



Ministério da Justiça e Segurança Pública
Secretaria Nacional de Políticas Penais
Coordenação Geral de Modernização da Engenharia e Arquitetura Prisional

PROJETO CONVIVE
MEMORIAL JUSTIFICATIVO: PROJETO PADRÃO DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Brasília-DF
22 de agosto de 2024.



Ministério da Justiça e Segurança Pública
Secretaria Nacional de Políticas Penais
Coordenação Geral de Modernização da Engenharia e Arquitetura Prisional

Coordenador-Geral de Modernização da Engenharia e Arquitetura Prisional
Gabriel de Barcelos Conceição Silva

Coordenador de Engenharia e Arquitetura Prisional
Antônio Carlos Paula Martins

Equipe Técnica:
Felipe Maciel Paulo Mamédio
Felipe Andrade Fernandes
Rodrigo Freire Xavier
Bárbara de Medeiros Reis Moraes

Redação deste documento
Felipe Andrade Fernandes
Felipe Maciel Paulo Mamédio

Apoio técnico
Renato Vieira Tormin

Sumário

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	5
3. JUSTIFICATIVA	5
4. NORMAS UTILIZADAS	6
5. PRÁTICAS DE PROJETO	7
6. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	7
6.1. Pressuposto	7
6.2. Metodologia	8
6.3. Parâmetros de Projeto	8
6.4. Convenções utilizadas nas planilhas de dimensionamento	10
7. SOLUÇÕES ADOTADAS	11
7.1. Instalações sanitárias dos ambientes	11
7.2. Rede de coleta e transporte de Esgoto	11
7.3. Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)	13
7.3.1. Determinação da vazão de esgoto	13
7.3.2. Pré-Tratamento de Esgoto	14
7.3.3. Tratamento de Esgoto	14
7.3.4. Disposição Final	15
8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	17
8.1. NORMAS CONSULTADAS	17
8.2. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS	18
8.2.1. Movimento de terra	18
8.3. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO	19
8.3.1. Execução	19
8.3.2. Instalação e serviços preliminares	19
8.3.3. Limpeza do terreno	19
8.3.4. Instalação do canteiro de obras	20
8.3.5. Sinalização	20
8.3.6. Segurança	20
8.3.7. Serviços topográficos	20
8.3.8. Placas de orientação e sinalização	21
8.3.9. Retirada das instalações provisórias	22
8.3.10. Instalação de tapumes laterais às valas	22
8.3.11. Escavação de valas e cavas	22
8.3.12. Escavações para obra de arte corrente	24

8.3.13.	Transporte de solo escavado.....	25
8.3.14.	Transporte de solo importado.....	25
8.3.15.	Escoramento.....	25
8.3.16.	Drenagem, bombeamento e rebaixamento de lençol freático	27
8.3.17.	Assentamento das tubulações.....	29
8.3.18.	Reaterro compactado de valas e cavas	30
8.3.19.	Execução de poços de visita (PV) e Caixas de inspeção de esgoto.....	31
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
10.	REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

Este memorial pretende fornecer informações acerca do Projeto CONVIVE, com capacidade para 650 usuários, além de 30 postos de trabalho fixos. O complexo contará com a construção dos seguintes módulos: Assistência, Guarita, Quadra Poliesportiva, Quadra de Futebol Society, Ensino, Auditório, Vestiário, Piscina Semiolímpica e Parquinho. Também possuirá as seguintes edificações técnicas: Casa do Lixo, Casa de Bombas e Abrigo do Transformador (subestação elétrica), tal como Estacionamento Interno em pavimento asfáltico.

O CONVIVE busca integrar diferentes órgãos públicos e entidades da sociedade civil para criar um ambiente de cooperação e diálogo na promoção da paz e da segurança nas comunidades. O projeto visa, sobretudo, prevenir a violência e o crime, oferecendo alternativas positivas e saudáveis para a juventude e a comunidade em geral. Observa-se assim, que é notório o impacto positivo do CONVIVE na população que utilizará os serviços ofertados nas unidades.

Pretende-se, de forma geral, esclarecer como o projeto do sistema de esgotamento sanitário supre as necessidades diante das metas estabelecidas.

Ressalta-se que o sistema foi concebido considerando orientações superiores e que cabe a compatibilização entre as disciplinas para execução do projeto.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente documento é apresentar as soluções de projeto adotadas para o Projeto CONVIVE, na disciplina de Esgotamento Sanitário, preservando as características básicas de projeto, e ajustando possíveis inadequações para que atendam satisfatoriamente a coleta, transporte, tratamento e disposição final do esgoto sanitário gerado.

3. JUSTIFICATIVA

O projeto de esgotamento sanitário para o complexo CONVIVE foi elaborado para suprir a referida edificação com um sistema adequado de coleta, transporte e tratamento, de forma a atender as condicionantes estabelecidas pelo projeto de arquitetura, atentando para as necessidades de cada ambiente e em concordância com NBRs vigentes. Dessa forma, pretende-se estabelecer as diretrizes para a elaboração do projeto de esgotamento sanitário em comento, determinando os requisitos mínimos de

qualidade, segurança e manutenibilidade, tal como garantir a integração do sistema de forma harmônica com os demais projetos complementares.

O sistema de esgotamento sanitário foi planejado de maneira a concentrar o fluxo de esgoto na parte posterior das edificações, priorizando sempre que possível o caminhamento por meio das áreas verdes do complexo, de maneira a facilitar a manutenção utilizando essas áreas não edificadas. Ainda, o sistema foi projetado de maneira a evitar interferências com as demais disciplinas, isto é, as redes de drenagem pluvial e hidráulica, tal como a infraestrutura de energia elétrica.

4. NORMAS UTILIZADAS

Para elaboração do presente projeto foram utilizadas as seguintes normas técnicas:

- ✓ NBR 8.160/1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução;
- ✓ NBR 5.688/2018 - Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação — Requisitos;
- ✓ NBR 7.362-1/2005 - Sistemas enterrados para condução de esgoto Parte 1: Requisitos para tubos de PVC com junta elástica;
- ✓ NBR 7.362-2/2005 - Sistemas enterrados para condução de esgoto Parte 2: Requisitos para tubos de PVC com parede maciça;
- ✓ NBR 7.367/1988 - Projeto e assentamento de tubulações de PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário;
- ✓ NBR 9.648/1986 - Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário;
- ✓ NBR 9.649/1986 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário;
- ✓ NBR 10.570/1988 – Tubos e conexões de PVC rígido com junta elástica para coletor predial e sistema condominial de esgoto sanitário - Tipos e dimensões;
- ✓ NBR 12.209/2011 – Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários;
- ✓ NBR 14.486/2000 – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de redes coletoras com tubos de PVC;
- ✓ NBR 16.085/2020 – Poços de visita e inspeção pré-moldados em concreto armado para sistemas enterrados — Requisitos e métodos de ensaio;
- ✓ NBR ISO 30.500/2021 – Sistemas de saneamento não ligados à rede de esgoto — Unidades de tratamento integradas pré-fabricadas — Requisitos gerais de segurança e desempenho para projeto e ensaio.

5. PRÁTICAS DE PROJETO

Os projetos foram desenvolvidos considerando-se às seguintes bases:

- ✓ Permitir a coleta, o transporte e o tratamento adequado do esgoto gerado no complexo CONVIVE;
- ✓ Facilitar os serviços de desobstrução e limpeza sem que seja necessário danificar ou destruir parte das instalações, calçadas, alvenarias e/ou estruturas;
- ✓ Impedir a formação de depósitos de gases no interior das tubulações;
- ✓ Impedir a contaminação do meio ambiente;
- ✓ Evitar a interligação do sistema de esgoto sanitário com outros sistemas.

6. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

6.1. Pressuposto

O projeto de esgotamento sanitário foi pensado para garantir a coleta, transporte, tratamento e disposição final do efluente gerado no complexo CONVIVE.

Todo o projeto de modelagem das instalações partiu de projetos previamente fornecidos pelos arquitetos desta SENAPPEN, cabendo aos engenheiros projetistas, adequações quanto as normas vigentes e melhorias quando necessário ao sistema.

