

SECRETARIA DA ADMINISTRAÇÃO PENITENCIÁRIA – SAP

PENITENCIÁRIA MASCULINA DE MAIRINQUE

Estrada Municipal MRQ 358 s/n (continuação da Estrada Ayrton Senna do Município de Alumínio) – Mairinque
– SP
Processo: 0272/2009 – E1

PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS CONSTRUÇÃO DE PRESÍDIOS

ÍNDICE

I.	Localização do empreendimento	5
II.	Lista de abreviaturas e siglas	6
III.	Lista de símbolos	7
1	Introdução	8
1.1	Dados técnicos	8
1.1.1	Arquitetura e resumo de áreas de contribuição de águas pluviais	8
1.1.2	Características dos solos	10
1.1.3	Hidrologia	11
1.1.4	Normas e leis vigentes	11
2	Metodologia e memória de cálculo	12
2.1	Direcionamento do sistema de drenagem	12
2.1.1	Das áreas cobertas	12
2.1.2	Redes principais	12
2.1.3	Mapeamento e direcionamento das áreas de contribuição de águas pluviais	13
2.1.4	Sistema de controle de erosões e sedimentações	13
2.2	Determinação das vazões	14
2.2.1	Bocas de Lobo (BL) e de Leão (BLE)	14

2.2.2	Determinação dos diâmetros dos tubos	14
3	Tanque de retenção	15
3.1	Tanque de retenção em cumprimento da Lei Estadual	15
4	Sistema de esgotamento do Tanque de Retenção	15
4.1	Volume morto	15
4.2	Extravasores do reservatório	16
4.3	Saída de fundo	16
4.4	Estruturas dissipadoras de energia	16
5	Recomendações no processo construtivo	16
5.1	Alterações de projeto	16
5.2	Materiais, ferramentas e equipamentos	17
5.3	Garantia	17
6	Características da obra	17
6.1	Considerações gerais	17
6.2	Tubulações de águas pluviais	18
6.2.1	Tubos e conexões de PVC para águas pluviais	18
6.2.2	Tubos de concreto armado para águas pluviais	18
6.3	Execução das instalações	18
6.3.1	Execução das tubulações enterradas	18



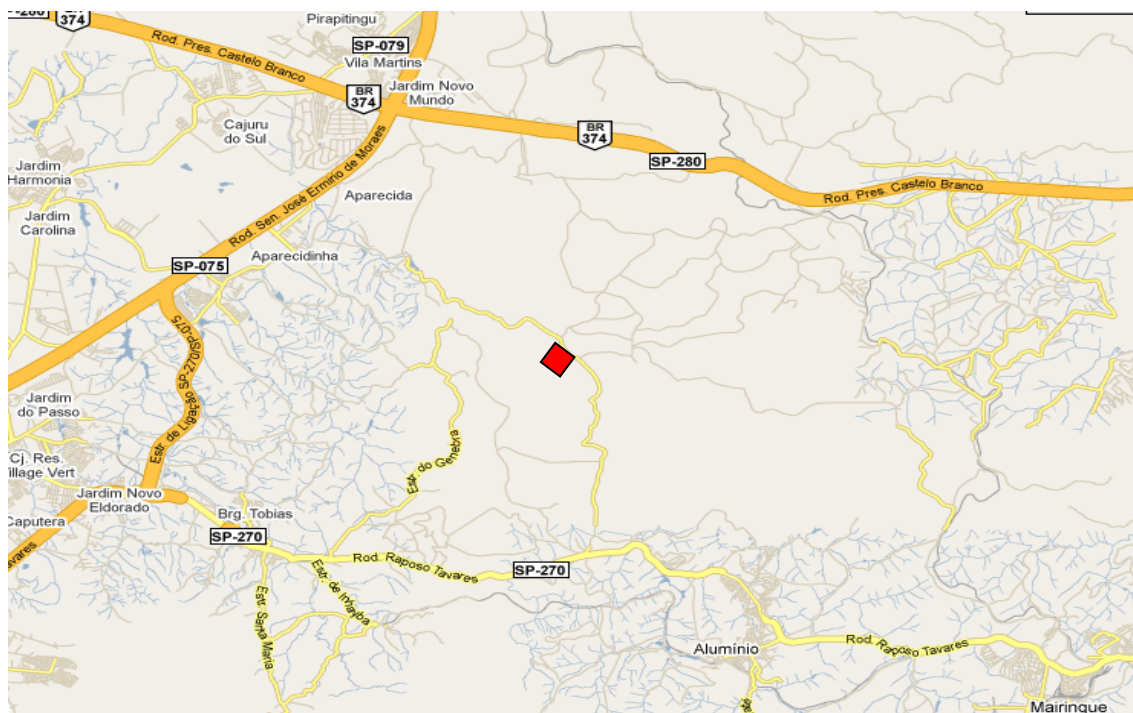
6.3.2	Execução das juntas das tubulações	19
6.4	Execução das redes externas	19
6.4.1	Locação	19
6.4.2	Execução das valas	19
6.4.3	Escoramento	21
6.4.4	Esgotamento de valas	21
6.4.5	Embasamento	21
6.4.6	Preenchimento das valas	22
6.4.7	Caixas de inspeção e poços de visita	22
6.4.8	Estocagem, transporte e manuseio dos tubos	22

