



NewBank

URBANISMO

Sistema de esgotamento sanitário

NAVEGANTES- SC

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

LOTEAMENTO CIDADE ADMINISTRATIVA

SMARTCITY NEW BANK

NAVEGANTES – SC.

Maio -2015



SUMÁRIO

- 1. ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**
- 2. DIRETRIZ TÉCNICA BÁSICA**
- 3. DADOS DO EMPREENDEDOR**
- 4. APRESENTAÇÃO**
- 5. TRABALHO PROPOSTO**
- 6. SISTEMA PROPOSTO**
- 7. MEMÓRIA DE CÁLCULOS**
- 8. ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS (TUBOS E CONEXÕES PARA ESGOTO)**
- 9. QUANTITATIVOS DA REDE COLETORA DE ESGOTO**
- 10. ESTRATIZAÇÃO DE TRATAMENTO**
- 11. ESPECIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS**
- 12. PREVISÃO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS**
- 13. COMPROMISSO DA EMPREENDEDORA COM A SAAE**
- 14. PLANILHA DE CÁLCULO (DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA)**
- 15. ORÇAMENTO**
- 16. DESENHOS**



NewBank

URBANISMO

**Sistema de esgotamento sanitário
NAVEGANTES- SC**

1- ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



NewBank

URBANISMO

**Sistema de esgotamento sanitário
NAVEGANTES- SC**

2- DIRETRIZ TÉCNICA BÁSICA



3 - DADOS DO EMPREENDEDOR

NB5 INCORPORADORA LTDA

CPF/MF sob o n.º 17.401.406/0001-89

Avenida Nicomedes Alves dos Santos, n.º 1205,

Morada da Colina,

Uberlândia,

Bairro: Brasil

4 - APRESENTAÇÃO:

O Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank localizado no perímetro urbano Navegantes, criado para assentar residencial, comerciais, público e industrial de pequeno e medio portes, aprovado pelo Departamento de Engenharia da Prefeitura Municipal de Navegantes, onde seu empreendedor realizará todas as obras de infra-estrutura, tais como:

Sistema de Coleta de Esgoto Sanitário; (proposto neste projeto);

Sistema de Abastecimento de Água;

Sistema de Captação de Águas Pluviais;

Meio fio e pavimentação asfáltica.

O Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank.

O empreendimento está localizado em região cujas cotas altimétricas estão situadas na faixa dos 7,00 aos 35,00 metros e apresenta-se parcelado em total de 1303 lotes, com dimensões variadas e áreas mínima de 300 m², permitindo assim comodidade e conforto

O Projeto obedeceu as especificações municipais, formula das por meio das respectivas directrizes.

5 – TRABALHO PROPOSTO

O trabalho apresentado a seguir constitui a descrição do Projeto de Esgotamento Sanitário do **Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank** a ser implantado na cidade de Navegantes -SC. A base para a elaboração destes projetos foram levantamentos e



nivelamentos topográficos semicadastrais, complementados por vistorias locais e informações fornecidas pelo empreendedor.

O projeto foi elaborado com base nas normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, apresentar soluções técnicas e dimensionar o Sistema de Esgotamento Sanitário e tratamento do Empreendimento proposto, em estrito acordo com as Normas, tendo sido observadas a última edição em vigor, as quais são enumeradas abaixo:

ABNT

- NBR 7362: Tubo de PVC rígido com junta elástica para esgoto;
- NBR 9648: Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário;
- NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário;

6 – SISTEMA PROPOSTO:

6.1 – Rede Coletora de Esgoto

O sistema de esgotamento sanitário proposto será do tipo separador absoluto, atendendo toda a área do loteamento, sendo sua implantação dividida em única etapas:

Etapa 1º: Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank.

Lotes	Quantidade	Economias	Populações
Residenciais	902	902	3608
Residencial (prédiais)	3	100	400
Comerciais	323	323	1615
Publicos	6	6	240
Industriais	74	74	2960
Totais	1308	1405	8833

O empreendimento está em cinco sub-bacias e o ponto de lançamento dos efluentes será Estação de tratamento de esgoto projetada.



A rede coletora de esgoto foi projetada em linhas simples, sendo instaladas no passeio das ruas e serão executadas em tubos PVC para esgoto.

O sistema de tratamento de esgotos sanitários domésticos gerados pela população do **Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank**, foi calculado para tratar a vazão de 10,00 litros por segundo de média - equivalentes à contribuição média de **8833** habitantes - de maneira a atender a legislação ambiental vigente, especialmente a Deliberação Normativa n.º 10 de 16 de dezembro de 1986 e Deliberação Normativa nº 46 de 09 de agosto de 2001, do Copam (Conselho de Política Ambiental) - que fixam normas e padrões para os lançamentos nas coleções de água - e as recomendações da saúde pública.

O Projeto Básico do Módulo de Tratamento de Esgotos para a vazão média de 10,0 L/s compreende:

- Arranjo Geral para Módulo de 10,0 L/s de vazão média;
- Elevatória de Esgotos Final;
- Tratamento Preliminar;
- Estação de Tratamento de Esgotos, em concreto armado, composta por reatores anaeróbios tipo UASB, filtros biológicos percoladores, decantadores secundários e leitos de secagem para lodo biológico e leitos para espuma dos separadores trifásicos;
- Sistema de coleta e queima do biogás;
- Interligações e Água de Serviço;
- Biofiltro para tratamento de odores;
- Administração / Laboratório; e,
- Sala Elétrica.

6.2 – Estação Elevatória de Esgoto Bruto

A Estação Elevatória de Esgoto foi projetada com a função de recalcar os esgotos coletados as sub-bacia até o ETE- Estação de tratamento de esgoto Projetada, A Estação Elevatória de



Esgoto será do tipo subterrâneo, equipado com conjunto motobomba submersíveis, sendo um para reserva e/ou rodízio, inversor, medidor de Nível Ultrassônico.

6.3 - Linha de recalque

A linha de recalque da estação elevatória final foi projetada em três trechos. O primeiro de 10,0 m, em tubos DN150 mm, onde foi projetada uma redução para DN100 mm com extensão aproximada de 4,00 m, no segundo trecho, sendo ambas as tubulações em ferro fundido. A partir deste ponto, para o terceiro trecho, foi projetada uma ampliação para DN150 mm e extensão aproximada de 8,00m, também em ferro fundido, para interligar a elevatória final com o tratamento preliminar. No trecho da linha de recalque com DN100 mm foi projetado um medidor eletromagnético.

6.4 – Ligações prediais de esgotos

Conforme Projeto Urbanístico do : **Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank**, estão previstas para o final de plano o atendimento a 1308 ligações prediais de esgotos.

7 - MEMÓRIAS DE CALCULOS:

7.1 – REDE COLETORA DE ESGOTO

7.1.1 - Parâmetros de cálculos:

Sub-bacia 1 a 5

- Números de lotes (ligações) do Loteamento (N): 1308 Unidades sendo;

Lotes	Quantidade	Economias	Populações
Residenciais	902	902	3608
Residencial (prédiais)	3	100	400
Comerciais	323	323	1615
Publicos	6	6	240
Industriais	74	74	2960
Totais	1308	1405	8833



- População a ser atendida no final do plano: **8833 habitantes**;
- Coeficiente do dia de maior consumo (K1) = 1,20;
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2) = 1,50;
- Coeficiente da hora de menor consumo (K3) = 0,50;
- Coeficiente de retorno água/esgoto (C) = 0,80;
- Taxa de infiltração mínima (tim) = 0,00011 l / (s x m);
- Consumo per capta (água) por habitante (q): 150 l / (dia x hab);
- Extensão da rede coletora (L) = 28756 m
- Velocidade máxima = 5,0 m/s
- Coeficiente de rugosidade (Manning) = 0,013(PVC)
- Tensão Trativa mínima = 1,0 Pa
- Diâmetro mínimo = 150 mm

Lâmina d'água máxima (y / D) = 75%;

Etapas 1º: Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank.

Lotes	Quantidade	Economias	Populações
Residenciais	902	902	3608
Residencial (prédiais)	3	100	400
Comerciais	323	323	1615
Publicos	6	6	240
Industriais	74	74	2960
Totais	1308	1405	8833

7.1.2 - Dimensionamento

O tipo de dimensionamento escolhido é o “escoamento em canal” ou “lâmina livre”, sendo as fórmulas básicas de dimensionamento enumeradas a seguir:

- Fórmula de Manning

$$V = \frac{R_h^{2/3} \sqrt{I}}{n}$$

sendo que:

V = velocidade em m/s;



R_h = raio hidráulico, em m;

I = declividade em m/m;

n = coeficiente de atrito

- Tensão Trativa

$$\sigma_T = \gamma \times R_h \times I$$

sendo que:

σ_T = tensão trativa em Pa (10 Pa = 1,0 Kgf/ cm²);

γ = peso específico da água ($\gamma = 104 \text{ N/m}^3$);

R_h = raio hidráulico, em m;

I = declividade em m/m;

7.1.3.1 - REDE COLETORA DE ESGOTO (DAS -SUB-BACIA):

- **Vazão Mínima:**

$$Q_{\text{mín}} = \frac{N \times I \times q \times K3 \times C}{86.400} + L \times \text{tim}$$

86.400

QUADRO DE VAZÃO

TIPOS DE LOTES	POPULAÇÃO (hab)				VAZÕES						
	QUANTIDADE DE LOTES	PORC POR LIGAÇÃO	TOTAL	L/hab x dia)	DOMÉSTICA			Q. INF	TOTAL		
					Q. MÍN	Q. MÉDI A	Q MÁX. HOR		Q. MÍN	Q. MÉD	Q. MÁX. HOR
Residenciais	902	4	3608	150	2,51	5,01	9,02	3,16			
Residencial (prédiais)	3	(3X100)X 4	400	150	0,28	0,56	1,00	3,16			
Comerciais	323	4	1615	80	0,60	1,20	2,15	3,16			
Publicos	6	40	240	80	0,09	0,18	0,32	3,16			
Industriais	74	40	2960	80	1,10	2,19	3,95	3,16			
	1308	88	8823	540	4,57	9,13	16,44	3,16	7,73	12,29	19,60



FÓRMULAS	
Q. Doméstica	
Q. mín=	Q média x K3
Q. média=	(Pop x At x q x C) / 86400
Q. máx.	
hor=	Q méd x K1 x K2
Q. Total	
Q. mín=	Q. mín doméstica + Q. inf
Q. média=	Q. média doméstica + Q. inf
Q. máx.	
hor=	Q. máx doméstica + Q. inf

$C = 0,80$

$K1 = 1,20$

$K2 = 1,50$

$K3 = 0,50$

Q. INFILTRAÇÃO	
Q= 0,00011 x L	3,16
L =	28.769 m

7.1.4 - Cálculo da rede coletora de esgoto:

Em anexo planilha de cálculo da rede coletora de esgoto.