Toda a edificação será nova, desse modo o dimensionamento inicial de consumo de água se deu com base em estimativas de consumo em referência a utilização de seus ocupantes. De início, dividiu-se as populações entre funcionários e usuários.

O sistema de tratamento de esgoto proposto tem o intuito de coletar o efluente gerado no complexo, realizar o transporte de maneira adequada chegando ao tratamento por meio de uma Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Compacta, fornecendo os parâmetros básicos para concepção e execução de tal ETE junto à empresas especializadas, permitindo assim a disposição final adequada.

Conforme descrito no item 1 deste memorial, cumpre ressaltar que o Projeto CONVIVE deverá ser implantado em âmbito nacional. Nesta toada o projeto de esgotamento sanitário em comento, servirá de referencial, uma vez que as características tanto de topografia, quanto relacionadas às soluções de tratamento disponíveis em cada unidade da federação podem diferir.

Ratificamos que todo o sistema atende as exigências das NBRs quanto ao dimensionamento.

6.2. Metodologia

Para a realização do dimensionamento dos sistemas aqui apresentados, utilizaram-se as principais normas vigentes, anteriormente apresentadas.

Toda rede de esgotamento sanitário será dividida entre as edificações fornecidas pela arquitetura que possuem a necessidade de coleta de efluentes sanitários, sendo estes, apresentados a seguir.

- ✓ Assistência;
- ✓ Ensino;
- ✓ Guarita;
- ✓ Vestiário;
- ✓ Casa do Lixo.

O volume gerado de esgoto foi calculado com base na estimativa de consumo de água em um dia, para a quantidade populacional da edificação, com aplicação do coeficiente de retorno (relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida) de 80%, indicando assim, que 80% da água consumida no estabelecimento será encaminhada para o sistema de tratamento de esgoto do CONVIVE.

6.3. Parâmetros de Projeto

De acordo com a norma ABNT 8160/1999, os componentes do subsistema de coleta e transporte de esgoto podem ser dimensionados pelo método das unidades Hunter de contribuição (UHC), devendo, em qualquer um dos casos, ser respeitado os diâmetros mínimos de descarga indicados.

Tabela 1 - Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro mínimo dos ramais de descarga.

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal de descarga
Bacia sanitária		6	100
Chuveiro residência		2	40
Lavatório	De residência	1	40
	Coletivo	2	40
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	50
Expurgo		5	75

Fonte: Adaptado da norma ABNT 8160 (1999).

Desta forma temos para os tubos de queda de esgoto, o dimensionamento através do somatório das UHC para atribuição de valores expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - Dimensionamento dos tubos de queda.

Diâmetro Nominal (mm)	Número máximo de unidade de Hunter de contribuição
40	4
50	10
75	30
100	240
150	960
200	2200

Fonte: Adaptado da norma ABNT 8160 (1999).

Para o dimensionamento de ramais de esgoto, foi adotada a recomendação da NBR 8160/1999 conforme demonstra a Tabela 3.

Tabela 3 - Dimensionamento de ramais de esgoto.

Diâmetro Nominal (mm)	Número máximo de unidade de Hunter de contribuição (UHC)
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Adaptado da norma ABNT 8160 (1999).

Já para o dimensionamento de subcoletores e coletor predial de esgoto, foi adotada a recomendação da NBR 8160/1999 conforme demonstra a Tabela 4.

Tabela 4 - Dimensionamento de subcoletores e coletor predial.

Número máximo de unidade de Hunter de contribuição (UHC) em função das declividades mínimas (%)				
Declividade (%)	0,5	1	2	4
Diâmetro Nominal (mm)	Unidade de Hunter de contribuição (UHC)			
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300

Fonte: Adaptado da norma ABNT 8160 (1999).

Nesse contexto, todo sistema de ramal de descargas e de esgoto da edificação foi dimensionado atendendo os limites estabelecidos e adotando as declividades conforme estabelecido na NBR 8160/1999, conforme apresentado abaixo:

- ✓ **2%** para tubulações com diâmetros nominais **igual ou inferior a 75mm**;
- ✓ **1%** para tubulações com diâmetro nominal **igual ou superior a 100mm**.

As tubulações horizontais de **ventilação** deverão receber a cota mínima de 1%, para evitar que qualquer efluente possa escorrer por estas tubulações e entrar no sistema de ventilação.

As caixas sifonadas devem ser instaladas nos locais indicados. A ventilação deve ser executada como mostra o traçado no projeto, sendo ligada à rede de esgoto nos pontos mostrados. Os desconectores (dispositivos dotados de fecho hídrico, como caixa sifonada) devem ser ligados a um elemento ventilado a uma **distância máxima de 1,20m** do desconector.

As ligações entre ramais de descarga são feitas sempre de modo a manter todos os efluentes no mesmo sentido de fluxo. Todas as interligações são feitas para facilitar o escoamento, e devem obedecer aos desenhos técnicos propostos.

6.4. Convenções utilizadas nas planilhas de dimensionamento

Tabela 5 - Convenções utilizadas nas pranchas do projeto e nas planilhas de dimensionamento anexas.

Convenção	Significado
CE	Identificação das caixas de esgoto
PV	Identificação dos poços de visita
C.TOPO	Cota de topo dos poços de visita
C. FUNDO	Cota de fundo dos poços de visita
C	Extensão do coletor no trecho
i	Declividade do coletor no trecho
Diâmetro	Diâmetro do coletor no trecho
Vazão	Vazão a jusante do coletor para as condições de projeto
Lâmina	Lâmina d'água no coletor para as condições de início e fim de plano no trecho
Tensão Trativa	Tensão trativa no coletor para as condições de projeto no trecho
Velocidade	Velocidade no coletor para as condições de início e fim de plano no trecho

7. SOLUÇÕES ADOTADAS

7.1. Instalações sanitárias dos ambientes

Para as instalações sanitárias da rede interna foi adotada a recomendação da norma ABNT 8160/1999, conforme a seguinte tabela:

Tabela 6 - Diâmetro das tubulações das instalações sanitárias das edificações e respectivas declividades

Diâmetro (mm)	Declividade (%)
≤ 75	2
≥ 100	1

Considerando esse aspecto, as ligações do sistema de esgotamento sanitário preferencialmente seguirão a recomendação de declividade de 2% para diâmetros menores que 75 mm e de 1 % para diâmetros superiores a 100 mm.

Desse modo, a Tabela 7 destaca os valores de diâmetro típicos adotados após os pontos de utilização da água e consequente geração de esgoto sanitário.

Tabela 7 - Diâmetro das tubulações de saída das peças hidrossanitárias.

Peça	Diâmetro (mm)	UHC
Pia	40	2
Chuveiro	40	2
Vaso sanitário	100	6
Ralo	50	4

Nota-se assim, que o sistema foi concebido para que o esgoto gerado pelo uso da água do chuveiro e pias saiam com tubulação de 40 mm, sejam conduzidos para ralo sifonado, a partir do qual segue com tubulação de 50 mm até a interligação com a tubulação do vaso sanitário de 100 mm. De maneira a evitar o retorno de gases ao sistema, foi prevista coluna de ventilação entre a ligação da caixa sifonada (desconector) com a tubulação do vaso sanitário.

7.2. Rede de coleta e transporte de Esgoto

A rede de coleta e transporte de esgoto foi dimensionada com o intuito de favorecer a manutenção do sistema de transporte de esgoto pela área externa às edificações propostas.

Atento a essas considerações, a

Tabela 8 apresenta o dimensionamento da rede do sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário, a qual tem o fim no sistema de tratamento preliminar (gradeamento) da Estação de Tratamento de Esgoto.

Tabela 8 - Determinação dos diâmetros e declividades dos trechos de tubulação da rede de esgoto na implantação.

