



Relatório Técnico

**AVENIDA SÃO FRANCISCO INTERLIGAÇÃO
COM AVENIDA NOROESTE**

Referências Cadastrais

Cliente	Prefeitura Municipal de Pouso Alegre
Localização	Pouso Alegre, MG.
Título	Avenida São Francisco interligação com Avenida Noroeste
Contato	Rinaldo Lima Oliveira
E-mail	rinaldololiveira@gmail.com
Líder do Projeto:	Aloisio Caetano Ferreira
Coordenador:	Denis de Souza Silva
Projeto/centro de custo:	ATA 91/2020
Data do documento:	07/04/2021

Elaborador/Autor	Aloisio Caetano Ferreira	Engenheira Hídrico
Verificador/aprovador	Denis de Souza Silva	Coordenador de Projeto

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.

Equipe Técnica

Responsável Técnico – Projeto Hídrico

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

Responsável Técnico – Projeto Civil

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

Coordenação

Denis Silva Engenheiro Hídrico	
Nº CREA: MG 127.216 /D	

Equipe

Márcia Regina	Assistente Administrativa
Rafael Wasem	Auxiliar de Topografia
Antônio Galvão Jr	Design de Interiores
Érika Prudente	Engenheira Ambiental
Abraão Ramos	Engenheiro Civil
Camila Andrade	Engenheira Civil
Daliani Pereira	Engenheira Civil
Diego Moutinho	Engenheiro Civil
Felipe Guimarães	Engenheiro Civil
Flávia Barbosa	Engenheira Civil
Jonas Guerreiro	Engenheiro Civil
Mara Lucy	Engenheira Civil
Pedro Henrique Justiniano	Engenheiro Civil

Thais Coimbra	Engenheira Civil
Tulio Lemos	Engenheiro Civil
William Baradel	Engenheiro Civil
Giovanni Petrucci	Engenheiro Eletricista
Aloisio Caetano Ferreira	Engenheiro Hídrico
Denis Silva	Engenheiro Hídrico
Henrique Biasi	Engenheiro Hídrico
Igor Lopes	Engenheiro Hídrico
Guilherme Lacerda Lima	Engenheiro de Materiais
Geraldo Tiago Filho	Engenheiro Mecânico
German Lozano	Engenheiro Mecânico
Pedro Costa	Engenheiro Mecânico
Tamara Ventura	Estag. Engenharia Ambiental e Sanitária
Giulia Camerini	Estag. Biologia
Bianca Baruk Rosa	Estag. Engenharia Civil
Bianca Batista	Estag. Engenharia Civil
Erica de Souza	Estag. Engenharia Civil
Gabriel Santos	Estag. Engenharia Civil
Gabriel Gomes	Estag. Engenharia Civil
Isabela Silva	Estag. Engenharia Civil
Marcela Cabral	Estag. Engenharia Civil
Sabrina Paro	Estag. Engenharia Civil
Thallis Eduardo Cabral	Estag. Engenharia Civil
Nathália Souza	Estag. Engenharia Hídrica
Júlio Del Ducca	Estag. Engenharia Mecânica

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	9
3.	DA RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA	10
4.	ADMINISTRAÇÃO LOCAL E INSTALAÇÃO DA OBRA	12
4.1.	PLACA DE OBRAS	12
4.2.	CANTEIRO DE OBRA	12
4.3.	SANITÁRIO	12
4.4.	LIGAÇÃO DE ENERGIA E ÁGUA	12
4.5.	SINALIZAÇÃO PARA SEGURANÇA NA EXECUÇÃO DA OBRA	12
5.	SERVIÇOS PRELIMINARES	14
5.1.	LOCAÇÃO DA REDE.....	14
5.2.	LOCAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM PELO MÉTODO DAS CRUZETAS	14
6.	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA.....	18
6.1.	REMOÇÃO DO PAVIMENTO	18
6.2.	ESGOTAMENTO DE VALA	18
6.3.	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA	19
6.4.	ATERRO/REATERRO DE VALA SEM COMPACTAÇÃO.....	19
6.5.	COMPACTAÇÃO E APILOAMENTO	20
6.6.	TROCA DO MATERIAL DE ATERRO	20
6.7.	CARGA E DESCARGA E/OU TRANSPORTE DE MATERIAIS..	20
6.8.	TERRAPLANAGEM	21
7.	ESCORAMENTO DE VALA	22
7.1.	ESCORAMENTO TIPO PONTALETEAMENTO.....	22
7.2.	ESCORAMENTO TIPO DESCONTÍNUO.....	23
7.3.	ESCORAMENTO TIPO CONTÍNUO	23
8.	LASTRO.....	24
9.	ASSENTAMENTO DAS GALERIAS E DOS RAMAIS DE LIGAÇÃO	25
9.1.	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO	25
10.	ESTRUTURAS E DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS.....	26
10.1.	POÇOS DE VISITA.....	26
10.2.	BOCAS DE LOBO.....	28

10.3.	SARJETA E SARJETÃO.....	30
10.4.	MURO DE ALA	31
10.5.	DISSIPADOR DE ENERGIA.....	31
10.6.	DESCIDA D'ÁGUA TIPO DEGRAU.....	31
10.7.	BACIA DE ACUMULAÇÃO	32
10.8.	DRENO DE PAVIMENTO	32
11.	PAVIMENTAÇÃO	33
11.1.	PAVIMENTO EM ASFALTO	33
11.2.	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS.....	34
11.3.	PAVIMENTO EM BLOQUETE	34
12.	LIMPEZA DIÁRIA DA OBRA	35
13.	OBSERVAÇÕES	36
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

Figuras

Figura 1 – Localização da região para interligação	7
Figura 2 - Indicações de apoio para os cálculos.....	17
Figura 3 – Rede tubular de concreto	24
Figura 4 – Depressão de boca de lobo em ponto baixo	28
Figura 5 – Depressão de bocas de lobo em greide contínuo	29
Figura 6 - Detalhe em corte do sarjetão	30
Figura 7 - CERTIFICADO DO LOCAL DE BOTA FORA	36
Figura 8 - CERTIFICADO DO LOCAL DE BOTA FORA	37

Tabela

Tabela 1 – Lista dos projetos	8
Tabela 2 - Tipos de escavação usados nesse projeto.....	19
Tabela 3 - Tipos de reaterro usados nesse projeto	20
Tabela 4 - Tipos de escoramento usados nesse projeto	22
Tabela 5 - Dimensionamento do berço para redes tubulares	24
Tabela 6 - Tipos de PV's usados nesse projeto	26
Tabela 7 - Descrições dos PV's- α	27
Tabela 8 - Descrições dos PV's- β	27
Tabela 9 - Tipos de bocas de lobo usadas nesse projeto	29
Tabela 10 - Tipos de sarjetas usados nesse projeto	30

1. INTRODUÇÃO

A presente documentação tem como finalidade apresentar o projeto de pavimentação e drenagem elaborado para atender Avenida São Francisco com interligação com Avenida Noroeste em Pouso Alegre - MG.



Figura 1 – Localização da região para interligação

FONTE: Google Earth Pro, 2021

No desenvolvimento do projeto será realizado a continuidade da Av São Francisco. O projeto descreve as características e dimensões principais das vias e materiais utilizados na pavimentação, drenagem, sarjeta e terraplenagem, observando e detalhando as etapas de construção.

Na Tabela 1 estão descritos todos os projetos referente a Drenagem da Av. São Francisco

Tabela 1 – Lista dos projetos

	Projeto	Descrição	Folha
1	Topografia	Planta Baixa	01/15
1	Terraplenagem	Planta Baixa e Detalhes	02/15
1	Demolição	Planta baixa, Detalhes e Quantitativo	03/15
1	Drenagem	Planta baixa Sub-bacias	04/15
2		Perfil Longitudinal	05/15
3		Projeto padrão – DER MG: Boca de Lobo Dupla Combinada e Boca de Lobo Tripla Combinada	06/15
4		Projeto Padrão – DER SP: Poço de Visita Tipo “α”	07/15
5		Projeto Padrão – DER SP: Forma e Armação - PV Tipo “α”	08/15
6		Projeto Padrão – DER SP: Poço de Visita Tipo “β”	09/15
7		Projeto Padrão – DER SP: Forma e Armação - PV Tipo “β”	10/15
8		Projeto Padrão – DER SP: Boca de Bueiro Simples Tubular em Concreto Armado e Armação	11/15
9		Projeto Padrão: DER MG - Descida Tipo Degrau; DER SP - Dissipador de Energia Para Bueiro com Pedra Argamassada	12/15
10		Projeto Padrão – DER MG: Dreno de Pavimento em Aterro	13/15
1	Pavimentação	Planta Baixa, Detalhes e Quantitativo	14/15
1	DTM	Croqui Geral de Localização, Distância do Transporte dos Materiais e Distância de Material de Transporte	15/15

Fonte: DAC Engenharia

2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações a seguir referem-se aos materiais e serviços empregados na execução da interligação da Av. São Francisco com a Av. Noroeste. Os materiais e/ou serviços não previsto 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 Técnica Brasileira NBR.

3. DA 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, pavimentação e calçadas 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 encaminhado 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 instalada 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.

É responsabilidade da empresa contratada os honorários do profissional para o acompanhamento da obra, que deve ser realizado diariamente

4. ADIMINISTRAÇÃO LOCAL E INSTALAÇÃO DA OBRA

4.1. PLACA DE OBRAS

Deverá ser instalada uma placa padrão com dimensões mínimas de 4,00 x 2,00 m, base x altura; em chapa de aço galvanizado. O local da instalação será fornecido e determinado junto da equipe de fiscalização da Prefeitura Municipal de Pouso Alegre.

4.2. CANTEIRO DE OBRA

Para guarda de materiais e ferramentas no local da obra, será alugado container com isolamento térmico, 6,00 x 2,30 x 2,50 m (C x L x A).

4.3. SANITÁRIO

Serão instalados dois banheiros químicos de 1,10 x 1,20 x 2,30 m, incluindo a manutenção. Caso haja a presença de pessoas com diferença de gênero na obra deverá ser feito a separação dos banheiros.

4.4. LIGAÇÃO DE ENERGIA E ÁGUA

Deverá ser instalada uma entrada provisória de energia elétrica trifásica 30A aérea em poste padrão. E para o fornecimento de água deverá ser instalado um kit cavalete em PVC soldável DN20 (1/2") em ponto de fácil acesso para ligação pela empresa COPASA.

4.5. SINALIZAÇÃO PARA SEGURANÇA NA EXECUÇÃO DA OBRA

Para medidas de segurança da obra a empresa contratada deverá utilizar cones e tela de proteção ao longo das aberturas de valas e demais escavações que possam ocorrer para implantação da rede de drenagem, mantendo estas proteções enquanto

houver riscos de acidentes de funcionários e transeuntes. O fornecimento e colocação destes materiais é de responsabilidade da contratada, conforme planilha orçamentária.

Os cones de sinalização em PVC rígido e com faixas refletivas, serão colocados ao longo das ruas próximos a área interditada. A sinalização de obras urbanas deve ser realizada com a utilização de cercas feitas em tela de proteção de segurança de PVC cor laranja e suporte em vergalhão com ponteiros plásticos. As cercas de isolamento serão colocadas ao redor das valas para a execução dos poços de visitas, bocas de lobo e rede de drenagem.

Caso haja necessidade de complementação de sinalização deve ser acionado o departamento de trânsito.

Durante as noites será necessário a contratação de vigias noturno, foi calculado 14 horas por dia, sendo das 17h até as 7h do dia seguinte. A quantidade de vigias e os dias trabalhados é de responsabilidade da empresa contratada.

