



## **RELATÓRIO TÉCNICO**

DRENAGEM RUA BENEDITO CARDOSO MELO E TRAVESSA  
GRACIEMA PAULA RIOS

DEZEMBRO DE 2022

## REFERÊNCIAS CADASTRAIS

Cliente	Prefeitura Municipal de Pouso Alegre
Localização	Pouso Alegre, MG
Título	Drenagem Rua Benedito Cardoso Melo e Travessa Graciema Paula Rios
Contato	Renato Annoni Garcia
E-mail	obras@pousoalegre.mg.gov.br
Líder do projeto	Engº. Híd. Denis de Souza Silva
Coordenador	Engº. Híd. Aloisio C. Ferreira
Projeto/centro de custo	ATA 194/2020
Data do documento	16/12/2022

### **Responsável Técnico – Coordenação**

Denis de Sousa Silva	
Nº CREA: MG 127.216 /D	Engenheiro Hídrico

### **Responsável Técnico – Projeto Civil**

Flávia Cristina Barbosa	
Nº CREA: MG-187.842 /D	Engenheira Civil

### **Responsável Técnico – Projeto Hídrico**

Aloísio Caetano Ferreira	
Nº CREA: MG-97.132 /D	Engenheiro Hídrico

*Isenção de Responsabilidade:*

*Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do cliente, não podendo ser reproduzido por qualquer meio (impresso, eletrônico e afins) ainda que em parte, sem a prévia autorização escrita do cliente.*

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	3
3. RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA .....	4
4. ADMINISTRAÇÃO E INSTALAÇÃO DA OBRA .....	6
1.1. CANTEIRO DE OBRA .....	6
1.2. SERVIÇOS COMPLEMENTARES .....	6
5. SINALIZAÇÃO TEMPORÁRIA DE OBRA.....	7
6. LIMPEZA E DEMOLIÇÕES.....	8
6.1. LIMPEZA DA CAMADA VEGETAL .....	8
6.2. DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO .....	8
6.3. CALÇADA DE CONCRETO.....	8
6.4. DEMOLIÇÃO DOS DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES.....	8
7. PAVIMENTAÇÃO.....	10
7.1. PAVIMENTO INTERTRAVADO.....	10
7.2. SARJETA E GUIA.....	10
8. TERRAPLENAGEM.....	11
8.1. PLANTIO DE GRAMA.....	11
9. DRENAGEM .....	12
9.1. LOCAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM PELO MÉTODO DA CRUZETA 12	
9.2. ESGOTAMENTO .....	16
9.3. ESCORAMENTO.....	16
9.4. MOVIMENTAÇÃO DE TERRA .....	17
9.5. ASSENTAMENTO DOS TUBOS .....	17
9.6. PREPARO DE FUNDO DE VALA E ENVELOPAMENTO .....	18
9.7. DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS .....	18

9.7.1.	POÇO DE VISITA .....	19
9.7.2.	BOCA DE LOBO .....	19
9.7.3.	CAIXA PLUVIAL.....	20
9.7.4.	CANALETAS DE DRENAGEM PLUVIAL.....	20
10.	LIMPEZA DA OBRA e SERVIÇOS COMPLEMENTARES.....	21
11.	OBSERVAÇÕES .....	22
12.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 -	Indicações de apoio para os cálculos pelo método da cruzeta .....	15
------------	---	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1-1 -	Lista de projetos.....	1
Tabela 9-1 –	Dimensões dos materiais necessários .....	15

## 1. INTRODUÇÃO

A presente documentação tem como finalidade apresentar o projeto de pavimentação e drenagem elaborado para atender a diversas ruas no Bairro São Geraldo em Pouso Alegre - MG.

O projeto descreve as características, dimensões e materiais utilizados na pavimentação, drenagem, sarjeta, calçadas com acessibilidade e sinalização viária, observando e detalhando as etapas de construção.

Na Tabela 1 estão descritos todos os projetos referentes a Drenagem do Bairro São Geraldo.