Trecho	Extensão entre Caixas (m)	Comprimento da tubulação (m)	UHC	UHC Acumula da	Declividade (m/m)	Diâmetro Calculado (mm)	Diâmetro Adotado (mm)	Geratriz Inferior		Singularidade de Montante	Profundidade da Singularidade
								Cota de montante do tubo (m)	Cota de jusante do tubo (m)		
1-1	9,39	9,60	19,00	19,00	0,01	100	100	0,75	0,95	CE02	0,75
1-2	20,88	21,15	0,00	19,00	0,01	100	150	0,95	1,35	CE03	0,95
1-3	8,87	9,07	0,00	19,00	0,01	100	150	1,35	1,55	PV01	1,35
1-4	9,66	9,91	17,00	36,00	0,01	100	150	1,65	1,85	PV03	1,65
2-1	21,14	21,36	10,00	10,00	0,01	100	100	0,45	0,65	CE04	0,45
2-2	11,10	11,45	0,00	10,00	0,01	100	150	0,65	0,80	CE05	0,65
2-3	10,61	10,86	4,00	14,00	0,01	100	150	0,80	1,00	CE06	0,80
2-4	6,66	7,04	35,00	49,00	0,01	100	150	1,00	1,85	PV04	1,00
1-5	7,95	8,20	0,00	85,00	0,01	100	150	1,85	2,15	PV05	1,85
1-6	2,92	3,00	9,00	94,00	0,01	100	150	2,15	2,35	PV06	2,15
1-7	3,75	4,00	9,00	103,00	0,01	100	150	2,35	2,50	PV07	2,35
3-1	9,14	9,35	42,00	42,00	0,01	100	100	0,55	2,50	CE07	0,55
1-8	4,78	5,00	0,00	145,00	0,01	100	150	2,50	2,70	PV08	2,50
1-9	7,04	7,24	4,00	149,00	0,01	100	150	2,70	2,95	PV09	2,70
1-10	13,47	14,00	4,00	153,00	0,01	100	150	2,95	3,25	PV10	2,95
1-11	12,97	13,00	0,00	153,00	0,01	100	150	3,25	3,55	PV11	3,25
4-1	2,74	3,00	32,00	32,00	0,01	100	150	0,65	0,85	CE08	0,65
4-2	3,07	3,29	44,00	76,00	0,01	100	150	0,85	1,15	CE09	0,85
5-1	11,52	11,64	-	33,00	0,01	100	100	0,55	1,15	CE10	0,55
4-3	0,97	1,17	33,00	142,00	0,01	100	150	1,15	1,35	PV12	1,15
4-4	4,04	4,24	38,00	180,00	0,01	150	200	1,35	1,60	PV13	1,35
4-5	6,10	6,00	8,00	188,00	0,01	150	200	1,60	1,70	PV14	1,60
4-6	17,29	18,00	0,00	188,00	0,01	150	200	1,70	2,20	PV15	1,70
6-1	20,04	20,28	0,00	188,00	0,01	150	200	0,50	2,20	CE11	0,50
4-7	19,59	20,00	4,00	192,00	0,01	150	200	2,20	2,60	PV16	2,20
4-8	19,59	20,00	0,00	192,00	0,01	150	200	2,60	3,55	PV17	2,60
1-12	3,24	3,48	0,00	345,00	0,01	150	200	3,55	3,75	PV18	3,55
7-1	20,80	21,02	8,00	8,00	0,01	100	100	0,60	0,85	CE12	0,60
7-2	20,59	20,80	0,00	8,00	0,01	100	100	0,85	3,75	CE13	0,85
1-13	1,00	1,14	0,00	353,00	0,01	150	200	3,75	ETE	PV19	3,75

Os trechos utilizados nos cálculos podem ser verificados nas plantas do sistema de esgotamento sanitário.

7.3. Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)

O presente memorial descritivo tem o intuito de fornecer informações para o dimensionamento de um sistema compacto de tratamento de esgoto (ETE Compacta). O produto referencial deste descritivo técnico, contempla: reservatórios construídos em PRFV – Fiberglass, revestido com resina de alta resistência e durabilidade com instalação interna de Sistema de Aeração, Decantador secundário, câmara anóxica, reservatório de lodo, bomba de recirculação de lodo submersa e conjunto de proteção e comando elétrico, passarela de inspeção e escada de acesso.

No dimensionamento da ETE foram considerados os parâmetros estabelecidos na norma ABNT 9.649/1986 quanto ao cálculo da vazão de projeto, conforme apresentado abaixo:

Coeficiente de retorno (C): 0,8

Coeficiente de máximo consumo diário (K1): 1,2

Coeficiente de máximo consumo horário (K2): 1,5

Coeficiente de mínimo consumo horário (K3): 0,5

População de projeto: 600 pessoas

Consumo Per capita: 50 L/hab.dia

7.3.1. Determinação da vazão de esgoto

A vazão de esgoto corresponde a quantidade esgoto em determinado intervalo de tempo. Para a aquisição de sistemas de esgotamento sanitário tipicamente utiliza-se o valor em m³/dia como unidade. Considerando esse aspecto, e as características do empreendimento, abaixo observa-se a determinação da vazão média, máxima e mínima esperada para o complexo CONVIVE.

Vazão média (Qmed): $Q_{med} = (\text{contribuição total} \times C) / 1000 \rightarrow Q_{med} = 28,40 \text{ m}^3/\text{dia}$

vazão máxima (Qmax): $Q_{max} = Q_{med} \times k_1 \times k_2 \rightarrow Q_{max} = 47,60 \text{ m}^3/\text{dia}$

vazão mínima (Qmin): $Q_{min} = Q_{med} \times k_3 \rightarrow Q_{min} = 14,19 \text{ m}^3/\text{dia}$

7.3.2. Pré-Tratamento de Esgoto

É proposto como tratamento dos efluentes das edificações do complexo, uma ETE (estação de tratamento de esgoto) do tipo pré-fabricada compacta de onde é possível extrair eficiências elevadas, porém, para garantia desta, é necessário a continuidade do fluxo no sistema, para tal é necessário um pré-tratamento de esgoto.

O pré-tratamento de esgoto deve contar com uma caixa de gradeamento com limpeza manual com plataforma de despejo antes de despejo em poço de sucção.

O gradeamento deve ter espaçamento entre barras de 25 mm, sendo as barras com espessura de 5 mm. Sugere-se que após o gradeamento sejam implantados dois canais de desarenação em paralelo de maneira a permitir a manutenção do sistema. Com as recomendações proposta o sistema de gradeamento tende a ter eficiência de 83,33%.

A elevação dos efluentes se dará através de bombas submersas, um conjunto com duas bombas com períodos de trabalhos alternados, onde cada bomba deverá ter capacidade de vazão de 15,0 m³/h, para garantir o fluxo constante para ETE.

7.3.3. Tratamento de Esgoto

O projeto prevê uma área para a instalação de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) tipo compacta. A depender da solução adotada pela empresa especializada, pode-se optar por alocar ETE em outra área que atenda o layout da mesma e que não interfira no projeto em comento.

O dimensionamento preliminar da ETE foi feito conforme os modelos existentes no mercado e o cálculo de vazão proposto acima. Desse modo, optou-se por uma estação com capacidade para 30,00 m³/dia. O efluente tratado deve ser de qualidade tal que atenda aos parâmetros para o possível lançamento ao corpo hídrico receptor de classe II, desta forma, atendendo os seguintes parâmetros, especificados pela NBR 13969:1997.

Parâmetro	Classe b	Parâmetro	Classe b
Temperatura	Inferior a 40°C	Oxigênio dissolvido	Superior a 2,0 mg/L
pH	Entre 6,0 e 9,0	Nitrogênio amoniacal	Inferior a 5 mg/
DBO5,20	Inferior a 30 mg/L	Nitrato - N	Inferior a 20 mg/L

DQO	Inferior a 75 mg/L	Fosfato	Inferior a 1 mg/
Sólidos sedimentáveis	Inferior a 0,1 mg/	Óleos e graxas	Inferiores a 30 mg/
Sólidos não filtráveis totais	Inferior a 20 mg/L	Coliformes fecais	Inferior a 1000

De maneira a contemplar informações tipicamente solicitadas por fabricantes de ETE compactas seguem os dados necessários para que a ETE seja orçada junto a fabricantes.