7.2 – Estação Elevatória de Esgoto Bruto

A Estação Elevatória de Esgoto foi projetada com a função de recalcar os esgotos coletados nas sub-bacia até o ETE- Estação de tratamento de esgoto Projetada. Esta unidade será do tipo subterrâneo, equipado com conjunto motobomba submersíveis, sendo um para reserva e/ou rodízio.

7.2.1 - Poço de sucção

O poço de sucção será construído em concreto armado. Seu dimensionamento atende às recomendações da NBR 12208/1992 da ABNT – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário, basicamente no que diz respeito ao tempo máximo de detenção no poço, menor que 30 minutos, além do intervalo mínimo de tempo entre duas partidas consecutivas de um



mesmo motor.

➤ **Tempo de ciclo (Tc)**

Recomenda-se um número máximo de 6 (seis) ligações no intervalo de uma hora, ou seja, um tempo de ciclo mínimo de 10 minutos.

O tempo de ciclo é dado pela seguinte expressão:

$$Tc = TS + TD$$

onde:

TS = tempo de subida do nível de esgoto no poço de sucção até a situação de acionamento da bomba;

TD = tempo de descida do nível de esgoto no poço de sucção até a situação de desligamento da bomba.

Esses tempos são dados pelas seguintes expressões:

$$TS = \frac{V}{Qa} \quad e \quad TD = \frac{V}{Qb - Qa}$$

- **Vazão Máxima**

Na verdade o tempo de descida na condição de vazão máxima tende a ser equivalente ao tempo de duração da vazão máxima, a tendência ao infinito é apenas uma consideração de natureza matemática, sem aplicação prática.

- **Número de partidas/hora**

No caso mais desfavorável tem-se: 6 vezes

➤ **Volume do poço de sucção**

Volume útil do poço de sucção

O volume útil do poço de sucção foi dimensionado para o tempo de ciclo mínimo, resultando na seguinte expressão:

$$V(\text{útil}) = \frac{T_{\min} \times Qb}{4}$$

4



Onde:

Td = tempo de detenção no poço de sucção (minutos);

Ve = volume efetivo do poço de sucção (m³);

Q = vazão afluente (m³/minuto).

Ve = Vutil + Vmorto

7.2.2 – Barrilete de Recalque

Após o poço de sucção será construída a caixa do barrilete de recalque, com fundo em concreto especial para esgoto, paredes de alvenaria e tampas de concreto armado.

7.2.4 – Dimensionamento do conjunto motobomba

7.2.4.1 - Vazão de Bombeamento

A vazão de bombeamento foi calculada considerando a vazão máxima horária, referente a coleta de esgotos gerados no loteamento **Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank**,. A vazão a ser considerada no dimensionamento foi determinada por:

$$Q = \frac{N \times I \times q \times K1 \times k2 \times C}{n \times 3.600} + q_i \quad e \quad q_i = T_{im} \times L$$

onde:

- Coeficiente do dia de maior consumo (K1) = 1,20;
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2) = 1,50;
- Coeficiente da hora de menor consumo (K3) = 0,50;
- Coeficiente de retorno água/esgoto (C) = 0,80;
- Taxa de infiltração mínima (tim) = 0,00011 l / (s x m);
- Velocidade máxima = 5,0 m/s
- Coeficiente de rugosidade (Manning) = 0,013 (PVC)
- Tensão Trativa mínima = 1,0 Pa
- Diâmetro mínimo = 150 mm
- Lâmina d'água máxima (y / D) = 75%;
-



TIPOS DE LOTES	POPULAÇÃO (hab)			VAZÕES								
	QUANTIDADE DE LOTES	PORC POR LIGAÇÃO	TOTAL	L/hab x dia)	DOMÉSTICA			Q. INF	TOTAL			
					Q. MÍN	Q. MÉDIA	Q MÁX. HOR		Q. MÍN	Q. MÉD	Q. MÁX. HOR	
Residenciais	902	4	3608	150	2,51	5,01	9,02	3,16				
Residencial (prédiais)	3	(3X100)X4	400	150	0,28	0,56	1,00	3,16				
Comerciais	323	4	1615	80	0,60	1,20	2,15	3,16				
Publicos	6	40	240	80	0,09	0,18	0,32	3,16				
Industriais	74	40	2960	80	1,10	2,19	3,95	3,16				
	1308	88	8823	540	4,57	9,13	16,44	3,16	7,73	12,29	19,60	

7.2.4.2 – Determinação do Diâmetro de Recalque

- Diâmetro econômico pela fórmula de Bresse:

$$D_r = 1.2 \times Q^{1/2} \quad \text{onde:}$$

Q = vazão em m³/s

D_r = diâmetro de recalque

D_s = diâmetro de sucção

7.2.5.3 - Cálculo da altura Manométrica

A altura manométrica de recalque será obtida através da expressão a seguir:

$$H_{man.} = DG + H_r \quad \text{onde:}$$

H_{man.} = altura manométrica de recalque (m)

DG = desnível geométrico (m)

H_r = perdas de carga no recalque (contínua e localizada) (m)



		LOTEAMENTO CIDADE ADMINISTRATIVA SMARTCITY NEW BANK ELEVATÓRIA NEW BANK	
DADOS GERAIS DE PROJETO			
DESNÍVEL GEOMÉTRICO (m)		13,000	
VAZÃO		m ³ /h	l/s
	INÍCIO DE PLANO Qi-máx	70,56	19,6
	MÁXIMA PARA FINAL DE PLANO Qf-máx	70,56	19,6
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE -C		120	
COMPRIMENTO DO RECALQUE - L (m)		12	
ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE - (m/s ²)		9,81	
CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA TUBULAÇÃO DE RECALQUE			
PARA O VALOR DE K =	$D = K\sqrt{Q}$ (BRESSE)	1,20	
DIÂMETRO ECONÔMICO (m)		0,17	
DIÂMETRO ADOTADO (m)		0,100	
CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL			
VELOCIDADE DE RECALQUE - (m/s) PARA Qmax e DIÂMETRO.....	0,08	2,50	
VALOR DE K			
	DIÂMETRO 0,075 m	7,40	
PERDA DE CARGA LOCALIZADA (m)		2,36	
PERDA DE CARGA CONTÍNUA (m)		1,62	
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL(m)		16,98	
BOMBA SELECIONADA - INÍCIO DE PLANO			
FABRICANTE		FLYGT	
MODELO (SUBMERSÍVEL)			
ROTOR (mm)			
ALTURA DE SUBMERGÊNCIA MINÍMA DA BOMBA (m)		0,30	
POTÊNCIA (cv)			
PONTO OPERAÇÃO	VAZÃO DA BOMBA (l/s)	19,60	
	ALTURA MANOMÉTRICA (m.c.a.)	16,98	
RENDIMENTO -n (%)		50	
POTÊNCIA CONJUNTOS MOTO BOMBA - (Q x AMT / 75 x v)			
ACRÉSCIMO PARA FOLGA DOS MOTORES ELÉTRICOS (%)		5	
POTENCIA CONJUNTOS MOTO BOMBA - (cv)		9,32	
POTENCIA INSTALADA(cv)		12,66	
DADOS PARA O CÁLCULO DO POÇO DE SUCCÃO			
TEMPO DE CICLO (min.)		10	
VAZÃO DA BOMBA (m ³ /min)		1,18	
NÚMERO DE BOMBAS EM OPERAÇÃO		1	
NÚMERO DE BOMBAS INSTALADA		2	

**7.2.5.4 Cálculo da perda de carga contínua**

Adotando-se a expressão de Hazen-Willians, o coeficiente de rugosidade do tubo “C”=120 para o trecho da linha de recalque em tubos PVC DN100 e “C”=100 para o barrilete de recalque em tubos F°F° DN80, determinamos as perdas de cargas contínua, conforme tabela abaixo:

$$h_{f1} = \frac{10,64 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} \quad (1)$$

h_{f1} = perda de carga contínua

7.2.5.5 - Cálculo da perda de carga localizada

As perdas de carga localizadas serão determinadas através da expressão:

$$h_f = K \times (V^2 / 2g)$$

h_f = perda de carga em m

K = coeficiente obtido experimentalmente para cada peça

V = velocidade em m/s

g = aceleração da gravidade m/s²

SISTEMA :LOTEAMENTO CIDADE ADMINISTRATIVA SMARTCITY NEW BANK**QUADRO PERDAS DE CARGAS****ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO - REVERSÃO - PERDA DE CARGA**

TIPO	LOCAL	DIÂMETRO (m)	PEÇAS	QUANT.	COEFICIENTE "K"		VAZÃO (l/s)	VELOC. (m/s)	PERDA DE CARGA			DESNÍVEL GEOMÉT. (m)	ALTURA MANOMÉTRICA (m)
					UNIT.	TOTAL			LOC.(hfl) (m)	CONT.(hfc) (m)	TOTAL (m)		
LOCALIZADA	BARRILETE	0,100	AMPLIAÇÃO	0	0,30	0,00	19,60	2,50	1,98			13,000	16,98
			CURVA 90	1	0,40	0,40							
			VÁLVULA RETENÇÃO	1	2,50	2,50							
			REG. GAVETA ABERTO	1	0,20	0,20							
			TÊ (pas. direta)	1	1,30	1,30							
			TÊ (pas. Lateral)	1	1,80	1,80							
			TOTAL			6,20							
	LINHA DE RECALQUE	0,100	CURVA 45	2	0,20	0,40		2,50	0,38				
	CURVA90		2	0,40	0,80								
	TOTAL				1,20								
CONT.	BARRILETE	0,100	TUBO (m)	7,84			2,50		0,61				
	RECALQUE	0,100	TUBULAÇÃO (m)	13,00			2,50		1,01				
TOTAL									2,36	1,62	3,98	13,000	16,98



7.2.5.8.2 – Dimensionamento do Conjunto motobomba

Conjunto Motobomba Submersível

Conjunto motobomba submersível, em ferro fundido, a recalcar esgoto bruto, a ser instalada em poço úmido, conforme características do projeto para atender a vazão 70,56 m³/h a 17,00 mca.

7.2.6 – Acionamento / Automatização da Elevatória de Esgoto

O funcionamento do conjunto motobomba da Elevatória de Esgoto será utilizado para acionamento do motor “Inversor de Frequência” com partida e parada em rampa, e modulação proporcional ao volume de entrada do esgoto ao poço de sucção, que será referenciado pelo medidor de nível ultra-sônico. Este processo permite que a unidade funcione em automático, mantendo o menor nível de esgoto no poço de sucção e ajustando a velocidade do motor através do Inversor de Frequência, quando a entrada de esgoto for maior ou igual os dados de projeto o motor trabalha com a carga nominal (velocidade em 100%), quando a vazão de entrada for mínima o motor trabalha com velocidade mínima e baixo consumo de energia, isto é, modulando de acordo o nível/vazão do esgoto, permitindo o menor tempo de detenção do esgoto e assim evitando o mau cheiro.