Tabela 1-1 - Lista de projetos

DISCIPLINA	DESCRIÇÃO	Nº
Demolição	Projeto de Demolição - Planta baixa, detalhes e quantitativos	ÚNICA
DMT	Distância Média de Transporte - Mapa de rotas, tabela e legenda	ÚNICA
Drenagem	Projeto de Drenagem - Projeto executivo de drenagem pluvial, planta, perfil, detalhes e quantitativos	01
	Projeto Padrão - PV $\gamma$ - Poço de visita tipo $\gamma$ - Em bloco de concreto - $\varnothing$ 600 mm e $\varnothing$ 800 mm	02
	Projeto Padrão - Caixa coletora - Tipo CX3	03
	Projeto Padrão - Grelha pré-moldada de concreto	04
	Projeto Padrão - Boca de lobo simples - Tipo A	05
	Projeto Padrão - BLD - Boca de lobo dupla - Tipo A	06
	Projeto Padrão - Envelopamento de concreto para tubo em PEAD - Rede $\varnothing$ 600 mm	07
	Projeto Padrão - Boca de bueiro simples tubular em concreto armado - Tipo C1	08
	Projeto Padrão - Boca de bueiro simples tubular em concreto armado - Tipo C1 - Armação	09
	Projeto Padrão - Dissipador de energia para bueiros com pedra argamassada	10
Pavimentação	Projeto de Pavimentação - Planta baixa, detalhes e quantitativos	ÚNICA

DISCIPLINA	DESCRIÇÃO	Nº
Terraplanagem	Projeto de Terraplanagem - Planta baixa, tabela de elementos geométricos, tabela de volume	01
	Projeto de Terraplanagem - Tabela de elementos geométricos, tabela de volume, detalhes construtivos	02
	Projeto de Terraplanagem - Planta baixa, tabela de elementos geométricos, tabela de volume, detalhes construtivos	03
	Projeto de Terraplanagem - Perfis longitudinais	04
	Notas de serviço	
Topografia	Levantamento Planialtimétrico Cadastral - Planta baixa e tabela de coordenadas	ÚNICA

Fonte: DAC Engenharia,2022.

## 2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações a seguir referem-se aos materiais e serviços empregados na execução do Projeto de Drenagem Rua Benedito Cardoso Melo e Travessa Graciema Paula Rios. Os materiais e/ou serviços não previstos nestas especificações constituem casos especiais, devendo ser previamente apreciados pela fiscalização da contratante. Na hipótese de suspensão de fornecimento de um determinado produto, seu substituto deverá ser previamente submetido à apreciação da fiscalização da contratante e da área técnica do órgão concedente dos recursos.

Todos os serviços executados deverão estar em conformidade com as Normas Técnicas Brasileiras.



### 3. RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA

A presença da fiscalização não implica na diminuição da responsabilidade da empresa contratada, que é integral para a obra nos termos do Código Civil Brasileiro.

A empreiteira tomará as precauções e cuidados, no sentido de garantir as canalizações e redes existentes que possam ser atingidas e pavimentação das áreas adjacentes e outras propriedades de terceiros e ainda, a segurança de operários e transeuntes durante a execução de todas as etapas da obra. Qualquer dano, avaria, trincadura, etc., causados a elementos ali existentes, serão de inteira e única responsabilidade da contratada, inclusive as despesas efetuadas para sua reconstituição.

Os ensaios, testes e demais provas bem como as exigidas pela Fiscalização e normas técnicas oficiais para a boa execução da obra, correrão por conta da contratada.

É de inteira responsabilidade da contratada a aquisição e apresentação de todos os materiais e equipamentos utilizados na construção, como também a apresentação do Engenheiro Responsável pela Execução da obra.

A empreiteira deve facilitar por todos os meios os trabalhos de Fiscalização mantendo, inclusive no canteiro de obras em lugar adequado e em perfeita condição. Deverá ser encaminhada uma cópia semanalmente ao diário de obra para o Setor da Engenharia. Todas as visitas e/ou reuniões, com a fiscalização de obra ou com a empresa projetista, que ocorrerem no local da obra devem ser descritas no diário de obras e assinadas por todos os responsáveis presentes.

Antes da liberação da primeira medição a contratada deve apresentar o Alvará de construção junto ao município e a placa de obra conforme modelo fornecido pelo setor de engenharia deverá estar instalado no local da obra.

Se por ventura a obra for paralisada a empreiteira deve comunicar por escrito os motivos de paralisação ao setor de engenharia ou fiscalização da prefeitura.

Todos os trabalhadores devem ser capacitados para a execução dos serviços. A empresa contratada para a obra é a responsável quanto ao uso obrigatório e correto

pelos operários dos equipamentos de proteção individual, de acordo com as Normas de segurança, Higiene e Medicina do Trabalho.

Os maquinários, caminhões e máquinas devem estar em perfeitas condições de uso, não podem apresentar vazamentos, as luzes de sinalização precisam estar em boas condições de uso, todos esses cuidados evitam acidentes entre os funcionários e os veículos ou pedestres que passarem pela redondeza.