I. Localização do empreendimento

“PENITENCIARIA MASCULINA – PM – MAIRINQUE”

O presente projeto de drenagem localiza-se na Estrada Municipal (continuação da Estrada Ayrton Senna do Município de Alumínio), Mairinque – SP.

Mapa de localização





II. Lista de abreviaturas e siglas

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

USP – Universidade de São Paulo

PVAP – Poço de visita de água pluvial

CIAP – Caixa de inspeção de água pluvial

CT – Cota de tampa do PV e/ou cota do terreno

CF – Cota de fundo do PV e /ou caixa

BLE – Boca de leão

BL – Boca de lobo simples

BLD – Boca de lobo dupla

AP – Tubulação de água pluvial

III. Lista de símbolos

t^1 - tempo percurso em min

K, a, b e c são os parâmetros da equação para região

i - intensidade da chuva mm/h

t - duração da chuva em minutos

T - período de retorno em anos

Q - vazão em litros por segundo (l/s) ou metros cúbicos por segundo (m^3/s)

C - coeficiente de escoamento superficial de acordo com o tipo de terreno

A - área em metros quadrados (m^2)

A_m - área molhada em metros quadrados (m^2)

P_m - perímetro molhado em metros (m)

R_h - raio hidráulico (m)

I - declividade da tubulação em metro por metro (m/m)

L - maior percurso percorrido pela água na bacia observada (em km)

I^1 - declive para o cálculo do tempo de concentração em m/km

t_c - tempo de concentração em min

h - altura de água em metro (m)

q - vazão ($m^3/s.m$)

b - base do canal (m)

h - altura do espelho de água (m)

m - dimensão horizontal do talude (m)

K^o - característica de vazão (m^3/s)



1 Introdução

O presente memorial descritivo e especificações técnicas têm por objetivo descrever o Sistema de Drenagem de Águas Pluviais, utilizado na elaboração do projeto para construção da **“PENITENCIÁRIA MASCULINA – PM – Mairinque”**.

O Projeto de Drenagem é composto pelos seguintes elementos:

- Uma (01) prancha em escala 1:500, folha formato A0, com a implantação geral do sistema de drenagem de águas pluviais, indicando a localização de guias, sarjetas, BLE, BL, interferências existentes, projeto de alinhamento, tubulações, tanque de retenção e emissário de águas pluviais;
- Quatro (04) pranchas em escala 1:250, folha formato A0, com a implantação do sistema de drenagem de águas pluviais, indicando a localização de guias, sarjetas, BLE, BL, interferências existentes, projeto de alinhamento, tubulações, tanque de retenção e emissário de águas pluviais;
- Uma (01) prancha em escala indicada, folha formato A0, com a implantação do Emissário de Águas Pluviais e detalhes;
- Uma (01) prancha em escala indicada, folha formato A0, com os detalhes construtivos do dissipador de energia, tanque de retenção e canaleta trapezoidal;
- Lista de desenhos;
- O presente memorial descritivo.

1.1 Dados técnicos

1.1.1 Arquitetura e resumo de áreas de contribuição de águas pluviais

O Projeto utiliza conceitos e fórmulas (mencionadas oportunamente) para o dimensionamento adequado da tubulação e coletores e prevê o esgotamento de águas pluviais das seguintes áreas contribuintes, divididos em dois setores:

a) Setor externo à muralha

- Estrutura de apoio aos visitantes;
- Casa de diretores;
- Portaria mirim;
- Subestação e cabine primária;
- Depósito de lixo;
- Abrigo de gás;
- Reservatório de água;

