



RELATÓRIO TÉCNICO

DUPLICAÇÃO DA AVENIDA IRENE SILVEIRA COSTA

Junho de 2023

REFERÊNCIAS CADASTRAIS

Cliente	Prefeitura Municipal de Pouso Alegre
Localização	Pouso Alegre, Minas Gerais
Título	Duplicação Viária da Avenida Irene Silveira Costa
Contato	Augusto Hart
E-mail	obraspmpamg@gmail.com
Líder do projeto	Felipe Guimarães Alexandre
Coordenador	Denis de Souza Silva
Projeto/centro de custo	167/2021
Data do documento	16/06/2023

Responsável Técnico – Coordenação

Denis de Souza Silva Engenheiro Hídrico	
Nº CREA: MG-127.216 /D	Nº ART:

Responsável Técnico – Projeto Civil e hídrico

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

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	4
2.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	6
3.	DA RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA	7
4.	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	9
5.	CANTEIRO DE OBRA	10
6.	SERVIÇOS PRELIMINARES	11
7.	SINALIZAÇÃO PARA SEGURANÇA NA EXECUÇÃO DA OBRA	12
8.	LIMPEZA E DEMOLIÇÃO	13
8.1.	LIMPEZA DA CAMADA VEGETAL	13
8.2.	DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO	13
8.3.	DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO	14
9.	TERRAPLENAGEM	15
9.1.	LOCAÇÃO DE PONTOS GEOMÉTRICOS	15
9.2.	CORTE E ATERRO	15
9.3.	TALUDES PROJETADOS	16
10.	DRENAGEM	17
10.1.	LOCAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM	17
10.2.	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO	21
10.3.	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	22
10.4.	PREPARO DO FUNDO DE VALA	22
10.5.	ESCORAMENTO	23
10.6.	ESGOTAMENTO	23
10.7.	DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES	23
11.	PAVIMENTAÇÃO	27
11.1.	LOCAÇÃO DAS SEÇÕES DO PAVIMENTO	27
11.2.	PAVIMENTAÇÃO	27
11.3.	DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES	29
12.	COMPENSAÇÃO AMBIENTAL	30
13.	LIMPEZA DA OBRA	31
14.	OBSERVAÇÕES	32
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

Figuras

Figura 1-1 – Av. Irene Silveira Costa 4

Figura 10-1 - Indicações de apoio para os cálculos 20

Tabelas

Tabela 10-1 - POÇO DE VISITA TIPO γ 24

Tabela 10-2 - POÇO DE VISITA TIPO β 24

1. INTRODUÇÃO

As melhorias viárias que serão realizadas na Avenida Irene Silveira Costa, no município de Pouso Alegre – MG, nas coordenadas 22°18'14.85"S, 45°53'55.55"W, devem-se à projeção futura de expansão industrial na região, conforme apresentado na Figura 1-1.



Figura 1-1 – Av. Irene Silveira Costa

FONTE: Google Earth Pro, 2023

Com o grande crescimento industrial previsto para a região de projeto e o aumento do fluxo de veículos de grande e pequeno porte, visto que, serão gerados centenas de emprego, será realizado a duplicação do sistema viária para comportar a expansão, bem como a substituição do pavimento para assegurar a durabilidade para a nova demanda e também qualidade e segurança viária na via.

Para a elaboração do projeto foi realizado o levantamento topográfico da área de influência do projeto, delimitando as guias, sarjetas, postes, bocas de lobo, poços de visita e demais dispositivos existentes no perímetro de projeto.

Posteriormente, foi estimado o tráfego futuro para a Avenida, e com isso definiu-se as dimensões das camadas do pavimento. Também foi dimensionado o sistema de drenagem pluvial, o posicionamento das estruturas hidráulicas e a manutenção da sinalização viária.

A seguir o relatório apresenta as características, dimensões e materiais a serem utilizados na execução dos projetos de demolição, pavimentação, drenagem, terraplanagem, construção de guias e sarjetas, observando e detalhando as etapas de construção.

2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações a seguir detalham os materiais e serviços necessários para a realização das obras. Casos especiais que envolvam materiais e/ou serviços não mencionados nestas especificações devem ser analisados previamente pela fiscalização da contratante. Caso haja interrupção no fornecimento de algum produto específico, sua substituição deve ser submetida à aprovação prévia da fiscalização da contratante e da área técnica do órgão que concedeu os recursos.

É importante ressaltar que todos os serviços executados devem seguir as Normas Técnicas Brasileiras (NBR), garantindo assim a conformidade e qualidade das obras.

3. DA RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA

A presença da fiscalização não exime a empresa contratada de sua responsabilidade integral pela obra, conforme estabelecido no Código Civil Brasileiro. A empreiteira deverá tomar todas as precauções e cuidados necessários para garantir a preservação das canalizações, redes existentes, pavimentação, calçadas das áreas adjacentes e outras propriedades de terceiros, bem como a segurança dos operários e transeuntes durante todas as etapas da obra. Qualquer dano ou prejuízo causado a elementos existentes no local, como avarias ou trincas, será de responsabilidade exclusiva da contratada, incluindo as despesas necessárias para sua reparação. Além disso, será exigido um seguro para a obra.