De acordo com o Artigo 231, Inciso II, do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) é infração danificar as vias, derramando, lançando ou arrastando materiais sobre a via, por isso deve-se utilizar lonas de proteção para o transporte.

A transportadora sempre é a responsável pelo pagamento de multas de trânsito sofridas por motoristas de sua frota.

## 4. ADMINISTRAÇÃO E INSTALAÇÃO DA OBRA

A administração da obra considerada neste relatório e no orçamento é apenas o complemento ao projeto, como um pequeno canteiro e a instalação da placa de obra. É de responsabilidade da empresa contratada os honorários dos profissionais, engenheiro e técnico de segurança para o acompanhamento da obra, devendo ser realizado diariamente.

### 1.1. CANTEIRO DE OBRA

A obra ocorrerá em vias urbanas na região central do Município de Pouso Alegre, em razão disso é inviável a criação de um canteiro de obras convencional.

Os materiais volumosos deverão ser armazenados no canteiro da empresa contratada ou em locais estratégicos para não obstruir o trânsito de pessoas no trecho de obra, sendo o carregamento desses matérias até o local da obra de total responsabilidade da contratada.

A empresa contratada deverá locar um container para depósito nas dimensões 6,00 x 2,30 x 2,50 m (C x L x A), e próximo ao container deverão ser instalados dois banheiros químicos, incluindo manutenção durante os meses de obra. Caso haja a presença de pessoas com diferença de gênero na obra deverá ser feito a separação dos banheiros.

Deverá ser instalada uma entrada provisória de energia elétrica trifásica de 30 kVA aérea em poste padrão. O serviço de vigia noturno foi considerado para a execução da obra, adotado como medida preventiva de segurança.

### 1.2. SERVIÇOS COMPLEMENTARES

Deverá ser instalada placa padrão em chapa de aço galvanizada, com dimensões mínimas de 4,00 X 3,00 m. Os locais serão determinados junto com a equipe de fiscalização da Prefeitura Municipal de Pouso Alegre.

As placas de obras deverão ser confeccionadas de acordo com o manual da caixa e instaladas em suporte de madeira em eucalipto.

## 5. SINALIZAÇÃO TEMPORÁRIA DE OBRA

A sinalização temporária da obra deverá ser realizada para garantir a segurança dos funcionários, transeuntes e veículos.

A obra ocorrerá em trechos, definidos pela contratada e a fiscalização, por isso a sinalização deverá ser definida durante os trechos e os moradores e comerciantes das ruas de intervenção devem ser avisados, com um ofício, informando o início e o final do prazo da obra no trecho e se será possível utilizar a garagem.

Para medidas de segurança da obra a empresa contratada deverá utilizar cerquite, cones e placas de sinalização temporária. O fornecimento e colocação destes materiais é de responsabilidade da contratada, conforme planilha orçamentária.

Será necessária a utilização de:

- Cerquite;
- Placas de sinalização em cavalete e ou com suporte metálico;
- Cone de sinalização.

As sinalizações devem ser reutilizadas em outros trechos e obras.

## 6. LIMPEZA E DEMOLIÇÕES

Deverá ser executado as demolições por trechos definidos entre a empresa executora e a fiscalização da obra. De acordo com o projeto de demolição é possível verificar as camadas existentes em cada tipo de pavimento ou camada vegetal. As alturas foram consideradas para a execução do novo pavimento.

O transporte de todo o material demolido deverá ser destinado ao bota-fora de resíduos de construção civil, local indicado no projeto de Distância Média de Transporte (DMT).

### 6.1. LIMPEZA DA CAMADA VEGETAL

Será necessário limpar o trecho de camada vegetal conforme projeto de demolição, com altura de 15 cm.

### 6.2. DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO

Deverá ser realizado a remoção do pavimento na largura da pista. Para executar o novo pavimento deverá ser realizado a escavação de uma camada de solo para que após a execução da drenagem possa ser realizado o pavimento.

O pavimento removido será colocado ao lado da pista para reassentamento, foi considerado 60% de reutilização e o restante será enviado para o bota-fora de resíduos.

### 6.3. CALÇADA DE CONCRETO

Nos trechos em que houver a demolição da calçada de concreto será necessária a remoção de uma camada de 6,00 cm de altura e área de 1482,10 m<sup>2</sup>.

Haverá também a remoção do lastro de brita presente no local na altura de 5,00 cm, e reconstituição do passeio após a finalização do projeto de drenagem.

### 6.4. DEMOLIÇÃO DOS DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES

Para a execução do sistema de drenagem deverá ser demolido o meio-fio existente apresentado no projeto de demolição, com comprimento igual a 1.027,00 m, sem reaproveitamento.

