

**Sagra Engenharia Ltda**

Av. Mons Florentino Santamaria, 182 - Centro  
Vera Cruz/SP – CEP. 17.560-000  
CNPJ/MF. 13.824.333/0001-87  
I.E. 713.007.120.112



# PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS NO FINAL DA AVENIDA DEPUTADO NELSON FERNANDES COM LANÇAMENTO NO RIBEIRÃO VERMELHO

BAIRRO: CENTRO

MUNICÍPIO DE IBIRAREMA/SP

Engº Eduardo Devito Davoli CREA SP 5061984575/D

Volume único:

- Relatório de projeto básico
- Projeto executivo

Junho de 2023

**Sagra Engenharia Ltda**

Av. Mons Florentino Santamaria, 182 - Centro  
Vera Cruz/SP – CEP. 17.560-000  
CNPJ/MF. 13.824.333/0001-87  
I.E. 713.007.120.112



## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	03
2. MAPA DE SITUAÇÃO .....	04
3. PROJETO GEOMÉTRICO	
3.1 INTRODUÇÃO .....	05
3.2 DIMENSIONAMENTO .....	05
4. MEMORIAL DESCRITIVO	
4.1 ESCAVAÇÃO MECÂNICA E REATERRO DE VALAS .....	08
4.2 GALERIAS .....	08
4.3 POÇOS DE VISITA .....	09
4.4 BOCAS DE LOBO .....	10
5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	10
6. RECOMPOSIÇÃO ASFÁLTICA	
6.1 ABERTURA E PREPARO DE CAIXAS .....	10
6.2 COMPACTAÇÃO DE SUB LEITO .....	10
6.3 BASE DE SOLO DE BRITA .....	11
6.4 IMPRIMADURA IMPERMEABILIZANTE.....	11
6.5 PINTURA LIGANTE .....	11
6.6 APLICAÇÃO DE CBUQ .....	11
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	11
9. PROJETO EXECUTIVO .....	12

**Sagra Engenharia Ltda**

Av. Mons Florentino Santamaria, 182 - Centro  
Vera Cruz/SP – CEP. 17.560-000  
CNPJ/MF. 13.824.333/0001-87  
I.E. 713.007.120.112



## 1. APRESENTAÇÃO

O presente volume denominado Volume Único do Projeto de Drenagem de Águas Pluviais no final da Av. Deputado Nelson Fernandes com lançamento no Ribeirão Vermelho, no município de Ibirarema, SP, é composto por uma descrição dos serviços a serem executados e das soluções a serem adotadas.

O município de Ibirarema está localizado no eixo de ligação das Rodovias Raposo Tavares e Transbrasiliana que interliga os estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. Conta com aproximadamente 7.700 habitantes de acordo com o censo 2020.

O projeto foi desenvolvido com o objetivo de possibilitar uma drenagem eficaz na área considerada, visando diminuir os transtornos causados pelas chuvas no final da Av. Deputado Nelson Fernandes.

O lançamento da água coletada pelo presente sistema de drenagem ocorrerá no Ribeirão Vermelho.

## Sagra Engenharia Ltda

Av. Mons Florentino Santamaria, 182 - Centro  
Vera Cruz/SP – CEP. 17.560-000  
CNPJ/MF. 13.824.333/0001-87  
I.E. 713.007.120.112



## 2. MAPA DE SITUAÇÃO

O local está desprovido de drenagem de águas pluviais, ocorrendo inundações em diversas casas.

Verificou-se um projeto de drenagem de águas pluviais eficaz, a fim de dirimir os problemas existentes no final da Avenida Deputado Nelson Fernandes e ruas adjacentes.

Figura 01 - Município de Ibirarema - Localização do trecho final da galeria  
Fonte: Google Earth - Junho/2023



### 3. PROJETO GEOMÉTRICO

#### 3.1 INTRODUÇÃO

O presente estudo cuida do dimensionamento e traçado da rede disciplinando o caminhamento das águas pluviais, no final da Avenida Deputado Nelson Fernandes, com lançamento no Ribeirão Vermelho.