População de usuários estabelecida para o complexo: 650 Usuários / 30 Funcionários

- ✓ Número de colaboradores - 600 usuários de Edifício Público;
- ✓ O efluente tratado poderá ter destinação final, corpo hídrico ou a rede de drenagem mediante aprovação dos órgãos competentes.
- ✓ A operação da ETE será particular, mas recomenda-se que seja feita parceria com a concessionária responsável pelo tratamento e abastecimento de água do município onde a edificação for implantada, de maneira a prover a correta manutenção do sistema de tratamento de esgoto sanitário.
- ✓ Tipo de atividade: Estabelecimento público sem residentes fixos.
Características de esgoto doméstico.
- ✓ Vazão diária: Média: 28,40 m³/dia; Máxima: 47,60 m³/dia
- ✓ Funcionamento da atividade: 16 horas
- ✓ Carga orgânica DBO: 422,80 mgDBO/L
- ✓ Carga DQO: Adotar para as características de esgoto doméstico.

7.3.4. Disposição Final

O esgoto será lançado, após o devido tratamento, em corpo hídrico, rede de drenagem municipal ou no solo a depender das condições locais onde o sistema vier a ser implantado, e após aprovação dos órgãos competentes. De acordo com a Resolução CONAMA Nº 430 DE 13/05/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, em específico o Art. 21, os parâmetros mínimos de lançamento de esgotos tratados são:

- a) pH entre 5 e 9;

- b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
- e) substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L;
- f) ausência de materiais flutuantes. Tais valores mínimos são encontrados devido ao tratamento proposto.



Ministério da Justiça e Segurança Pública
Secretaria Nacional de Políticas Penais
Coordenação Geral de Modernização da Engenharia e Arquitetura Prisional

8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O presente tópico contempla as especificações de materiais e de serviços requeridas para a correta execução das obras, segundo as normativas estabelecidas por instituições como a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e ASTM (American Society for Testing and Materials).

Nas especificações de materiais estão estabelecidos os parâmetros preconizados e ensaios exigidos para os insumos utilizados nas obras, enquanto nas especificações de serviço estão definidos procedimentos requeridos para a correta execução dos trabalhos.

A realização da obra deverá obedecer, integral e rigorosamente, aos projetos, memoriais, detalhes fornecidos, normas técnicas, instruções de serviços, especificações e métodos aprovados pela fiscalização da obra. Quando não citada a norma a ser seguida e inexistirem normas brasileiras, fica a critério da fiscalização da obra a indicação desta.

Estas especificações fixam as qualidades mínimas, aplicáveis e exigíveis pela fiscalização da obra dos serviços necessários para a completa execução dos serviços da obra. Para todos os efeitos, subentende-se que a Empreiteira está suficientemente familiarizada com os métodos e normas de execução aplicáveis. Assim sendo, as citações e recomendações aqui contidas apenas orientam e complementam as informações existentes no projeto.

8.1. NORMAS CONSULTADAS

- ✓ NBR 12.266/1992: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.
- ✓ NBR 10.160/2005: Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil – Requisitos e métodos de ensaio;
- ✓ NBR 16.697/2018: Cimento Portland - Requisitos.
- ✓ NBR 16.085/2020: Poços de visita e inspeção pré-moldados em concreto armado para sistemas enterrados — Requisitos e métodos de ensaio.
- ✓ NBR 12.655/2022: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.

- ✓ NBR 17.015/2022: Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis.

8.2. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS

8.2.1. Movimento de terra

8.2.1.1. *Formas de utilização*

O destino de todos os materiais escavados poderá ser um dos seguintes: para "bota-fora", aterros ou enchimentos, depósitos ou sobrecarga de aterros. Irão para "bota-fora", naqueles locais determinados pela fiscalização da obra, todos os materiais que estejam formados de turfas, húmus, terra vegetal, materiais de demolição e aqueles que como tais a fiscalização da obra recuse. Irão para depósitos, para utilização posterior, aqueles materiais que a fiscalização da obra selecione e que não se possa transportar diretamente ao local de emprego.

Sempre que possível, todos os materiais não recusados que se obtenham das escavações serão utilizados na execução de aterros ou sobrecargas de aterros ou enchimentos, transportando-se diretamente da zona de escavação à de utilização mais próxima.

Os lugares de depósito serão fixados pela fiscalização da obra, bem como a forma e volume de cada depósito para facilitar as operações de construção e medição que sejam necessárias. Em qualquer caso, os materiais depositados deverão estar separados de qualquer outro tipo de material escavado.

8.2.1.2. *Materiais para aterros compactados*

Os materiais a empregar em aterros serão, em geral, os produtos procedentes das escavações realizadas na obra ou dos locais de empréstimo especificados no projeto ou autorizados pela fiscalização da obra. A aprovação de uma área de empréstimo não significa que todo o material existente seja adequado para a construção dos aterros. Somente os materiais adequados de tais áreas, aprovados pela fiscalização da obra, poderão ser lançados nos aterros.

Materiais com características insatisfatórias com raízes, gramas, matéria orgânica ou outros materiais perecíveis ou prejudiciais não deverão ser utilizados.

8.3. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

8.3.1. Execução

Para a execução da obra de esgotamento sanitário, devem ser seguidas as recomendações previstas em norma, com destaque para:

- ✓ A construção deve ser acompanhada pela fiscalização ou contratante.
- ✓ O material a ser fornecido e aplicado deve obedecer às Normas Brasileiras pertinentes.
- ✓ Deve ser respeitada a legislação ambiental vigente.
- ✓ A demarcação e o acompanhamento dos serviços a serem executados devem ser efetuados por equipe de topografia.
- ✓ Qualquer serviço que não seja projetado e especificado não pode ser executado sem autorização da fiscalização ou contratante da obra, exceto os eventuais de emergência, necessários à estabilidade e segurança da obra e do pessoal envolvido.
- ✓ O construtor deve providenciar a sinalização da obra, segundo as legislações vigentes e órgãos competentes.
- ✓ Não é permitido o bloqueio, obstrução ou eliminação de canalizações existentes, salvo nos casos em que o interessado apresentar projeto para análise do responsável pela interferência, que forneça a aprovação, mediante termo circunstanciado.

8.3.2. Instalação e serviços preliminares

As instalações e serviços preliminares compreendem todas as atividades necessárias para que as obras sejam iniciadas, oferecendo plenas condições para sua condução dentro da programação prevista. Tais instalações e serviços, não limitativamente, estão relacionados a seguir:

8.3.3. Limpeza do terreno

A limpeza do terreno corresponde ao seu conveniente preparo permitindo a implantação das diferentes unidades, a adequada estocagem de materiais e equipamentos que possam ficar expostos ao tempo e o livre trânsito em toda a área do canteiro de obras. Inclui também os processos de captação, destocamento e derrubada de árvores que

possam prejudicar os trabalhos de construção, removendo-se e queimando-se todos os entulhos.

É de incumbência do construtor a obtenção das licenças ambientais pertinentes junto aos órgãos competentes.

8.3.4. Instalação do canteiro de obras

O canteiro de obras deve ser projetado pela Empreiteira e constará das áreas e unidades específicas suficientes para execução da obra com segurança, higiene e preservação dos materiais e equipamentos.

8.3.5. Sinalização

O construtor deve seguir as especificações da legislação vigente e das regulamentações da administração contratante

8.3.6. Segurança

A Empreiteira será responsável pela ordem e segurança no canteiro de obras. A Empreiteira providenciará, construirá e manterá todas as barricadas necessárias e sinalização suficiente, tomando todas as providências cabíveis para a proteção da obra e a segurança do pessoal. As barricadas e obstruções deverão ser iluminadas durante toda a noite, a não ser por ordem expressa da fiscalização da obra.

8.3.7. Serviços topográficos

a) Generalidades

Os serviços topográficos de locação das unidades a serem construídas, de nivelamento e de medições de todas as partes da obra serão executados pela Empreiteira.