Os painéis elétricos (QCM, QGBT, QICA), deverão ser confeccionados atendendo a Norma Regulamentadora Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade NR-10. Os projetos executivos deverão ser apresentados à SAAE para aprovação, antes da montagem dos painéis. Os equipamentos para o acionamento e automação devem atender as características dos itens 7.2.6.1 e 7.2.6.2 respectivamente. A unidade será também contemplada de um Grupo Gerador de energia elétrica trifásico, 220 Volts, 20 kVA, que terá partida/parada automática na ausência/retorno de energia elétrica da concessionária para manter os conjuntos motobomba sempre funcionando, salvo na ausência de líquido no poço de sucção. Este Gerador deverá ser intertravado, com a energia da concessionária, eliminando assim qualquer possibilidade de funcionamento, enquanto houver energia presente da concessionária.



7.2.6.1 – Características mínimas do Inversor de Frequência

Tipo de alimentação: fonte chaveada; grau de proteção mínimo IP-20; temperatura de operação: 0 a 50 graus centígrados; display digital alfanumérico destacável, com idioma português e visualização simultânea de até 2 variáveis no display tais como: frequência, corrente, tensão, consumo de energia elétrica (kWh), horas de funcionamento, valor de feedback na unidade do processo, registro de falhas, alertas e falhas, sobre-tensão / subtensão, sobre-temperatura, sobre-corrente, sobre-carga do motor, sobre-carga no inversor, curto-circuito: fase/fase e fase/terra; sobrecarga admissível: 150% por no mínimo, 05 segundos; entrada analógica isolada: 02 (duas) 4-20ma; entradas digitais programáveis isoladas: no mínimo, 02 (24 a 30vcc); saídas a reles programáveis: no mínimo 02; saída analógica programável: 01 (4-20ma); fonte de 24 VCC interna; interface serial: RS 232 ou RS 485; interface homem máquina (IHM) incorporada; proteções incorporadas: sobretensão, subtensão, sobretemperatura, sobrecorrente na saída, sobrecarga no motor, erro de hardware, defeito interno, curto-circuito na saída, erro de programação, falta a terra, proteção térmica eletrônica do motor, proteção contra o sentido de rotação indevido (sequência de fase), proteção contra falta de fase, proteção contra o desbalanceamento de fase na alimentação, registro das 10 últimas falhas; ajuste das rampas aceleração/desaceleração; operação em malha fechada ou aberta; operação com sinal de controle externo, controle por função PID de duplo set-point, para medidor de nível ultra-sônico; função de otimização automática de energia, modo para ligar e desligar o inversor de frequência automaticamente de acordo com a necessidade de consumo da aplicação; filtro de rádio frequência (RFI) conforme a norma EN 55011; filtro de harmônicas (incluso); comandos na IHM: liga/desliga, programação de funções gerais, incremento e decremento da frequência, impulso momentâneo de velocidade, inversão do sentido de rotação e seleção local/remoto; supervisão (leitura): indicação da frequência do motor em HZ, corrente de saída do motor em ampères, tensão de saída do motor em volts, rotação em RPM e mensagens de erros e defeitos em display de LCD.

Garantia: O equipamento deverá possuir garantia mínima de 01 (um) ano.

7.2.6.2 – Características mínimas do Medidor de Nível Ultra-sônico



Medidor de nível ultra-sônico a 2 fios, para medição de nível de líquidos (esgoto), “Invólucro plástico PBT 2 ½” NPT, faixa de medição: 0.25 a 6 metros (“10” a 20 FT) PVDF, conexão ao processo: rosca de “2” NPT ANSI/ASME B1.20.1, comunicação de saída: 4 a 20 mA. Certificação: uso geral (CSA US/C, FM, CE, C-TICK). Operação em ambiente interno (em poço de sucção), grau de proteção IP68, □Indicação: cristal líquido multi-segmentos, alfa-numérico, ângulo de emissão: 10°, exposto a temperaturas de processo (contínua): +10°C a +70°C. Características Elétricas: Alimentação: 220 VCA ou 24 VDC incluso fonte externa.

Garantia: O equipamento deverá possuir garantia mínima de 01 (um) ano.

7.2.6.2.1 – Medidor de Nível Ultra-Sônico Sugerido

Referenciado o medidor de nível ultra-sônico modelo PROBE LU_06, da marca SIEMENS, grau de proteção IP67/ IP68. Segundo figura abaixo:



Medidor de nível ultra-sônico modelo PROBE LU_06, da marca SIEMENS

8 - ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS (TUBOS E CONEXÕES PARA ESGOTO)

- Tubo cerâmico: os tubos cerâmicos vidrados terão ponta e bolsa e as juntas serão em anel elástico, com comprimento mínimo de 1,0 metro e fabricado conforme NBR 14208 da ABNT.
- Tubo PVC: os tubos e conexões PVC ocre liso terão ponta e bolsa e as juntas serão em anel elástico, fabricado conforme NBR 7362 da ABNT.



- Tubo PVC rígido PB JE CL15, fabricado conforme NBR 5647 da ABNT;

9 - QUANTITATIVOS DA REDE COLETORA DE ESGOTO.

➤ Rede Coletora de Esgoto:

Etapa 1 **Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank,**

TUBO PVC PB JE DN150 P/ COLETORES DE ESGOTO = 29.000metros.

10 – ETE - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

10.1-ETE - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

10.1-PARÂMETROS PARA DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS.

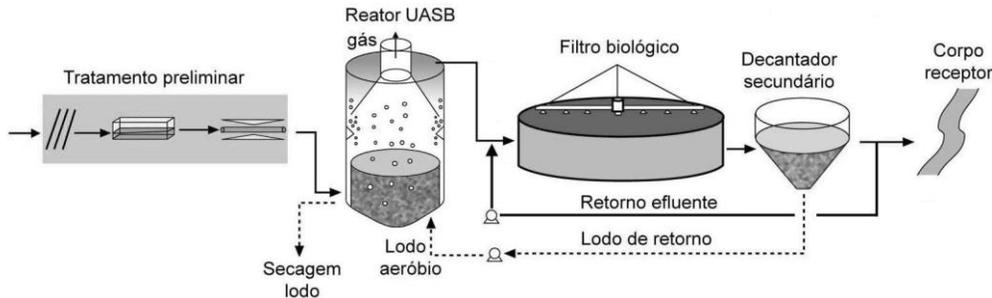
Os parâmetros e critérios adotados no dimensionamento das unidades de tratamento seguiram, sempre que possível, as recomendações da NBR-12.209. Na ausência desta, adotou-se o que recomenda a literatura especializada e nos resultados da eficiência da ETE existentes no Brasil.

O Projeto Básico do Módulo de Tratamento de Esgotos para a vazão média de 10,0 L/s compreende:

- Arranjo Geral para Módulo de 10,0 L/s de vazão média;
- Elevatória de Esgotos Final;
- Tratamento Preliminar;
- Estação de Tratamento de Esgotos, em concreto armado, composta por reatores anaeróbios tipo UASB, filtros biológicos percoladores, decantadores secundários e leitos de secagem para lodo biológico e leitos para espuma dos separadores trifásicos;
- Sistema de coleta e queima do biogás;
- Interligações e Água de Serviço;



- Biofiltro para tratamento de odores;
- Administração / Laboratório; e,
- Sala Elétrica



10.1.1 – CARGA ORGÂNICA DE CONTRIBUIÇÃO UNITÁRIA.

As estações-padrão foram dimensionadas considerando os seguintes dados gerais de projeto:

- Vazões médias de referência: $Q_{\text{méd-ref}} = 10 \text{ L/s}$;
- Consumo per capita de água: $Q_{\text{PC}} = 150 \text{ L/hab.d}$;
- Coeficiente de retorno esgoto/água: $c = 0,80$;
- Coeficiente de reforço do dia de maior consumo: $k_1 = 1,20$;
- Coeficiente de reforço da hora de maior consumo: $k_2 = 1,50$;
- Contribuição per capita de DBO_5 : 50 g/hab.d ;
- Contribuição per capita de DQO: 100 g/hab.d ;
- Vazão de infiltração;;
- Massa específica do lodo anaeróbio de descarte: $\gamma = 1.020 \text{ kg/m}^3$;
- Concentração de sólidos do lodo anaeróbio de descarte: $C_{\text{lodo}} = 4\%$;
- Coeficiente de produção de lodo anaeróbio: $Y = 0,15 \text{ kgSST/kgDQOaplicada}$;



- Coeficiente de produção de lodo aeróbio $Y = 0,75 \text{ kgSST/kgDBO5}$ reduzida

10.1.2 - LANÇAMENTO DO EFLUENTE.

o esgoto afluente à ETE de **Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank** será tratado em nível secundário mais eficiente, pela associação de reatores anaeróbios tipo UASB, filtros biológicos.

A eficiência de um sistema de tratamento de esgotos e os benefícios que ele pode propiciar, dependem não somente do processo escolhido e aplicado mas, principalmente, dos parâmetros e critérios de projeto adotados, dos cuidados construtivos e dos procedimentos operacionais.

Será lançado no copo existente dentro do empreendimento de vazão média de 100,00 .l/s

10.2 - CONCEPÇÃO

O sistema de tratamento de esgotos sanitários domésticos gerados pela população do **Loteamento Cidade Administrativa Smartcity New Bank**, foi calculado para tratar a vazão de 10,00 litros por segundo de média - equivalentes à contribuição média de **8833** habitantes - de maneira a atender a legislação ambiental vigente, especialmente a Deliberação Normativa n.º 10 de 16 de dezembro de 1986 e Deliberação Normativa nº 46 de 09 de agosto de 2001, do Copam (Conselho de Política Ambiental) - que fixam normas e padrões para os lançamentos nas coleções de água - e as recomendações da saúde pública. A ETE em questão contém unidades distintas para o tratamento preliminar dos despejos (gradeamento e desarenador) e medição de vazão (calha), estação elevatória, tratamento primário através do RAFA (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente) e tratamento secundário no Filtro Biológico Anaeróbio e Sistema de Desinfecção composto por 01 tanque de produto químico em PRFV, 01 bomba dosadora eletrônica e um tanque de contato para promover a remoção de organismos patogênicos.

Este tipo de sistema de alta taxa via processos biológicos é de grande confiabilidade, pois se adapta muito bem ao nosso clima, não produz nenhum impacto ambiental, pois não libera maus odores nem produz ruídos, não utiliza produtos químicos e sua manutenção e operação são bastante simples.



Praticamente toda a matéria orgânica é transformada no reator em biogás pelas bactérias anaeróbias e removida complementarmente no filtro biológico. O resultado final é um efluente clarificado com ótimas características físico-químicas e microbiológicas.