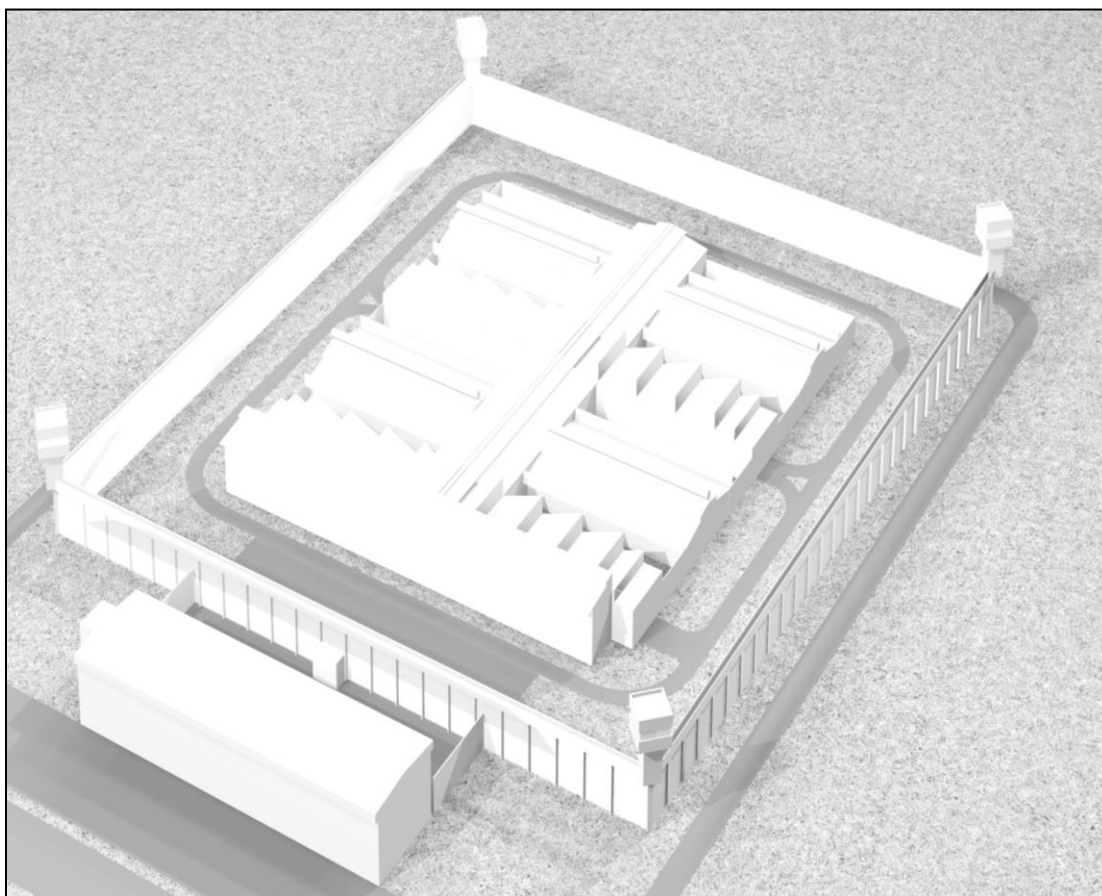
- Administração;
- Estação de tratamento de efluentes;
- Abrigo para os veículos da frota.

b) Setor interno à muralha

- Inclusão/Triagem/Saúde;
- Raios;
- Galeria;
- Oficinas de trabalho e salas de aulas;
- Cozinha;
- Muralhas.

VISTA GERAL DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

PENITENCIARIA MASCULINA – PM



O projeto de implantação em anexo conta, no Projeto Arquitetônico, com a completa descrição das áreas e seus respectivos usos, cujas totalizações são as seguintes:

Área Total Construída	11.132,27 m²
Área Total Impermeabilizada	19.217,29 m²
Área Total do Terreno	89.542,24 m²
Área Remanescente	70.324,95 m²

1.1.2 Características dos solos

Foram observados dois perfis de solo representativos da área do empreendimento. Para isso, aproveitou-se dois cortes de terraplanagem com boa exposição de perfil de solo para as descrições que se seguem. Além dos dois perfis, foram analisadas amostras superficiais ao longo do caminhamento pelo terreno, e ao longo do corte de estrada na porção sudeste.

De maneira geral, os primeiros 40 cm de solo apresentam cor escura devido a presença de matéria orgânica, a granulometria é silte-argilosa, com grãos de quartzo fração areia.

De 40 a 60 cm, a coloração já passa a ser mais avermelhada, devido a menor influência da matéria orgânica. Ocorrem raízes dispersas de gramíneas que se estendem desde a superfície do solo. A tenacidade e serosidade são baixas, a plasticidade é média. Localmente ocorre uma pegajosidade alta do material, o que pode sugerir a presença de argila expansiva.

Dos 60 aos 130 cm a coloração avermelhada é ainda mais proeminente, a granulometria está entre silte e areia fina, a plasticidade é média e a tenacidade é média-baixa.