A realização de ensaios, testes e outras provas necessárias, tanto exigidas pela fiscalização quanto pelas normas técnicas oficiais para a boa execução da obra, ficará a cargo da contratada.

A empresa contratada é responsável pela aquisição e fornecimento de todos os materiais e equipamentos necessários para a construção, assim como pela apresentação de um Engenheiro Responsável pela execução da obra. A empresa também é responsável pelos honorários do profissional encarregado de acompanhar diariamente a obra. A empreiteira deve facilitar todas as atividades da fiscalização, inclusive disponibilizando um local adequado e em perfeitas condições no canteiro de obras. Deve ser enviado uma cópia semanal do diário de obra ao Setor de Engenharia. Todas as visitas e reuniões realizadas no local da obra, seja com a fiscalização ou com a empresa projetista, devem ser registradas 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 emitido pelo município, e uma placa de obra, conforme modelo fornecido pelo Setor de Engenharia, deve ser instalada no local da obra. No caso de paralisação da obra, a empreiteira deve comunicar por escrito os motivos ao Setor de Engenharia ou à fiscalização da prefeitura.

Todos os trabalhadores envolvidos na obra devem possuir capacitação adequada para a execução dos serviços. É responsabilidade da empresa contratada garantir o uso obrigatório e correto dos equipamentos de proteção individual pelos operários, de acordo com as Normas de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho.

Os maquinários, caminhões e máquinas utilizados na obra devem estar em perfeitas condições de uso, sem vazamentos, e as luzes de sinalização devem estar em bom estado, a fim de evitar acidentes entre os funcionários e os veículos ou pedestres na área circundante.

De acordo com o Artigo 231, Inciso II, do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), é considerada infração danificar as vias ao derramar, lançar ou arrastar materiais sobre elas

4. ADMINISTRAÇÃO DA OBRA

A empresa responsável pela execução da obra deverá contratar uma equipe técnica em tempo integral para acompanhar os trabalhos. O engenheiro civil encarregado deve possuir ampla experiência em obras. Além disso, durante as noites, será necessário contratar vigias noturnos para garantir a segurança do local. Estima-se um período de 14 horas de vigia por dia, compreendendo o horário das 17h às 7h do dia seguinte. A quantidade de vigias necessários e os dias de trabalho são de responsabilidade da empresa contratada.

5. CANTEIRO DE OBRA

O local do canteiro de obras será definido em conjunto com a fiscalização da obra. Será necessário alugar contêineres com as seguintes características:

- Depósito de materiais e ferramentas: Um contêiner com isolamento térmico, medindo 6,00 metros de comprimento, 2,30 metros de largura e 2,50 metros de altura (C x L x A).

A mobilização e desmobilização do contêiner deve ser realizada apenas uma vez, qualquer alteração adicional é de responsabilidade da contratada, incluindo os custos envolvidos.

Para o fornecimento de energia elétrica, será necessária a instalação de uma entrada provisória trifásica de 30 Kva em um poste padrão. Quanto ao fornecimento de água, será instalado um kit cavalete em PVC soldável DN20 (1/2"). É importante ressaltar que o padrão e o hidrômetro devem ser executados de acordo com as normas das concessionárias responsáveis. A empresa executora é responsável por realizar a pesquisa do local e determinar o método adequado de execução, levando em consideração as diretrizes das concessionárias e as normas aplicáveis.

Serão disponibilizados dois banheiros químicos, medindo 1,10 metros de largura, 1,20 metros de profundidade e 2,30 metros de altura (L x P x A), incluindo a manutenção durante um período de seis meses para a frente de obra. Caso haja a presença de pessoas de diferentes gêneros na obra, será necessária a separação dos banheiros.

6. SERVIÇOS PRELIMINARES

Deverá ser instalada uma placa padrão, feita de chapa de aço galvanizado, com dimensões mínimas de 4,00 metros de largura por 3,00 metros de altura. O modelo da placa deve ser previamente aprovado pela Secretaria de Obras. A instalação da placa deverá ser realizada antes do início da obra ou, no máximo, até o primeiro dia de trabalho.

7. SINALIZAÇÃO PARA SEGURANÇA NA EXECUÇÃO DA OBRA

A empresa contratada deverá utilizar os seguintes materiais de sinalização: cerquite, cone e placas de sinalização temporária em suporte móvel metálico ou cavalete.

O cerquite é composto por uma tela plástica reforçada, pilares feitos de vergalhões e ponteiros para proteção. Ele deve ser reutilizado ao longo de todo o período da obra. As telas plásticas têm uma altura de 1,20 metros e são constituídas por faixas horizontais nas cores laranja e branca, ou podem ser totalmente laranja. Os vergalhões utilizados devem ser do tipo CA-50 com 10 mm de diâmetro, e em todos eles, deve ser colocada uma ponteira plástica.

Todos os dispositivos de sinalização devem estar em perfeito funcionamento e visibilidade. É responsabilidade da empresa contratada substituir qualquer material danificado.

Quanto aos dizeres das placas de sinalização de obras, eles devem ser definidos pela empresa contratada em conjunto com a secretaria de trânsito, seguindo as diretrizes do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - CONTRAN.