5. SERVIÇOS PRELIMINARES

5.1. LOCAÇÃO DA REDE

Deverá ser locado todos os poços de visitas, bocas de lobos, muro de ala conforme projeto de drenagem.

5.2. LOCAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM PELO MÉTODO DAS CRUZETAS

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:

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

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

$H \rightarrow$ 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. Exemplo de acordo com o projeto, usando a equação 1. Adotando 1,40m para altura da régua:

$$CR_{PV1} = CT_{PV1} + H$$

- Comprimento da Cruzeta de escavação:

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_{PV1} → Cota do coletor no PV1 [m];

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

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

- Altura da cruzeta para a escavação:

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

Tendo:

$CZ_{\text{ESCAVAÇÃO}} \rightarrow$ Altura da Cruzeta de assentamento [m];

$C_{\text{CRUZETA}} \rightarrow$ comprimento da cruzeta [m];

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

$e_{\text{BERÇO}} \rightarrow$ 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.

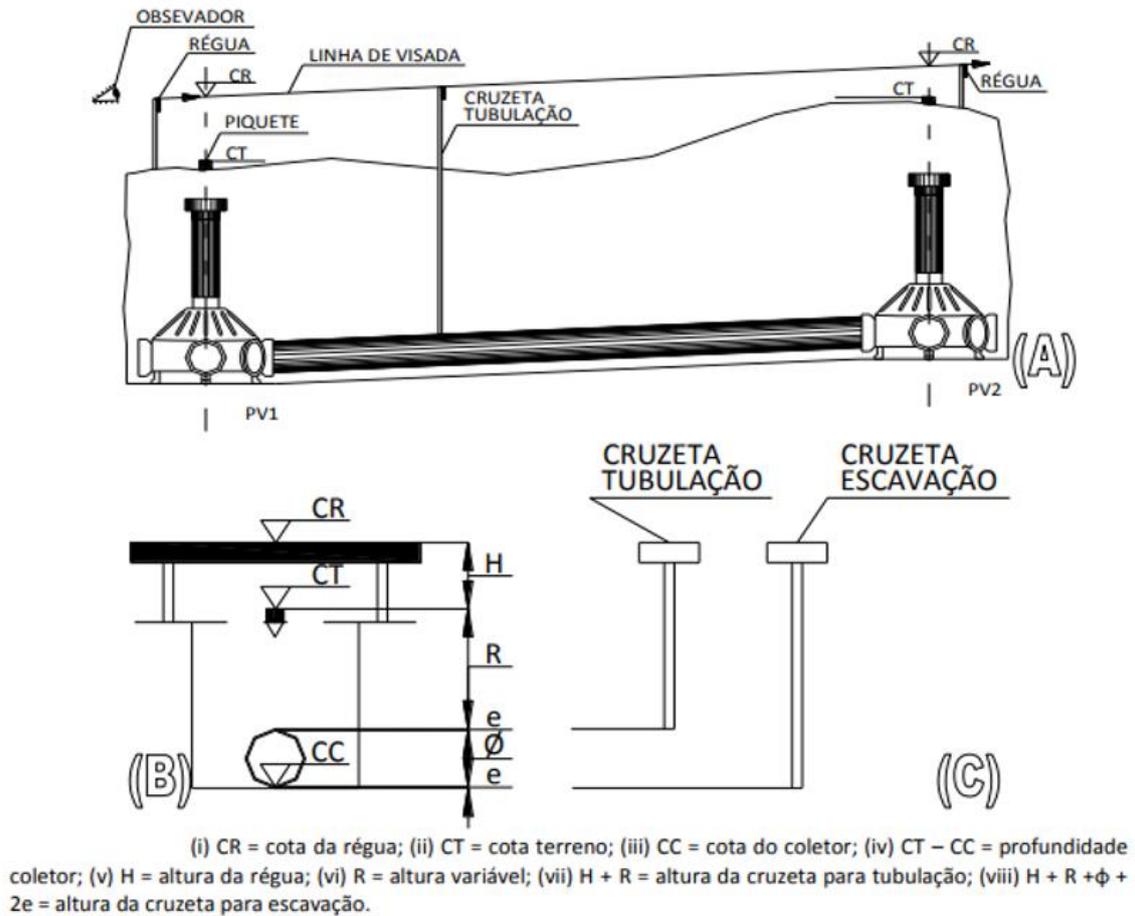


Figura 2 - Indicações de apoio para os cálculos

Fonte: Fonseca, Sarmento e Paula (2014)

Para o serviço preliminar, montagem de cada cruzeta, foi considerando a quantidade de poços de visitas e muro de ala existente no projeto. A execução é calculada com o comprimento total da rede de drenagem.

6. MOVIMENTAÇÃO DE TERRA

6.1. REMOÇÃO DO PAVIMENTO

Para a execução da complementação da Av. São Francisco dos dispositivos de drenagem deverá ser realizado a limpeza da camada vegetal com trator de esteira, servente e jardineiro. Foi considerado 4,50m de comprimento para cada lado, partindo do eixo, da escada hidráulica e uma borda de 3,00 m para a bacia de acumulação.

Foi considerado a remoção das arvores que estiverem na área da bacia de acumulação, com retroescavadeira sobre rodas. Foi considerado uma árvore a cada 4 m².

Será removido todo o pavimento existente no final da Av. Francisco e na rua Atilio Pereira Pascoal, a altura da camada removida será de 24cm, considerando o asfalto e a camada granular. Na área onde será necessário o uso de rachão deverá ser escavado 50cm de altura.

Deverão ser removidas também as sarjetas existentes de acordo com o projeto de demolição, para pagamento foi considerado que a sarjeta possui 50cm de largura e 20cm de altura. Não será removido o meio fio, portanto durante a execução da remoção do pavimento e sarjeta existentes, devem ser tomadas medidas para resguardar a sua estrutura.

O transporte de todo o material demolido deverá ser destinado ao bota-fora, local indicado no projeto de distância de transporte de material (DTM) ou outro que seja aprovado pela fiscalização e que não acarrete em custos extras à Contratante.

6.2. ESGOTAMENTO DE VALA

O esgotamento é usado para conter o acúmulo de água existente na vala. 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 bomba submersível para o esgotamento em 30% da rede total de drenagem, visto que não há como se prever exatamente se o período de execução ocorrerá junto a chuvas.

6.3. ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA

Será executada a escavação mecânica com uso de retroescavadeira sobre pneus; com uma profundidades variando conforme a TABELA 2, e de acordo com a natureza do terreno para o assentamento dos tubos de concreto, construção dos poços de visita e bocas de lobo.

Após abertura das valas para a rede de drenagem deverão ser instalados imediatamente os escoramentos e em seguida realizar o lançamento do lastro de concreto. O assentamento do tubo será a etapa final.

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser adequados ao tipo de escavação, o material escavado deverá ser descartado ao lado da vala para que possa ser usado no reaterro.

Tabela 2 - Tipos de escavação usados nesse projeto

Profundidades	Tipos usados neste projeto
Até 1,50m	X
1,50 m até 3,00 m	X
3,00 m até 5,00 m	X
Acima de 5,00 m	

Fonte: DAC Engenharia

6.4. ATERRO/REATERRO DE VALA SEM COMPACTAÇÃO

O aterro/reaterro mecânica deve ser realizado com uso de retroescavadeira sobre rodas com carregadeira e o compactador de solos de percussão mecânico (soquete) para compactar as camadas de solo com 20 cm de altura. Os tipos de reaterro variam de acordo com a profundidade e largura de vala, variando de acordo com a TABELA 3. Os equipamentos a serem utilizados deverão ser adequados ao tipo serviço e o material escavado deverá ser usado para o reaterro.

Tabela 3 - Tipos de reaterro usados nesse projeto

Profundidade	Largura da vala	
	0,80m até 1,50m	1,50m até 2,50m
Até 1,50m	X	X
1,50 m até 3,00 m		X
3,00 m até 4,50 m		
4,50 m até 6,00 m		

Fonte: DAC Engenharia

6.5. COMPACTAÇÃO E APILOAMENTO

Após o aterro/reaterro da vala deverá ser feito a compactação a 95% do proctor normal para que possa ser possível o tráfego no período antes da pavimentação.

Para este serviço é necessário o uso de caminhão distribuidor de água, uma moto niveladora articulada, grade de disco, o rolo compactador (pé de carneiro) e trator de pneus.

6.6. TROCA DO MATERIAL DE ATERRO

Durante a fase de projeto não é possível verificar em toda e extensão da rede se o solo é de boa qualidade sendo assim será considerado a troca de 30% do volume de reaterro com solo argiloso.

6.7. CARGA E DESCARGA E/OU TRANSPORTE DE MATERIAIS

O solo escavado e não utilizado no reaterro (diferença entra escavação e reaterro) deverá ser destinado para o bota-fora, local indicado no projeto de distância de transporte de material (DTM).

A carga deverá ser feita com pá carregadeira sobre rodas para depositar o material em um caminhão basculante de 18m³.

6.8. TERRAPLANAGEM

Deverá ser feito a terraplanagem para a regularização complementação da Av. São Francisco e a rua Mariana Jacinta da Silva.

O material de corte deverá ser usado para o aterro, o volume de solo de empréstimo deverá ser com características próximas ao solo existente nas ruas.

Para a compactação do aterro deverá ser feito com rolo compactador vibratório pé de carneiro para solos, motoniveladora e caminhão pipa.

7. ESCORAMENTO DE VALA

Após a abertura da vala deverá ser feito o escoramento para que possa ser executado o serviço com segurança. São utilizados quatro tipos de escoramentos conforme a TABELA 4.

Tabela 4 - Tipos de escoramento usados nesse projeto

Escoramentos	Tipos usados neste projeto
Pontaleteamento	X
Descontínuo	X
Contínuo	X
Metálico	

Fonte: DAC Engenharia

O escoramento só será removido após 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 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:

7.1. ESCORAMENTO TIPO PONTALETEAMENTO

O escoramento tipo pontaleteamento será instalado nas valas feitas para os ramais da boca de lobo.

Deverá ser usando tabua de madeira não aparelhada *2,5 x 30* cm, em cedrinho ou equivalente e mourão roliço de madeira tratada, d = entre 8 e 11 cm, h = 2,20 m, em eucalipto ou equivalente da região.

7.2. ESCORAMENTO TIPO DESCONTÍNUO

O escoramento tipo descontínuo será instalado nas valas da rede com profundidade até 3,00m, sendo que o solo deve se encontrar estável e sem presença de água.

Deverá ser utilizado madeira roliça sem tratamento (tipo eucalipto ou equivalente da região) com altura de 3,00 m, diâmetro entre 20 e 24 cm, assim como madeiras tipo peroba para vigas com altura de 160mm e largura de 30mm e 60mm.

7.3. ESCORAMENTO TIPO CONTÍNUO

O escoramento tipo contínuo será instalado nas valas da rede com profundidade entre 3,00 e 4,00 m, sendo que o solo deve se encontrar estável e sem presença de água.

Deverá ser usando madeira roliça sem tratamento (tipo eucalipto ou equivalente da região) com altura mínima de 3,00 m, diâmetro entre 20 e 24 cm, será usado também madeiras tipo peroba para vigas com altura de 160mm e largura de 30mm e 60mm.

8. LASTRO

Em toda a vala da rede com tubos de concreto deverá ser feito aplicado um lastro de concreto magro, com traço 1:4:8, preparado em obra com betoneira.