- **DEMOLIÇÃO BOCAS DE LOBO**

De acordo com as visitas e levantamentos realizados durante a fase de projeto, existe uma rede pluvial onde ocorrerão alterações para a implantação do novo sistema, sendo assim foi considerada a demolição da boca de lobo simples. O pagamento do serviço foi realizado com a demolição de alvenaria e concreto armado

## 7. PAVIMENTAÇÃO

### 7.1. PAVIMENTO INTERTRAVADO

De acordo com o projeto de pavimentação as vias serão executadas com pavimento sextavado de cor natural.

A pavimentação deve ocorrer depois da execução da rede de drenagem, e fica a critério da empresa executora definir o tamanho dos trechos/ruas para realizar o novo pavimento.

Em seguida deverá ser realizada a camada de base e de revestimento. A via deverá ficar sinalizada e, caso esteja aberta para a passagem de carros, deverá estar plana, sem a presença de buracos.

- **Revestimento:** 8,0 cm de bloco intertravado;
- **Base:** 5,0 cm de areia grossa;
- **Sub-base:** 15 cm de Bica Corrida (CBR  $\geq$  60%, Expansão  $\leq$  0,5%, Compactação a 100% Proctor Intermediário).

### 7.2. SARJETA E GUIA

A sarjeta é um canal triangular longitudinal nos bordos da pista, elas podem ser executadas separada ou junto ao meio fio, e tem a função de coletar a água superficial da via e conduzi-la até a boca de lobo. A sarjeta escolhida para este projeto é do TIPO B em concreto usinado com  $f_{ck} > 15$  MPa, largura 50 cm e inclinação de 15% com espessura de 7 cm.

A guia deverá ser assentada antes da execução da sarjeta e nos locais onde existirem caixa de drenagem as guias deverão ser executadas após a execução da caixa. A guia deverá ser em concreto pré-moldado com 30 cm de comprimento.

Para a execução da nova guia, nos locais onde houve danificações do passeio, deverá ser realizado a recomposição do mesmo, com concreto de 20 MPa e não armado.

## 8. TERRAPLENAGEM

No Projeto de Terraplenagem são calculados os volumes de movimentação de terra para implantação do sistema viário. Neste projeto são definidas as proporções dos taludes, analisando a capacidade do solo para estabilidade dos cortes e corpos de aterro.

O cálculo de volume de terraplenagem foi executado através da modelagem tridimensional do terreno acabado, elaborada a partir dos perfis longitudinais das vias e notas de serviço do pavimento acabado. Neste documento são apresentadas recomendações construtivas e métodos contra erosão necessários para garantir a estabilidade dos taludes projetados.

Todo volume de corte deverá ser destinado ao bota-fora de solos, não podendo ser reutilizado para recomposição do aterro. Haverá a necessidade de empréstimo de solo para as áreas que serão aterradas de acordo com o projeto de terraplenagem.

### 8.1. PLANTIO DE GRAMA

Na etapa de implantação é preciso entender os procedimentos de como plantar grama corretamente, evitando assim problemas futuros como falta de metragem e irregularidade no solo.

O solo ideal para se plantar grama é o areno-argiloso, convenientemente suprido de nutrientes. Solos argilosos também podem ser utilizados, desde que o regime de chuvas seja adequado. Os mesmos devem ser profundos, com no mínimo 1 metro de profundidade; bem drenados; suficientemente úmidos e férteis. Os solos mal drenados favorecem os ataques de microrganismos que podem causar doenças nas raízes da grama.

Para cada 100 metros quadrados de grama plantados, recomendamos que já se inicie a irrigação, de preferência duas vezes ao dia, durante a manhã antes das 09:00 horas e no final da tarde após as 17:00 horas.

A aplicação de adubo e fertilizante NPK são necessários para o crescimento saudável da planta, assim como a poda e tutoramento, quando necessário.



## 9. DRENAGEM

Sistemas de drenagem urbana são aqueles projetados para fazer o manejo das águas pluviais de uma bacia hidrográfica. Este manejo envolve a coleta e o transporte da água pluvial até um corpo hídrico capaz de recebê-la através das canalizações, por exemplo. Estes sistemas são compostos geralmente por sarjetas, bocas de lobo e galerias pluviais, além de outros dispositivos específicos, que são dimensionados de acordo com o projeto que foi desenvolvido.