A empresa executora deverá sinalizar adequadamente todo o local da obra, informando aos usuários que o local está em obras e que é necessário retornar ou quando a via estiver impedida. A aprovação do uso dos materiais de sinalização e a necessidade de interditar alguma rua devem ser obtidas junto à Secretaria de Trânsito e Transporte. Caso seja necessário, a empresa contratada deve solicitar à secretaria um aumento na quantidade de sinalização adequada.

8. LIMPEZA E DEMOLIÇÃO

8.1. LIMPEZA DA CAMADA VEGETAL

A limpeza das camadas vegetais foi dividida em dois tipos. No Tipo 01, será removida apenas a camada vegetal com altura de 15 cm. No Tipo 02, além dos 15 cm de vegetação, também será removido o solo com altura de 35 cm

Conforme apresentado no projeto de demolição, serão removidas as árvores que estão localizadas na área de execução da obra. Ao todo, serão nove (9) árvores, sendo sete (7) com tronco de diâmetro menor que 20 cm e duas (2) com tronco de diâmetro entre 20 cm e 40 cm. Para a remoção das árvores, será realizado o corte da árvore e, em seguida, a remoção das raízes.

É importante destacar que o licenciamento ambiental é um documento separado deste projeto. Portanto, antes do início das obras, a empresa executora deverá solicitar e obter a aprovação do processo ambiental junto à prefeitura municipal.

8.2. DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO

A demolição foi dividida em dois tipos. No Tipo 01, será realizada a remoção da camada asfáltica com 5 cm, seguida pela remoção da camada granular de 15 cm e, por fim, a remoção de uma camada de solo com 30 cm de altura. No Tipo 02, apenas a camada asfáltica de 5 cm será removida.

A demolição do passeio de concreto foi dividida em três tipos. No Tipo 01, será removida a camada de concreto com 6 cm de altura, juntamente com o lastro de brita de 5 cm. No Tipo 02, além do concreto e do lastro de brita, também será removida uma camada de solo com 39 cm de altura. No Tipo 03, apenas a camada de concreto de 6 cm será removida.

Para a execução da nova rede de drenagem e pavimentação, será necessária a remoção das guias e sarjetas de concreto existentes.

8.3. DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO

Deverão ser demolidas as bocas de lobo que se encontram em situações precárias, a fim de assegurar a captação adequada da água pluvial e garantir a eficiência e qualidade do sistema de drenagem.

9. TERRAPLENAGEM

9.1. LOCAÇÃO DE PONTOS GEOMÉTRICOS

O método de cálculo utilizado para a elaboração do projeto geométrico foi o analítico. Por meio desse processo, foram calculados todos os pontos de intersecção de eixos de vias, elementos de curvas e outros elementos essenciais para o projeto.

Considerando as características do Sistema Viário projetado, sugere-se adotar a seguinte metodologia para sua precisa locação no campo: a partir de uma linha-base, determinar uma poligonal de referência, de preferência fechada, na qual os vértices correspondam aos pontos notáveis dos eixos das vias, como PC, PI, PT e pontos de intersecção de vias.

O erro máximo de fechamento tolerável, para fins de locação, será de 1:2000, o que significa um centímetro de erro para cada vinte metros medidos. As pranchas do projeto geométrico apresentam as tabelas de locação para auxiliar nesse processo.

9.2. CORTE E ATERRO

O projeto de terraplenagem é baseado na modelagem tridimensional do terreno e determina a quantidade de terra a ser movimentada para a implementação do empreendimento. Nessa fase, são estabelecidas as cotas necessárias para que o sistema viário permita a execução adequada da drenagem pluvial projetada.

Antes de iniciar os trabalhos de terraplenagem, é preciso remover toda a camada vegetal e entulhos do terreno. Somente após essa etapa, deve-se realizar a movimentação de terra, seguindo os critérios do projeto, respeitando os limites estabelecidos pelas normas e utilizando os equipamentos adequados, de acordo com o prazo definido no cronograma contratual.

O cálculo do volume de terraplenagem foi realizado por meio da modelagem tridimensional do terreno, utilizando o método das seções. Esse método consiste em criar seções transversais ao longo dos eixos projetados e interpolar a diferença de volumes entre as superfícies presentes nessas seções.

Todo o volume de terra removido deve ser descartado em locais apropriados, não sendo permitida sua reutilização na recomposição do aterro. Será necessário obter terra de empréstimo para as áreas que serão aterradas, conforme definido no projeto de terraplenagem.

Quando os passeios projetados coincidirem com as edificações existentes, eles devem ser ajustados no local durante a execução.

9.3. TALUDES PROJETADOS

Os taludes em corte, ou seja, as áreas onde ocorre a escavação do terreno, devem ter uma inclinação máxima de 45° ou uma razão de 1 por 1 (vertical e horizontal). Isso significa que a cada 1 metro de altura vertical, o talude deve ter 1 metro de distância horizontal.

Já os taludes em aterro, que são as áreas onde ocorre o acúmulo de terra, devem ter uma inclinação máxima de $\pm 34^\circ$ ou uma razão de 1 por 1,5 (vertical e horizontal). Nesse caso, a cada 1 metro de altura vertical, o talude deve ter 1,5 metros de distância horizontal.