Devem ser observados os seguintes itens:

✓ A Empreiteira locará a obra rigorosamente de acordo com as cotas do projeto e plantas de locação correspondentes, sendo responsável por qualquer erro de alinhamento ou nível, correndo por sua conta a demolição e reconstrução dos serviços que forem considerados imperfeitos pela fiscalização da obra;

✓ A locação será efetuada por aparelho topográfico de precisão e será baseada em marcos com implantação de referências de nível (RN).

b) Implantação de RN

Devem ser observados os elementos que permitam a locação da obra. Com base nestes elementos a Empreiteira providenciará a implantação de um novo RN com pino usinado e situado em posição tal que seja resguardado de possíveis danos. Para maior garantia tal marco deverá ser protegido por pequena cerca ou caixa de concreto.

O novo RN será nivelado e contra-nivelado com nível de precisão, não sendo permitido erro no fechamento superior a 0,1 mm.

c) Locação da obra

A obra deve ser executada com acompanhamento de pelo menos um topógrafo devidamente habilitado e um auxiliar de topógrafo ou nivelador. Esta equipe ficará encarregada da execução de tarefas como as que aqui se apresenta, quando necessário:

- ✓ Locar o eixo longitudinal dos dispositivos projetados e demais elementos necessários, a critério da fiscalização da obra;
- ✓ Marcar a posição do escoramento antes do início de sua execução;
- ✓ Indicar ao lado do escoramento, através de tabuletas fixadas sobre o terreno, o número de cada estaca de forma legível;
- ✓ Marcar no fundo da vala a largura e as espessuras das camadas de brita e areia quando necessário e fornecer as cotas que permitam a execução da obra;
- ✓ Proceder ao levantamento planialtimétrico da poligonal de intervenção.

8.3.8. Placas de orientação e sinalização

A sinalização deve atender ao estabelecido por autoridades locais e regras municipais, como prefeitura, subprefeituras, administração regional, poder legislativo e concessionárias de serviços. O projeto de sinalização deve ser incluído à solicitação de interdição, quando pertinente. Independentemente do que for requerido, a empresa executora da obra deve utilizar no mínimo sinalização preventiva com placas indicativas e orientativas, cones de sinalização, cavaletes, dispositivos de barragem, sinalização reflexiva e iluminação de segurança ao longo da obra.

A sinalização especial de proteção e isolamento será constituída de placas padronizadas e será empregada nos trechos indicados pela fiscalização da obra, que especificará se a mesma deverá ser com iluminação ou não.

Somente será permitida a abertura de valas após a adequada sinalização local, conforme modelos de placas a serem definidos pela fiscalização da obra.

A Empreiteira será responsável pelo funcionamento ininterrupto da sinalização inclusive nos períodos de interrupção dos trabalhos, devendo ainda substituir imediatamente os elementos danificados ou com manutenção precária durante a sua utilização. A Empreiteira deverá observar o perfeito atendimento das condições de funcionamento.

8.3.9. Retirada das instalações provisórias

Após o término das obras, a Empreiteira removerá todos os prédios temporários com exceção daqueles que a fiscalização da obra determinar.

8.3.10. Instalação de tapumes laterais às valas

Ao longo de todas as valas e cavas, a Empreiteira deverá sinalizar e evitar a queda de pessoas ou veículos nas valas ou cavas abertas. Os tapumes serão constituídos de módulos padronizados conforme modelo a ser definido pela fiscalização da obra.

O espaçamento entre os módulos será indicado pela fiscalização da obra. Caberá à Empreiteira a manutenção e conservação dos tapumes, providenciando a substituição e reparos nos mesmos sempre que necessário.

8.3.11. Escavação de valas e cavas

A abertura das valas e travessias em vias e logradouros públicos só pode ser iniciada após a comunicação e aprovação do órgão competente. Além desse aspecto, as escavações sob rodovias, ou em faixa de domínio de concessionárias de serviços públicos, só podem ser iniciadas depois de cumpridas as exigências e autorizadas pelos órgãos competentes.

A escavação para implantação da obra compreende a remoção de qualquer material abaixo da superfície natural do terreno até as cotas especificadas no projeto ou definidas pela fiscalização da obra, quando for julgada necessária. Compreende também o transporte do material escavado e bota-fora.

Antes de iniciar a escavação, a Empreiteira fará a pesquisa de interferências locais para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos ou postes que estejam na zona atingida pela escavação ou áreas próximas. Além disso, deve comunicar ao órgão

público municipal responsável qualquer abertura de vala em vias ou logradouros públicos, e somente após aprovação deste executar a atividade. Se a escavação interferir com galerias, tubulações e outras instalações existentes, a Empreiteira executará o escoramento e sustentação delas.

Caso haja qualquer dano nas interferências supracitadas, desde que caracterizada a responsabilidade da Empreiteira, todas as despesas decorrentes dos reparos ocorrerão por conta dela.

A escavação será executada de modo a proporcionar o máximo de rendimento e economia. Qualquer excesso de escavação no fundo da vala e cavas deverá ser preenchido com areia, pó de pedra ou outro material de boa qualidade a ser indicado pela fiscalização da obra.

As valas devem ser escavadas segundo a linha de eixo, sendo respeitados o alinhamento e as cotas indicadas no projeto. A extensão máxima da abertura da vala não deverá exceder a indicada pela fiscalização da obra para cada trecho da tubulação considerando as condições do local de trabalho, o trânsito local e a necessidade de garantir a progressão contínua da construção. Qualquer excesso de escavação ou depressão no fundo da vala deve ser preenchido com material granular fino compactado.

O material escavado deve ser depositado, sempre que possível, de um só lado da vala, **afastado no mínimo em 1,00 m da borda de escavação**. Em casos especiais a fiscalização pode determinar a retirada total do material escavado.

É obrigatório o escoramento de valas com profundidade **superior a 1,25 m**, conforme determina a legislação vigente (NR 18).

Para as caixas, poços de visita e blocos de ancoragens a dimensão das cavas em cada direção será a dimensão externa dos mesmos mais **0,60 m para cada lado**.

Quando os materiais escavados forem, a critério da fiscalização da obra, apropriados para a sua utilização no reaterro, deverão ser colocados ao lado da vala para posterior aproveitamento.

No caso de os materiais aproveitáveis serem de natureza diversa, eles serão distribuídos em montes separados.

Os terrenos escavados serão classificados nos seguintes grupos:

- ✓ 1ª categoria: qualquer que seja a sua coesão, como terra em geral, argila, areia, rochas em adiantado estado de decomposição, seixos com diâmetro máximo de 15 cm, cascalho solto ou matéria terrosa de fácil escavação, que possa ser retirado com

enxada, pá e a parte mais larga da picareta e que não exija a escarificação mecânica pesada.

- ✓ 2ª categoria sem explosivo: rocha em decomposição, blocos de rocha de volume inferior a 1,0 m³, matacões, pedras de diâmetro médio superior a 15 cm e modelos de grande consistência, cuja extração processa-se com uso intensivo de escarificação pesada.
- ✓ 2ª categoria com explosivo: material que requer o uso de equipamentos tais como compressores ou uso de explosivo para a sua remoção, porém apresenta resistência à penetração inferior à do granito e do calcário duro. Estão inclusas aí as pedras soltas, com diâmetro superior a 0,15 m e volume inferior a 0,50m³.
- ✓ 3ª categoria: compreende as rochas com resistência à penetração igual ou superior à do granito ou calcário duro. Necessitam de uso de explosivos para sua remoção de escavação.

A guarda e o manuseio dos explosivos deverão obedecer aos regulamentos do Exército. Nas escavações a fogo as seguintes precauções devem ser adotadas:

- ✓ Usar redes de segurança;
- ✓ Usar sinais de alerta antes das detonações;
- ✓ Não deixar as minas carregadas, mesmo com antecedência de poucas horas da detonação;
- ✓ Programar as detonações para serem executadas em horário que não perturbe o repouso dos moradores.

8.3.12. Escavações para obra de arte corrente

A Empreiteira comunicará à fiscalização da obra, com a devida antecedência, a época do início das escavações, a fim de que seja feito o nivelamento da superfície do terreno natural. Não se permitirá qualquer movimentação de terra nas áreas vizinhas à escavação sem prévia autorização da fiscalização da obra.