A partir dos 1,70 inicia-se o solo de alteração, caracterizado por processos intempéricos incipientes, fragmentos do filito representam um espesso horizonte de saprólito grosseiro. Em alguns perfis de corte de estrada, os filitos sob o perfil de alteração apresentam feições de soil creep.

Estreitas linhas de pedra, provavelmente representando o resíduo de veios de quartzo que resistiram ao processo intempérico, encontram-se preservados em alguns níveis de solo. Porções com linhas de pedra mais espessas (~ 50 cm), caracterizada pela má seleção do material constituinte, podem representar transporte de material e ser uma evidência de que o solo na localidade é transportado.

De maneira geral, a ADA é caracterizada por solos pouco espessos, em estágio inicial de desenvolvimento, com granulometria siltosa e com quantidade de porções mais arenosas em alguns níveis.

1.1.3 Hidrologia

Foram utilizados os dados disponibilizados no relatório “Equação de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo”, convênio DAAE – USP, de junho de 1999.

Relação intensidade / duração / período de retorno, para Itu (Estação mais próxima do local da construção).

Nome da estação: Pirapitingui – E4-023R

Coordenadas geográficas: Lat. 23° 20’S; Long. 47° 20’W

Altitude: 640 m

Período de dados utilizados: 1973 – 84; 1986 – 89; 1991 – 94; 1997 (21 anos)

$$i_{t,T} = 52,9364 \cdot (t+30)^{-0,9526} + 8,0659 \cdot (t+25)^{-0,8537} \cdot [-0,4793 - 0,9126 \cdot \ln(\ln(T/T-1))]$$

Equação para $10 < t \leq 1440$

Onde:

i – intensidade da chuva em mm/min

t – duração da chuva em minutos

T – período de retorno em anos

Foi adotado o valor de 151,3 milímetros por hora (151,3 mm/h), para t igual a 10 minutos e T 25 anos.

1.1.4 Normas e leis vigentes

Norma	Título
NBR-18 (item 18.6)	Escavações, fundações e desmonte de rochas
NBR 10844	Instalações prediais de águas pluviais
NBR 12266	Projeto e execução de valas para assentamento de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana
NR 18 – (Ministério do Trabalho)	Norma regulamentadora 18 – Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção
Lei Estadual 12.526, de 02/01/07	Sistema de Captação e Retenção de Águas Pluviais

NBR 13133	Levantamentos Planialtimétrico Cadastral (atende as normas municipais e instrumentos legais estabelecidos pelo IBGE)
Lei 6.062/2005	Levantamento Cadastral de Interferências
Lei Estadual 12.526, de 02/01/07	Sistema de Captação e Retenção de Águas Pluviais

Serão aceitas normas reconhecidas internacionalmente na ausência de normas nacionais específicas.

2 Metodologia e memória de cálculo

O sistema de drenagem superficial foi dividido em três subsistemas de controle:

- Drenagem das águas incidentes nas áreas cobertas;
- Drenagem superficial das ruas e áreas externas às unidades;
- Retenção de águas pluviais por sistema de confinamento, nas áreas remanescentes incluindo as águas incidentes aos taludes.

2.1 Direcionamento do sistema de drenagem

2.1.1 Das áreas cobertas

Para as coberturas, o projeto de arquitetura prevê calhas para coleta das águas pluviais e condutores para seu encaminhamento às caixas de inspeção, que estarão ligadas às redes principais.

2.1.2 Redes principais

O sistema de drenagem está direcionado para as cotas inferiores do terreno, chegando ao Tanque de Retenção situado ao lado das casas dos diretores, próximo à divisa com a estrada.

A rede de drenagem conta com bocas de lobo e de leão para as ruas (vias internas), sarjetões nas áreas de estacionamento e cimentadas e caixas com



grelhas em locais adequados para captação. As águas coletadas serão encaminhadas às redes principais, que serão providas de poços de visita com distâncias entre si, que possibilitem a sua manutenção.

O projeto utiliza ainda, equipamentos como tanque de retenção, aparelhado com estruturas de entrada e saída em concreto e rede de emissário que, por gravidade, conduzirá as águas até o córrego localizado próximo ao empreendimento.

As declividades de todos os trechos foram projetadas em conformidade com as normas vigentes.

2.1.3 Mapeamento e direcionamento das áreas de contribuição de águas pluviais

Foram definidas acompanhando a topografia do terreno, a menor distância e a implantação arquitetônica dos prédios.

2.1.4 Sistema de controle de erosões e sedimentações

Nas áreas verdes remanescentes estão previstos a construção de valetas para reservação e condução de água. Para a condução de vazões nas cristas e / ou pés de taludes, deverão ser instaladas canaletas meia-cana de 300 x 300 mm e canaletas meia-cana 300 x 300 mm.