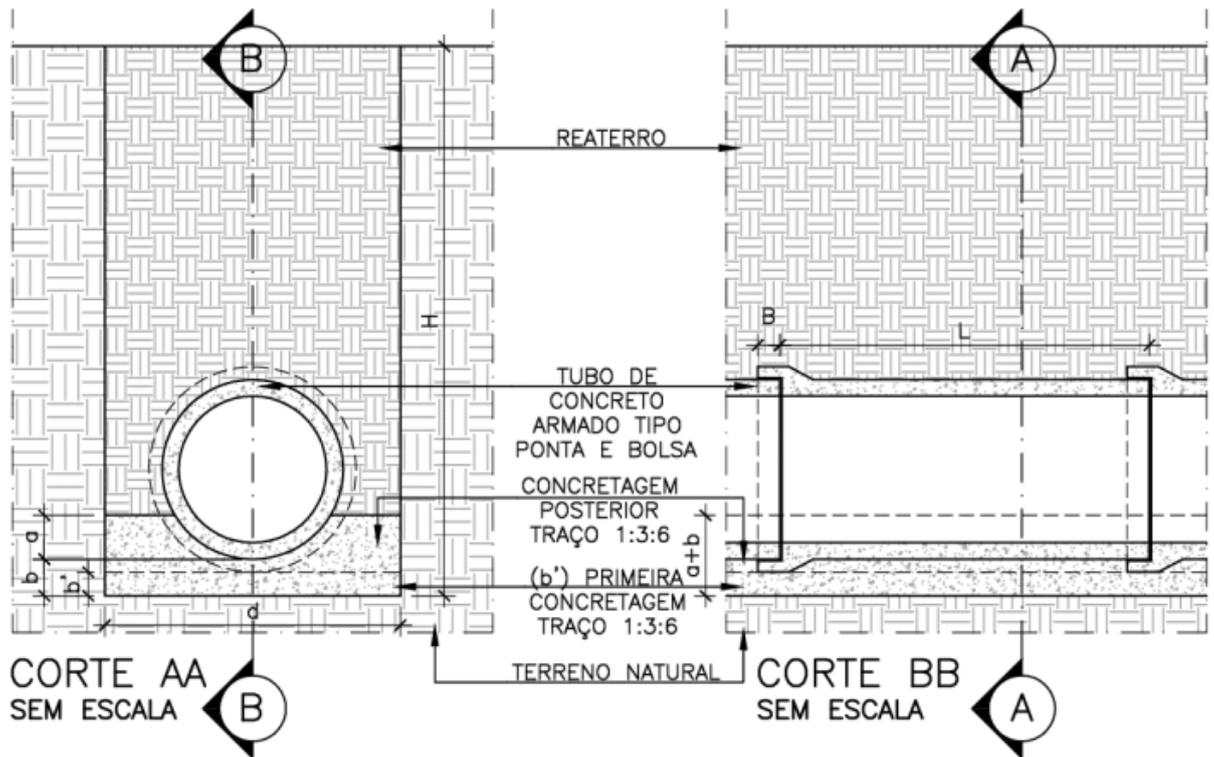


Figura 3 – Rede tubular de concreto

Fonte: SUDECAP

Tabela 5 - Dimensionamento do berço para redes tubulares

DN	a (cm)	b (cm)	b' (cm)
600	18	15	10,5
800	24	20	12,5
1000	30	25	15,5
1200	36	30	20
1500	45	38	27

Fonte: SUDECAP

9. ASSENTAMENTO DAS GALERIAS E DOS RAMAIS DE LIGAÇÃO

9.1. FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO

A complementação da Av. São Francisco terá sua rede de drenagem com tubos de concreto armado, classe PA-2, e de acordo com a NBR 8890 - Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário - Requisitos e métodos de ensaios.

Os tubos das galerias serão com diâmetros de 600 e 800mm e os tubos dos ramais de boca de lobo serão de 500 mm.

Para o transporte dos tubos será utilizado escavadeira hidráulica sobre esteiras e para o assentamento deverá aplicar argamassa com traço 1:3 preparado manualmente em obra.

10. ESTRUTURAS E DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS

10.1. POÇOS DE VISITA

O presente documento apresenta a padronização de dois tipos de poços de visita para sistema de drenagem, PV- α e PV- β . 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. O PV- α terá o degrau variando de 0 a 1,50m e o PV- β terá o degrau maior que 1,50m. Na TABELA 6 segue a nomenclatura dos poços de visita feita pela empresa projetista e a descrição de cada PV está nas TABELAS 6 e 7.

Tabela 6 - Tipos de PV's usados nesse projeto

NOMENCLATURA	DIÂMETRO	USADOS NESSE PROJETO
PV- α	(Ø 600 ÁTE 1000)	X
	(Ø 1200 ÁTE 1500)	
PV- β	(Ø 600 ÁTE 1000)	X
	(Ø 1200 ÁTE 1500)	

Fonte: DAC Engenharia

Tabela 7 - Descrições dos PV's- α

DEGRAU ATÉ 1,50m							
PV	DIÂMETRO chegada	DIÂMETRO saída	PROFUNDIDADE JUSANTE	DEGRAU	ALTURA DO BALÃO	ALTURA DA CHAMINÉ	
1	0.60	0.60	1.70	0.00	1.50	0.00	
2	0.60	0.60	3.20	1.50	3.00	0.00	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	0.60	0.80	1.90	0.20	1.70	0.00	
6	0.60	0.60	3.50	0.00	1.50	1.80	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
					QUANTIDADE DE PV(Ø 600)	3.00	
					QUANTIDADE DE PV(Ø 800)	1.00	
					QUANTIDADE DE PV(Ø 1000)	0.00	
					ALTURA MÉDIA DO PV(Ø 600 ÁTE 1000)	1.93	
					QUANTIDADE DE PV(Ø 1200)	0.00	
					QUANTIDADE DE PV(Ø 1500)	0.00	
					ALTURA MÉDIA DO PV(Ø 1200 ÁTE 1500)	#DIV/0!	
					ALTURA DA CHAMINÉ	1.80	
					TOTAL DE PV	4.00	

Fonte: DAC Engenharia

Tabela 8 - Descrições dos PV's- β

DEGRAU MAIOR QUE 1,50m							
PV	DIÂMETRO chegada	DIÂMETRO saída	PROFUNDIDADE JUSANTE	DEGRAU	ALTURA DO BALÃO	ALTURA DA CHAMINÉ	DISSIPADOR
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.60	0.60	4.50	2.80	3.70	0.60	2.00
4	0.60	0.60	3.70	2.00	2.90	0.60	1.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.60	0.60	4.50	2.80	3.70	0.60	2.00
					QUANTIDADE DE PV(Ø 600)	3.00	
					QUANTIDADE DE PV(Ø 800)	0.00	
					QUANTIDADE DE PV(Ø 1000)	0.00	
					ALTURA MÉDIA DO PV(Ø 500 ÁTE 1000)	3.44	
					QUANTIDADE MÉDIA DE DISSIPADOR		1.67
					QUANTIDADE DE PV(Ø 1200)	0.00	
					QUANTIDADE DE PV(Ø 1500)	0.00	
					ALTURA MÉDIA DO PV(Ø 1200 ÁTE 1500)	#DIV/0!	
					QUANTIDADE MÉDIA DE DISSIPADOR		#DIV/0!
					ALTURA DA CHAMINÉ	0.60	
					TOTAL DE PV	3.00	

Fonte: DAC Engenharia

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.

10.2. BOCAS 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.

As caixas das bocas de lobos são feitas em alvenaria em tijolo maciço com espessura de 20cm e rebocada com argamassa 1:3, o concreto da laje de fundo e para a instalação do quadro deve ser estrutural e com $fck > 20MPa$. Se bocas de lobo forem duplas ou triplas deve ser feito vigas entre os quadros usando formas, concreto estrutural com $fck > 20MPa$ 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 $fck > 20MPa$.

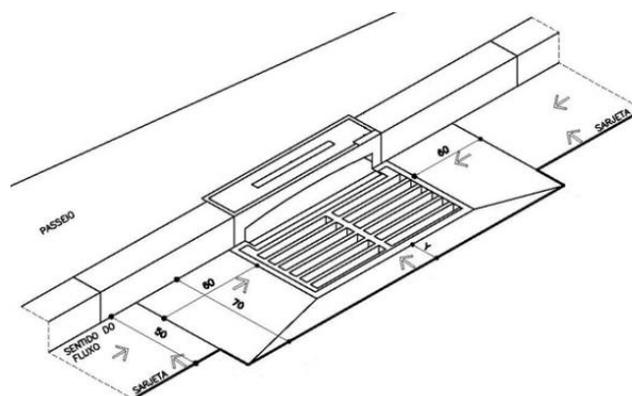


Figura 4 – Depressão de boca de lobo em ponto baixo

Fonte: SUDECAP

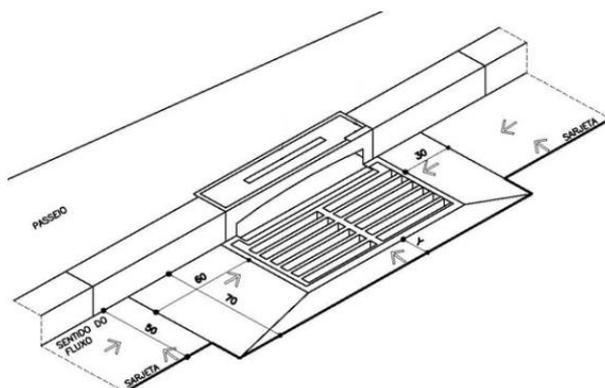


Figura 5 – Depressão de bocas de lobo em greide contínuo

Fonte: SUDECAP

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

Tabela 9 - Tipos de bocas de lobo usadas nesse projeto

NOMENCLATURA	SIGLA	USADOS NESSE PROJETO	
		TIPO A	TIPO B
Boca de lobo simples	BLS		
Boca de lobo dupla	BLD		
Boca de lobo tripla	BLT		
Boca de lobo combinada simples	BLCS		
Boca de lobo combinada dupla	BLCD	X	
Boca de lobo combinada tripla	BLCT	X	

Fonte: DAC Engenharia

As bocas de lobo devem estar limpos ao termino 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 caso haja esse equivoco no projeto, deve comunicar a empresa projetista para a alteração do projeto.

10.3. SARJETA E SARJETÃO

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. Na TABELA 10 está descrito os tipos de sarjeta.

Tabela 10 - Tipos de sarjetas usados nesse projeto

TIPOS DE SARJETAS	INCLINAÇÃO	UTILIZADOS NESTE PROJETO
TIPO A	3%	
TIPO B	15%	X
TIPO C	25%	

Fonte: DAC Engenharia

A sarjeta escolhida para este projeto é do TIPO B em concreto usinado com $f_{ck} > 15\text{MPa}$, largura 50cm e inclinação de 15% com espessura de 7cm.

Deverá ser executado o meio fio na complementação da Av. São Francisco e a rua Mariana Jacinta da Silva, de acordo com o projeto de pavimentação. O meio-fio será em concreto.

De acordo com o projeto de drenagem deverá ser realizado sarjetão no cruzamento de algumas ruas. O sarjetão são canais triangulares longitudinais destinados a coletar e conduzir as águas superficiais da faixa pavimentada e da faixa de passeio ao dispositivo de drenagem, boca de lobo, galeria etc.

Para a execução do sarjetão deverá ser feito um lastro de brita (5 centímetros) e em seguida a concretagem deve ser usinada com resistência mínima de 20 Mpa (20 centímetros).