A drenagem é um ponto fundamental do saneamento básico, uma vez que a falta de um projeto desse tipo ocasiona prejuízos de ordem financeira, de saúde pública e humanos, devido aos alagamentos. Problemas como a proliferação de doenças de veiculação hídrica, erosão do solo, danos a ruas e estradas, danos a propriedade privada e até riscos de perdas humanas são comuns em localidades que passam por eventos de chuvas intensas e não possuem um sistema adequado de drenagem.

A ocupação crescente do solo das bacias hidrográficas, seja por cidades e estradas ou pastagens, é a principal causa de eventos extremos como alagamentos e inundações, uma vez que estes usos do solo acabam por impermeabilizá-lo, impedindo a infiltração do escoamento gerado pela chuva. Por conta disso, as águas pluviais geram um escoamento superficial que acaba ficando retido na superfície, causando os alagamentos. Se existe um sistema adequado de drenagem, esta água irá ser direcionada pelas galerias até o corpo hídrico, evitando que a região seja afetada.

### 9.1. LOCAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM PELO MÉTODO DA CRUZETA

Para garantir a declividade da rede conforme projeto, deverá ser adotado o método das cruzetas para locação. Assim é possível garantir o escoamento e qualidade da obra. A formulação para a obtenção do nível da cruzeta para a escavação no trecho está descrita a seguir de acordo com a adaptação do autor de NUVOLARI (2011).

Para o PV1 a cota de régua será:

**EQUAÇÃO 1:** 
$$CR_{PV1} = CT_{PV1} + H$$

Tendo:

$CR_{PV1}$  → cota da régua no PV1 [m];

$CT_{PV1}$  → cota do terreno no PV1 [m];

$H$  → altura da régua [m].

De acordo com Azevedo Netto (1977) a altura deve ser de  $1,00m \leq H \leq 1,50m$ , para garantir o conforto do operário para a visada.

**EQUAÇÃO 2:**  $C_{CRUZETA} = CR_{PV1} - CC_{PV1}$

Tendo:

$C_{CRUZETA}$  → Comprimento da cruzeta [m];

$CR_{PV1}$  → cota da régua no PV1 [m];

$CC_{PV1}$  → cota do coletor no PV1 [m].

Para o PV2 a cota de régua será:

**EQUAÇÃO 3:**  $CR_{PV2} = CC_{PV2} + C_{CRUZETA}$

Tendo:

$CR_{PV2}$  → cota da régua no PV2 [m];

$CC_{PV2}$  → cota do coletor no PV2 [m];

$C_{CRUZETA}$  → Comprimento da cruzeta [m].

Altura da régua no PV 2:

**EQUAÇÃO 4:**  $H_{PV2} = CR_{PV2} + CT_{PV2}$

Tendo:

$H_{PV2}$  → Altura da régua no PV2 [m];

$CR_{PV2}$  → cota da régua no PV2 [m];

$CT_{PV2}$  → Cota do terreno no PV2 [m].

Já para garantir a declividade da tubulação é necessário proceder de acordo com as seguintes equações:

Para o tubo a cota de assentamento será:

**EQUAÇÃO 5:** 
$$CZ_{TUBO} = (CR_{PV1} - CC_{PV1}) - (\emptyset + e)$$

Tendo:

$CZ_{TUBO}$  → Cota de assentamento do tubo [m];

$CR_{PV1}$  → cota da régua no PV1 [m];

$CC_{PV}$  → Cota do coletor no PV1 [m];

$\emptyset$  → diâmetro da tubulação [m];

$e$  → espessura da parede do tubo [m].

Altura da cruzeta para a escavação:

**EQUAÇÃO 6:** 
$$CZ_{ESCAVAÇÃO} = C_{CRUZETA} + e + e_{berço}$$

Tendo:

$CZ_{ESCAVAÇÃO}$  → Altura da Cruzeta de assentamento [m];

$C_{CRUZETA}$  → comprimento da cruzeta [m];

$e$  → espessura da parede do tubo [m];

$e_{BERÇO}$  → espessura do berço de assentamento [m], caso não possua berço considerar igual a zero;

Após a montagem de cada acessório e durante o assentamento de cada tubo ou PV, deverá ser aplicado o método da cruzeta. Em outras palavras, enquanto um servidor segura a cruzeta em cima do tubo assentado, o outro observa o nível da cruzeta e da régua, assim é possível verificar o nível e corrigir antes de prosseguir. A Figura 1 apresenta as indicações dos apoios para estes cálculos.