Recomenda-se que se evite o início das obras em épocas de chuvas e que o canteiro de obras não ocupe áreas comprometidas com a concentração de vazões de água provenientes de taludes naturais e jusantes de talvegues.

Sugere-se, ainda, que logo depois da construção de cada platô, programar a instalação de todas as tubulações de todas as redes. Se possível, iniciar a execução das valas da jusante para montante, para evitar afogamento e assoreamento das tubulações (do tanque de retenção até as bocas de lobo de cabeceira e/ou as caixas de passagens que interligam com as tubulações das coberturas). Iniciadas as obras, tão logo e onde for possível, semear grama em todas as áreas verdes, incluindo os taludes e executar os serviços de pavimentação e seus acessórios drenantes (sarjetas, guias, bocas de lobo, etc).

Mesmo assim, medidas como construção provisória de valetas, reservatórios e "muros" de contenção poderão ser necessárias.

Lembramos que o controle de erosões e sedimentações é em função do processo construtivo e ao planejamento e gerenciamento adotado pela empresa vencedora na licitação responsável pela construção do presídio.

2.2 Determinação das vazões

As vazões foram avaliadas com o uso da fórmula do “Método Racional”.

$$Q = C \times I \times A / 3,6, \text{ onde:}$$

Q - Vazão em litros por segundo (l/s);

C - Coeficiente de escoamento superficial, sendo:

- 1,00 para telhados e áreas impermeabilizadas;

- 0,30 para gramados;

- 0,58 para faixas com gramados, calçada de concreto e solo brita;

- 0,60 para faixas com calçada e solo brita;

I - Intensidade de chuva (l/s/m²);

A - Área (m²).

Para a intensidade de chuva, foi adotado o valor igual ou superior a 151,3 mm/h.

2.2.1 Bocas de Lobo (BL) e de Leão (BLE)

Definida no projeto é do tipo PMSP e tem capacidade de engolimento máximo de 60 l/s (216 m³/h) a unidade.

Para esta capacidade de engolimento a área máxima drenada por boca de leão é:

$$Q = c \cdot i \cdot A_c = 1,00 \text{ (piso impermeabilizado)}$$

$$216 = 1,00 \cdot 0,1513 \cdot A$$

$$\text{Área} \cong 1.428 \text{ m}^2$$

2.2.2 Determinação dos diâmetros dos tubos

Foi adotada a Fórmula de Manning:

$$Q = (S \times R^{2/3} \times I^{1/2}) / n \text{ onde:}$$

Q - vazão (m³/s)

S - área do fluxo hidráulico (m²)

RH - raio hidráulico (m)

I - declividade (m/m)

n - coeficiente de Manning = 0,013 (paredes de concreto)

Foram observadas as velocidades mínima de 0,80 m/s e máxima de 5,00 m/s.

A declividade mínima adotada é de 0,5% (0,005 m/m), e escoamento com lâmina de altura máxima equivalente a 75% da seção.

3 Tanque de retenção

3.1 Tanque de retenção em cumprimento da Lei Estadual

A Lei Estadual 12.526, de 02/01/07 se refere à captação e retenção de águas pluviais com a construção de Tanques de Retenção com capacidade definida pela seguinte equação:

$V = 0,15 \times A_i \times IP \times t$, onde:

V – Volume, m³;

A_i – Área utilizada parcialmente impermeável, m²;

IP – Índice pluviométrico igual a 0,06m/h;

t - Tempo de duração da chuva igual a uma (1) hora.

$$V = 0,15 \times 19.217,29 \times 0,06 \times 1 = 172,96 \text{ m}^3$$

Capacidade de, V_{max}= 172,96 m³, do reservatório solicitada pela lei estadual.

De acordo as diretrizes da ARTESP e DER deverão ser considerados volumes de retenção para uma hora de chuva intensiva, com índice pluviométrico da região e T=25 anos.

O Tanque de Retenção dimensionado neste projeto atende às solicitações da Lei e diretrizes de ARTESP e DER, como podemos concluir pelas dimensões, que são:

Comprimento de fundo:	78,10 m
Largura de fundo:	28,10 m
Profundidade, ao NNA:	1,30 m
Talude:	1:1,5
Volume de reservatório:	2678,07 m ³
Volume de reservatório forçado:	3252,93 m ³

4 Sistema de esgotamento do Tanque de Retenção

4.1 Volume morto

Tem a função básica de reter e acumular as partículas sólidas decantadas no período de um ano. Tem altura de 15 cm a partir do fundo do tanque e o volume de água deverá ser esgotado por infiltrações, considerando o alto índice de permeabilidade dos solos da região.