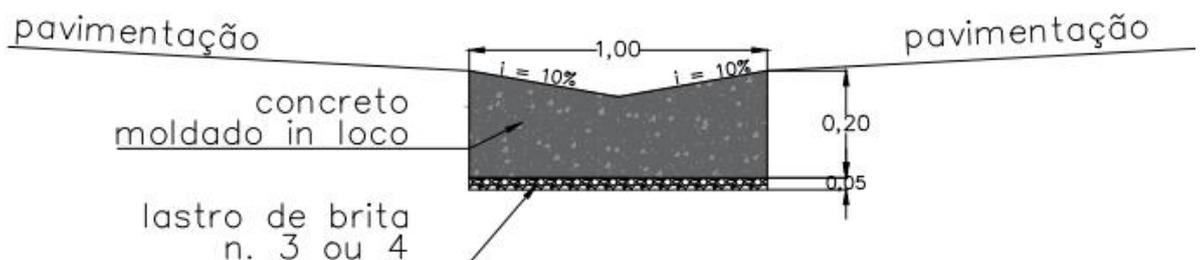


Figura 6 - Detalhe em corte do sarjetão

10.4. MURO DE ALA

Neste projeto de drenagem deverá ser executado muros de ala para rede tubular. A empresa executora deverá seguir o projeto padrão do DER-SP, enviado junto com os projetos de drenagem. O aço utilizado deve ser CA-50 e o concreto de fck 20 MPa, a forma e a escavação está incluso neste serviço.

DIÂMETROS DE MURO DE ALA	UTILIZADOS NESTE PROJETO
600	
800	X
1000	
1200	
1500	
2000	

Fonte: DAC Engenharia

10.5. DISSIPADOR DE ENERGIA

O dissipador de energia é de suma importância para reduzir a velocidade de escoamento de modo a reduzir os riscos e efeitos de erosão. O dissipador deve ser executado com argamassa e seixo rolado, a forma, o transporte do material e a execução estão incluso. O cálculo dos materiais depende do projeto do muro de ala.

A empresa executora deverá seguir o projeto padrão do DER-SP, enviado junto com os projetos de drenagem.

10.6. DESCIDA D'ÁGUA TIPO DEGRAU

A descida de água é de suma importância para reduzir a velocidade de escoamento de modo a reduzir os riscos e efeitos de erosão. O dissipador deve ser executado em concreto estrutural com fck de 20MPa, aço CA-50 e formas compensadas plastificadas. Deverá ser feito o apiloamento do fundo da vala.

A empresa executora deverá seguir o projeto, enviado junto com os projetos de drenagem.

10.7. BACIA DE ACUMULAÇÃO

Será feito uma bacia de acumulação de água, para isso foi considerado volume de corte para usar no aterro e volume de corte para bota fora. Deverá ser verificado in loco o volume de corte e aterro.

10.8. DRENO DE PAVIMENTO

Para drenar a água infiltrada no solo deverá ser executado um dreno de pavimento em baixo da sarjeta demarcada no projeto de drenagem. O tubo deverá ser de PVC perfurado envolvido com manta geotêxtil não tecida entre a manta e o tubo será colocado brita 2 como material drenante.

A empresa executora deverá seguir o projeto, enviado junto com os projetos de drenagem.

11. PAVIMENTAÇÃO

11.1. PAVIMENTO EM ASFALTO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido com o objetivo de fornecer o detalhamento e o dimensionamento de uma estrutura que possa suportar economicamente as repetições de eixo padrão em condições de conforto e segurança para o usuário da via projetada. O dimensionamento das espessuras das camadas do pavimento foi determinado em conformidade com as condições gerais indicadas pelo Manual de Pavimentação do DNIT.

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.

Após o reaterro, deverá ser feito o preparo da via para receber o pavimento, para isso deve ser feito a regularização da via, considerando toda a largura. Para este serviço é necessário o uso de caminhão distribuidor de água, uma moto niveladora articulada, grade de disco, o rolo compactador (pé de carneiro), o rolo compactador Auto propelido e trator de pneus.

Em seguida deverá ser realizado a camada de base e de revestimento. As ruas deverão ficar sinalizadas e se abertas para a passagem de carros devem estar planas, sem a presença de buracos.

Na complementação da Av. deverá ser feito o preparo do subleito com rachão.

- **REVESTIMENTO:** 3,50 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ;
- **BASE:** 15 cm de solo brita. (CBR \geq 60%, Expansão \leq 0,5%, Compactação a 100% Proctor Modificado);
- **SUB-BASE:** 15 cm de bica corrida. (CBR \geq 30%, Expansão \leq 1,0%, Compactação a 100% Proctor Normal).

Nota: o dimensionamento e o estudo do solo estão no anexo I e II deste documento.

11.2. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

Para a execução das camadas, devem-se seguir atentamente as seguintes especificações de serviço:

- Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) – DNIT – ES 031/06;
- Imprimação Impermeabilizante – DNIT – ES 144/14;
- Imprimação Ligante – DNIT – ES 145/12;
- Base Solo Brita – DNIT – ES 303/97;
- Sub-Base Bica Corrida – ET-DE-P00-010_A;
- Preparo do Subleito – DNIT -ES 299/97.

11.3. PAVIMENTO EM BLOQUETE

O final da rua Mariana Jacinta da Silva As áreas demarcadas com pavimentação em bloquete. Para a execução deverá ser feito uma base de 15cm com solo brita e em seguida um lastro de 6cm de areia para fazer o assentamento dos bloquetes.

A empresa executora deverá seguir o projeto de pavimentação.

12. LIMPEZA DIÁRIA DA OBRA

Durante o período da complementação da Av. São Francisco deverá ser contratado pela empresa executora um servente que trabalhará 8 h diárias durante os dois meses da obra. A carga, manobra e descarga de solos e materiais granulares deverá ser feita em caminhão basculante com capacidade de 10^3 e escavadeira hidráulica de 155 HP com caçamba de $1,20 \text{ m}^3$ e descarga livre. Todo material para descarte deverá ser encaminhado para bota-fora conforme projeto de Distância de Transporte de Material – DTM.

13. OBSERVAÇÕES

Qualquer tipo de modificação, alteração ou ajuste de projeto requerida pela contratada deve ser comunicada a fiscalização e 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 previstos em projeto sem o aceite documentado e assinado pelas autoridades cabíveis.

O descarte dos resíduos da construção civil deve ser realizado em locais licenciados pelos órgãos ambientais competentes. A prefeitura municipal de Pouso Alegre não se responsabilizará caso o descarte seja feito de maneira incorreta e sem a autorização ou porte do alvará fornecido pelo órgão ambiental. As Figuras 6 e 7 mostram o certificado do local sugerido pela Projetista e referência para o cálculo da distância de transporte, conforme o projeto DTM.

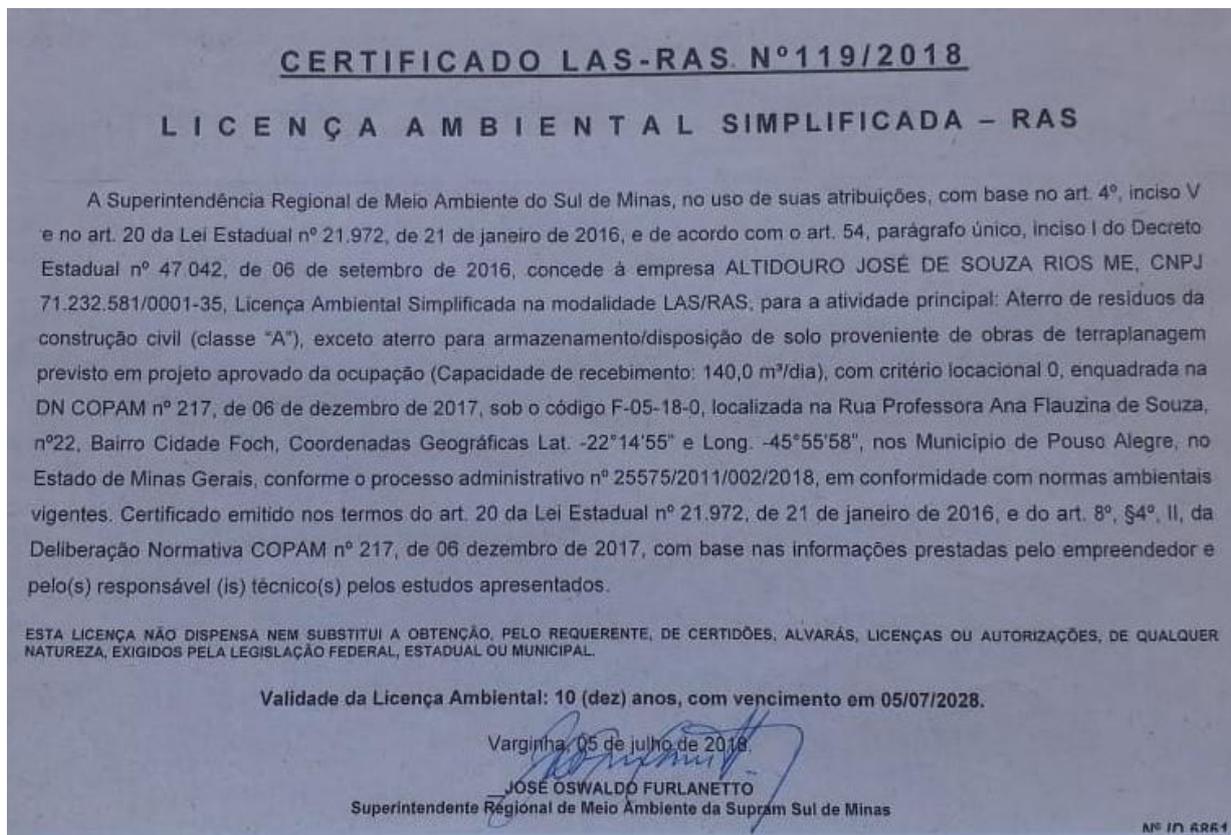


Figura 7 - CERTIFICADO DO LOCAL DE BOTA FORA

DEMAIS ATIVIDADES LISTADAS DO EMPREENDIMENTO				
CÓDIGO	ATIVIDADE	PARÂMETRO	QUANT.	UNIDADE DE MEDIDA
F-05-18-1	Áreas de triagem, transbordo e armazenamento transitório e/ou reciclagem de resíduos da construção civil e volumosos	Capacidade de recebimento	90,0	m ³ /dia

Figura 8 - CERTIFICADO DO LOCAL DE BOTA FORA

14. 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

Anexo I : Dimensionamento do Pavimento

1.1. MÉTODO UTILIZADO

No dimensionamento do pavimento flexível, foi utilizado o método do DNER, edição 1996, do Eng^o Murilo Lopes Souza, baseado nas características de resistência dos solos de fundação, dos materiais de constituição do pavimento e do volume e do tipo do tráfego solicitante. Segundo tal procedimento, determina-se a espessura total necessária para o pavimento, em função do material granular, como os dados geotécnicos e das características do tráfego solicitante, este último parâmetro também é utilizado para a determinação da espessura mínima do revestimento betuminoso.

Um projeto de pavimento flexível, como é proposto, deve atender limitações de tensões que possam provocar ruptura por cisalhamento, deformações permanentes e deformações recuperáveis ou elásticas. Na aplicação do método citado, é necessária a obtenção dos seguintes parâmetros:

Número “N”

O pavimento é dimensionado considerando a vida útil de projeto de 10 anos. E o número “N” utilizado para o dimensionamento do pavimento é estabelecido de acordo com a função predominante da via, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 – Tráfego por Classificação Funcional da Via

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial (faixa mais carregada)		Equivalente/ Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via Local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	2,7x10 ⁴ a 1,4x10 ⁵	10 ⁵
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1.500	21 a 100	1,50	1,4x10 ⁵ a 6,8x10 ⁵	5x10 ⁵
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1.501 a 5.000	101 a 300	2,30	1,4x10 ⁶ a 3,1x10 ⁶	2x10 ⁶
	PESADO	12	5.001 a 10.000	301 a 1.000	5,90	1,0x10 ⁷ a 3,3x10 ⁷	2x10 ⁷
	MUITO PESADO	12	> 10.000	1,001 a 2.000	5,90	3,3x10 ⁷ a 6,7x10 ⁷	5x10 ⁷
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3x10 ⁶	10 ⁷
	VOLUME PESADO	12		> 500		5x10 ⁷	5x10 ⁷

Fonte: Prefeitura de São Paulo, 2004.