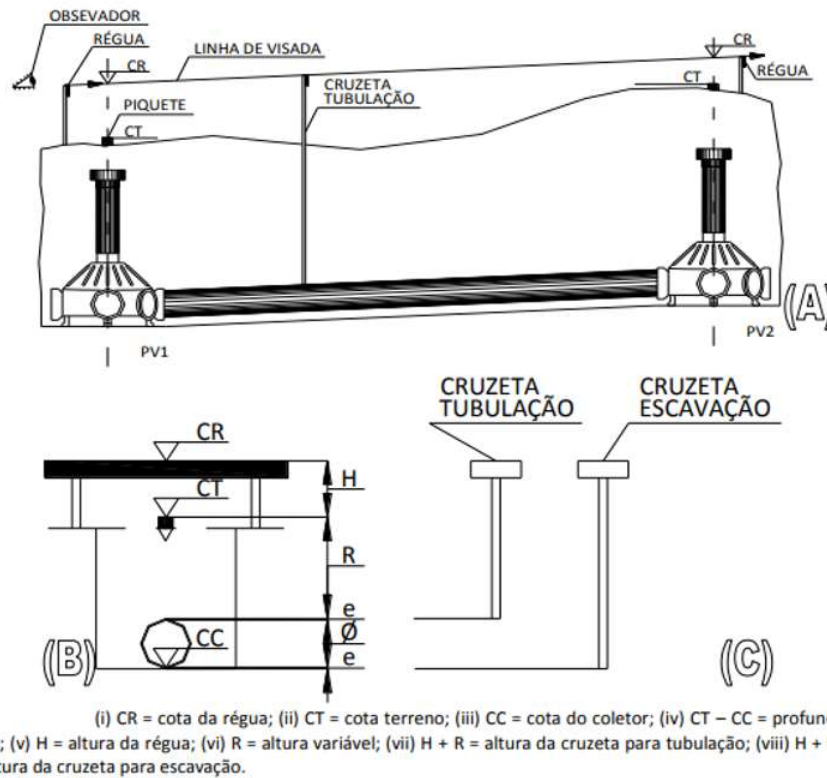


Figura 1 - Indicações de apoio para os cálculos pelo método da cruzeta

Fonte: Fonseca, Sarmiento e Paula (2014)

A locação do método da cruzeta, ocorre entre trechos que possuem locações, como poços de visitas, bocas de lobo e caixa de passagem. Os serviços preliminares são considerados para que seja feito a montagem das réguas e dá cruzeta além da locação dos pontos, sendo assim foi considerado uma (1) hora de topógrafo e uma (1) hora de carpinteiro. As réguas e a cruzeta serão feitas em material tipo sarrafo com 2X10 cm na horizontal e na vertical será utilizado pontaletes de 7,5 x 7,5 cm, as medidas são estimadas e podem variar de acordo com cada trecho da obra.

Tabela 9-1 – Dimensões dos materiais necessários

	<b>Pontalete</b>	<b>Sarrafo</b>
Régua ou visor	1,50 m	2,70 m
Cruzeta	3,40 m	0,60 m

Fonte: DAC Engenharia

Em seguida será executado a locação com três (3) funcionários, sendo 2 serventes e um pedreiro. Os serventes devem adequar a posição da cruzeta e da régua e o pedreiro ficará na outra régua observando.

Para auxiliar a execução da rede de drenagem e garantir a declividade indicada em projeto foi sugerido a execução por método da cruzeta, conforme detalhado abaixo.

A empresa contratada deverá realizar a locação da rede de abastecimento de água e de esgotamento sanitário existente nos acessos deste projeto e para a execução deste serviço a empresa contratada deverá seguir o caderno técnico de composições para locação da obra do SINAPI, em seguida deverá descrever as informações na prancha de as built.

A contratada deve acionar a concessionária responsável pelo serviço no município para reparar quais quer danos existentes nas ruas.

## **9.2. ESGOTAMENTO**

O esgotamento é usado para conter o acúmulo de água existente na vala escavada. Essa água pode ocorrer devido ao lençol freático raso ou durante o período de chuvas. Para este serviço é necessário o uso de bomba submersível e de um gerador.

Neste projeto foi considerado o uso de uma (1) bomba submersível para o esgotamento durante 4 meses.

## **9.3. ESCORAMENTO**

Após a abertura da vala deverá ser feito o escoramento para que possa ser executado o serviço com segurança.

O escoramento só será removido após o reaterro atingir 0,60 m acima da tubulação ou 1,25 m abaixo da superfície natural do terreno, desde que o solo seja de boa qualidade, caso contrário o escoramento só ser retirado quando a vala estiver totalmente reaterrada.

A padronização a seguir foi feita pela empresa projetista e baseado no caderno de encargos SUDECAP:

## 9.4. MOVIMENTAÇÃO DE TERRA

Deverá ser realizada a escavação e o reaterro das valas conforme apresentado a seguir. Todo o solo escavado e não reutilizado será destinado ao bota-fora de solos.