Para proteger os taludes contra a erosão, serão executadas obras de proteção, que incluem o plantio de grama. Essa vegetação ajudará a fixar o solo, prevenindo a erosão causada pela ação da água e do vento..

10. DRENAGEM

Os sistemas de drenagem urbana são projetados para lidar com o manejo das águas pluviais em uma determinada área. Esses sistemas envolvem a coleta e o transporte eficiente da água da chuva para evitar problemas como inundações e danos à infraestrutura urbana.

Componentes comuns de sistemas de drenagem incluem sarjetas, bocas de lobo, galerias pluviais e outros dispositivos específicos, que são dimensionados de acordo com as necessidades do projeto em questão. Essas estruturas são projetadas para direcionar as águas pluviais de forma segura e eficaz até corpos hídricos adequados para recebê-las, como rios, córregos ou lagos.

É importante destacar que a drenagem urbana desempenha um papel essencial no saneamento básico, pois a ausência de um sistema adequado pode levar a diversos problemas, incluindo prejuízos financeiros, riscos à saúde pública e impactos humanos negativos. Alagamentos frequentes podem causar a propagação de doenças transmitidas pela água, erosão do solo, danos às vias públicas e propriedades privadas, além de representarem riscos à vida das pessoas.

Portanto, a implementação de um sistema de drenagem eficiente é crucial para minimizar esses problemas e promover a segurança e o bem-estar das comunidades urbanas. Um planejamento adequado e a construção de infraestruturas de drenagem adequadas são essenciais para lidar com eventos de chuvas intensas e garantir um ambiente urbano mais resiliente e sustentável..

10.1. LOCAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM

Para garantir a adequada instalação e funcionamento do sistema de drenagem, é necessário realizar a locação precisa de todos os elementos essenciais, como poços de visitas, bocas de lobo, bocas de bueiro e bacias de infiltração, de acordo com o projeto de drenagem.

Um método comumente utilizado para garantir a correta declividade da rede é o uso de cruzetas durante a locação. As cruzetas são ferramentas que auxiliam na marcação precisa dos pontos de instalação, permitindo que sejam mantidas as inclinações e alturas necessárias para o escoamento adequado da água.

Ao adotar o método das cruzetas, é possível garantir a eficiência e a qualidade da obra de drenagem. A correta declividade da rede assegura que a água pluvial seja devidamente coletada e transportada, minimizando o risco de inundações e outros problemas associados à falta de escoamento adequado.

Dessa forma, a locação precisa dos elementos do sistema de drenagem, utilizando o método das cruzetas, contribui para a eficiência e o bom funcionamento do sistema, promovendo um melhor controle das águas pluviais e prevenindo danos e transtornos decorrentes de alagamentos.

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:
$$CR_{PV} = CT_{PV} + H$$

Tendo:

CR_{PV} → cota da régua no PV1 [m];

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

H → altura da reguá [m].

De acordo com Azevedo Netto (1977) a altura deve ser de $1,00\text{m} \leq H \leq 1,50\text{m}$, 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_{PV} → cota da régua no PV1 [m];

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

- Para o PV2 a cota de régua será:

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

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_{PV1} → 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];

$e \rightarrow$ espessura da parede do tubo [m];

$e_{BERÇO} \rightarrow$ 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. Na Figura 10-1, estão apresentadas as indicações dos apoios para estes cálculos.

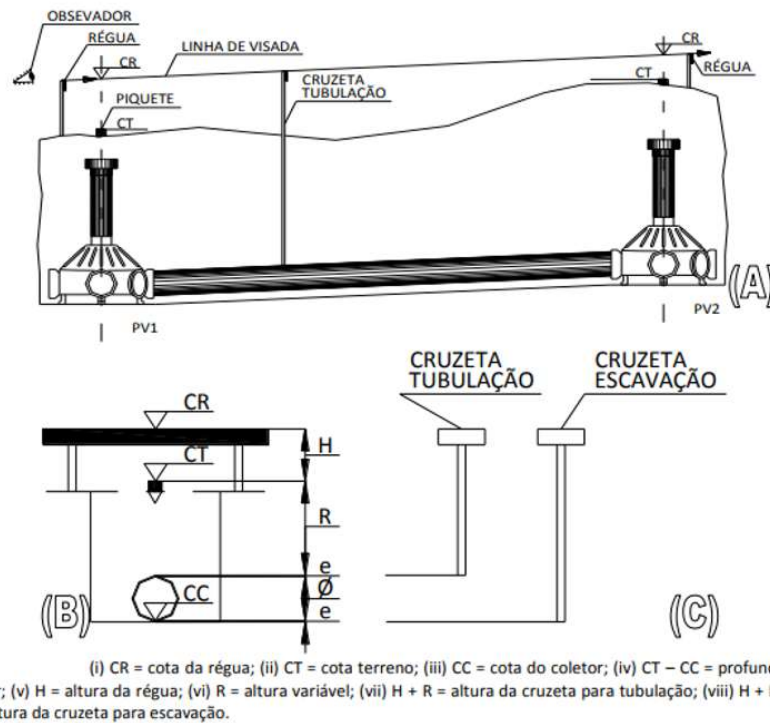


Figura 10-1 - Indicações de apoio para os cálculos

Fonte: Fonseca, Sarmento e Paula (2014)

Os serviços preliminares são de extrema importância para garantir a correta montagem das réguas e da cruzeta, bem como a adequada locação dos pontos no sistema de drenagem. Nesse contexto, foi estimado o tempo necessário para a realização dessas tarefas.