A partir da projeção futura de utilização da via após a pavimentação, foi considerado o tráfego de Via Local e Coletora (tráfego médio). O valor obtido para o período e especificações de projeto citados acima foi **N = 5 x 10⁵**.

Índice de Suporte do Subleito (CBR)

Para o dimensionamento do pavimento foi obtido o valor de CBR de 7%, através dos ensaios geotécnicos realizados próximo a via (ANEXO I), realizado pela FEPI.

1.2. DETERMINAÇÃO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS DOS PAVIMENTOS

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão.

O método do DNIT recomenda as espessuras mínimas apresentadas na Tabela 2 que se segue.

Tabela 2 – Tipo de revestimento em função de tráfego

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos Betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT, 2006.

As espessuras mínimas do revestimento são obtidas em função do número “N”. Conforme apresentado anteriormente, para o número “N” igual a 5×10^5 , como aponta a estimativa de tráfego, poderia ser utilizado um tratamento superficial, mas visando a maior durabilidade será adotado um revestimento betuminoso de 3,5 cm.

A determinação das espessuras das demais camadas constituintes do pavimento se faz pelas seguintes inequações:

$$R \times KR + B \times KB \geq h20 \quad (1)$$

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times Ks \geq Hn \quad (2)$$

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times Ks + hn \times KREF \geq Hm \quad (3)$$

Onde:

- R = espessura do revestimento;
- B = espessura da camada de base;
- H20 = espessura sobre a sub-base;
- h20 = espessura da sub-base;
- Hn = espessura sobre o reforço do subleito;
- hn = espessura do reforço do subleito;
- Hm = espessura total do pavimento;
- KR, KB, KS, KREF = coeficientes de equivalência estrutural.

As espessuras H_m , H_n , e H_{20} são obtidas através do ábaco apresentado na Figura 2, onde a espessura é função do número “N” e do valor do CBR do subleito, da sub-base ou do reforço do subleito.

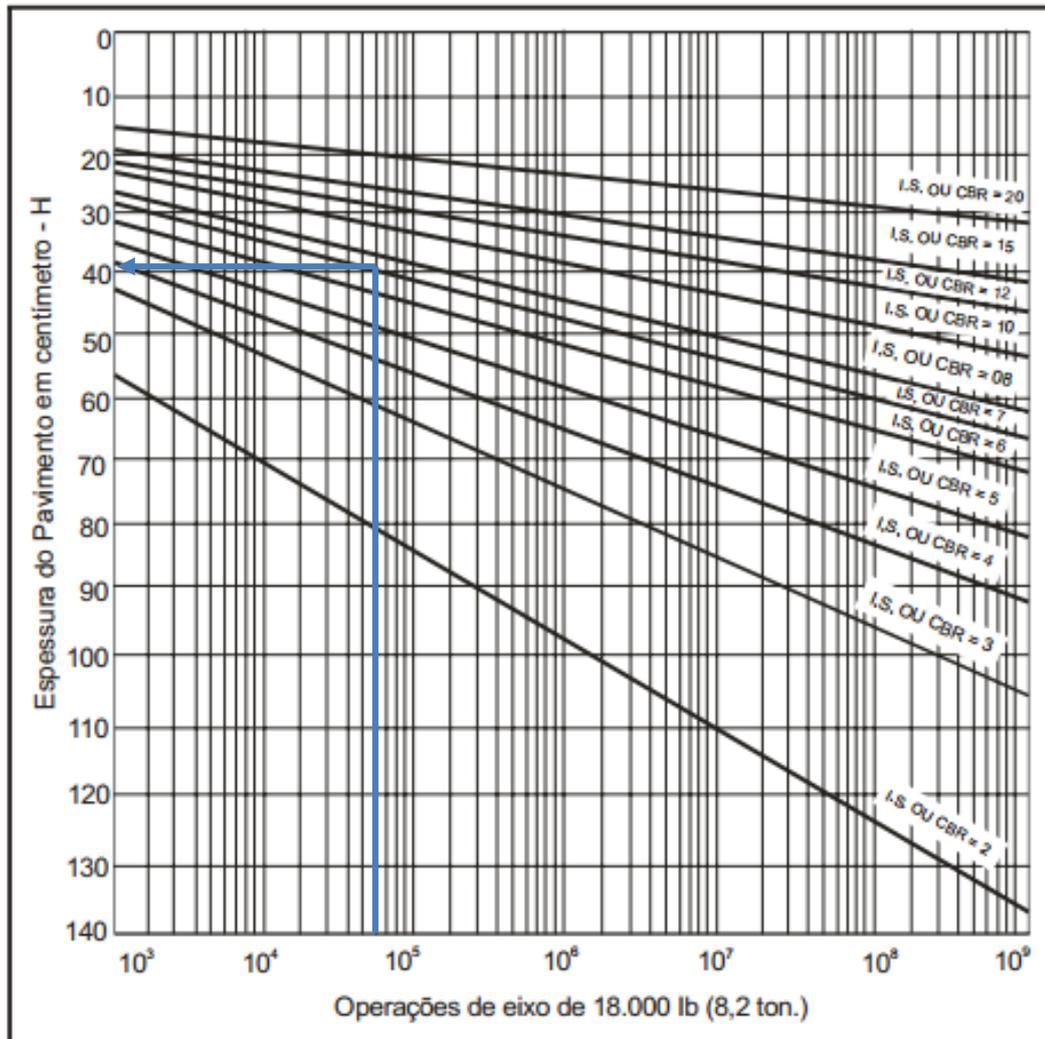


Figura 1– Ábaco de determinação da espessura do pavimento

Fonte: DNIT, 2006.

O método de dimensionamento do DNIT faz algumas recomendações quanto aos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais e quanto às espessuras mínimas de revestimento betuminoso.

Os coeficientes estruturais dos materiais utilizáveis nas camadas do pavimento são apresentados na Tabela 3 que se segue.

Tabela 3 – Coeficientes k

Componentes do Pavimento	Coeficiente k
Base ou revestimento do concreto betuminoso	2
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,7
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,4
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,2
Camadas granulares	1
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 45 kg/cm ²	1,7
Idem, com resistência a compressão a 7 dias entre 45 e 28 kg/cm ²	1,4
Idem, com resistência a compressão a dias entre 28 e 21 kg/cm ²	1,2
Bases de Solo-Cal	1,2

Fonte: DNIT, 2006.

Para determinação das espessuras do pavimento da via serão adotados os seguintes coeficientes:

- Revestimento betuminoso: K = 2,00;
- Base granular: K = 1,0;
- Sub-base granular: K = 1,0;
- CBR do subleito = 7%.

Assim, com a resolução das inequações e atentando-se para as espessuras mínimas das camadas indicadas pelas instruções de execução em vigor, têm-se as espessuras das camadas do pavimento dimensionado:

- Revestimento: 3,50 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ.
- Base: 15,0 cm* de material estabilizado granulometricamente (CBR ≥ 60%, Expansão ≤ 0,5%, Compactação a 100% Proctor Modificado) – Solo Brita.
- Sub-Base: 15,0 cm* de material granular (CBR ≥ 30%, Expansão ≤ 1,0%, Compactação a 100% Proctor Normal) – Bica Corrida.

Devido às características dos materiais majoritariamente encontrados na travessia do córrego deverá ser utilizada uma camada de reforço de subleito neste trecho, **entre as estacas 3 e 5 da Av. São Francisco.**

- Reforço Subleito: 50,0 cm de Rachão – entre as estacas

A escolha dos materiais visa criar uma estrutura drenante sem ascendência de água no pavimento.

Anexo II: Resultado dos Ensaio Geotécnicos

RELATÓRIO DE ENSAIOS DE
LABORATÓRIO DE SOLOS
REALIZADOS NA FEPI
JUNHO 2020

ENSAIOS DE:

- **Granulometria por peneiramento**
- **Limites de Consistência (LL, LP e IP)**
- **Compactação (Proctor Normal)**
- **Índice Suporte California (CBR)**

ENSAIOS DE CONTROLE TECNOLÓGICO

Laboratório da Engenharia Civil de Itajubá - FEPI

Prof. Ms. Mario Vitor Pinheiro

Itajubá - MG

Itajubá, 29 de junho de 2020

Relatório Técnico

Obra: -

Cliente: DAC ENGENHARIA

Rua Miguel Viana, 81 – Sala 12 – Bairro Morro Chic.

Itajubá – MG – CEP 37500-080

Fone: 3623 5720

E-mail: flavia.barbosa@dacengenharia.com.br

Ref. 041059

De acordo com solicitação da DAC-ENGENHARIA realizamos ensaios de Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP), Granulometria por peneiramento, Compactação (Proctor Normal) e Índice Suporte California (CBR) com duas amostras de solos coletadas pela própria DAC e entregues ao laboratório de solos da Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá-MG – FEPI, cujos ensaios foram realizados no período de 15/03/2020 à 22/06/2020.

O objetivo desses ensaios é identificar as características do solo ensaiado quanto aos Limites de Consistência, granulometria, Umidade ótima com massa específica seca máxima de laboratório e a Resistência do solo de acordo com o Índice Suporte California -CBR e realizados de acordo com as normas da ABNT, cujos resultados são apresentados a seguir. As amostras foram denominadas da seguinte forma: Amostra 1(Topo) e a amostra 2 (Sem especificação).

1. Ensaio Limites de Consistência - NBR 6459

Esses ensaios foram realizados de acordo com as seguintes normas:

- 1.1 Ensaio de Limite de Liquidez – NBR 6459
- 1.2 Ensaio de Limite de Plasticidade – NBR 7180

O solo da Amostra 1 e Amostra 2 apresentaram os seguintes valores dos Limites de Liquidez e Plasticidade, cujos dados e gráficos encontram-se nos anexos:

Amostra	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	37	26	11
2	53	31	22

2. Ensaio de Granulometria – NBR 7181

Esse ensaio foi realizado de acordo com a norma NBR 7181. O solo da Amostra 1(Topo) e Amostra 2 apresentaram os seguintes valores referente a granulometria por peneiramento, cujos dados e gráficos encontram-se nos anexos:

Tipo	Amostra 1		Amostra 2	
Pedregulhos	1,6	%	0,3	%
Areia Grossa	2,1	%	0,5	%
Areia Média	33,0	%	57,1	%
Areia Fina	54,8	%	40,3	%
Finos (Silte e Argila)	8,5	%	1,8	%
Soma	100	%	100	%

Classificação dos Solos:

A tabela a seguir mostra a classificação dos solos quanto aos métodos Unificado e Rodoviário.

Tabela – Índices de Consistência e Classificação dos Solos.

	LL	LP	IP	Finos	Classificação Rodoviária			Classificação Unificada
	%	%	%	%<#200	Tipo	Solo	IG	
Amostra 1	37	26	11	8,5	A-2-6	Areias	0	SW-SM
Amostra 2	53	31	22	1,8	A-2-7	Areias	0	SP

Observação: A-2-6 e A-2-7 : Areias e Areias Siltosas ou Argilosas
SW : Areias bem graduadas
SM : Areia Siltosa
SP : Areia mal graduada.