4.2 Extravasores do reservatório

O extravasor é formado por muro de concreto com altura de 0,65 m e que, somente após o acúmulo máximo (210,17 m³) permitirá a passagem da água excedente por lugar seguro até chegar ao emissário, composto por um tubo de concreto com diâmetro de 900 milímetros.

4.3 Saída de fundo

O nível do volume morto (0,15 m) determina a cota de saída da tubulação de fundo com diâmetro 0,30 m e que garante o esgotamento máximo de 267,00 l/s trabalhando à seção plena, determinada pela formula de Ganguiller-Kutter.

4.4 Estruturas dissipadoras de energia

Para evitar problemas de erosão, o projeto prevê a construção de estruturas de concreto armado nos pontos críticos, como na entrada e saída do tanque de retenção e no final do tubo emissário, que deságua em um córrego.

Essas estruturas foram calculadas e projetadas adequadamente e estão apresentadas e detalhadas no projeto básico.

5 Recomendações no processo construtivo

5.1 Alterações de projeto

Se, durante a execução dos trabalhos, modificações ou complementações se fizerem necessários ao projeto, competirá à contratada elaborar o projeto detalhado das modificações em tempo hábil para ser submetido à aprovação da fiscalização.

Durante a execução dos serviços, todas e quaisquer alterações do projeto deverão ser anotadas e imediatamente entregues à Fiscalização, com cópias dos desenhos, revisados e anotados “conforme construído” e assinados pelo engenheiro responsável. No final da obra a Contratada deverá entregar à Fiscalização, todos os desenhos com as alterações dos originais.

O objetivo é manter o projeto rigorosamente atualizado durante e após a fase de execução.

Em caso de dúvida sobre algum detalhe do projeto durante a construção, a fiscalização deverá ser consultada sobre a solução a ser adotada, reservando-se o direito de aprovar a sugestão da contratada ou determinar outra solução.



5.2 Materiais, ferramentas e equipamentos

Todos os materiais e equipamentos e suas aplicações ou instalações deverão atender aos decretos estaduais, normas aprovadas ou recomendadas, especificações e métodos de ensaio e controle conforme ABNT. Na ausência destas, poderão ser utilizadas normas internacionais consagradas pelo uso.

A aplicação dos materiais será rigorosamente supervisionada pela equipe de fiscalização, não sendo aceitos aqueles cuja qualidade seja inferior à especificada.

Reserva-se à fiscalização o direito de exigir da contratada, a qualquer tempo, testes ou ensaios que venha julgar pertinentes, com a finalidade de assegurar absoluta qualidade dos elementos utilizados na instalação.

Nenhum material poderá ser utilizado pela contratada sem a prévia aceitação da fiscalização, que poderá exigir exames ou ensaios de acordo com a ABNT.

5.3 Garantia

Pelo prazo de cinco anos a contratada ficará responsável pelo surgimento de qualquer defeito decorrente da execução dos serviços ou qualidade dos materiais empregados.

Ficam ressalvados, entretanto, os casos em que os defeitos sejam resultados do uso impróprio das instalações ou desgaste natural dos materiais.

6 Características da obra

6.1 Considerações gerais

Após a instalação de determinados trechos de tubulação, ou até mesmo da sua totalidade, poderá ser exigido, da contratada, testes para verificação de sua funcionalidade. Os testes seguirão a forma descrita nas respectivas normas da ABNT, por conta e responsabilidade da contratada e, somente poderão ser realizados na presença da Fiscalização.

Todas as tubulações e canaletas em ensaio deverão ter suas juntas expostas para permitir inspeção. Caso sejam constatados problemas, estes deverão ser corrigidos e o sistema testado novamente.

A tubulação será aceita e aprovada pela Fiscalização quando os resultados dos testes e a inspeção realizada indicarem não haver nenhum problema. Somente então, poderão ser aterradas, ao todo ou por trechos.

Após o procedimento descrito, a fiscalização autorizará o revestimento final de cada trecho da obra.

6.2 Tubulações de águas pluviais

Em todos os trechos e em todas as tubulações o escoamento deverá ser por gravidade, com declividade mínima e que garanta sua funcionalidade, como indicado nas plantas e detalhamentos do projeto.

6.2.1 Tubos e conexões de PVC para águas pluviais

Os tubos com diâmetros de 150, 200 e 250 milímetros deverão ser de PVC rígido VINILFORT – para drenagem de águas pluviais –, tipo ponta e bolsa para os tubos e conexões.

Antes da execução de qualquer junta elástica, as extremidades dos tubos em PVC deverão ser cortadas em seção reta (esquadro) e as extremidades perfeitamente chanfradas em 15°, numa extensão de 5 mm, com a remoção das rebarbas remanescentes, para facilitar o encaixe das partes e sua perfeita aderência.