Inicialmente, foi considerada uma hora de trabalho de um topógrafo, responsável por orientar a montagem das réguas e da cruzeta, bem como realizar a

locação dos pontos no terreno. Além disso, foi prevista uma hora de trabalho de um carpinteiro para a construção das régua e cruzetas.

Para a montagem das régua e da cruzeta, foi especificado o uso de material tipo sarrafo com dimensões de 2x10 cm na horizontal, enquanto na vertical seriam utilizados pontaletes de 7,5 x 7,5 cm. Essas medidas são estimativas e podem variar de acordo com cada trecho da obra, levando em consideração as características do terreno e as especificações do projeto.

Após a conclusão dos serviços preliminares, será executada a locação propriamente dita. Esse trabalho será realizado por três funcionários, sendo dois serventes e um pedreiro. Os serventes serão responsáveis por adequar a posição da cruzeta e da régua, enquanto o pedreiro supervisionará o alinhamento utilizando a outra régua como referência.

A quantidade de funcionários e o tempo necessário para essa etapa dependem do comprimento total da rede de drenagem, considerando a quantidade de poços de visitas, bocas de lobo e bocas de bueiro presentes no projeto. Esses dados devem ser avaliados e calculados de acordo com as especificações do projeto específico em questão..

10.2. FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO

A rede de drenagem será construída utilizando tubos de concreto armado, classe PA-2, de acordo com as normas estabelecidas pela NBR 8890 - Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário - Requisitos e métodos de ensaios.

Os diâmetros dos tubos de concreto armado serão de 800 mm e 1000 mm, garantindo a capacidade adequada para o escoamento das águas pluviais. Para os ramais, serão utilizados tubos de concreto armado com diâmetro de 400 mm.

No que diz respeito ao transporte dos tubos de concreto armado, será utilizada uma escavadeira hidráulica sobre esteiras. Essa máquina é adequada para movimentar e posicionar os tubos com segurança durante a obra.

Quanto ao assentamento dos tubos, será aplicada argamassa com traço 1:3, preparada manualmente na obra. Essa argamassa garantirá a fixação adequada dos

tubos no leito de assentamento, proporcionando estabilidade e vedação para o sistema de drenagem.

É importante seguir as especificações do projeto e as normas técnicas relevantes ao utilizar tubos de concreto armado na construção da rede de drenagem. Dessa forma, é possível garantir a durabilidade, eficiência e adequado funcionamento do sistema de drenagem para o manejo adequado das águas pluviais..

10.3. MOVIMENTAÇÃO DE TERRA

A escavação para a instalação da rede de drenagem será realizada mecanicamente, utilizando retroescavadeira sobre pneus. A profundidade da escavação variará de acordo com o projeto e o anexo I do orçamento abrangendo trechos/ruas definidos pela contratada.

Após a abertura das valas, serão imediatamente instalados os escoramentos e, em seguida, lançado o lastro de concreto. O assentamento dos tubos será a etapa final.

O material escavado será descartado ao lado da vala e utilizado posteriormente no reaterro. O reaterro mecânico será realizado com o uso de retroescavadeira sobre rodas com carregadeira e compactador de solos de percussão mecânica.

A profundidade e largura das valas variam de acordo com o projeto, e os equipamentos utilizados serão adequados para cada tipo de serviço. O solo escavado não utilizado no reaterro será destinado a um bota-fora, conforme indicado no projeto e considerando a distância média de transporte.

10.4. PREPARO DO FUNDO DE VALA

Em toda a extensão da vala da rede de tubos de concreto, será aplicada uma camada de lançamento de lastro de concreto magro, seguindo as especificações detalhadas no projeto de drenagem. No trecho específico entre os PVs 11, 12 e 13, será executada uma camada drenante utilizando pedra de mão com 50 cm de altura, seguida por uma camada de 5 cm de brita para preencher o vão entre as pedras. Somente após essa etapa, será realizada a camada de concreto.

10.5. ESCORAMENTO

Após a abertura da vala, é necessário realizar o escoramento adequado para garantir a segurança durante a execução dos serviços. Neste projeto, foram utilizados três tipos de escoramento: descontínuo, contínuo e pontaleamento.

O escoramento será removido quando o reaterro atingir 0,6 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 será retirado somente quando a vala estiver totalmente reaterrada. A remoção do escoramento deve ser feita com cuidado para evitar instabilidade e garantir a segurança da obra.

10.6. ESGOTAMENTO

No projeto de drenagem, é previsto o uso de um sistema de esgotamento para controlar o acúmulo de água na vala escavada. Isso é especialmente importante quando há um lençol freático raso ou durante períodos de chuva. Para realizar esse serviço, é necessário utilizar uma bomba submersível, que será responsável por drenar a água da vala. Além disso, será necessário um gerador para fornecer energia à bomba submersível. Neste projeto específico, foi considerado o uso da bomba submersível para o esgotamento durante um período de 3 meses, levando em conta a possibilidade de chuvas durante o período de execução. Essa medida visa garantir a eficiência do sistema de drenagem e a segurança da obra.