3. Ensaio de Compactação (Proctor Normal) – NBR 7182

Esse ensaio foi realizado de acordo com a norma NBR 7182. A umidade ótima ($h_{ótima}$) e Massa Específica Seca máxima de laboratório apresentaram os seguintes valores:

Amostra	1	2
$h_{ótima}$ lab (%)	17,0	25,5
$\gamma_{smáx}$ (g/cm³)	1,676	1,553

4. Ensaio de Índice Suporte Califórnia (CBR) – NBR 9895

Esse ensaio foi realizado de acordo com a norma NBR 9895. O solo da Amostra 1 e Amostra 2 apresentaram os seguintes valores referentes ao CBR's, cujos dados e gráficos encontram-se nos anexos:

Amostra	1	2
CBR	7	9
Expansão	1,8	0,8

Me Mario Vitor Pinheiro
CREA – 4848-D
Professor da Engenharia Civil de Itajubá - FEPI

ANEXOS

Dados dos Ensaio

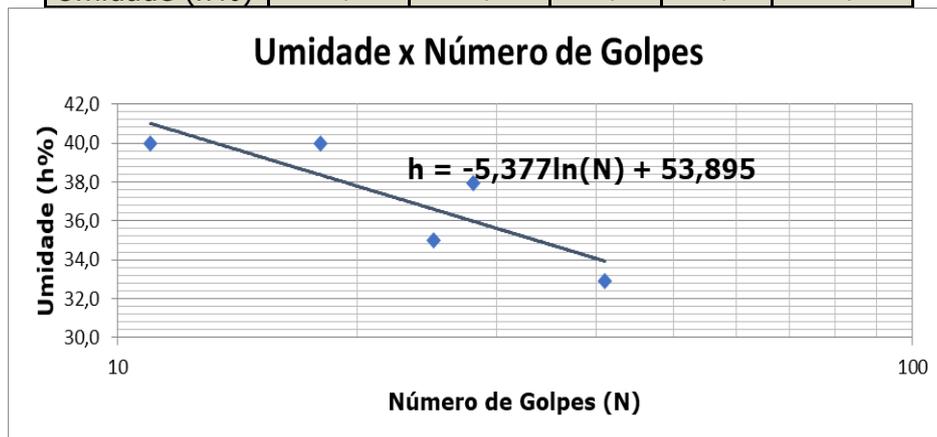
Limites de Consistências

Amostra 1 (Topo)

Amostra 1	Limite de Plasticidade				
Cap	38	34	21	23	42
Pc (g)	9,10	10,13	11,23	10,48	10,08
Pc+Ph(g)	8,85	9,83	10,77	10,14	9,80
Pc+Ps(g)	7,90	8,67	8,89	8,82	8,78
h%	26,3	25,9	x	25,8	27,5
Média	26,3 %			LP	26 %

X = Valor descartado

Amostra 1	Limite de Liquidez				
Capsula Nº	85	52	72	40	76
Golpes (N)	11	18	28	41	25
Peso cáp (g)	9,20	9,88	9,04	9,57	10,34
Pc+Ph(g)	8,94	9,54	8,82	9,31	10,06
Pc+Ps(g)	8,29	8,69	8,24	8,52	9,26
Umidade (h%)	40,0	40,0	37,9	32,9	35,0



Para N = 25 ∴ LL = 37%

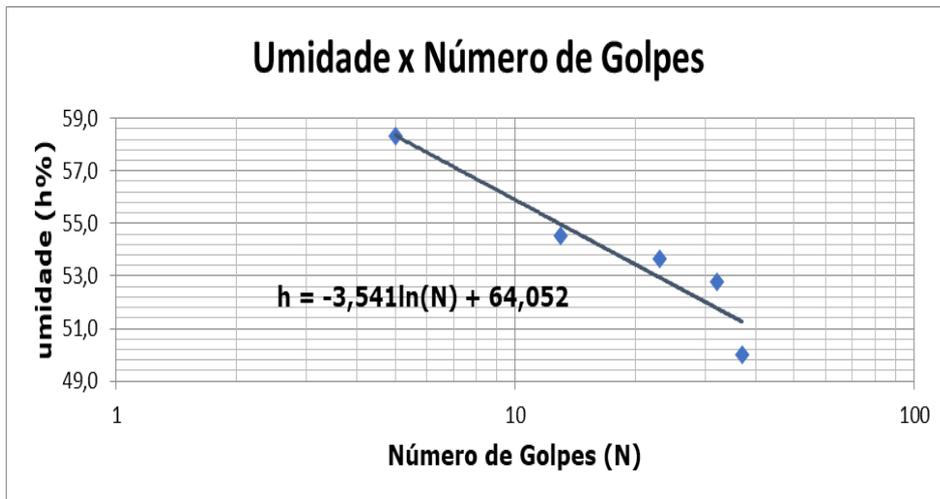
Limite de liquidez	37	%
Limite de Plasticidade	26	%
Índice de Plasticidade	11	%

Amostra 2

Amostra 2	Limite de Plasticidade				
Cap	27	43	6	83	66
Pc (g)	10,22	9,77	10,18	10,09	12,02
Pc+Ph(g)	9,87	9,46	9,69	9,80	11,33
Pc+Ps(g)	8,73	8,48	8,18	8,85	9,15
h%	30,7	31,6	32,5	30,5	31,7
Média	31,4%			LP	31%

Amostra 2	Limite de Liquidez				
Cap	3	51	47	91	68
N	5	13	23	32	37
Pc (g)	9,16	9,35	9,54	9,10	9,35
Pc+Ph(g)	8,88	9,05	9,32	8,91	9,09
Pc+Ps(g)	8,40	8,50	8,91	8,55	8,57
h%	58,3	54,5	53,7	52,8	50,0

Para N = 25 ∴ LL = 53%



Limite de liquidez	53	%
Limite de Plasticidade	31	%
Índice de Plasticidade	22	%

Análise Granulométrica – Peneiramento

Amostra 1 (Topo)

Análise Granulométrica					
Empresa:					
Referência	AMOSTRA TOPO			Operador:	Mario
Tipo de Material				Data:	04/12/15
Local Coleta				Itajubá - MG	

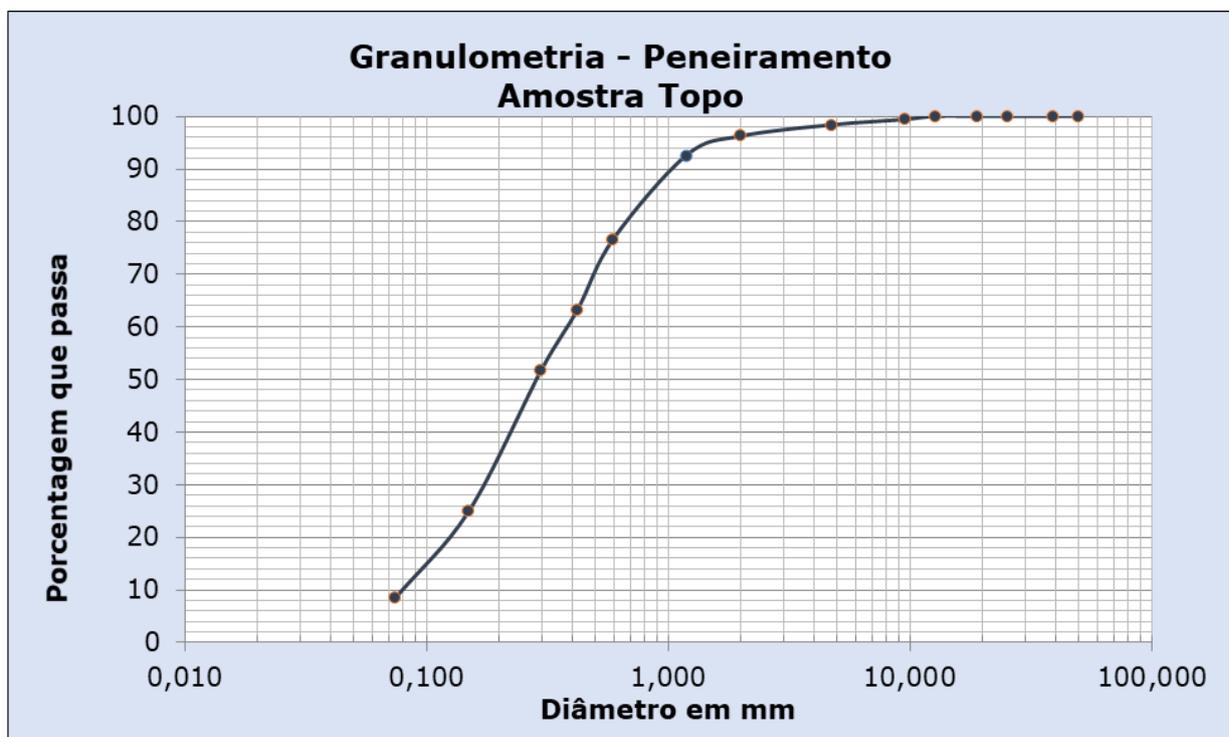
Umidade higroscópica	(%)	Amostra total seca	(g)	Resumo da Granulometria	%
Cápsula n°	58	Amostra total úmida	2065,0	Pedregulho: Acima de 4,76 mm	1,6
Cápsula e solo úmido(g)	75,5	Retido no #10	92,3	Areia Grossa: 4,8 - 2,0 mm	2,1
Cápsula e solo seco(g)	68,7	Passando na #10 úmida	1972,7	Areia Média: 2,0 - 0,42 mm	33,0
Peso da Cápsula(g)	14,9	Passando na #10 seca	1751,1	Areia Fina: 0,42 - 0,074 (#200)	54,7
Peso da água(g)	6,8	Amostra total seca	1843,5	Finos: Passando # 200	8,5
Peso do solo seco(g)	53,8	Total			100,0
Umidade higroscópica(%)	12,7				

O resumo da granulometria é apresentado no quadro acima a direita

Peneiramento da amostra total						
Peneiras #			Material Retido			% que passa da amostra total
N°	mm	Polegada	Peso (g)	% da amostra total	% acumulada	
	50,00	2,00		0,0	0,0	100,0
	39,10	1,50		0,0	0,0	100,0
	25,40	1,00		0,0	0,0	100,0
	19,05	0,75	13,98	0,0	0,0	100,0
	12,70	0,50		0,0	0,0	100,0
	9,52	0,375	11,06	0,6	0,6	99,4
4	4,76	0,107	18,91	1,0	1,6	98,4
10	2,00	0,073	39,28	2,1	3,8	96,2

Peneiramento da amostra Parcial			
Peso da amostra parcial	Peso da amostra úmida (g)	86,1	
	Peso da amostra seca (g)	62,7	

N°	mm	Peso (g)	% amostra parcial	% que passa da amostra parcial	% que passa da amostra total
16	1,19	2,36	3,8	96,2	92,6
30	0,59	10,43	16,6	79,6	76,6
40	0,42	8,72	13,9	65,7	63,2
50	0,297	7,50	12,0	53,7	51,7
100	0,149	17,42	27,8	25,9	24,9
200	0,074	10,72	17,1	8,8	8,5