A escavação mecânica de vala será realizada com uso de escavadeira; com uma profundidade variando entre 0 até 1,50 m, 1,50 até 3,00 m, 3,00 até 4,50 m.

O aterro mecanizado deve ser realizado com o uso de escavadeira com solo argiloso e deve ocorrer após o assentamento do tubo ou do envelopamento em alguns trechos, para realizar o aterro deverá ser realizado a compactação do solo com compactador de percussão mecânico, soquete, as camadas devem possuir uma altura máxima de 20 cm de altura.

Os tipos de reaterro variam de acordo com a largura e profundidade, neste projeto será utilizado reaterro com largura de até 1,50 m e de 1,50 até 2,50 m e a profundidade 0 até 1,50 m, 1,50 até 3,00 m, de acordo com o Anexo I.

## 9.5. ASSENTAMENTO DOS TUBOS

Durante a execução do projeto serão utilizados tubos PEAD e tubos em concreto armado PA-2, especificados em 400, 600 e 800 mm.

Os tubos de PEAD devem ser assentados e transportados de acordo com as normas do manual do fabricante. Os tubos terão diâmetro de 600 e 800 mm conforme projeto de drenagem.

O manuseio dos tubos deve ser feito manualmente ou com equipamentos utilizando cintas de nylon. Não deve ser utilizado materiais metálicos para o manuseio. O armazenamento deve seguir a recomendação do fabricante, algumas recomendações estão citadas a seguir:

- ✓ Armazenar as tubulações em terreno plano;
- ✓ Empilhar em forma de pirâmide com no máximo 1,80 m de altura;
- ✓ A tubulação empilhada deve ser alternada para evitar a deformação;
- ✓ Até a instalação dos tubos a ponta deve ser protegida com um plástico;
- ✓ Não arrastar ou bater os tubos, principalmente as extremidades.

Para a instalação dos tubos deve seguir rigorosamente a declividade da rede, além de manter a vala seca, pois os tubos de PEAD flutuam na presença de água. Para os envelopamentos de alguns trechos o concreto deve estar mais consistente para não deslocar o tubo.

A empresa projetista indica o método de instalação com escavadeira e cinta para a instalação dos tubos, mas fica a critério da empresa projetista definir o método de execução, desde que não danifique os tubos.

✓ Método de Instalação com Escavadeira e Cinta: colocar uma corda ou cinta ao redor da tubulação. O operador deverá posicionar cuidadosamente a cinta em direção a bolsa onde será inserido o tubo. Para que o encaixe entre as tubulações esteja adequado é importante que a ponta do tubo fique totalmente na bolsa. Além disso, a borda da bolsa deverá coincidir com uma marca (palavra ASSENTADO ou linha) presente em uma das corrugas do tubo. Durante os dias de obra com alta temperatura, é recomendado preencher o contorno dos tubos depois que a conexão for efetuada, para evitar separações nas conexões.

Os tubos de concreto armado devem ser assentados e transportados de acordo com as normas do manual do fabricante.

## **9.6. PREPARO DE FUNDO DE VALA E ENVELOPAMENTO**

Em toda a vala da rede com tubos de concreto, deverá ser aplicada a camada drenante de rachão e, posteriormente, deverá ser lançado o lastro de concreto magro para regularização da vala. Os tubos drenos em PEAD deverão estar envoltos com um preenchimento lateral com areia grossa. Após estas etapas, haverá o reaterro da vala com solo de boa qualidade, até o nível do pavimento projetado.

## **9.7. DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS**

Os projetos para a execução desses dispositivos, como poços de visita, bocas de lobo e caixa de passagem, foram enviados juntamente com o projeto de drenagem.

### 9.7.1. POÇO DE VISITA

O presente documento apresenta a padronização de dois tipos de poços de visita para sistema de drenagem, PV- $\gamma$ . Como referência foram utilizados os projetos padrões do Departamento de estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER-SP). Para a construção dos PV's deve-se atentar aos materiais que serão utilizados como o concreto estrutural com  $f_{ck} > 25$  MPa, o concreto magro com  $f_{ck} > 10$  MPa e Aço CA-50.

Os poços de visitas devem estar limpos ao término de sua construção, ou seja, não podem haver restos de materiais de construção civil.

Os tubos devem ser cortados para adequação nas paredes do PV. Todos os poços de visitas deverão possuir tampão em ferro fundido e o nível superior da tampa deve ser igual ao nível da rua ou passeio de forma a não impedir a sua abertura.