10.7. DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES

Este projeto utiliza poços de visita dos tipos PV- γ e PV- β , designações específicas atribuídas pela empresa projetista, mas seguindo o projeto padrão do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER-SP). A escolha dos materiais a serem utilizados deve ser feita com cuidado, levando em consideração as profundidades especificadas nas Tabela 10-1 e Tabela 10-2.

Tabela 10-1 - POÇO DE VISITA TIPO γ

γ - DEGRAU ATÉ 1,50m E ALTURA ATÉ 3,00 M						
PV	DIÂMETRO chegada	DIÂMETRO saída	PROFUNDIDADE JUSANTE	DEGRAU	ALTURA DO BALÃO	ALTURA DA CHAMINÉ
1	0,60	0,60	1,70	0,00	0,90	0,60
8	0,80	0,80	2,10	0,20	1,30	0,60
9	0,80	0,80	2,00	0,00	1,10	0,70

Fonte: DAC Engenharia, 2023.

Tabela 10-2 - POÇO DE VISITA TIPO β

β - DEGRAU VARIADO E ALTURA MAIOR QUE 5,00 M							
PV	DIÂMETRO chegada	DIÂMETRO saída	PROFUNDIDADE JUSANTE	DEGRAU	ALTURA DO BALÃO	ALTURA DA CHAMINÉ	DISSIPADOR
3	0,80	0,80	3,70	2,00	3,10	0,40	1,00
4	0,80	0,80	3,75	1,85	2,95	0,60	1,00
5	0,80	0,80	3,90	2,00	3,10	0,60	1,00
6	0,80	0,80	4,10	2,20	3,30	0,60	1,00
7	0,80	0,80	5,10	3,20	4,30	0,60	3,00
12	0,60	0,60	3,50	1,80	2,70	0,60	1,00

Fonte: DAC Engenharia, 2023.

É fundamental que os poços de visita estejam limpos ao término de sua construção, ou seja, não deve haver resíduos de materiais de construção civil no interior. Os tubos devem ser cortados de forma a se adequar às paredes do poço. Todos os PVs devem possuir tampões em ferro fundido, sendo que o nível superior da tampa deve estar alinhado com o nível da rua ou passeio, de modo a permitir sua abertura sem obstruções. Além disso, foi considerada a necessidade de escoramento das lajes do balão de cada poço de visita.

Os cálculos para os PVs foram realizados com base na média da altura dos balões e das chaminés, sendo assim, o orçamento é feito por unidade.

Portanto, é essencial seguir essas orientações durante a construção dos poços de visita, utilizando os materiais adequados, limpando-os adequadamente e assegurando a correta instalação dos tampões, garantindo assim a funcionalidade e facilidade de acesso para manutenção do sistema de drenagem..

As bocas de lobo são caixas instaladas no ponto mais baixo da sarjeta, com o objetivo de coletar a água superficial e direcioná-la para o poço de visita. Neste projeto, foram utilizadas bocas de lobo simples, sem cantoneira.

As caixas das bocas de lobo são construídas em alvenaria de tijolo maciço, com uma espessura de 20 cm, e revestidas com argamassa no traço 1:3. A laje de fundo e a instalação do quadro devem ser feitas com concreto estrutural, com resistência característica à compressão (fck) superior a 20 MPa. No caso de bocas de lobo duplas ou triplas, é necessário construir vigas entre os quadros, utilizando formas, concreto estrutural com fck superior a 20 MPa e aço CA-50. Os quadros, grelhas e cantoneiras podem ser de ferro fundido (Tipo A) ou concreto (Tipo B).

Para garantir a coleta total da água, é necessário criar uma depressão no ponto mais baixo da boca de lobo, seguindo as recomendações da SUDECAP. A inclinação nas laterais deve ser de 8%, enquanto na parte frontal deve ser de 31%. Essa depressão deve ser feita utilizando concreto estrutural com fck superior a 20 MPa.

Ao final da construção, as bocas de lobo devem estar limpas, sem resíduos de materiais de construção civil. Os tubos devem ser cortados de forma a se adaptarem às paredes da caixa.

É essencial seguir essas diretrizes durante a construção das bocas de lobo, utilizando os materiais adequados, garantindo a correta inclinação e a limpeza final, a fim de assegurar o funcionamento eficiente do sistema de drenagem.

As caixas de passagem são componentes essenciais na rede pluvial, conforme especificado no projeto executivo. Neste projeto, serão utilizados dois tipos de caixas: CX-3 e CX-4, ambas com um diâmetro de 600 mm. A construção das caixas deve seguir o projeto padrão estabelecido.

Ao concluir a construção, é importante garantir que as caixas estejam limpas, sem a presença de resíduos de materiais de construção civil. Os tubos devem ser devidamente cortados para se ajustarem às paredes da caixa, garantindo uma conexão adequada.