10.2.1– PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

ETE (Estação de Tratamento de Esgoto)

O esgoto afluente à ETE passa preliminarmente pelo gradeamento e desarenador, onde ficam retidos os sólidos grosseiros e areia que porventura venham ter ao esgoto, flui pelo calha onde é feita a medição da vazão e é recalçado através da estação elevatória até o RAFA, onde acontecem os processos de decantação, gaseificação e digestão do lodo. Percola de baixo para cima através do filtro biológico, que por sua vez proporciona a remoção complementar da matéria orgânica e melhora a clarificação do efluente do reator, e é Sistema de Desinfecção composto por 01 tanque de produto químico em PRFV, 01 bomba dosadora eletrônica e um tanque de contato para promover a remoção de organismos patogênicos daí destinado ao corpo receptor.

O lodo digerido e estabilizado acumulado no reator é periodicamente descartado por pressão hidrostática no leito de secagem e aí permanece por determinado tempo. Depois de seco é raspado e pode ser utilizado como condicionador de solos.

O biogás produzido pelo reator anaeróbio, notadamente o metano (CH₄), é coletado acima do RAFA por um dispositivo dissipador e/ou corta-chamas e queimado, se necessário, ou simplesmente disperso na atmosfera acima do teto do reator.

10.2.2 - TRATAMENTO PRELIMINAR

É aquele que acontece antes do reator e que neste caso está localizado fora da área da ETE. Destina-se a separar os sólidos grosseiros e areia e pedregulhos presentes no esgoto. É composto no caso de uma grade com espaçamento de 1 (um) centímetro entre as barras, posicionada na chegada do esgoto e da caixa de areia, que favorece a retenção da mesma devido à sua extensão e à barreira imposta pelo vertedor triangular. Daí, o esgoto flui para o poço de sucção para ser bombeado para o RAFA.

As tratamento preliminar unidades que compõem:



Grades

- Duas grades seriadas, uma fina com espaçamento livre entre barras de 12,5 mm e outra ultrafina com espaçamento livre entre barras de 6 mm;
- Material de fabricação: não oxidável, como ligas de aço, ligas plásticas ou alumínio.

Desarenador

- Desarenador tipo canal, de velocidade constante, com remoção mínima de 95% (noventa e cinco por cento) em massa das partículas com diâmetro igual ou superior a 0,2 mm (densidade de 2,65);
- Número de unidades: 02, sendo um de reserva;
- Vazão de dimensionamento: máxima horária e verificação para a vazão máxima de bombeamento;
- Taxa de escoamento superficial compreendida entre 600 e 1.000 m³/m².d, para a vazão máxima;
- A seção transversal deve garantir uma velocidade de escoamento igual a 0,30 m/s, mais ou menos 20%; e,
- No fundo e ao longo do canal deve ser previsto espaço para a acumulação do material sedimentado.

10.2.3 – RAFA-FB

O esgoto afluyente ao sistema depois de passar pelo tratamento preliminar (gradeamento e desarenador) é recalcado para a parte superior do reator (1) de onde é distribuído uniformemente no fundo do mesmo. Ascende, preenchendo toda a câmara do RAFA propriamente dito e extravasa para o compartimento abaixo do filtro biológico (fundo falso). Daí, percola de baixo para cima pelo material inerte do filtro (brita “4”) e verte para a calha coletora (5) de onde é encaminhado através de tubulação (6) para o corpo receptor.

No interior do reator acontecem os fenômenos da decantação, gaseificação – no seu terço médio na zona denominada "manta de lodo" - e digestão do lodo, proporcionados pela ação das bactérias anaeróbias.



Os gases produzidos nas reações de transformação da matéria orgânica pelas bactérias metanogênicas são separados do meio líquido pelo separador trifásico, que os direciona para a parte central superior, onde são coletados para o queimador com dispositivo corta-chamas (2) ou, como no caso, simplesmente dispersos na atmosfera, pois a relação produção/dissipação é muito pequena. O defletor localizado imediatamente abaixo do separador, evita com que os gases cheguem até o anel superior do reator. Isto favorecendo a decantação e por conseguinte a separação do material sólido do esgoto do meio líquido.

O lodo decantado acumula-se no fundo do reator e é digerido e estabilizado. Após determinado tempo de residência (“idade do lodo”) e ter atingido certo volume, é descartado hidráulicamente através de tubulação de fundo (7) para o leito de secagem. Depois de seco é raspado e pode ser utilizado como condicionador de solos.

O efluente do RAFA que percola pelo filtro, sofre a ação das bactérias aderidas à superfície do material inerte e alojadas em seus interstícios e a influência de fenômenos físico-químicos, que são responsáveis pela estabilização complementar da matéria orgânica e pelo aumento da clarificação do efluente final. O filtro pode ser também esgotado e retro-lavado, caso necessário.

Os amostradores (10) permitem a verificação da formação da camada de lodo digerido, e a coleta de material do interior do reator para realização de análises laboratoriais de parâmetros que irão auxiliar na operação e monitoramento do sistema.

O tubo de esgotamento (9), que no caso do RAFA em questão é o mesmo do descarte de lodo, serve para esvaziar por completo o reator para eventual manutenção.

A comporta (8) permite inspeção para manutenção periódica interna. A inspeção na parte superior (3) é usada para a retirada regular de sobrenadante (escuma) que se forma na superfície. O suspiro (4) propicia a saída e entrada de ar, assegurando o funcionamento hidráulico.

Critérios e parâmetros para dimensionamento do corpo do reator

- Tempo de detenção para vazão média: $THD_{médio}$ entre 7,5 e 9,5 horas;
- Profundidade útil: H entre 4,5 e 5,0 m;
- Velocidade ascensional para vazão média: $V_{média}$ entre 0,5 e 0,7 m/h;
- Velocidade ascensional para vazão máxima: $V_{máxima} \leq 1,1$ m/h;



- Velocidade média nas aberturas para o decantador: $v_{ab,média} \leq 2,3$ m/h;
- Velocidade máxima nas aberturas para o decantador: $v_{ab,máxima} \leq 4,0$ m/h;
- Taxa de aplicação média no compartimento de decantação: $TAS_{média} \leq 0,8$ m/h;
- Taxa de aplicação máxima no compartimento de decantação: $TAS_{máxima} \leq 1,2$ m/h;
- Tempo de detenção hidráulica médio no compartimento de decantação: $TDH_{dec,médio} \geq 1,5$ h; e,
- Tempo de detenção hidráulica mínimo no compartimento de decantação: $TDH_{dec,mínimo} \geq 1,0$ h.

Critérios e parâmetros para o sistema de distribuição do esgoto

O sistema de distribuição de esgotos deverá possibilitar a perfeita distribuição equitativa do esgoto, no fundo do reator. Para tal, foram observadas as seguintes recomendações:

- Previsão de caixas divisoras de vazão, equipadas com vertedores triangulares que permitam a divisão da vazão afluyente para cada um dos tubos de distribuição de esgotos;
- Previsão de câmaras individualizadas para alimentação de cada tubo distribuidor de esgotos;
- Área máxima de influência de cada tubo de distribuição de esgotos: entre 2,0 e 2,5 m²/tubo;
- Diâmetro de cada tubo de distribuição de esgotos: 75 mm;
- Distância livre entre o fundo do reator e o término de cada tubo de distribuição: 150 mm; e,
- Mudanças de direção nos tubos de distribuição: no máximo duas sempre com curvaturas de raio longo.

Critérios e parâmetros para o sistema de amostragem e descarte de lodo

O sistema de amostragem de lodo deverá possibilitar a tomada de amostras representativas do lodo contido no interior do compartimento de digestão do reator. Para tal, foram observadas as seguintes recomendações:



- Previsão de câmara de amostragem de lodo, localizada externamente ao reator, em altura que possibilite o fácil acesso do operador, junto a qual foram posicionados todos os registros de amostragem de lodo:
 - As dimensões desta câmara deverão possibilitar a colocação de recipientes de amostragem de lodo em seu interior (baldes de 5 a 10 litros);
 - O fundo da câmara de amostragem de lodo deverá ser interligado ao sistema de descarte de lodo do reator, de modo a possibilitar o encaminhamento das “sobras” de lodo e águas de limpeza para o leito de secagem.
- Previsão de 5 (cinco) pontos de amostragem de lodo, ao longo da altura do compartimento de digestão, sendo o primeiro localizado a 0,20 m do fundo e os demais espaçados a cada 0,50 m; e,
- Registros de amostragem em ferro galvanizado, com diâmetro de 50 mm.

O sistema de descarte de lodo deverá possibilitar a retirada do lodo excedente contido no interior do reator. Para tal, foram observadas as seguintes recomendações:

- Número de tubulações de descarte de lodo: 02, sendo uma localizada a 0,15 m do fundo do reator e a outra a 1,20 m de altura. Cada tubulação de descarte deverá ser equipada com registro individualizado, de forma a possibilitar que o descarte de lodo também seja feito de forma individualizada, a partir do fundo ou da altura de 1,20 m; e,
- Diâmetro mínimo das tubulações de descarte de lodo: 100 mm para a tubulação de descarte inferior e 75 mm para a tubulação superior.

Critérios e parâmetros para o sistema de gases

O sistema de gases deverá possibilitar a retirada e a queima de todo o biogás coletado no interior do separador trifásico. Para tal, foram observadas as seguintes recomendações:

- Eficiência de remoção de DQO nos reatores UASB: 65%;
- Temperatura média do esgoto: 22 °C;
- Percentual de metano no biogás: 75%;
- Percentual de perdas de metano, em relação à produção teórica: 40%;
- Câmara de gás impermeável ao gás e resistente à corrosão pelo ácido sulfúrico;



- Garantia de uma pressão mínima de 1500 Pa (0,15 m.c.a.) no interior das câmaras de gás do reator, de modo a possibilitar a queima do biogás;
- Tubulação de transporte do gás de digestão em material resistente à corrosão, dimensionada com velocidade máxima de 4,00 m/s com relação à vazão média de biogás, e diâmetro mínimo de 32 mm; e,
- Previsão de dispositivos de segurança para a coleta e o transporte do gás de digestão, compreendendo selo hídrico e removedores de condensados.