Amostra 2

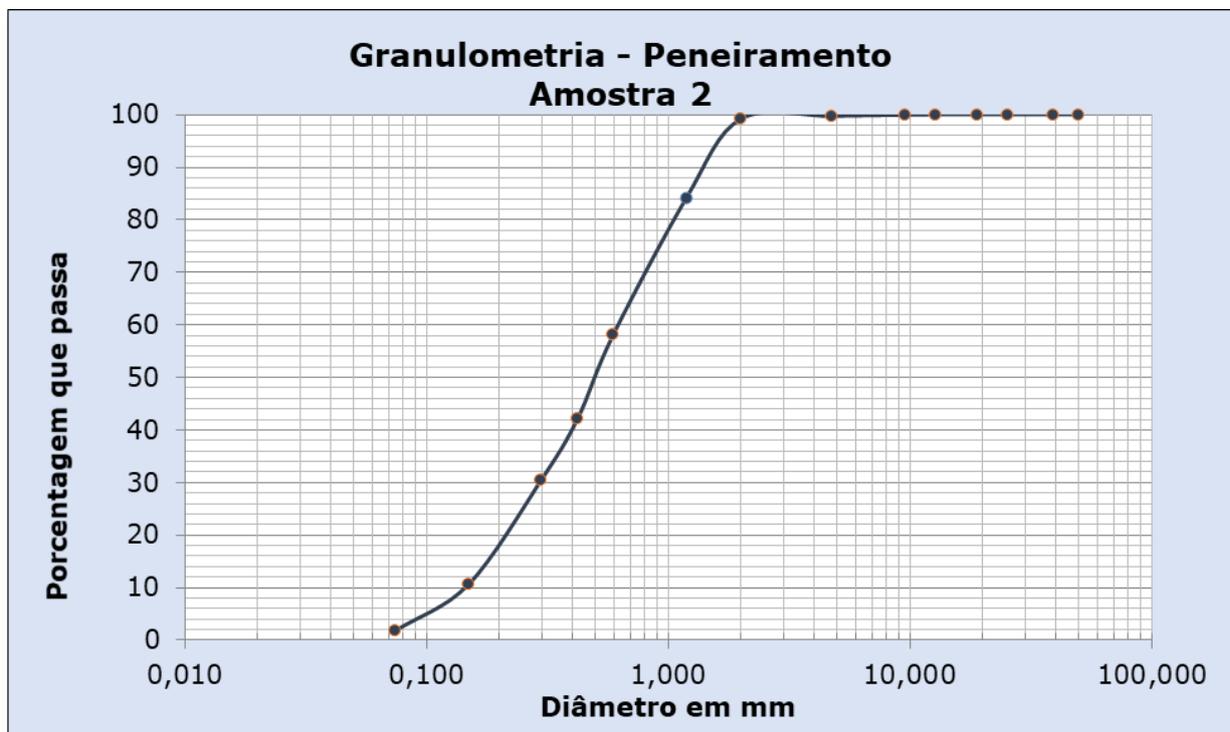
Análise Granulométrica					
Empresa:					
Referência	AMOSTRA 2			Operador:	Mario
Tipo de Material				Data:	04/12/15
Local Coleta				Itajubá - MG	

Umidade higroscópica	(%)	Amostra total seca	(g)	Resumo da Granulometria	%
Cápsula n°	22	Amostra total úmida	2225,0	Pedregulho: Acima de 4,8 mm	0,3
Cápsula e solo úmido(g)	64,0	Retido no #10	14,9	Areia Grossa: 4,8 - 2,0 mm	0,5
Cápsula e solo seco(g)	54,3	Passando na #10 úmida	2210,1	Areia Média: 2,0 - 0,42 mm	57,1
Peso da Cápsula(g)	14,1	Passando na #10 seca	1781,9	Areia Fina: 0,42 - 0,074 (#200)	40,3
Peso da água(g)	9,7	Amostra total seca	1796,8	Finos: Passando # 200	1,8
Peso do solo seco(g)	40,2	Total			100,0
Umidade higroscópica(%)	24,0				

O resumo da granulometria é apresentado no quadro acima a direita

Peneiramento da amostra total						
Peneiras #			Material Retido			% que passa da amostra total
N°	mm	Polegada	Peso (g)	% da amostra total	% acumulada	
	50,00	2,00		0,0	0,0	100,0
	39,10	1,50		0,0	0,0	100,0
	25,40	1,00		0,0	0,0	100,0
	19,05	0,75		0,0	0,0	100,0
	12,70	0,50		0,0	0,0	100,0
	9,52	0,375	1,16	0,1	0,1	99,9
4	4,76	0,107	4,09	0,2	0,3	99,7
10	2,00	0,073	9,22	0,5	0,8	99,2

Peneiramento da amostra Parcial					
Peso da amostra parcial		Peso da amostra úmida (g)		78,6	Cap 71
		Peso da amostra seca (g)		62,7	
N°	mm	Peso (g)	% amostra parcial	% que passa da amostra parcial	% que passa da amostra total
16	1,19	9,46	15,1	84,9	84,2
30	0,59	16,54	26,4	58,5	58,0
40	0,42	10,09	16,1	42,4	42,1
50	0,297	7,35	11,7	30,7	30,4
100	0,149	12,48	19,9	10,8	10,7
200	0,074	5,60	8,9	1,8	1,8



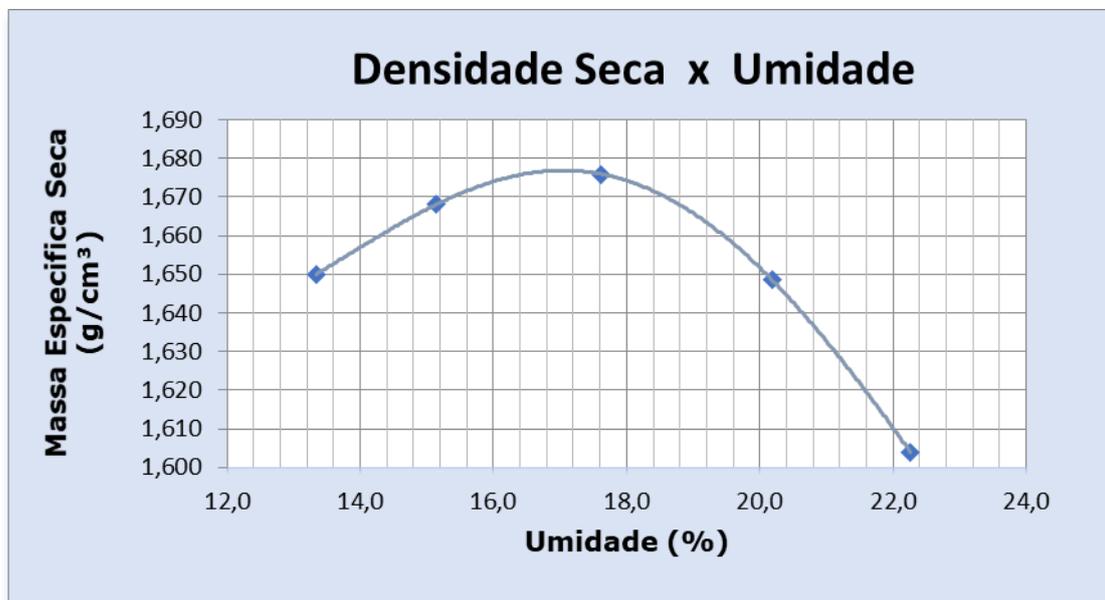
Ensaio de Compactação

Amostra 1 (Topo)

MVP ENGENHARIA	OBRA:	DATA: 29/06/2020
ENSAIO NORMAL DE PROCTOR		
LOCAL:		
DESCRIÇÃO: AMOSTRA DE TOPO	DAC ENGENHARIA	

CILINDRO	Altura: (cm)	12,52	Diâmetro: (cm)	10,03	
CILINDRO Nº	1	2	3	4	5
Peso do Solo Úmido+Cilindro (g)	4350	4290	4450	4350	4440
Peso do Cilindro (g)	2500	2390	2500	2390	2500
Volume do Cilindro (cm ³)	989,26	989,26	989,26	989,26	989,26
Peso do Solo Seco (g)	1850	1900	1950	1960	1940
Densidade Umida (g/cm ³)	1,870	1,921	1,971	1,981	1,961

UMIDADE					
Cápsula Nº	80	44	77	1	48
Cáps+Solo Úmido (g)	90,56	79,91	90,05	78,48	83,51
Cáps+Solo Seco (g)	81,57	71,40	78,98	67,73	70,70
Peso da Cápsula (g)	14,17	15,20	16,14	14,46	13,16
Teor de Umidade(%)	13,3	15,1	17,6	20,2	22,3
Densidade Seca (g/cm³)	1,650	1,668	1,676	1,649	1,604



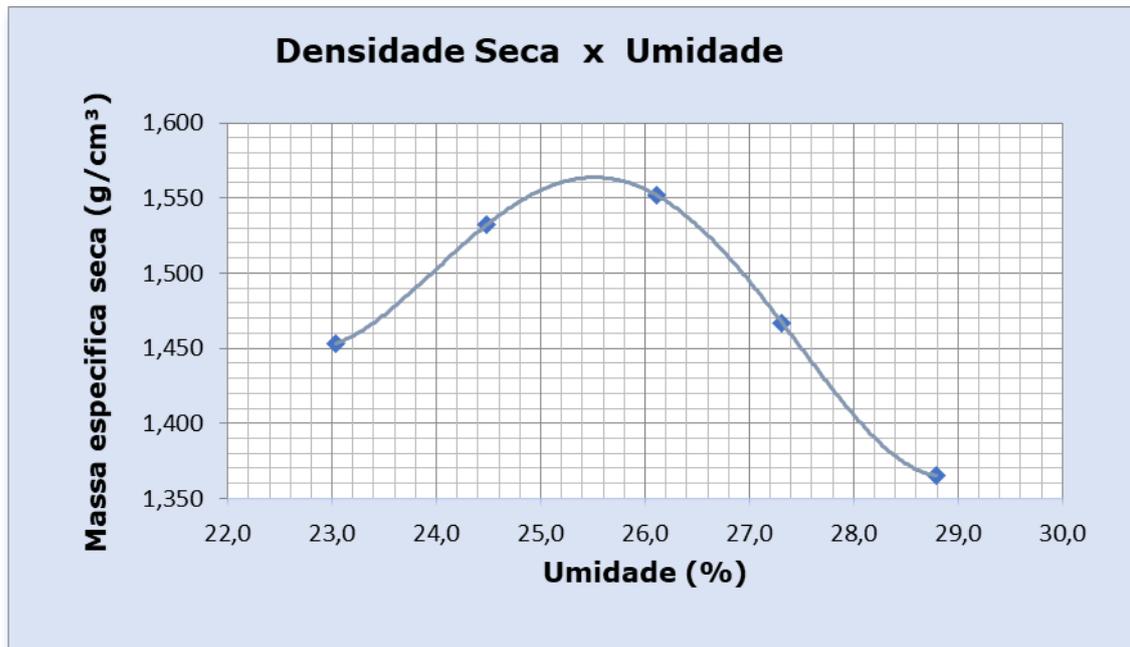
$\gamma_{s\text{máx}} = 1,676 \text{ g/cm}^3$ e $h_{\text{ótima}} = 17,0\%$

Amostra 2

MVP ENGENHARIA	OBRA:	DATA: 29/06/2020
ENSAIO NORMAL DE PROCTOR		
LOCAL:		
DESCRIÇÃO: AMOSTRA DE TOPO	DAC ENGENHARIA	

CILINDRO	Altura: (cm)	12,74	Diâmetro: (cm)	10,03	
CILINDRO Nº	1	2	3	4	5
Peso do Solo Úmido+Cilindro (g)	4190	4420	4350	4380	4260
Peso do Cilindro (g)	2390	2500	2380	2500	2490
Volume do Cilindro (cm ³)	1006,64	1006,64	1006,64	1006,64	1006,64
Peso do Solo Úmido (g)	1800	1920	1970	1880	1770
Densidade úmida(g/cm ³)	1,788	1,907	1,957	1,868	1,758

UMIDADE					
Cápsula Nº	17	24	26	39	50
Cáps+Solo Úmido (g)	78,87	88,82	91,82	82,45	92,97
Cáps+Solo Seco (g)	66,96	74,25	76,40	67,96	75,53
Peso da cápsula (g)	15,27	14,74	17,35	14,91	14,96
Teor de Umidade(%)	23,0	24,5	26,1	27,3	28,8
Densidade Seca (g/cm³)	1,453	1,532	1,552	1,467	1,365