Foi considerado o escoramento das lajes do balão de cada poço de visita.

Os poços de visitas estão calculados de acordo com a média da altura dos balões e das chaminés, sendo assim orçados por unidade.

A quantidade total de poços de visita do projeto são: dezoito (18) unidades de PV- $\gamma$  com diâmetro de 600 mm e cinco (5) unidades de PV- $\gamma$  com diâmetro de 800 mm.

### 9.7.2. BOCA DE LOBO

As bocas de lobo são caixas instaladas no ponto baixo da sarjeta com a finalidade de coletar a água superficial e encaminhá-las ao poço de visita, neste projeto foram utilizadas: vinte e quatro (24) bocas de lobo simples, dez (10) bocas de lobo dupla e uma (1) boca de bueiro (muro de ala), todas sem cantoneira

As caixas das bocas de lobos são feitas em alvenaria em tijolo maciço com espessura de 20 cm e rebocada com argamassa 1:3, o concreto da laje de fundo e para a instalação do quadro deve ser estrutural e com  $F_{ck} > 20$  MPa. Se bocas de lobo forem duplas ou triplas deve ser feito vigas entre os quadros usando formas, concreto estrutural com  $F_{ck} > 20$  MPa e aço CA-50. Os quadros, grelhas e cantoneira são divididas em TIPO A e TIPO B, ferro fundido e concreto, respectivamente.



Para garantir a coleta total da água, deverá ser feito uma depressão em ponto baixo, de acordo com a SUDECAP, 8% de inclinação nas laterais e 31% de inclinação na parte frontal, a depressão deve ser feita em concreto estrutural com  $F_{ck} > 20$  MPa. As bocas de lobo devem estar limpas ao término de sua construção, ou seja, não pode haver restos de materiais de construção civil. Os tubos devem ser cortados para se adaptar nas paredes da caixa.

OBS: As bocas de lobos combinadas não devem ser executadas em frente a garagens, por isso deve comunicar a empresa projetista para a alteração do projeto.

### 9.7.3. CAIXA PLUVIAL

A caixa pluvial faz parte da ligação coletora do sistema de drenagem, ela não possui a chaminé para visita dentro da caixa. A caixa é construída em concreto armado com  $f_{ck}$  maior que 15 MPa e armaduras CA 50 ou CA 60, para sua construção deverá ser utilizado formas e as dimensões devem seguir o projeto enviado, no projeto será utilizado uma (1) caixa coletora com diâmetro de 800 mm.

### 9.7.4. CANALETAS DE DRENAGEM PLUVIAL

Canaleta é o dispositivo de drenagem superficial aplicado, principalmente, no direcionamento das águas pluviais nos taludes de corte e aterro, afim de escoar as águas pluviais em áreas abertas, impedindo enxurradas, enchentes, inundações, alagamentos, erosões do solo, etc. Suas medidas e formatos podem variar de acordo com o projeto de drenagem (DRE).

## **10. LIMPEZA DA OBRA E SERVIÇOS COMPLEMENTARES**

Durante o período de obra deverá ser feita a limpeza diária, a empresa executora deverá contratar um servente que trabalhará 4 h diárias durante os 6 meses da obra.

A carga, manobra, descarga e espalhamento de solos e materiais granulares deverá ser feita em caminhão basculante e escavadeira hidráulica. Todo material para descarte deverá ser encaminhado para bota-fora de resíduos de construção civil, conforme projeto de Distância Média de Transporte (DMT).

## 11. OBSERVAÇÕES

Qualquer tipo de modificação, alteração ou ajuste de projeto requerido pela contratada deve ser comunicado a fiscalização e empresa projetista, desta maneira, somente será autorizada a solicitação por meio de documento assinado por ambas.

Se houver a necessidade da inclusão de itens devido a circunstâncias não previstas, deve-se documentar todos os itens e quantidades faltantes.

A empresa projetista não se responsabilizará pela execução de itens ou quantidades não previstas em projeto sem o aceite documentado e assinado pelas autoridades cabíveis.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Relatório de composições dos serviços para obras de edificações e infraestrutura - SETOP- Região Sul.
- Planilha de custos de composições analíticas -SINAPI-
- Caderno de encargos SUDECAP- CAP 19- Drenagem-4º edição.
- Código de Trânsito Brasileiro – CTB – lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997
- FONSECA, Raniere Moisés da Cruz; SARMENTO, Antover Panazzolo; PAULA, Heber Martins de. Práticas executivas de redes coletoras de esgoto sanitário. Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, v. 9, n. 3, p. 61-69.