Resumo dos critérios e parâmetros adotados no dimensionamento dos reatores

Crítérios e parâmetros	Valor recomendado	Valor adotado
Hidráulicos e de eficiência		
Temperatura do esgoto (°C)	>16	22
Eficiência esperada de remoção de DBO (%)	70	70
Tempo de detenção hidráulica médio (h)	6,0 a 9,0	7,5 a 9,5
Tempo de detenção hidráulica mínimo (h)	4,0 a 6,0	4,8 a 6,1
Velocidade ascensional média no reator (m/h)	0,5 a 0,7	0,47 a 0,60
Velocidade ascensional máxima no reator (m/h)	< 1,1	0,73 a 0,95
Distribuição do afluente		
Diâmetro dos tubos de distribuição do afluente (mm)	75	75
Distância entre o bocal de distribuição e o fundo do reator (mm)	150	150
Área de influência de cada tubo de distribuição de esgoto (m ²)	2,0 a 3,0	2,25
Produção e coleta do biogás		
Pressão atmosférica (atm)	-	1,0
DQO correspondente a um mol de CH ₄ (gDQO/molCH ₄)	-	64
Constante dos gases (atm.L/mol.°K)	-	0,08206
Taxa mínima de liberação de biogás (m ³ /m ² .h)	1,0 a 5,0	1,6 a 2,1
Concentração de metano no biogás (%)	70 a 80	75
Índice de perdas de metano no efluente e em vazamentos (%)	20 a 40	40
Compartimento de decantação		
Trespasse do defletor de gás em relação à abertura do decantador (mm)	100 a 150	150
Inclinação das paredes do decantador (°)	50 a 60	55
Profundidade do compartimento de decantação (m)	1,50 a 2,0	1,90
Velocidade ascensional média nas aberturas para o decantador (m/h)	< 2,30	1,44 a 1,87
Velocidade ascensional máxima nas aberturas para o decantador (m/h)	< 4,00	2,27 a 2,93
Taxa de aplicação superficial média no decantador (m ³ /m ² .d)	< 20	15,8 a 20,5
Taxa de aplicação superficial máxima no decantador (m ³ /m ² .d)	< 29	21,8 a 28,2
Tempo de detenção hidráulica médio no decantador (h)	> 1,5	1,73 a 2,23
Tempo de detenção hidráulica mínimo no decantador (h)	> 1,0	1,26 a 1,62
Produção de lodo		
Coefficiente de Produção de lodo: base SS (kgSST/kgDQO _{aplic.})	0,10 a 0,20	0,15
Coefficiente de Produção de lodo: base DQO (kgDQO _{lodo} /kgDQO _{aplic.})	0,11 a 0,23	0,17
Concentração esperada do lodo de descarte (%)	3 a 5	3
Densidade do lodo (kg/m ³)	1020 a 1040	1020



10.2.4 - FILTROS ANAERÓBIOS

Filtro biológico, que por sua vez proporciona a remoção complementar da matéria orgânica e melhora a clarificação do efluente do reator

O filtro biológico percolador deverá ser do tipo de alta taxa, conforme detalhado a seguir:

- Taxa de aplicação superficial média: $TAS_{média} \leq 18 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$;
- Taxa de aplicação superficial máxima: $TAS_{máxima} \leq 30 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$;
- Carga orgânica volumétrica média: $Cv_{média} \leq 1,0 \text{ kgDBO}/\text{m}^3.\text{d}$;
- Altura do meio de enchimento: $\geq 3,00 \text{ m}$;
- Como meios de enchimento para os filtros, serão aceitos os seguintes materiais:
 - brita de gnaiss, com 95% das pedras compreendidas entre os tamanhos de 5 e 10 cm;
 - brita de escória de alto forno de siderúrgica a carvão vegetal, com 95% das pedras compreendidas entre os tamanhos de 5 e 10 cm;
 - meios sintéticos de qualidade, disponíveis no mercado (ex.: anéis Paul, crossflow etc.);
 - aparas de conduíte elétrico, com diâmetro de 25 mm e comprimento de 25 a 30 mm;
 - placas corrugadas de polietileno.
- Área de vazios no conjunto de orifícios (aberturas) da estrutura de sustentação do meio de enchimento: $\geq 5 \%$ da área superficial do filtro;
- Área livre para ventilação, em qualquer ponto do filtro (topo e fundo): $\geq 15\%$ da área superficial do filtro;
- Coeficiente de produção de lodo no FBP - $Y \text{ (kgSST}/\text{kgDBO}_{5\text{removida}})$: 0,75;
- Percentual de sólidos voláteis no lodo: 75%;
- Concentração esperada para o lodo de descarte do decantador secundário: 1,0 (%); e,
- Densidade do lodo: $1.020 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Volume do filtro

$$V = 1,60 \cdot N \cdot C \cdot TDH ,$$

onde ,

$$N = \text{população atendida} = \text{hab.} / 3$$



TDH = tempo de detenção hidráulica = 6 horas = 0,25 d

(segundo “Chernicharo”, em “Reatores Anaeróbios”, DESA, UFMG e “Gurgel, Rosângela e “Chernicharo, Carlos”, em “Avaliação do desempenho de filtros anaeróbios utilizados para o polimento de efluentes de um reator UASB”, o TDH p/ filtros anaeróbios, pós-reactores, pode ser de apenas 03 a 04 horas, com performances excelentes)

10.2.5 - DECANTADOR SECUNDÁRIO

O decantador secundário será do tipo não mecanizado com remoção hidrostática do lodo, tipo Dortmund, dimensionado segundo os seguintes critérios:

- Profundidade útil: 4,00 m; e,
- Taxa de aplicação superficial média no decantador: 24 m³/m².d.

10.2.6 - UNIDADE DE TRATAMENTO DE ODORES

Os gases residuais coletados dos locais potencialmente emissores de gases odorantes serão tratados em biofiltros, projetados de acordo com as seguintes diretrizes principais.



Tabela 2.1 - Resumo das diretrizes para projeto dos biofiltros

Parte do biofiltro	Diretriz/recomendação
Tubulação de admissão de gases e sistema de exaustão	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os materiais e equipamentos devem ser resistentes à corrosão pelo ácido sulfúrico a 10%; • As velocidades dos gases nos trechos de tubulação aparente não devem exceder a 8 m.s⁻¹; • Utilização de exaustores centrífugos com impelidores contra-inclinados, confeccionados em fibra de vidro. Devem possuir ponto de purga, de modo a possibilitar a drenagem de todo o condensado que se acumular no interior de sua carcaça..
Fundo falso	<ul style="list-style-type: none"> • O fundo falso dos biofiltros será preenchido com material de enchimento, envolvendo a tubulação de distribuição de gases; • O material de enchimento deverá ser resistentes à corrosão pelo ácido sulfúrico a 10%; • A maior parte da perda de carga em todo o sistema de coleta e distribuição seja através dos furos na tubulação de distribuição, a fim de garantir a aplicação equitativa dos gases em toda a superfície do meio suporte; • Os furos na tubulação de distribuição são feitos na metade inferior da tubulação, alinhados a 45° com a vertical. Devem ser previstos furos na parte inferior das tubulações principais de distribuição, espaçados de 1,0 m, para possibilitar a drenagem do líquido condensado.
Sistema de drenagem de fundo	<ul style="list-style-type: none"> • As paredes laterais e de fundo do biofiltro devem ser devidamente impermeabilizadas, de modo a possibilitar que toda a água excedente da irrigação e do condensado sejam coletados pelo sistema de drenagem de fundo. Mantas de PEAD com espessura mínima de 1500 µm são usualmente utilizadas no caso de biofiltros não estruturados com enchimento de fundo. • Toda a água acumulada no fundo do biofiltro será coletada e encaminhada de volta à estação elevatória.
Meio suporte	<ul style="list-style-type: none"> • Os meios suportes devem ser possuir uma camada inferior (camada 3 - Quadro 1) constituída de materiais inorgânicos que resistam às condições ácidas provocadas pela oxidação do H₂S e formação de ácido sulfúrico, e uma camada superior (camada 4 - Quadro 1), constituída de uma mistura homogênea de material orgânico e material inorgânico, de modo a prover os nutrientes necessários aos microrganismos. • O meio suporte deve ser mantido com umidade adequada, a fim de possibilitar condições ambientais favoráveis ao crescimento dos microrganismos oxidadores dos compostos odorantes. Teores típicos de umidade requeridos para o meio suporte são da ordem de 40 a 60%, em peso, para a camada superior (material orgânico) e 20 a 50%, em peso, para a camada inferior (material inorgânico). O próprio efluente tratado da ETE pode ser utilizado para prover a umidade necessária ao biofiltro, já que este é uma excelente fonte de nutrientes para os microrganismos.
Sistema de irrigação do meio suporte	<ul style="list-style-type: none"> • O meio suporte deve ser mantido com umidade adequada, a fim de possibilitar o crescimento e o estabelecimento dos microrganismos oxidadores dos compostos odorantes. Para tanto, são usualmente utilizados dois tipos de sistemas de irrigação: subsuperficial e superficial. • Será utilizado um sistema de irrigação superficial, por meio de aspersores de jardim. Devem ser utilizados com rigor, uma vez que o excesso de irrigação pode supersaturar a camada superior do biofiltro, o que pode prejudicar a circulação de gases, provocar o aumento da perda de carga e favorecer a compactação prematura do meio. Taxas de irrigação usuais situam-se entre 20 e 30 L.m⁻².d⁻¹.

Fonte: Adaptado de WEF (2004)

**10.2.7 – LEITO DE SECAGEM**

O leito de secagem é destinado à desidratação do lodo estabilizado gerado no reator. É composto de dois módulos para serem operados separadamente, se necessário, e construído com material poroso e dreno de fundo. O lodo é disposto no módulo até uma altura máxima de 30 cm e depois de seco (umidade inferior a 60%) - que ocorre em média em 20 dias – pode ser incorporado à matriz do solo ou usado como “adubo” em jardinagem ou culturas arbóreas. A água de drenagem é retornada ao sistema a montante do tratamento.

•10.3 MEMÓRIAS DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DAS ESTAÇÕES

O presente estudo descreve nesta seção os principais aspectos inerentes à concepção e ao dimensionamento das unidades de tratamento previstas para as estações-padrão.

QUADRO DE VAZÃO

TIPOS DE LOTES	POPULAÇÃO (hab)				VAZÕES						
	QUANTIDADE DE LOTES	PORC POR LIGAÇÃO	TOTAL	L/hab x dia)	DOMÉSTICA			Q. INF	TOTAL		
					Q. MÍN	Q. MÉDIA	Q MÁX. HOR		Q. MÍN	Q. MÉD	Q. MÁX. HOR
Residenciais	902	4	3608	150	2,51	5,01	9,02	3,16			
Residencial (prédiais)	3	(3X100)X4	400	150	0,28	0,56	1,00	3,16			
Comerciais	323	4	1615	80	0,60	1,20	2,15	3,16			
Publicos	6	40	240	80	0,09	0,18	0,32	3,16			
Industriais	74	40	2960	80	1,10	2,19	3,95	3,16			
	1308	88	8823	540	4,57	9,13	16,44	3,16	7,73	12,29	19,60

Cálculo das vazões (Q):

**10.3.1 TRATAMENTO PRELIMINAR MEDIA 10,0 L/S E MAXIMA 20,00L/S**

O tratamento preliminar será composto por grades de limpeza manual por rastelo (duas grades seriadas), dois canais desarenadores operando em sistema de rodízio e medição de vazão e controle de velocidade por meio de calha Parshall.