As caixas de passagem desempenham um papel fundamental na rede pluvial, permitindo o escoamento adequado da água. Portanto, é essencial seguir as diretrizes do projeto e garantir a limpeza e o ajuste correto dos tubos nas caixas, a fim de garantir o bom funcionamento do sistema de drenagem.

Uma descida d'água em degrau é um elemento essencial em sistemas de drenagem, utilizado para controlar o fluxo de água em declives. Essa estrutura permite que a água escoe de maneira gradual e controlada, evitando problemas como erosão e danos ao canal.

Para garantir a eficiência e a padronização da execução da descida d'água em degrau, é recomendado seguir o projeto padrão estabelecido pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER-SP).

No final da escada, será executado um dissipador em pedra argamassada para auxiliar no controle do fluxo de água e evitar erosão. O dissipador em pedra argamassada é projetado para dissipar a energia da água que sai da escada, reduzindo a velocidade do escoamento e evitando danos ao solo ou ao canal de drenagem.

A construção do dissipador em pedra argamassada envolve o uso de pedras devidamente selecionadas e assentadas com argamassa, formando uma estrutura resistente. Essa estrutura é projetada para direcionar o fluxo da água de maneira adequada, promovendo uma dispersão gradual e controlada.

Uma canaleta trapezoidal de concreto para drenagem é um tipo de estrutura linear utilizada para coletar e direcionar o fluxo de água de superfície em sistemas de drenagem. Ela é construída em concreto, apresentando uma forma trapezoidal, com uma base mais larga e paredes inclinadas em direção ao topo.

A canaleta trapezoidal de concreto é projetada para otimizar a coleta e o transporte da água, permitindo um fluxo contínuo e eficiente. Sua forma trapezoidal proporciona maior capacidade de armazenamento e permite que a água escoe de maneira mais suave, reduzindo o risco de erosão e o acúmulo de sedimentos.

A execução das canaletas trapezoidais de concreto para drenagem envolve escavar uma vala, compactar o solo, posicionar as formas e despejar o concreto magro, compactá-lo com vibradores, fazer o acabamento da superfície.

11. PAVIMENTAÇÃO

11.1. LOCAÇÃO DAS SEÇÕES DO PAVIMENTO

Na etapa de pavimentação de uma via, a locação das seções é realizada com base nas notas de serviço da terraplenagem. Essas notas fornecem as diretrizes necessárias para posicionar corretamente o canteiro central, o meio-fio, a sarjeta, o bordo da pista e os taludes. A locação das seções é crucial para garantir que a pavimentação seja executada de acordo com o projeto, resultando em uma estrada com geometria e características adequadas. Ao seguir as notas de serviço da terraplenagem, é possível assegurar a correta colocação de cada elemento da via, contribuindo para uma pavimentação segura, durável e funcional..

11.2. PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido com o objetivo de fornecer detalhes e dimensionamentos necessários para criar uma estrutura capaz de suportar o tráfego padrão de veículos, oferecendo conforto e segurança aos usuários da via. O dimensionamento das espessuras das camadas do pavimento segue as diretrizes do Manual de Pavimentação do DNIT, considerando as condições gerais específicas do projeto.

A pavimentação deve ocorrer após a conclusão da instalação da rede de drenagem. A empresa responsável pela execução tem a liberdade de determinar o tamanho dos trechos ou ruas nos quais realizará a pavimentação. Após a instalação da pavimentação, é necessário aplicar uma camada de base e uma camada de revestimento adequadas. Além disso, a via deve ser devidamente sinalizada e, se aberta para a circulação de veículos, deve estar plana e livre de buracos, proporcionando condições seguras para os motoristas.

Camadas do pavimento:

- **Revestimento:** 5,0 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ (CAPA).

- **Pintura de Ligação:** RR 2-C 1,0 l/m² (Proporção de 20% de água e 80% de RR-2C).
- **Revestimento:** 5,0 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ (BINDER).
- **Pintura de Ligação:** RR 2-C 1,0 l/m² (Proporção de 20% de água e 80% de RR-2C).
- **Imprimação Impermeabilizante:** CM-30 1,3 l/m².
- **Base:** 20,0 cm de Bica Corrida (CBR ≥ 80%, Expansão ≤ 0,5%, Compactação a 100% Proctor Modificado).
- **Sub-Base:** 20,0 cm de Bica Corrida (CBR ≥ 30%, Expansão ≤ 1,0%, Compactação a 100% Proctor Intermediário).
- **Regularização do Subleito:** 20,0 cm de escarificação do terreno projetado (CBR ≥ 6,80%, Expansão ≤ 2,0%, Compactação a 100% Proctor Intermediário).

O passeio executado na via terá uma base de brita com espessura de 5 cm para garantir a estabilidade e resistência adequadas. O concreto usado no passeio será usinado, com uma resistência característica à compressão (Fck) de 20 MPa. O acabamento será convencional, com uma espessura de 6 cm, e não serão utilizadas armaduras no concreto do passeio. Essas especificações garantem um passeio durável e adequado para o tráfego de pedestres.