Com referência à junta elástica, as profundidades das bolsas deverão ter sido marcadas nas pontas dos tubos, procedendo-se à imediata acomodação do anel de borracha na virola e aplicação da pasta lubrificante, sendo vedada a utilização de óleos ou graxas que poderão prejudicar o material do anel.

Nas conexões, as pontas deverão ser introduzidas até o fundo das bolsas.

No caso de canalizações expostas, deve-se recuar 5 mm com a ponta após a introdução total, e no caso de canalizações embutidas o recuo deverá ser de 2 mm, tendo como referência a marca previamente feita na ponta do tubo para possibilitar a dilatação e movimentação da junta.

6.2.2 Tubos de concreto armado para águas pluviais

Os tubos com diâmetro de 300 milímetros deverão ser de concreto simples do tipo PS-1.

Os tubos com diâmetro superior a 300 milímetros deverão ser de concreto armado do tipo PA-2.

Todos os tubos deverão ser de ponta e bolsa e junta rígida.

6.3 Execução das instalações

6.3.1 Execução das tubulações enterradas

A vala deverá ser escavada de forma a resultar uma seção retangular, devendo seguir critérios de escoramento e profundidades descritos no item “EXECUÇÃO DE VALAS”.



A profundidade da vala deverá ser tal que a tubulação seja assentada obedecendo rigorosamente às cotas do projeto.

O fundo da vala deverá ser bem apiloado antes do assentamento da tubulação, a qual deverá ser sempre assentada sobre embasamento contínuo, constituído por lastro de areia, solo natural regularizado ou berço de concreto.

As tubulações deverão passar no mínimo a 20 centímetros de qualquer baldrame ou fundação, a fim de evitar ação de recalque.

Para assentamento das tubulações de concreto deverá ser executado berço de concreto.

A máxima espessura da camada de compactação será de 0,20 m.

Antes do recobrimento final, deverão ser realizados os testes, vistorias e aprovações pela Fiscalização.

As tubulações metálicas, se houver, deverão ser devidamente protegidas contra corrosão – conforme especificações dos fabricantes específicos.

6.3.2 Execução das juntas das tubulações

A execução das juntas das tubulações e conexões deverão atender às instruções dos respectivos fabricantes.

As juntas das tubulações e conexões de PVC serão executadas com anel de borracha conforme instruções do fabricante.

As juntas nas tubulações de concreto deverão ser rígidas.

As juntas nas tubulações de concreto deverão ser com argamassa de cimento e areia obedecendo ao traço 1:3 em volume respectivamente, usando o menor volume de água potável que permite atingir a plasticidade desejável.

6.4 Execução das redes externas

6.4.1 Locação

A locação das tubulações deverá ser feita de acordo com os desenhos de projeto e conforme instruções a serem emitidas pela fiscalização.

6.4.2 Execução das valas

a) Generalidades

Onde for necessária, a escavação deverá ser precedida de limpeza superficial do terreno, consistindo de desmatamento, destocamento e raspagem.

A largura da faixa correspondente a estes serviços deve ter 6,0 metros no máximo, podendo ser modificada a critério da Fiscalização.

A vala deve ser escavada de forma a resultar uma seção retangular.

A Fiscalização poderá determinar ou permitir, em alguns casos, taludes inclinados a partir do dorso do tubo, quando preferir esta solução em lugar do uso de escoramento.

b) Profundidade das Valas

A profundidade das valas, no caso de tubulações de águas pluviais deverá ser tal que a tubulação seja assentada obedecendo rigorosamente às cotas do projeto, sem distinção da natureza do solo ou da qualidade do terreno a ser escavado.

c) Largura das Valas

No caso de tubulações, a largura da vala deverá ser tão reduzida quanto possível, respeitando o limite mínimo de 60 centímetros ou o diâmetro do tubo a ser assentado mais 40 centímetros ($\varnothing + 0,40\text{m}$), para tubos com diâmetro superior a 200 milímetros.

d) Cavas

As cavas para poços de visita, bocas de lobo e caixas de inspeção serão quadradas.

e) Escavação

As valas para receberem os tubos deverão ser escavadas segundo a linha de eixo, respeitando-se em sua escavação, bem como nas das cavas para poços de visita e caixas de inspeção, os alinhamentos e cotas indicadas no projeto ou determinações da Fiscalização.

A escavação poderá ser feita manualmente ou com equipamentos apropriados.

O material escavado a ser reaproveitado no reaterro da vala deverá ser colocado ao lado da mesma, de tal modo que entre a borda da escavação e o pé do monte de terra, fique pelo menos um espaço de 60 centímetros, quando a vala for escorada. Quando não houver escoramento tal espaço deverá ser igual à profundidade da vala.