As principais características das unidades que compõem o tratamento preliminar são:

- **Grades**

- Grade fina

○ Espaçamento livre entre barras.....	12,5 mm
○ Barras chatas.....	1/8" x 1 1/2"
○ Largura do canal da grade.....	0,40 m

- Grade ultrafina

○ Espaçamento livre entre barras.....	6,0 mm
○ Barras chatas.....	1/8" x 1 1/2"
○ Largura do canal da grade.....	0,40 m

- **Canais desarenadores**

• Número de canais.....	02 un
• Largura dos canais.....	0,35 m
• Comprimento de cada canal desarenador.....	3,45 m

- **Medidor de vazão e controle de velocidades**

- Calha Parshall W = 3"

- **Dimensionamentos**

Lâminas a montante da calha Parshall

As lâminas d'água a montante da garganta, calculadas pela expressão $Q = 0,176 H^{1,547}$ são:



Vazão (L/s)	Lâmina a Montante da Garganta (m) (W = 3")
5,00	0,100
10,00	0,157
20,00 ¹	0,245

Para garantir menor amplitude na variação das velocidades que deverão ocorrer entre as vazões de bombeamento, o medidor Parshall será instalado rebaixado em relação à soleira do fundo dos canais desarenadores.

O rebaixo é calculado pela expressão:

$$\frac{Q_{\text{mínimo}}}{Q_{\text{máximo}}} = \frac{H_{\text{mínimo}} - R}{H_{\text{máximo}} - R}$$

Largura dos canais desarenadores

A largura para os canais desarenadores foi estabelecida pela expressão:

$$B = \frac{Q_{\text{máximo}}}{(H_{\text{máximo}} - R) \times V}$$

Onde:

$$V = 0,30 \text{ m/s (valor recomendado } \pm 20\%)$$

$$B = \frac{0,020}{(0,245 - 0,05) \times 0,30} = 0,34 \text{ m (adotado } B = 0,35 \text{ m)}$$

As velocidades no interior dos canais desarenadores serão:

- Q = 10,0 L/s..... V = 0,27 m/s

Comprimento dos canais desarenadores

O comprimento dos canais desarenadores foi estabelecido pela expressão:

$$L = \frac{V}{v} \times (H - R)$$



Onde:

L = comprimento do canal desarenador (m);

V = velocidade de escoamento no canal, arbitrada em 0,30 m/s;

v = velocidade de sedimentação da partícula (m/s);

v = 0,02 m/s para partículas de 0,20 mm de diâmetro.

Portanto,

$$L = \frac{0,30}{0,02} \times (0,245 - 0,05) = 2,925 \text{ m}$$

Adotou-se dois canais desarenadores com comprimento de 3,45 m, o que garante um coeficiente de segurança de:

$$L = 3,45/2,925 \times 100 = 18\%$$

Configuração dos canais desarenadores

Cada canal desarenador foi configurado em duas partes paralelas, cada qual com metade do comprimento total, formando um U invertido. Para cada metade foi previsto um rebaixo para depósito de areia, com fundo inclinado e direcionado para uma descarga de fundo, tendo válvulas e mangotes com acesso no piso inferior.

A capacidade volumétrica de cada um dos depósitos (duas unidades para cada canal desarenador) é de 64 L.

Admitida uma taxa de produção de areia de 30 L/1000 m³ de esgoto afluente, tem-se a avaliação do volume diário.

$$V = 5,0 \times 86.400 \times 30 \times 10^{-6} = 12,96 \text{ L/d}$$

A frequência das limpezas considerando-se a ocupação de 70% do volume total dos depósitos será, portanto:

$$f = \frac{2 \times 64 \times 0,70}{12,96} = 6,91 \text{ d}$$

Eficiência do gradeamento



O sistema de gradeamento será composto por duas grades seriadas, uma fina e, em sequência, outra ultrafina. Suas características são:

• Grade fina

- Espaçamento livre entre barras..... 1,25 cm
- Barras chatas..... 1/8" x 1 1/2"

$$E_f = \frac{a}{a+t} \times 100 = \frac{12,5}{12,5+3,2} \times 100 = 79,62\%$$

• Grade ultrafina

- Espaçamento livre entre barras..... 0,60 cm
- Barras chatas..... 1/8" x 1 1/2"

$$E_f = \frac{a}{a+t} \times 100 = \frac{6,0}{6,0+3,2} \times 100 = 65,22\%$$

Largura do canal de aproximação da grade

No dimensionamento da largura do canal das grades foi priorizado a atendimento aos parâmetros para a grade ultrafina. A largura do canal de acesso à grade deverá proporcionar uma velocidade através das barras, quando limpas, compreendida entre 0,40 m/s e 0,75 m/s. Assim, tem-se:

• Largura para a velocidade máxima

$$b = \frac{Q_{\text{máximo}}}{V(H-R) \times E_f} = \frac{0,020}{0,75(0,245 - 0,05) \times 0,65} = 0,21 \text{ m}$$

• Largura para a velocidade mínima

$$b = \frac{Q_{\text{máximo}}}{V(H-R) \times E_f} = \frac{0,020}{0,40(0,245 - 0,05) \times 0,65} = 0,40 \text{ m}$$

Para proporcionar menor frequência de limpezas foi adotado o valor extremo de 0,40 m para o canal das grades. A velocidade de aproximação será de 0,26 m. Para a grade fina a velocidade entre barras será de 0,33 m/s.

Cálculo das perdas de carga nas grades

As perdas de carga nas grades foram calculadas pela expressão de Metcalf & Eddy:



$$h_f = 1,43 \times \left(\frac{V^2 - v^2}{2 \cdot g} \right)$$

Onde:

h_f = perda de carga (m);

V = velocidade através das barras (m/s);

v = velocidade a montante das grades (m/s);

$v = V \cdot E_f$;

g = aceleração gravitacional (m/s^2).

- Perda de carga na grade ultrafina limpa

$$h_f = 1,43 \times \left(\frac{0,40^2 - 0,26^2}{2 \times 9,8} \right) = 0,0067 \text{ m}$$

- Perda de carga na grade ultrafina 50% obstruída

$$h_f = 1,43 \times \left(\frac{0,80^2 - 0,26^2}{2 \times 9,8} \right) = 0,0418 \text{ m}$$

- Perda de carga na grade fina limpa (com ultrafina limpa)

$$h_f = 1,43 \times \left(\frac{0,33^2 - 0,26^2}{2 \times 9,8} \right) = 0,0030 \text{ m}$$

- Perda de carga na grade fina 50% obstruída (com ultrafina limpa)

$$h_f = 1,43 \times \left(\frac{0,66^2 - 0,26^2}{2 \times 9,8} \right) = 0,027 \text{ m}$$

Material retido pelas grades

A avaliação dos volumes de detritos sólidos retidos pelas grades foi elaborada admitindo-se:

- Taxa de retenção para a grade da elevatória final ($E=2,5$ cm) = 23 L/1000 m^3 ;
- Taxa de retenção para a grade fina ($E=1,25$ cm) = 55,0 – 23,0 = 22 L/1000 m^3 ;
- Taxa de retenção para a grade ultrafina ($E = 0,6$ cm) = 87 – 55 = 32 L/1000 m^3 .

Assim, os volumes retidos serão:

- Cesto da elevatória final



- ETE Q = 10,0 L/s..... V = 19,87 L/d
- Grade fina
 - ETE Q = 10,0 L/s..... V = 19,01 L/d
- Grade ultrafina
 - ETE Q = 10,0 L/s..... V = 27,65 L/d

10.3.2 TRATAMENTO ANAERÓBIO: REATORES UASB

Após o tratamento preliminar, segue a etapa de tratamento biológico em reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (reatores UASB).

O dimensionamento efetuado baseou-se no conhecimento mais recente disponível sobre os reatores UASB. Os modelos matemáticos utilizados para o dimensionamento das unidades de tratamento representam uma síntese compilada dos principais modelos estacionários disponíveis na literatura especializada. A descrição detalhada dos modelos, com conceitos, fórmulas

Tempo de Detenção Hidráulico adotado (TDH) = 8 horas

Volume do Reator (V) = $Q_{\text{médio}} \times \text{TDH} = 300.000 \times 8 / 24 = 100.000 \text{ l}$

Carga Orgânica Volumétrica (COV) = $Q_{\text{médio}} \times \text{DQO} / V = 1,8 \text{ kg DQO/m}^3.\text{dia}$

Dimensões do Reator cilíndrico: Diâmetro (D) = 4,75 m ; Altura (H) = 6,00 m;

Altura Útil (Hu) = 5,70 m

Velocidade Ascensional (v) = $Q_{\text{médio}} / A_s = 12,5 / 17,72 = 0,71 \text{ m/h}$

10.3.3 FILTRO BIOLÓGICO BIOLÓGICOS PERCOLADORES.

Após a etapa de tratamento anaeróbio, o efluente será direcionado para filtro biológico percolador (FBP) que consiste, basicamente, de um tanque preenchido com material de alta permeabilidade, sobre o qual o esgoto será aplicado por meio de canaletas distribuidoras.



Após a aplicação, o esgoto percola em direção aos drenos de fundo, possibilitando o crescimento bacteriano na superfície do material de enchimento, na forma de uma película fixa denominada biofilme. O esgoto passa sobre o biofilme, promovendo o contato entre os microrganismos e o material orgânico.

Resultados do dimensionamento

Assim como para os reatores UASB, também os FBP e os respectivos decantadores secundários foram modulados a partir de módulos- desenvolvido para a vazão média de referência de 5,0 L/s. A partir destes, foram concebidos os leiautes das demais FBP e decantadores. O resumo das principais características e dimensões resultantes do dimensionamento dos FBP e dos decantadores abaixo.

Resumo das principais características e dimensões resultantes do dimensionamento dos FBP

Dimensões / Características	Capacidade da estação 10,0
Número módulos padrão	2
Largura do FBP (m)	5,00
Comprimento do FBP (m)	6,00
Área total do FBP (m ²)	30,00
Profundidade da camada	3,00
Volume útil total do FBP	360,0

10.3.4 DECANTADOR SECUNDÁRIO

- Dimensões, em planta, de cada decantador:
- Comprimento (m): 3
- Largura (m): 6,20
- Área, em planta, de cada decantador (m²):18,6
- Taxa de escoamento superficial (m³/(m².dia)): 46,99

Coleta de efluente decantado:

- Será do tipo de tubos perfurados.



- Número de tubos perfurados: 4
- Extensão de cada tubo perfurado: 2,50
- Espaçamento entre os orifícios (m): 0,20
- Número de orifícios por tubo perfurado: 28
- Número total de orifícios por decantador: 112

- Vazão por orifício (L/s): 0,090
- Diâmetro do orifício (mm) 19

- Velocidade do efluente tratado em cada orifício (m/s): 0,32

Perda de carga em cada orifício (m): 0,014

a) Trecho perfurado:

- Número de tubos em paralelo: 4
- Extensão (m): 5,00
- Diâmetro (mm): 150
- Vazão em cada tubo (L/s): 2,52875
- Rugosidade aparente adotada (mm): 1
- Perda de carga no tubo (m): 0,000

10.3.5 LEITO DE SECAGEM**Leitos de secagem**

Os leitos de secagem tiveram dimensionamento para atender à produção de lodo de aproximadamente 10 dias e descarte em concentração de 4% MS. Foram dimensionadas duas configurações tipo para serem escolhidas em função das condições climáticas do local de implantação.