Troncos, raízes e quaisquer outros materiais indesejáveis encontrados na escavação deverão ser dispostos em bota-fora aprovado pela fiscalização da obra. O material proveniente das escavações, caso não seja aproveitado para o uso em reaterro, deverá ser espalhado em áreas preparadas para a deposição, de modo que não venham a sofrer deslocamentos que prejudiquem os serviços executados.

8.3.13. Transporte de solo escavado

Se os materiais provenientes das escavações e não aproveitáveis para o reaterro ou, quando aproveitáveis, não puderem ser colocados ao lado da vala por falta de espaço, serão transportados pela Empreiteira e levados a bota-fora por ela providenciado e aprovados pela fiscalização da obra, onde serão dispostos em camadas com alturas convenientes.

A área a ser coberta pelo bota-fora sofrerá limpeza preliminar, como remoção de vegetação e de matacões que deverão ser dispostos em local a ser indicado pela fiscalização da obra. Os matacões, eventualmente encontrados durante a escavação, serão dispostos juntamente com os anteriores.

Para o acesso à área de bota-fora, a Empreiteira deverá executar os serviços e obras complementares julgados necessários.

8.3.14. Transporte de solo importado

Sempre que o material proveniente das escavações não for adequado e/ou suficiente para o reaterro das valas e cavas, a Empreiteira deverá providenciar jazidas dos materiais apropriados e se responsabilizar pelo seu transporte, carga e descarga ao lado da vala. Os solos deverão estar isentos de pedras e detritos que possam danificar as estruturas. As jazidas deverão ser sempre submetidas à aprovação da fiscalização da obra.

8.3.15. Escoramento

Os escoramentos têm função de contenção das paredes laterais e aumento de estanqueidade da vala.

As escavações com profundidade superior a 1,25 m (um metro e vinte e cinco centímetros) devem ser protegidas com taludes ou escoramentos definidos em projeto elaborado por profissional legalmente habilitado e devem dispor de escadas ou rampas colocadas próximas aos postos de trabalho, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores. Serão empregados os tipos de escoramento descritos a seguir:

8.3.15.1. *Fechado ou contínuo*

a) Para valas em locais sem a presença de lençol de água será usado o escoramento fechado tipo "cançoeira", constituído de estacas de madeira com seção mínima de 5 x 15

cm, contraventadas por longarinas e estroncas de madeira com seção mínima de 7,5 x 25 cm;

b) Para valas em locais com a presença de lençol freático será usado escoramento fechado dos tipos:

- Escoramento fechado constituído de estacas de madeira com seção mínima de 5 x 15 cm, com encaixe tipo macho fêmea, contraventadas com longarinas e estroncas de madeira com seção mínima de 7,5 x 25 cm.
- Escoramento fechado em estacas metálicas constituída de estacas metálicas com encaixe estanque nos bordos, contraventadas com longarinas e estroncas de madeira com seção mínima de 7,5 x 25 cm.

8.3.15.2. *Descontínuo*

a) Pontaleamento utilizado a critério da fiscalização da obra quando as condições de solo permitirem;

b) Aberto: será empregado nas escavações em solos coesivos a profundidades inferiores ao nível do lençol freático. Serão empregadas estacas de madeira com seção mínima de 5 x 15 cm de madeira cobrindo 50% da parede da vala, com contraventamento em longarinas e estroncas de madeira com seção mínima de 7,5 x 25 cm.

O escoramento em escavações abaixo do lençol freático, em solos arenosos ou que apresentem reais dificuldades quanto à fixação e estanqueidade deverá ter "fichas", as quais deverão ser aprovadas pela fiscalização da obra. Na construção a variação das "fichas" será função das condições locais e principalmente da presença do lençol freático e nunca poderá ser inferior a 50 cm.

O escoramento deverá ser dimensionado de acordo com a natureza e profundidade do terreno a ser escavado, devendo a Empreiteira considerar as dimensões das peças necessárias para se atingir as profundidades estabelecidas em projeto, uma vez que aqui foram fixadas apenas as dimensões mínimas, sendo que as especificações do mesmo e o local de sua utilização serão de competência exclusiva da fiscalização da obra.

Em determinados casos, a critério da fiscalização da obra, poderá ser dispensado o escoramento mediante o taludamento das paredes laterais da vala, com ou sem sub-vala, sendo o ângulo do talude fornecido pela fiscalização da obra de acordo com as condições do solo.

Todo escoramento metálico deverá ser cravado anteriormente a qualquer operação de escavação. As estacas deverão ser mantidas em perfeito estado, devendo-se prever recursos para desempenho e reparo das mesmas bem como uma renovação periódica do estoque. A fiscalização da obra deverá rejeitar estacas que possam comprometer a estabilidade ou estanqueidade do escoramento.

Durante a operação de descida dos materiais na vala, deverá ser feito um remanejamento de estroncas com adição de estroncas provisórias de tal forma que em nenhum momento sejam diminuídas as condições de segurança.

A retirada do escoramento se realizará simultaneamente com o reaterro. As estacas pranchas serão elevadas progressivamente à medida que for sendo realizado o reaterro, tendo-se a unidade de montagem sempre, em qualquer situação, uma "ficha" mínima de 1,00 m.

8.3.16. Drenagem, bombeamento e rebaixamento de lençol freático

As valas deverão ficar isentas de água, qualquer que seja sua origem (chuva, vazamentos de outras canalizações ou lençol freático) desde a escavação até o reaterro.

8.3.16.1. *Drenagem*

A proteção das valas contra a inundação das águas superficiais será feita mediante a construção das muretas longitudinais ou valas adicionais nas bordas das escavações, que proporcionarão o desvio das águas e locais adequados de descarga. As valas inundadas pela enxurrada deverão ser esgotadas e em seguida deverá proceder-se à limpeza das galerias construídas.

8.3.16.2. *Bombeamento*

Quando a escavação atingir o lençol de água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, dever-se-á ter o cuidado de manter o fundo da vala permanentemente drenado, impedindo-se que a água se acumule no interior dela. O bombeamento deve prolongar-se até que o reaterro da vala seja finalizado.

Serão feitos no fundo da vala valetas laterais junto ao escoramento, fora da área abrangida pela tubulação, para que a água seja coletada pelas bombas em pontos adequados. Os crivos das bombas deverão ser colocados em pequenos poços dentro das

referidas valetas. Para evitar erosão recobrir-se-ão os crivos com brita. A critério da fiscalização da obra poderão ser substituídas as valetas por drenos de tubos perfurados.

A água retirada deverá ser encaminhada para a galeria de águas pluviais ou vala mais próxima, por meio de calhas ou condutos, a fim de evitar o alagamento das superfícies vizinhas ao local de trabalho.

Nos trechos em que as condições especiais da vala exigir, deverão ser executados drenos em brita. As espessuras e granulometria dos drenos serão determinadas pela fiscalização da obra, devendo ser proporcionais às dimensões da vala e à extensão da frente de serviço, variando entre os extremos de 10 cm em solos arenosos e de 10 a 30 cm em solos argilosos. Poderão ainda ser utilizados outros tipos de drenagem, conforme as condições locais indiquem.

8.3.16.3. *Rebaixamento de lençol freático*

Quando aconselhável o esgotamento será feito por rebaixamento do lençol de água, que deverá ser executado por bombeamento contínuo e será constituído por um sistema de bombas centrífugas ou vácuo, coletor geral e ponteiras filtrantes colocadas, quando necessário, no interior dos poços. O espaçamento entre as ponteiras bem como o seu comprimento, a cota do coletor, o número de bombas, a distância entre elas e o número de estágios, poderão ser alteradas pela fiscalização da obra durante a execução do rebaixamento, a fim de que este sempre apresente um rendimento apto a permitir a consecução do objetivo colimado.

O material filtrante dos poços e a abertura das malhas das ponteiras deverão satisfazer às condições de granulometria do terreno, devendo evitar o arrastamento de partículas finas de solo e impedir, assim, eventuais recalques dos terrenos vizinhos.