$\gamma_{s\text{máx}} = 1,553 \text{ g/cm}^3$ e $h_{\text{ótima}} = 25,5\%$

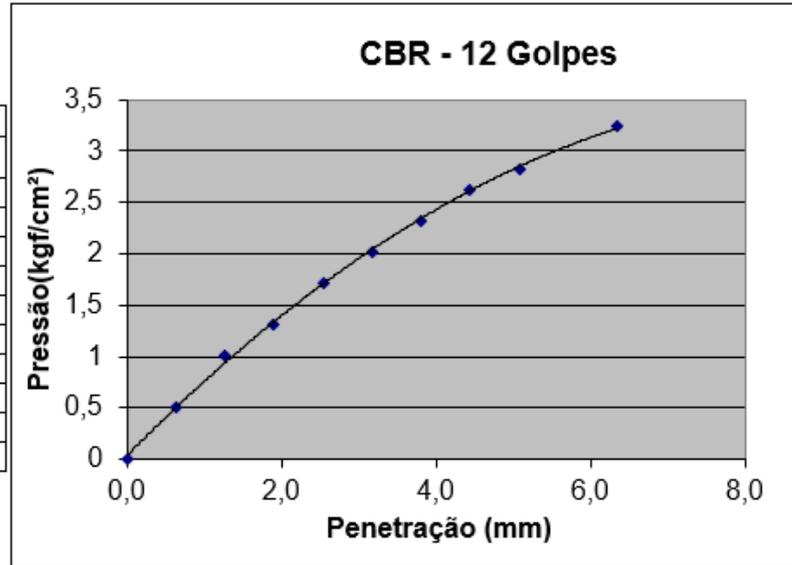
Ensaio de CBR

Amostra 1 (Topo)

CBR	
K(anel)	101,11 (kgf.mm/cm ²)

Golpes	12
Cilindro n°	130

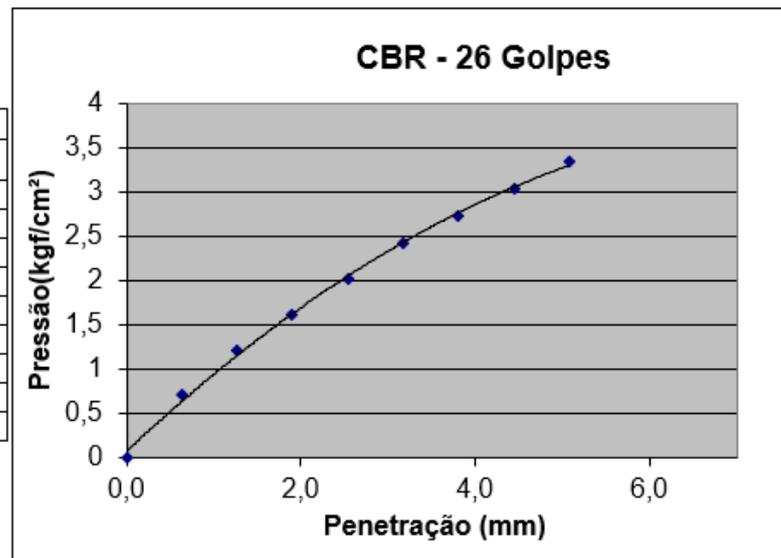
Leituras	Pressão	CBR
		3
0	0	
0,635	5	0,5
1,270	10	1,0
1,905	13	1,3
2,540	17	1,7
3,175	20	2,0
3,810	23	2,3
4,445	26	2,6
5,080	28	2,8
6,350	32	3,2



CBR	
K(anel)	101,11 (kgf.mm/cm ²)

Golpes	26
Cilindro n°	126

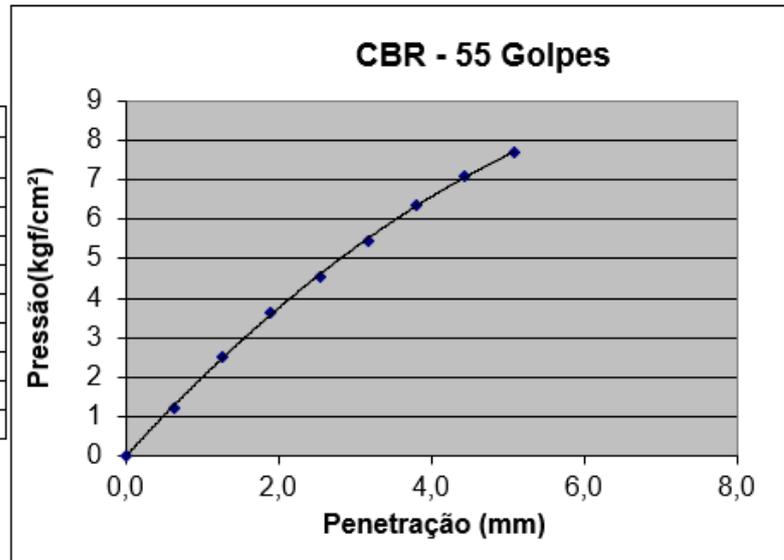
Leituras	Pressão	CBR
		3
0	0	
0,635	7	0,7
1,270	12	1,2
1,905	16	1,6
2,540	20	2,0
3,175	24	2,4
3,810	27	2,7
4,445	30	3,0
5,080	33	3,3



	CBR	
K(anel)	101,11	(kgf.mm/cm ²)

Golpes	55
Cilindro nº	122

	Leituras	Pressão	CBR
			7
0	0	0	
0,635	12	1,2	
1,270	25	2,5	
1,905	36	3,6	
2,540	45	4,5	6
3,175	54	5,5	
3,810	63	6,4	
4,445	70	7,1	
5,080	76	7,7	7



CBR Amostra 1 = 7%

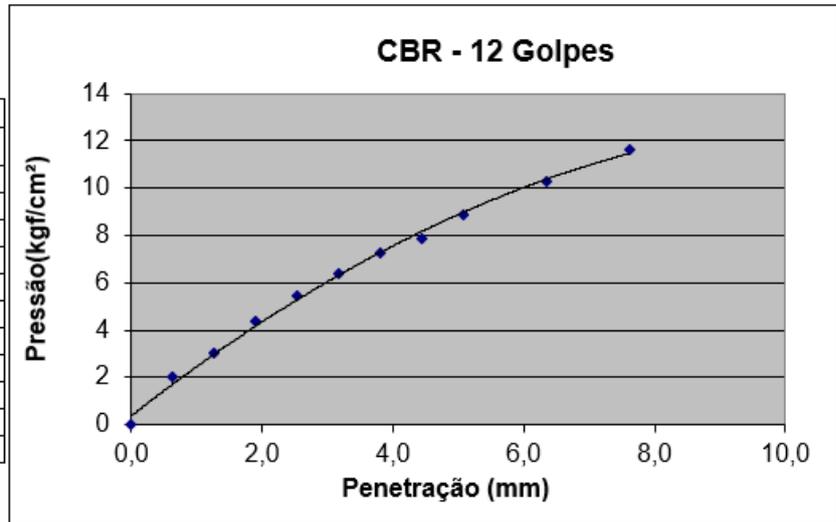
Expansão	Cilindro			
	Datas	130	126	122
	16/06	263	52	125
	17/06	270	55	258
	18/06	272	57	240
	19/06	275	55	230
E%		1,8	0,4	1,7

Amostra 2

	CBR	
K(anel)	101,11	(kgf.mm/cm ²)

Golpes	12
Cilindro nº	131

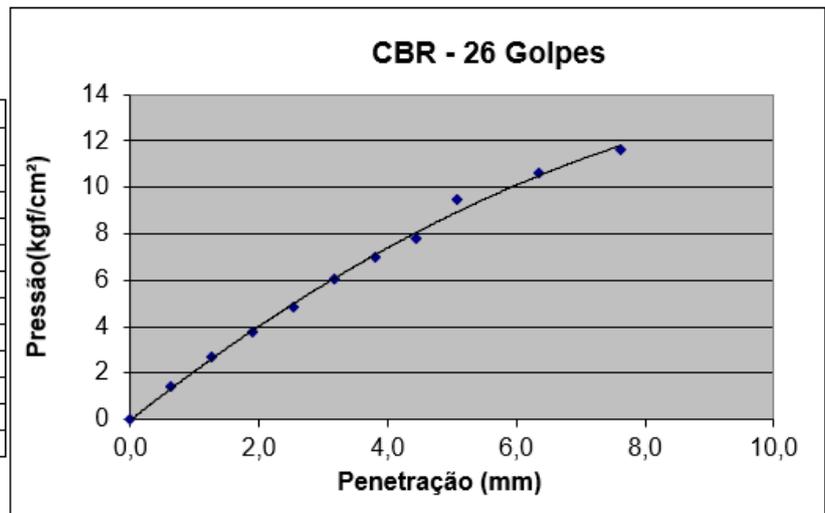
	Leituras	Pressão	CBR
			8
0	0	0	
0,635	20	2,0	
1,270	30	3,0	
1,905	43	4,3	
2,540	54	5,5	8
3,175	63	6,4	
3,810	72	7,3	
4,445	78	7,9	
5,080	88	8,9	8
6,350	102	10,3	
7,620	115	11,6	



	CBR	
K(anel)	101,11	(kgf.mm/cm ²)

Golpes	26
Cilindro nº	127

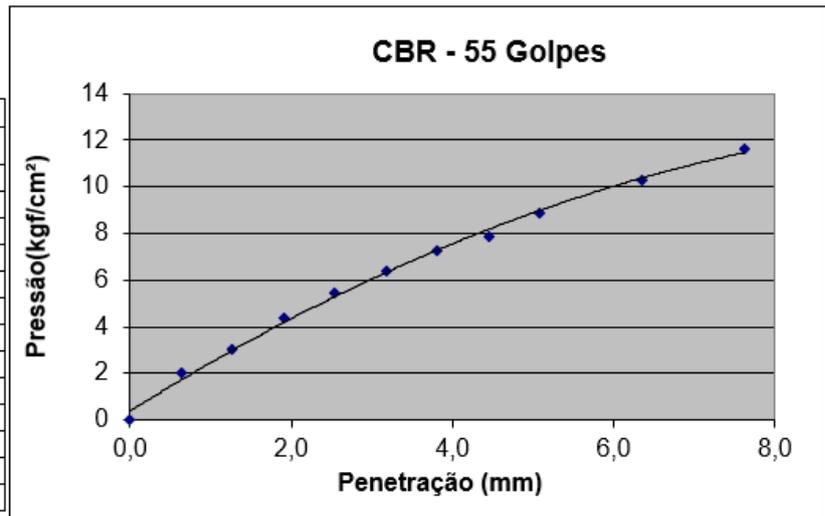
	Leituras	Pressão	CBR
			9
0	0	0	
0,635	14	1,4	
1,270	27	2,7	
1,905	37	3,7	
2,540	48	4,9	7
3,175	60	6,1	
3,810	69	7,0	
4,445	77	7,8	
5,080	94	9,5	9
6,350	105	10,6	
7,620	115	11,6	



	CBR	
K(anel)	101,11	(kgf.mm/cm ²)

Golpes	55
Cilindro n°	129

	Leituras	Pressão	CBR
			7
0	0	0	
0,635	8	0,8	
1,270	17	1,7	
1,905	28	2,8	
2,540	40	4,0	6
3,175	50	5,1	
3,810	60	6,1	
4,445	70	7,1	
5,080	78	7,9	7
6,350	97	9,8	
7,620	104	10,5	
8,890	129	13,0	



CBR Solo 2 = 7%

Expansão	Cilindro			
	Datas	131	127	129
	16/06	76	-15	35
	17/06	115	70	40
	18/06	112	98	38
	19/06	120	90	40
E%		0,8	0,6	0,3

Expansão amostra 2 = 0,8%