Tipo 1

A produção no período, para um módulo-padrão de 5,0 L/s, será de $(2,10 \text{ m}^3/\text{d} \times 10 \text{ d})$ 21,00 m^3 . Considerando-se uma altura máxima de 0,15 m para enchimento dos leitos, tem-se a área requerida:



$$A = \frac{21,0}{0,15} \cong 140 \text{ m}^2$$

Foram consideradas 6 unidades de leito com dimensões de 6,50 m x 4,00 m, perfazendo uma área total de 156,0 m².

Para os demais padrões foram considerados

- **Projeto – padrão 10,0 L/s: 12 x (4,00 x 6,50) = 312,0 m²**

LEITOS DE SECAGEM DA ESCUMA

Descritivo das unidades

O material flotado na câmara de biogás do separador trifásico será encaminhado para leitos de secagem específicos. Para cada módulo-padrão de 5,0 L/s foram considerados 4 (quatro) leitos de secagem com as seguintes características:

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| ▪ Número de leitos..... | 04 un. |
| ▪ Dimensões em planta..... | 1,50 m x 1,50 m |
| ▪ Altura útil máxima..... | 0,25 m |

Cada módulo-padrão de 5,0 L/s apresenta 4 separadores trifásicos que serão interligados aos leitos de secagem de escumas através de tubulação de 100 mm. Antecedendo o lançamento nos leitos de secagem foi prevista uma peneira estática para retirada de material slido.

10.3.5 CÁLCULO DA EFICIÊNCIA.

Cálculo da eficiência teórica em termos de DBO, esperada para o RAFA com TDH = 8 horas e Filtro Biológico com TDH = 4 horas:

- ERAFA = 100 x (1 – 0,70 x 8-0,50) = 75%
- EFB = 100 x (1 – 0,87 x 2,3-0,50) ≅ 43%
- ERAFA+FB = {(100 – 75) x 0,43} + 75 ≅ 86%



Para atender o empreendimento Loteamento Gaivota II e III – Conceição de Macabu foi adotada uma ETE- Estação de tratamento de influente Pre- fabricada de fibra de vidro, conforme descrição abaixo:

10.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do sistema de tratamento de esgoto em questão ter como particularidade a simplicidade funcional e a facilidade operacional, requer cuidados especiais na manutenção, operação e apoio técnico especializado, sobretudo no tocante ao acompanhamento e monitoramento através de análises de laboratório, para que correções e ajustes possam ser feitos no sentido de prevenir e evitar problemas nas unidades, principalmente no reator. Somente com a adoção de tais procedimentos é possível conseguir a eficiência global que a ETE propicia e conseqüentemente obter os benefícios esperados à saúde das pessoas e ao meio ambiente.

11 - ESPECIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS

A Empresa responsável pela execução das redes coletoras de esgotos deverão seguir as seguintes determinações:

- a) Abertura de valas: as valas deverão ser abertas até a profundidade determinada em projeto com largura mínima de modo a permitir o trabalho de assentamento das manilhas sem ocasionar danos nas mesmas;
- b) Fundo de vala: as valas deverão ter o fundo nivelado e apiloado e estar isentos de pedras e torrões que possam danificar as manilhas;
- c) Recobrimento: o recobrimento mínimo deverá ser de 0,90 m acima da geratriz superior da manilha;
- d) Profundidade máxima de assentamento: deverá ser observada a profundidade máxima de assentamento de 2,50 m. Deverão ser previstos coletores auxiliares paralelos à rede coletora, onde a profundidade de assentamento ultrapassar 2,50 m para permitir a execução de ligações prediais;
- e) Distância máxima entre PV' s: deverá ser observada a distância máxima entre PV's de 80 m para redes com $D \leq 350mm$;



- f) Para diferenças de lamina superiores a 1,2 cm, ou nas mudanças de diâmetro, o degrau mínimo a ser adotado nos PV's é de 5 cm;
- g) Estão previstos tubos de queda nos PV's ($D \leq 350mm$), para desníveis superiores a 0,5 m entre as cotas de chegada e de saída além de mudanças de declividade, direção;
- h) A rede coletora será instalada em um único lado da rua, no terço médio mais desfavorável, exceto em ruas e avenidas com larguras superiores a 20m, onde serão implantados coletores nos dois lados da via, a uma distancia de 1,50m do meio fio.
- i) Estão previstas placas de ancoragem em concreto, a cada bolsa, para tubulações com declividade superiores a 20%;
- j) Assentamento: o tubo de PVC serão assentadas com as bolsas voltadas para montante. As bolsas deverão estar perfeitamente limpas, de modo a permitir a estanqueidade do coletor;
- k) Teste hidrostático: será efetuado teste hidrostático das tubulações para verificar a estanqueidade das mesmas;

11.1 - Demolições

11.1.1 Antes de qualquer obra, em ruas ou passeios pavimentados, o responsável pelo serviço deverá tomar conhecimento prévio da natureza das obras a executar, de modo a providenciar o necessário para a recomposição dos mesmos;

11.1.2 A demolição do pavimento será efetuada por processos mecânicos (martelete pneumático ou serra circular), quando asfalto ou concreto, e manual para os demais casos.

11.1.3 O material proveniente da demolição será imediatamente removido para local aprovado pela fiscalização e pela Prefeitura, se não puder ser reaproveitado, ou, devidamente armazenado, se ainda útil na recomposição do pavimento.

11.1.4 A largura mínima de demolição do pavimento será a maior dimensão obtida nas relações abaixo:

- Asfalto = 60 cm ou (L +10) cm
- Poliédrico/Paralelepípedo = 75 cm ou (L + 15)cm
- Passeio cimentado = 50 cm ou (L) cm
- Pré-moldado = 80 cm ou (L + 30) cm, sendo L a largura da vala.

**11.2 – Escavação**

11.2.1 - As valas serão escavadas alinhadas, paralelas ao alinhamento da rua. O fundo da vala será nivelado e acertado de modo a receber as tubulações sem esforços pontuais, ou apoios localizados.

11.2.2 - A largura da vala deverá ser mantida constante, em toda sua extensão, de modo a obter-se uma superfície uniforme em projeção horizontal, e deve ser compatível com a largura do compactador a ser utilizado.

11.2.3 - A largura máxima da vala será conforme tabela seguinte:

Diâmetro Nominal (mm)	Profundidade (m)	Largura da Vala		
		Sem escoramento	Com escoramento	
			Pontaleteamento	Contínuo Descontínuo
100 e 150	< 1,50	0,65	(*)	(*)
	1,50 - 4,0	-----	0,80	0,80
	4,0 - 6,0	-----	0,85	1,05
200	< 1,50	0,70	(*)	(*)
	1,50 - 4,0	-----	0,80	0,80
	4,0 - 6,0	-----	0,90	1,10

(*) Quando as características do terreno se apresentarem instáveis em profundidades inferiores à 1,50m, a critério do Engenheiro Fiscal da obra, será necessário realizar o escoramento da vala.

11.2.4 A profundidade da vala será conforme definido em projeto.

11.2.5 A escavação poderá ser feita manualmente, ou com equipamento mecânico apropriado. Neste caso, a escavação mecânica deve se aproximar do greide da geratriz inferior da tubulação, sendo o nivelamento e acerto do fundo da vala feito manualmente.



11.2.6 O material resultante da escavação, que não puder ser reaproveitado, será imediatamente removido para local aprovado pela fiscalização e pela Prefeitura. O material passível de reaproveitamento será depositado, provisoriamente, de um só lado da vala, a uma distância, no mínimo, igual à profundidade, de modo a não perturbar os serviços, não comprometer a estabilidade dos taludes e não permitir a invasão da vala pelas águas das chuvas. No período chuvoso o material armazenado deverá ser coberto com lonas plásticas, de modo a conservar a sua umidade natural.

11.2.7 Materiais oriundos das escavações das valas, serão removidos nos seguintes casos:

- a) Quando se tratar de entulhos provenientes de vegetais e de animais;
- b) Quando os elementos grosseiros (minerais ou não), terão dimensões superiores a 3cm;
- c) Quando se tratar de solos turfosos (grande porcentagem de partículas fibrosas);
- d) Quando os solos forem excessivamente orgânicos;
- e) Quando forem argilas muito gordas (untosas ao tato);
- f) Quando forem siltes muito expansivos.

11.2.8 Para evitar o acúmulo de material e facilitar o tráfego de veículos e pedestres, as atividades de escavação, assentamento da tubulação e reaterro, deverão ser subseqüentes.

11.2.9 Em casos especiais, o material escavado deverá ser totalmente confinado em caçambas, caixotes ou sacos plásticos, independentemente de seu reaproveitamento ou não. O escoramento, caso necessário, será executado logo após a abertura da vala, conforme a norma NBR 9061 – Segurança de escavação a céu aberto.

11.2.10 A execução das escavações implicará na responsabilidade integral da EMPREITEIRA, pela resistência e estabilidade das mesmas.

11.2.11 O material proveniente das escavações, segundo sua natureza, será classificado nas seguintes categorias:

- a) Material de primeira categoria

Terra em geral, piçarra ou argila, rocha em adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade que possuam, suscetíveis de serem escavados com equipamentos de terraplanagem dotados de lâmina.

- b) Material de segunda categoria



Material com resistência a penetração mecânica inferior ao granito, blocos de rocha de volume inferior a 0,50 m³, matacões e pedras de diâmetro médio superior a 15 cm, rochas compactas em decomposição, suscetíveis de serem extraídas com o emprego de equipamentos de terraplanagem apropriados, com uso combinado de rompedores pneumáticos.

c) Rocha

Materiais com resistência a penetração mecânica igual ou superior ao granito, contínua ou em blocos de volume superior a 0,50 m³, suscetíveis de serem extraídos somente com emprego contínuo de explosivos ou outros processos especiais de desmonte. A utilização de explosivos necessita de prévia autorização das autoridades competentes.

11.3 Esgotamento

Quando a escavação atingir o lençol d' água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita realização da obra, deverá ser executado dreno de brita, ou de manilha envolvida por brita, conforme a vazão a ser drenada, de modo a manter o terreno drenado durante a execução dos serviços subseqüentes.

11.4 Escoramentos

Toda vala, cuja profundidade ultrapassar o limite de 1,25 m, deverá, obrigatoriamente, ser escorada.

O escoramento será executado com pranchões de madeira de 4 cm por 30 cm e estronca de diâmetro de 12 cm, no mínimo. Poderá ser contínuo, descontínuo ou pontalete amento e será executado conforme NBR 9061 – Segurança de escavação a céu aberto.

11.5 Assentamento e tubulação

Os materiais a serem utilizados na montagem das tubulações deverão ser em PVC. As montagens em linha das tubulações deverão ser executadas com junta elástica.