Deverá ser prevista na obra a instalação de geradores de energia de reserva para garantir a continuidade do esgotamento no caso de falhas no fornecimento de energia elétrica.

A fiscalização da obra poderá exigir da Empreiteira a execução do rebaixamento através de perfuração de poços profundos, desde que o sistema de ponteiras não se mostre satisfatório. Neste caso a locação dos poços, seu número, espaçamento, comprimento do filtro e a potência das bombas, dependentes da natureza do solo, deverão ser especificados pela Empreiteira.

8.3.16.4. *Embasamento das tubulações*

Os tipos de embasamento comumente encontrados são os descritos a seguir:

- ✓ Fundo da vala plano, isto é, o solo de origem inalterado. Neste caso, o solo será isento de matéria orgânica, pedras, cascalhos e outros detritos. Faz-se uma regularização de fundo de vala e após o assentamento da tubulação inicia-se o processo de reaterro compactado da vala;
- ✓ Fundo de vala com presença de pedras soltas, ponta de rocha e outros materiais que venham danificar a tubulação a ser assentada. Neste caso será utilizado um colchão de areia, de no **máximo 20 cm**, que poderá ser elevado até o meio da tubulação após avaliação da fiscalização da obra. Quando necessário, a critério da fiscalização da obra, poderá ser utilizada uma envoltória de areia.
- ✓ Fundo de vala com presença de água. Neste caso será utilizado um dreno de brita de no mínimo 10 cm, no fundo da vala e acima deste será lançado um colchão de areia onde deverá ser assentada a tubulação.
- ✓ Fundo de vala com presença de material mole (lama, lodo etc.). Neste caso, a critério da fiscalização da obra, poderá ser utilizado um berço de concreto armado, que formará 120° (no sentido de cima para baixo) com a face externa superior dele. Esse tipo de embasamento somente será utilizado para tubos rígidos.
- ✓ Tubulação em áreas de tráfego pesado e baixo recobrimento de solo. Neste caso, após exame da fiscalização da obra, será utilizado um berço de concreto armado invertido ou uma envoltória de concreto armado. Esse tipo de embasamento somente será utilizado para tubos rígidos.

8.3.17. Assentamento das tubulações

Os elementos de uma canalização têm finalidades próprias, as quais devem ser respeitadas. Um único elemento mal assentado, uma única junta defeituosa, pode constituir-se num ponto fraco que irá prejudicar o desempenho da canalização inteira.

Dessa forma recomenda-se:

- ✓ Verificar se os tubos são os especificados no pedido;
- ✓ Antes de iniciar o assentamento dos tubos, o fundo da vala deve estar regularizado e com a declividade prevista em projeto;
- ✓ Verificar previamente se nenhum corpo estranho permaneceu dentro dos tubos;

✓ Executar com ordem e método todas as operações de assentamento, mantendo as peças limpas (especialmente pontas e bolsas);

✓ Posicionar a ponta do tubo junto a bolsa do tubo já assentado, proceder ao alinhamento da tubulação e realizar o encaixe. Verificar frequentemente o alinhamento dos tubos no decorrer do assentamento;

✓ O sentido de montagem dos trechos deve ser realizado de jusante para montante, caminhando-se das pontas dos tubos para as bolsas, ou seja, cada tubo assentado deve ter como extremidade livre uma bolsa, onde deve ser acoplada a ponta do tubo subsequente;

✓ O posicionamento da tubulação deve ser executado de acordo com o projeto. Quando o posicionamento não estiver bem definido ou for inexequível, cabe à fiscalização da obra determinar a solução a ser adotada;

✓ Antes de iniciar o aterro da tubulação, será realizado pela EMPREITEIRA, com a FISCALIZAÇÃO presente, o teste do espelho, ou outro a critério da FISCALIZAÇÃO.

A montagem das tubulações só terá o aceite da fiscalização da obra após testes, cabendo ao Fabricante ou à Empreiteira, a depender do caso, repor equipamentos, tubos e acessórios e refazer montagens e assentamentos ou qualquer outro detalhe que ao longo dos testes se mostrarem duvidosos e que possam vir a comprometer a boa funcionalidade e a segurança da obra.

Em todas as fases de transporte dos tubos, inclusive manuseio e empilhamento, devem ser tomadas medidas especiais para evitar choques e atritos que afetem a integridade do material.

O assentamento da tubulação deverá ocorrer paralelamente à abertura da vala e deverá ser executado no sentido de jusante para montante, com a bolsa voltada para montante.

8.3.18. Reaterro compactado de valas e cavas

O reaterro das valas e cavas será processado até o restabelecimento dos níveis anteriores das superfícies originais ou de forma designada pela fiscalização da obra, e deverá ser executado de modo a oferecer condições de segurança às estruturas e bom acabamento da superfície.

Dever-se-á tomar cuidado para evitar pressões desiguais em torno das estruturas ou danos às mesmas, pelo uso de material ou equipamentos impróprios.

O reaterro das valas e cavas somente poderá ser iniciado após a liberação pela fiscalização da obra.

O material adequado retirado de um trecho poderá ser usado para o reaterro do trecho seguinte. Quando for inconveniente ao reaterro, a fiscalização da obra determinará a substituição do mesmo por material de boa qualidade.

A boa execução do reaterro é de completa responsabilidade da Empreiteira.

8.3.19. Execução de poços de visita (PV) e Caixas de inspeção de esgoto

Serão projetados poços de visita e caixas de inspeção nas seguintes condições:

- ✓ Nos pontos onde haja contribuições concentradas;
- ✓ Nas mudanças de direção dos coletores;
- ✓ Nas mudanças de declividades;
- ✓ Nas mudanças de material dos tubos;
- ✓ Nas mudanças de profundidade, ou seja, nos pontos onde haja degraus nos coletores;
- ✓ Nos cruzamentos (convergência) de coletores;
- ✓ Nos trechos retilíneos, entre as distâncias máximas de 20 m.

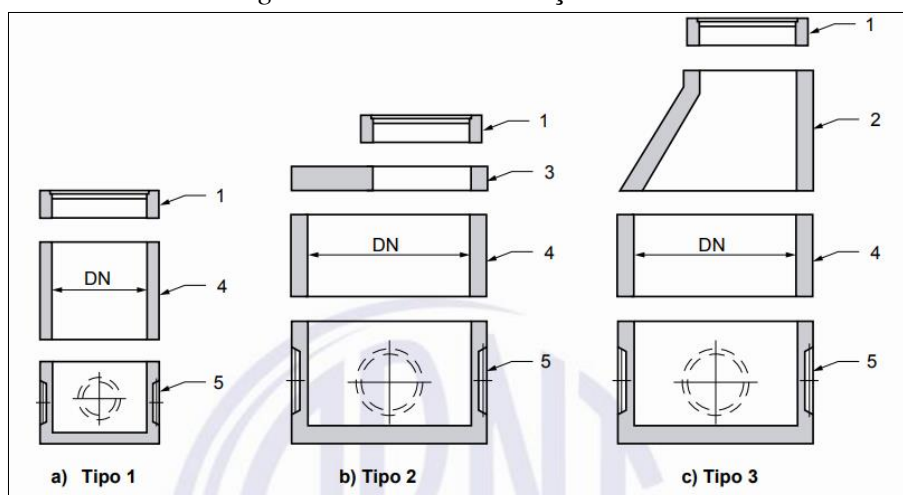
O diâmetro da tubulação de jusante será sempre igual ou maior do que o maior dos diâmetros dos trechos de montante (trechos afluentes ao poço de visita ou caixa de inspeção).

As cavas para os poços de visita devem ter dimensão interna livre, no mínimo igual à medida externa do módulo de base, acrescida de 0,60 m.

Quando os PVs ou caixas forem utilizados em locais onde a agressividade do meio for classe IV, conforme a ABNT NBR 12655, ou para passagem de esgoto sanitário, efluente industrial ou drenagem pluvial com comprovada contaminação por esgoto, a relação água/cimento deve ser de no máximo 0,45, expressa em litros de água por quilograma de cimento. Nos demais casos, a relação água/cimento deve ser de no **máximo 0,50**, expressa em litros de água por quilograma de cimento.