Todo material de expurgo, desde os restos do material de limpeza inicial da área até o solo escavado não aproveitável em reaterro, deverá ser retirado das frentes de serviço e lançado em área de bota-fora.

Qualquer excesso de escavação ou depressão no fundo da vala deverá ser preenchido com areia, pó de pedra ou outro material de boa qualidade.

O fundo da vala deverá ser regularizado e apiloado antes do assentamento dos tubos.



6.4.3 Escoramento

A contratada deverá observar as recomendações do item 18.6 da NR-18 "*escavações, fundações e desmonte de rochas*" e da NBR 12266 "*projeto e execução de valas para assentamento de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana*" a fim de garantir a integridade física de seus empregados.

Caberá à contratada a elaboração do projeto do escoramento a ser empregado nas valas e cavas em suas diversas profundidades.

Este projeto deverá ser submetido à aprovação da Fiscalização juntamente com as memórias de cálculo e parâmetros de solo adotados.

Caberá à Fiscalização aprovar o tipo de escoramento e o método executivo do mesmo, bem como exigir o seu uso. Tal aprovação não isentará a Contratada da total responsabilidade por esses serviços.

6.4.4 Esgotamento de valas

Deverá ser executado o esgotamento das valas, a fim de manter drenado o fundo das mesmas, facilitando a execução dos serviços.

O esgotamento deverá ser feito com bombas submersíveis e estender-se desde as operações de escavação, execução do berço de apoio, assentamento dos tubos, confecção das juntas, até que seja completado o reaterro das escavações.

Para que a água seja coletada pelas bombas em locais adequados, deverão ser feitos no fundo das valas, drenos laterais junto ao escoramento ou ao pé do talude, para conduzir a água para fora do local de assentamento do tubo. Os crivos das bombas deverão ser colocados em pequenos poços internos a esses drenos cobertos de brita, a fim de evitar erosão.

A água retirada das valas deverá ser lançada no terreno, de forma a aproveitar a declividade natural do mesmo para o escoamento, a fim de evitar o alagamento das áreas vizinhas ao local de trabalho.

6.4.5 Embasamento

A base para assentamento dos tubos deverá ser constituída por uma camada de no mínimo 10 centímetros de espessura, formada por material de granulação fina (areia, pó de pedra ou material escavado selecionado e peneirado), perfeitamente compactada no estado saturado, utilizando-se compactadores metálicos e vibratórios manuais.

Onde o projeto determinar, os tubos deverão ser assentados sobre berços de concreto.

A base, em qualquer caso, deverá ser preparada para receber a parte inferior dos tubos numa largura que não deve ser inferior a 60% de seu diâmetro externo.

6.4.6 Preenchimento das valas

O espaço situado entre a base do assentamento e a cota definida pela geratriz externa superior do tubo acrescida de 50 centímetros, deverá ser preenchido com aterro de material selecionado, isento de pedras, matérias orgânicas e corpos estranhos, e adequadamente compactado, em camadas com espessura não superior a 20 centímetros.

Essa camada deverá ser compactada com compactadores pneumáticos manuais (sapos mecânicos) ou com soquetes de 30 kg de peso e os graus de compactação obtidos após a compactação não deverão ser inferiores a 95% do Proctor Normal.

A critério da Fiscalização, caso os efeitos da compactação devido ao tipo de compactador empregado possam vir a provocar danos à tubulação, poderá ser aumentada a espessura de cada camada do solo adjacente ao tubo.

O restante do aterro até a superfície do terreno será preenchido, sempre que possível, com material da própria execução, isento de pedras e materiais estranhos.

Este material será adensado em camadas de 25 centímetros, até atingir densidade e compactação comparável à do terreno natural adjacente.

6.4.7 Caixas de inspeção e poços de visita

As caixas de inspeção e poços de visitas deverão ser de alvenaria de tijolos maciços assentados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, e revestidos internamente com a mesma argamassa com 2,0 centímetros de espessura, desempenada e alisada a colher, obedecendo às dimensões indicadas nos desenhos de projeto.

6.4.8 Estocagem, transporte e manuseio dos tubos

Em todas as fases de transporte, inclusive manuseio e empilhamento, deverão ser tomadas medidas especiais para evitar choques que afetem a integridade dos materiais.

As pilhas de estoque não poderão ultrapassar 3,0 metros de altura, devendo as camadas ser isoladas entre si com calços e sarrafos de madeira.

A primeira camada deverá apoiar-se em sarrafos e não diretamente no solo.

A Fiscalização poderá rejeitar os materiais danificados devido ao transporte, estocagem ou manuseio inadequado na obra.