Os tubos serão assentados de forma que o eixo da tubulação fique retilíneo, tanto no plano horizontal quanto no vertical, evitando-se as sinuosidades e criação de pontos altos e baixos, salvo onde seja necessário para interligação às redes existentes.



O assentamento das diversas tubulações seguirá as recomendações dos respectivos fabricantes e em conformidade com o projeto.

11.6 Reaterro de valas

Na execução do reaterro, deverá ser considerada a proteção inicial da tubulação.

Materiais para reaterro de valas:

Os materiais para o reaterro devem apresentar as seguintes características:

- Ausência de pedras, de vegetação e de corpos com diâmetro superior a 3 cm;
- Baixa compressibilidade (pequena diminuição de volume dos solos sob a ação de cargas);
- Baixa sensibilidade à ação da água;
- Boa capacidade de suporte.
- Na execução do reaterro, será utilizado, preferencialmente, o próprio material da escavação. Excepcionalmente, serão aceitos materiais granulares (não coesivos), a critério da SAAE MG e após a proteção inicial da tubulação, tais como:
 - Pedregulho natural arenoso;
 - Areia, cascalho rolado;
 - Brita de boa qualidade;
 - Escórias siderúrgicas de alto forno de granulação adequada;
 - Finos de minério de ferro, etc.

Enchimento de Valas

Devem ser observados os seguintes procedimentos de enchimento de valas, para tubos em geral:

- a) Iniciar o aterro logo que possível, com o cuidado necessário para não haver deslocamento lateral da tubulação e esforços adicionais na tubulação.
- b) Homogeneização do material com separação e retirada de pedras, torrões e outros materiais estranhos, determinação expedita da umidade do solo para verificação da necessidade de aerá-lo ou umedecê-lo, afim de obter-se a umidade ótima de compactação.
- c) colocar o material, alternadamente, nos lados da tubulação, em camadas que podem variar de 5 cm até o máximo de 10 cm.



- d) Até 20 cm acima da geratriz superior da tubulação, deve ser usado equipamento manual, em camadas sucessivas de até 10 cm de altura.
- e) Usar um pequeno soquete para a compactação do aterro, de modo a não atingir a tubulação. Não permitir o tráfego de pessoas sobre a tubulação antes de completar-se uma altura de 20 cm de aterro acima da geratriz superior do tubo.
- f) Tomar todas as precauções para não danificar as juntas e as tubulações.
- g) O reaterro será executado em camadas sucessivas, de altura máxima igual àquela que o equipamento utilizado possa compactar, não podendo exceder a 20 cm.
- h) A reconstituição do corpo do reaterro atingirá a cota da base do pavimento a reconstruir.

Adensamento

Permite-se o uso da água para a consolidação de reaterros somente no caso de material granulado (areia e cascalho rolado).

A quantidade de água será a suficiente para preencher os vazios do solo, evitando-se que a água em excesso venha a escorrer, a fim de impedir a alteração das condições de suporte do solo subjacente aos tubos.

Opcionalmente, poderão ser utilizados equipamentos vibratórios, complementarmente ao procedimento de reaterro.

Compactação

A compactação do aterro pode ser feita por:

- a) Equipamentos manuais;
- b) Equipamentos mecânicos.

A compactação manual é realizada com o soquete manual somente para a primeira camada.

No aterro, a partir da segunda camada, é obrigatória a compactação mecânica, que pode ser feita por pressão ou por impacto.

A compactação mecânica deve ser iniciada no centro da vala e em direção às laterais, a fim de que o material seja comprimido contra o talude da vala (local de mais difícil compactação).

A aparelhagem para a compactação mecânica do aterro será constituída por equipamentos vibratórios ou por equipamentos de ação dinâmica.



Os equipamentos vibratórios são recomendados para solos granulares pouco coesivos, tais como: areia, pedra britada, escória, minério pouco plástico, cascalho arenoso, saibro áspero, etc.

Os equipamentos de ação dinâmica são recomendados para solos finos mais coesivos (silte), ou para solos granulares com matriz coesiva (cascalhos siltoargilosos, minérios plásticos, etc).

O grau de compactação será, no mínimo, de 97% do proctor normal para pistas e 95% do proctor normal para os demais casos.

11.7 Recomposição de pavimentos

Os materiais destinados aos pavimentos deverão ser idênticos aos existentes sempre que possível, aproveitando os materiais resultantes das demolições.

A recomposição da base será, sempre que possível idêntica à base original.

Para se evitar o acréscimo incremental na largura das recomposições, o tráfego de veículos não poderá ser liberado antes da execução das mesmas, a não ser que sejam utilizadas chapas metálicas para proteção das valas.

Após a execução da base do pavimento, será feita a recomposição do revestimento, em um dos seguintes tipos:

- a) Concreto asfáltico;
- b) Passeios diversos (cimentado, ladrilho hidráulico, pedras, cerâmicas, etc).

Pavimento Asfáltico

Considera-se como imprimação, a película betuminosa destinada a preparar e proteger a base do revestimento, além de garantir a solidariedade do concreto asfáltico.

A imprimação será executada com os seguintes cuidados:

- a) Verificar se a superfície de aplicação está bem acabada;
- b) Verificar se existem as condições necessárias para a execução de uma junta bem feita entre o novo e o antigo pavimento;
- c) Varrer, previamente, a superfície de aplicação;
- d) Espalhar o líquido betuminoso com regadores de crivos largos e furos limpos;



e) Somente executar a imprimação quando a temperatura ambiente for igual ou superior a 10°C, não estiver chovendo (ou não houver ameaça de chuva iminente) e quando o terreno não estiver molhado.

O concreto betuminoso pré-misturado a frio (PMF) ou a quente (CBUQ) será lançado sobre a imprimação e atenderá aos seguintes requisitos:

- a) Ter espessura conforme aquela do pavimento original, porém, nunca inferior a 3,5cm ou superior a 10 cm;
- b) Quando a espessura do concreto asfáltico for superior a 6 cm, o pavimento deve ser executado em duas camadas idênticas;
- c) Para o caso de utilização do CBUQ, a temperatura mínima da massa será de 70°C. Se houver queda excessiva de temperatura, durante o transporte, a massa será reaquecida, de modo que a temperatura, de reaquecimento não ultrapasse 140°C.

Após a aplicação, a massa receberá uma compactação inicial, por meio de placas vibratórias ou rolos lisos.

Para a completa cura do concreto betuminoso, a abertura da via pública ao tráfego somente se verificará 2 (duas) horas, no mínimo, após a conclusão da compressão do revestimento de cimento asfáltico.

Outros Pavimentos

O revestimento em pré-moldado de concreto deverá ser constituído de lajotas articuladas, em concreto vibrado, idêntico ao material existente. A recomposição obedecerá às instruções técnicas dos fabricantes.

A calçada portuguesa (mosaico de pedra) é o tipo de revestimento de passeio executado com fragmentos de pedra, de formato irregular porém com uma face lisa. Sobre uma base de concreto, será colocada uma camada de argamassa seca de cimento, areia grossa e saibro (traço 1:2:4), com espessura de 3 a 5 cm.

Após esta argamassa, serão assentadas as pedras, obedecendo ao desenho existente. Após a colocação das pedras, o revestimento será comprimido, manual ou mecanicamente, de tal forma que a superfície final se apresente desempenada e livre de saliências entre as pedras. Para aumentar a aderência, é recomendável uma aspersão de água sobre o revestimento.

11.8 TRANSPORTE DE MATERIAL

**10.8.1 Transporte de material em geral, a granel:**

- Compreende o transporte em caminhões de materiais em geral, a granel.
- A medição será feita pelo produto do volume do material pela distância média de transporte, em caminhão basculante – 184 HP, entre os locais de carga e descarga.

11.9 ESPALHAMENTO DE SOLO E/OU ROCHA EM BOTA-FORA

Compreende o espalhamento de material de escavação em bota-fora com trator de lâmina, incluindo adensamento e rampas de acesso à medida que se tornarem necessários.

11.10 CONTROLE TECNOLÓGICO

11.10.1 A recomposição das valas deverá obter índice de compactação igual ou superior a 97% do Proctor Normal, mediante o uso de equipamentos adequados para a obtenção do grau de compactação esperado sem contudo causar danos a tubulação. A confirmação da obtenção do grau de compactação especificado será feita mediante apresentação de relatório de ensaio. Também deverão ser levadas em conta as orientações dos fabricantes dos materiais especificados pelo projeto para as diferentes tubulações, quanto ao tipo de solo recomendado para a camada da envoltória da mesma. Em qualquer situação, o material a ser utilizado na recomposição das valas deverá ser sempre isento de pedras e outros materiais que possam comprometer a obtenção do grau de compactação especificado e/ou causar danos a estrutura da tubulação;

11.10.2 A recomposição do asfalto deverá ser feita em PMF, espessura 3,5 cm, exclusive base, tão logo se conclua o reaterro das valas. A base deverá ser de bica corrida compactada, com espessura de camada compatível com a existente no local.

12- PREVISÃO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS

Está previsto o prazo de 12 (Dozes) meses para execução da obra .



13- COMPROMISSOS DA EMPREENDEDORA COM O A SECRETARIA DA PREFEITURA DE NAVEGANTES QUE REGULA TODO SANEAMENTO E SESAN (CONCESSIONÁRIA DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA CIDADE.

Quando do início dos serviços, a Empreendedora assume os seguintes compromissos com :

- Comunicar a data do início das obras para fins de acompanhamento e fiscalização;
- Caso seja exigido, apresentar amostras dos materiais que serão aplicados na Obra para fins de controle de qualidade em ensaios que serão realizados pela;
- Empreendedor deverá entregar as Nota de Serviços à antes do início das obras;
- Entregar os cadastro das redes, após a execução da obra.
- Entregar Estação de tratamento de efluente em perfeita condição de operação e manual de operação.



NewBank

URBANISMO

Sistema de esgotamento sanitário

NAVEGANTES- SC

14 – PLANILHA DE CÁLCULO (DIMENSIONAMENTO REDE COLETORA DE ESGOTO)



NewBank

URBANISMO

Sistema de esgotamento sanitário

NAVEGANTES- SC

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

LOTEAMENTO CIDADE ADMINISTRATIVA

SMARTCITY NEW BANK

NAVEGANTES – SC.

VOLUME I



NewBank

URBANISMO

Sistema de esgotamento sanitário
NAVEGANTES- SC

PLANTA DA REDE DE ESGOTAMENTO SANITARIO



NewBank

URBANISMO

Sistema de esgotamento sanitário

NAVEGANTES- SC

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

LOTEAMENTO CIDADE ADMINISTRATIVA

SMARTCITY NEW BANK

NAVEGANTES – SC.

VOLUME II



NewBank

URBANISMO

**Sistema de esgotamento sanitário
NAVEGANTES- SC**

SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS DOMÉSTICOS