O dreno de pavimento desempenha um papel crucial na captação da água do solo e na proteção do pavimento contra danos. Conforme o projeto de pavimentação, será necessário executar o dreno sob a sarjeta, garantindo que a água seja corretamente drenada. Os tubos drenantes serão conectados e direcionados para a boca de lobo, permitindo o escoamento adequado da água. Essa medida contribui para a preservação do pavimento, evitando acúmulos de água que possam comprometer a sua durabilidade e integridade.

11.3. DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES

A guia deverá ser assentada antes da execução da sarjeta, exceto nos locais onde existirem caixas de drenagem, onde as guias serão executadas após a construção das caixas. A guia será feita em concreto pré-moldado, com dimensões de 15,00x13,00x30,00 cm (base inferior, base superior e altura), e terá um comprimento de 100,00 cm.

A sarjeta, por sua vez, é um canal triangular localizado ao longo das bordas da pista. Ela tem a função de coletar a água superficial da via e direcioná-la até a boca de lobo. Neste projeto, foi escolhida a sarjeta do TIPO B, que será executada em concreto usinado com resistência mínima de 15 MPa. A sarjeta terá uma largura de 50,00 cm, uma inclinação de 15% e uma espessura de 7,00 cm.

Essas especificações foram estabelecidas com base no projeto de pavimentação, garantindo o correto escoamento da água e a conformidade com os padrões de qualidade e segurança..

12. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

A empresa executora da obra tem a responsabilidade de realizar a compensação ambiental conforme especificado no documento de licenciamento. Isso inclui a definição do local onde será realizada a compensação, as espécies de árvores a serem plantadas e outros detalhes pertinentes. Essas definições devem ser feitas em conjunto com a fiscalização da obra, que é responsável por monitorar e garantir o cumprimento das diretrizes ambientais estabelecidas.

A quantidade de árvores a serem plantadas como compensação ambiental foi definida com base nas espécies que serão removidas durante a obra. Essa definição considera a importância de preservar e restabelecer a vegetação nativa, garantindo a manutenção do equilíbrio ambiental. O número de árvores a serem plantadas geralmente é determinado em conformidade com as diretrizes ambientais estabelecidas no processo de licenciamento, levando em consideração fatores como o porte das árvores removidas, seu valor ecológico, e a capacidade de fornecer benefícios semelhantes ao ecossistema local. Dessa forma, busca-se mitigar os impactos negativos da remoção das árvores, promovendo a conservação e recuperação do ambiente afetado.

A compensação ambiental é uma medida importante para mitigar os impactos causados pela intervenção no meio ambiente e contribuir para a preservação e recuperação dos ecossistemas afetados..

13. LIMPEZA DA OBRA

Durante o período de execução das obras, é necessário garantir a limpeza do local. Para isso, a empresa executora deve contratar um servente que trabalhará 4 horas diárias ao longo da obra.

O papel do servente será realizar as atividades de limpeza, remoção de entulhos e manutenção da organização do canteiro de obras. Essas medidas visam proporcionar um ambiente seguro e adequado para o desenvolvimento das atividades de construção, além de contribuir para a preservação do local e minimizar possíveis impactos negativos ao meio ambiente.

É importante ressaltar que a contratação do servente e a manutenção da limpeza da obra são aspectos essenciais para cumprir com as normas de segurança, saúde e meio ambiente, além de contribuir para uma melhor gestão e execução do projeto como um todo.

14. OBSERVAÇÕES

É de extrema importância que qualquer modificação, alteração ou ajuste solicitado pela contratada seja comunicado à fiscalização e ao projetista responsável. Essa comunicação deve ser feita por meio de um documento formal assinado por ambas as partes, para que a solicitação seja devidamente autorizada.

Caso ocorram circunstâncias não previstas que exijam a inclusão de itens adicionais, é necessário documentar todos os itens e quantidades faltantes. É importante ressaltar que a empresa projetista não se responsabilizará pela execução de itens ou quantidades que não estejam previstos no projeto original, a menos que haja um aceite documentado e assinado pelas autoridades competentes.

Essas medidas visam garantir a transparência, a segurança e a qualidade da execução do projeto. Ao documentar e obter a devida autorização para qualquer modificação ou inclusão de itens, é possível evitar problemas futuros, assegurando que todas as partes envolvidas estejam cientes e concordem com as alterações realizadas..

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Relatório de composições dos serviços para obras de edificações e infraestrutura - SETOP- Região Sul. Data base:SET.2020
- Relatório de Composições do Serviço do Orçamento - DEERMG - Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais. Data base:FEV.2020
- Planilha de custos de composições analíticas -SINAPI- Data base:DEZ.2020
- Caderno de encargos SUDECAP- CAP 19- Drenagem-4º edição. JAN.2020
- Código de Trânsito Brasileiro – CTB – lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997
- CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I (Sinalização Vertical de Regulamentação), 2ª edição, Brasília, Contran, 2007, 222 páginas.
- CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume II (Sinalização Vertical de Advertência), 2ª edição, Brasília, Contran, 2007, 220 páginas.
- CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume III (Sinalização Vertical de Indicação), 2ª edição, Brasília, Contran, 2007, 344 páginas.
- CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV (Sinalização Horizontal), 2ª edição, Brasília, Contran, 2007, 130 páginas.
- 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, 22 dez. 2014