Os PVs a serem instalados, devem atender ao preconizado na norma ABNT 16085/2020.

Figura 1 - Módulos de seção circular



Fonte: ABNT 16085 (2020)

Os diâmetros e alturas úteis dos módulos de seção circular podem ser acompanhados na Figura 2.

Figura 2 - Diâmetros e alturas úteis dos módulos de seção circular.

Item	Descrição do módulo	DN	Altura útil mínima ^b
1	Laje de cobertura e tampão	600	150
2	Cone	800/600	350
		1 000/600	
		1 200/600	
		1 500/600	
3	Laje de redução	800/600	150
		1 000/600	
		1 200/600	
		1 500/600	
4	Anel ^d	600	150
		800	
		1 000	
		1 200	
		1 500	
5	Base de seção circular ^{a, c, d}	600	500
		800	500
		1 000	500
		1 200	750
		1 500	1 000

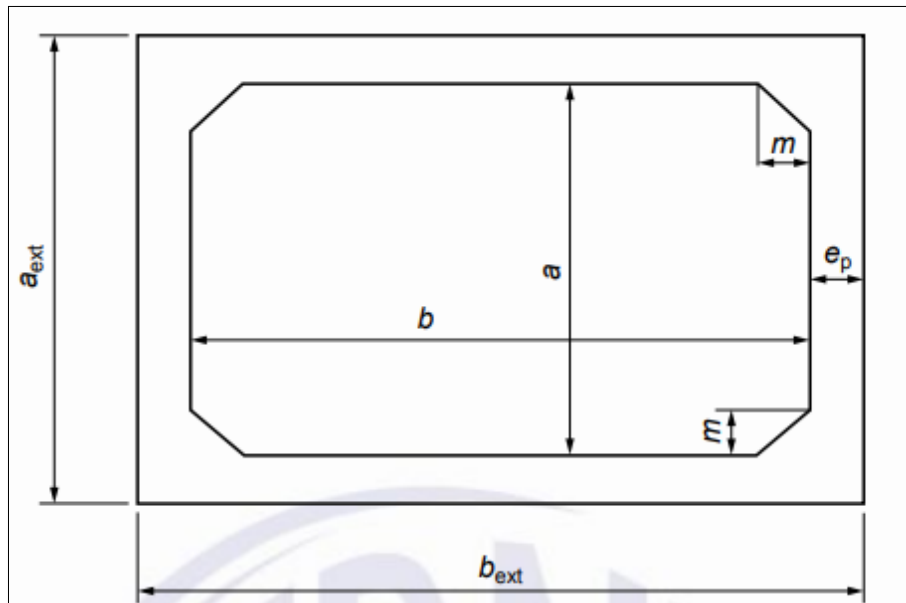
^a A altura útil do módulo de base é a altura interna do módulo, somada à espessura da laje de fundo.
^b A altura útil deve ter tolerância de 2 % do valor declarado.
^c A espessura mínima da laje de fundo da base deve ser de 100 mm.
^d Para PV de configuração dos tipos 2 e 3 da Tabela 2, a soma das alturas úteis do anel (item 4 desta Tabela) e da base de seção circular (item 5 desta Tabela) deve ser no mínimo 1 000 mm.

Fonte: ABNT 16085 (2020)

Os poços de visita serão constituídos de laje de cobertura e tampão, cone, anel e base de seção circular conforme apresentado na Figura . As dimensões devem respeitar a altura útil mínima prevista na norma ABNT 16085 (2020).

O módulo de seção retangular com mísula (m) interna pode ser acompanhado na Figura 3:

Figura 3 - Módulo de seção retangular com mísula.



Fonte: ABNT 16085 (2020)

Dimensões em milímetros		
Dimensão a	Dimensão b	e _p mínima ^a
600	600	100
800	800	100
1 000	1 000	100
1 000	1 500	150
1 000	2 000	150
1 000	2 500	150
1 000	3 000	150
1 000	3 500	150
1 000	4 000	200
1 500	1 500	150

Fonte: ABNT 16085 (2020)

O poço de visita terá embasamento em argamassa de cimento e areia ao traço 1:3 em volume com 0,20 m de espessura e 0,20 de altura. Esse embasamento deverá repousar em terreno firme ou devidamente consolidado.

A resistência de cálculo declarada pelo fabricante deve ser igual ou superior a 30 MPa para classe III de agressividade do meio e igual ou superior a 40 MPa para classe IV de agressividade do meio.

O tampão de ferro, quando utilizados, devem atender à norma ABNT 10160.

O fundo dos poços de visita será constituído de uma camada de concreto magro e deverá, preferencialmente, ser fundido com o tubo no local para que haja perfeita aderência entre ambos. As calhas deverão ser constituídas com as linhas do coletor. A calha é a continuação do coletor dentro do poço de visita e situa-se entre maciços de concreto denominados "almofadas". Em planta pode ser reta ou curva. Quando reta, o próprio meio tubo poderá fazer as vezes de fundo de calha. A curva é utilizada quando o poço serve para mudar o alinhamento da canalização.

As calhas deverão concordar em forma e declividade com os coletores que com ela façam junção. Quando os coletores convergentes em um mesmo poço de visita forem de diâmetros diferentes, as canaletas para a transição de um para outro terão sempre formas arredondas sem cantos ou saliências propícias ao depósito dos materiais sólidos.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação do sistema de esgotamento sanitário proposto, descreve que as dimensões da estrutura implantadas, associadas aos devidos cuidados na implantação, permite o transporte da vazão que chega ao sistema de coleta, e transporte projetado na área do complexo CONVIVE, adequado a norma ABNT 8.160/1999.

Ressalta-se que o sistema de tratamento proposto abordou as características básicas para um sistema de tratamento de esgoto, de maneira a favorecer a obtenção das unidades em diferentes regiões do país e com diferentes fabricantes.

Qualquer serviço que não conste no projeto não pode ser executado sem autorização da fiscalização da obra, exceto em casos de emergência, se necessário para a estabilidade e a segurança da obra e do pessoal envolvido. Desse modo, eventuais modificações no projeto devem ser efetuadas ou aprovadas pelo projetista, em casos de:

- ✓ Divergências no projeto, entre as cotas assinaladas e as suas dimensões medidas em escala, devendo prevalecer as primeiras;
- ✓ Divergências entre os desenhos de escalas diferentes, devendo prevalecer os de maior escala;
- ✓ Divergências entre elementos não incluídos nos tópicos acima, devendo prevalecer o critério e a interpretação da fiscalização da obra, para cada caso.

Na execução dos trabalhos, deve haver plena proteção contra o risco de acidentes com os colaboradores da empresa executora da obra e com terceiros. Para isso a empresa executora da obra deve cumprir fielmente o estabelecido na legislação vigente, concernente à segurança, higiene e medicina do trabalho, bem como deve atender a todas as normas próprias e específicas para a segurança de cada serviço.

Para a execução da obra faz-se necessário a obtenção das licenças pertinentes de acordo com a legislação vigente, inclusive licenças no caso de necessidade de desmatamento e limpeza, para execução de redes localizadas em fundo de vale.

Caso a empresa executora da obra descubra quaisquer elementos de interesse arqueológico ou pré-histórico, artístico ou numismático, ela deve, imediatamente, comunicar ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) ou aos órgãos oficiais autorizados sobre esse achado.

10. REFERÊNCIAS

- 1) Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 12.266/1992: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro-RJ. 1992.
- 2) Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10.160/2005: Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro-RJ. 2005.
- 3) Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 16.697/2018: Cimento Portland - Requisitos. ISBN 978-85-07-07576-9. Rio de Janeiro-RJ. 2018.
- 4) Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 16.085/2020: Poços de visita e inspeção pré-moldados em concreto armado para sistemas enterrados — Requisitos e métodos de ensaio. ISBN 978-85-07-08496-9. Rio de Janeiro-RJ. 2020.
- 5) Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 12.655/2022: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. ISBN 978-85-07-08944-5. Rio de Janeiro-RJ. 2022.
- 6) Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 17.015/2022: Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário.