de evitar turbulência.

e) Recalque

A tubulação de recalque das bombas será instalada ao nível do solo, onde se encontram as válvulas de retenção.

f) Níveis de operação

A automatização da elevatória será estabelecida através dos níveis de operação (bóias reguladoras). A bomba partirá à medida que o nível do poço for subindo. Conseqüentemente, as bombas desligarão na medida que o nível for diminuindo.

O nível máximo do poço de sucção é dado pelo nível do poço de sucção em condições normais e pelo extravasor da elevatória, em condições extremas.

O nível mínimo foi dimensionado de tal forma que as aberturas do fundo do anteparo fiquem submersas.

g) Extravasor

O extravasor da elevatória será colocado na câmara de chegada e extravasão.

3.5.1.3 – Equipamentos da Estação Elevatória

Os equipamentos que compõem o sistema da elevatória são:

Equipamentos Mecânicos

a) Comportas

As comportas serão de ferro fundido, com dimensões variáveis e possuindo:

- vedação com cunhas laterais, cunhas de topo e cunhas de fundo;
- folga entre os assentos do quadro e gaveta de 0,1 mm;
- acabamento superficial dos assentos de 1,6 microns;
- folga máxima entre as ranhuras da guia e ressalto de ~ 1,5 mm.

b) Cesto Coletor

Memorial Descritivo e Memória de Cálculo

Será com barras verticais, sendo o espaçamento conforme as dimensões da passagem de sólidos da bomba, com correntes em aço galvanizado.

O cesto será construído em perfis retangulares. O ponto de sustentação do cesto deverá ser coplanar com guias laterais, para não haver desequilíbrio do peso.

c) Conjunto moto bomba

Os conjuntos moto bombas utilizados deverão ser do tipo estacionário, com vazão e altura manométrica conforme especificado no projeto.

Deverão ter, motor e bomba, um mesmo conjunto de carcaça acoplados. As bombas serão apoiadas em um piso de concreto.

d) Tubulações e Equipamentos

Os tubos para saída da bomba deverão ser em PVC DeFoFo, classe 1Mpa, acopladas à flanges de FoFo para conexão nas bombas e válvulas.

As válvulas de retenção serão do tipo portinhola, com ou sem by-pass, com ou sem contra peso, de acordo com o projeto. Deverão ter a classe de pressão conforme especificado no projeto. O corpo, a tampa e a portinhola deverão ser em ferro fundido.

Equipamentos Elétricos

a) Painel de controle

b) Cabos elétricos

c) Reguladores Tipo Bóia

- Vazões de Projeto da Elevatória

As vazões previstas no dimensionamento da elevatória de esgotos são apresentadas no quadro abaixo.

	Vazão (l/s)
Q min	0,88
Q Méd	1,18
Q máx	1,87

Essa elevatória terá o poço de sucção dimensionado para vazão máxima de 1,78 l/s. No entanto, o gradeamento e a linha de recalque serão dimensionados para a vazão de final de plano. Portanto, deverão ser instalados dois grupos motor-bomba, sendo um deles de reserva.

- Dimensionamento Hidráulico

Grade / Cesto de Retenção de sólidos grosseiros

Após a câmara de chegada e extravasão, foi projetado um compartimento que abriga a comporta e o cesto de retenção de sólidos.

Utilizando-se barras chatas de 3/8" (t=0,95 cm) e espaçamento de 1" (a=2,5 cm – bombas submersíveis admitem diâmetro de passagem de sólidos até 10 cm), tem-se para Q max. = 1,87 l/s e velocidade de 0,70 m/s (adotada):

$$S = Au * \frac{(a+t)}{a} = \frac{Q}{V} * \frac{(a+t)}{a}$$

$$S = \frac{0,00187}{0,70} * \frac{(2,5+0,95)}{2,5} = 0,00267 * 1,38 = 0,00369m^2$$

Para a largura do canal de 0,60 m, mínima em função da manutenção, vem:

$$h = \frac{0,2193}{0,60} = 0,00615m = 0,615cm(lâmina)$$

A velocidade de passagem na grade do cesto, considerando-se 50% de obstrução, será:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,00187}{(0,00369 * 0,50)} = 1,01m/s$$

A perda de carga na grade será:

$$hf = \beta * \left(\frac{t}{a} \right)^{4/3} * \text{sen} \left(\alpha * \frac{V^2}{2g} \right), \text{ para } \beta = 1,79$$

$$hf = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm.}$$

A perda obtida é inferior à mínima de 10cm (NB). Em função de seu baixo valor, o nível de fundo do canal poderá ser o mesmo da chegada do coletor, sem degrau. A limpeza deverá ser acionada num intervalo de tempo tal que a perda na grade não ultrapasse o valor admitido.

Extravasador

O extravasor terá como destino o arroio. O diâmetro da tubulação extravasora deve ser no mínimo igual ao diâmetro de chegada, ou seja, 150 mm, sendo a descarga no arroio.

Linha de Recalque

Será em diâmetro DN 100 atendendo até o final de plano. Seu comprimento será em torno de 815 m.

O material utilizado será tubo para recalque de esgoto PVC 1 Mpa, junta elástica integrada (JEI).

$$Q_{\text{max.}} = 1,87 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{mín.}} = 0,88 \text{ l/s}$$

$$V_{\text{máx.}} = 4 * \frac{Q_{\text{máx.}}}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0,00187}{\pi * (0,10)^2} = 0,2381 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{mín.}} = 4 * \frac{Q_{\text{mín.}}}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0,00088}{\pi * (0,10)^2} = 0,112 \text{ m/s}$$

Definição dos equipamentos

Cota do terreno = 501,00 m

Cota de chegada da rede = 499,76 m

Coletor afluente = DN 150

Cota de chegada na ELE = 544,41 m

LR total = 814,11 m (planta) + 2 m (poço vertical) = 816,11 m.

a) Altura manométrica (Hm total)

$$Hm_{total} = Hgeom_{total} + hp$$

$$Hgeom. Total = 545,46 - 499,70 = 45,76 \text{ m}$$

Perdas de Carga (hp total)

$$hp_{total} = hp_{linear} + hp_{localizada}$$

$$hp_{linear} = J * L$$

$$hp_{linear} = 0,00239 * 814,11 = 1,95$$

$$J = \left(\frac{Q_{bomba}}{0,2785 * C * D^{2,63}} \right)^{1,85}$$

$$J = \left(\frac{0,002}{0,2785 * 80 * 0,1^{2,63}} \right)^{1,85} = 0,00239 \text{ m/m}$$

$$hp_{total} = 1,95 + 9,45 = 11,40$$

$$Hm_{total} = 45,76 + 11,40 = 57,16 \text{ m}$$

A bomba de recalque deverá ser dimensionada, considerando a vazão de 2,0 l/s, AMT = 57,16m, tensão monofásica e o líquido a ser bombeado (esgoto sanitário).

Dimensionamento do poço úmido

Para a situação de projeto da elevatória final, temos 1 GMB operativo e 1 de reserva, com alternância.

a) Vazões para dimensionamento do poço

$Q_{\text{min. Afluyente}} = 0,88 \text{ l/s} = 0,0528 \text{ m}^3/\text{min}$

$Q_{\text{méd. afluyente}} = 1,18 \text{ l/s} = 0,0708 \text{ m}^3/\text{min}$

$Q_{\text{min. Bombas}} = 1,87 \text{ l/s} = 0,1122 \text{ m}^3/\text{min}$

b) Volume do poço úmido

$$V = t_p * Q_{\text{méd}}$$

Sendo:

$t_p = \text{tempo de parada} = 10 \text{ min.}$

Portanto,

$$V = (10 * 60) * \frac{1,18}{1000} = 0,708 \text{ m}^3$$

Adotou-se o volume de $1,0 \text{ m}^3$.

Testando para:

a) parada máxima (vazão de chegada mínima)

$$t_{p,\text{máx}} = \frac{V}{Q_{\text{mín}}} = \frac{1000}{(0,88 * 60)} = 18,93 \text{ min} < 20 \text{ min. OK}$$

b) funcionamento mínimo (vazão de chegada mínima), para $Q_{\text{máx}} = 1,78$ e bomba com capacidade de $2,0 \text{ l/s}$

$$t_{f,\text{mín}} = \frac{V}{(Q_{\text{bomba}} - Q_{\text{mín.}}) * 60} = \frac{1000}{(2 - 0,88) * 60} = 14,88 \text{ min}$$

c) número máximo de partidas por hora (quando a vazão de chegada for mínima, indica máxima parada com mínimo de funcionamento).

$$N = \frac{60 \text{ min}}{(t_{p,máx.} + t_{f,mín})} = \frac{60}{(18,93 + 14,88)} = 1,77 < 4 \Rightarrow ok$$

Assim concluí-se que o volume de 1,0 m³ satisfaz as condições de impedimento de septicidade e sedimentação e número de partidas por hora.