Para efeito do traçado da rede de galerias e buscando uma melhor relação custo/benefício, utilizou-se o método de dividir as quadras em bacias de contribuição, calculando-se as vazões para cada uma delas, e utilizando as máximas capacidades de transporte das ruas.

A análise dessa capacidade, foi feita segundo a metodologia constante no curso de Drenagem Urbana - Programa de Treinamento Técnico ( DAEE - 1984 ).

No final da rede de galeria é necessário a construção de dissipador visando evitar danos na área de várzea..

#### 3.2 DIMENSIONAMENTO

Dois parâmetros exigiram uma extensa discussão, dada a sua influência no valor da vazão a ser considerada no dimensionamento: a intensidade da chuva crítica (tempo de duração e frequência) e o coeficiente de escoamento superficial (ou coeficiente de runof) que fornece a razão entre o volume de água que precipita e o volume de água que escoar.

As fórmulas empíricas para determinação do tempo de duração e da chuva crítica, passíveis de serem utilizadas no presente projeto são apresentadas no próximo item. O coeficiente de runof, foi determinado a partir da tabela também apresentada nos próximos itens e da observação acurada da ocupação da área da bacia contribuinte.

##### 3.2.1 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração foi calculado pelas fórmulas:

##### 1- “Califórnia Righway and Public Roads” :

$$t_c = 57 ( L^3 / H )^{0,385}$$

onde :  $t_c$  = tempo de concentração em min

$L$  = comprimento do talvegue em km

$H$  = desnível na bacia, medido ao longo de  $L$ , em m

##### 2- Georges Ribeiro :

$$t_c = 16 L / (1.05 - 0,2p) (100S)^{0,04}$$

onde :  $p$  = percentagem de impermeabilização da bacia

$S$  = declividade do talvegue em m/m  
 (demais parâmetros já definidos)

**3-Denver (1982) :**

$$t_p = 0,637 C_t (L L_{cg} / S^{0,5})^{0,48} \quad t_c = t_p / 0,6$$

onde :  $t_p$  = tempo de retardo em horas  
 $C_t$  = coeficiente que depende das características da bacia  
 $L_{cg}$  = comp. que vai da seção de interesse ao centróide da bacia  
 ( demais parâmetros já definidos)

Esse parâmetro é calculado uma vez que o tempo de duração da chuva crítica é assumido igual ao tempo de concentração da bacia.

Tendo em vista o tamanho da bacia, se colocado os parâmetros relativos nas fórmulas acima, todas retornaram em  $t_c$  abaixo de 10 minutos. Como as equações IDF (intensidade, duração e frequência) utilizadas para a determinação da chuva de projeto são deduzidas para tempo de duração entre 10min e 1440min, o tempo de duração foi adotado em 20min.

**3.2.2 INTENSIDADE DA CHUVA CRÍTICA**

Para o cálculo da intensidade de chuva crítica, utilizou-se a equação de chuva da cidade de Salto Grande, período de retorno de 10 anos e tempo de duração de 20 minutos :

$$i_{t,T} = 26,4615(t+20)^{-0,8479} + 5,1394(t+5)^{-0,8016}[-0,4713-0,8699\ln\ln(T/T-1)]$$

onde:

$i_{t,T}$  = intensidade da chuva crítica para tempo de duração  $t$  e período de retorno  $T$ .

$t$  = tempo de duração da chuva crítica = 20 min

$T$  = período de retorno da chuva crítica = 10 anos

Esses valores, aplicados na equação acima resultam:  $i_{20,10} = 99,6$  mm/h

**3.2.3 VAZÃO DE PICO DO ESD (escoamento superficial direto)**

Para o cálculo dessas vazões, utilizou-se o Método Racional, como descrito em Tucci et al II (1995) :

$$Q = 0,278.C.i.A$$

onde :  $Q$  = vazão de contribuição em m<sup>3</sup> /s

$C$  = coef. de escoamento superficial = 0,65

$i$  = intensidade de chuva crítica em mm/h=99,6 mm/h

$A$  = área de contribuição do trecho em km<sup>2</sup>

Para possibilitar o cálculo da vazão contribuinte de cada área considerada para cada trecho de guia, utilizamos a vazão por unidade de área, ou seja:

$$Q/A = 0,278.C.i$$

Aplicando os valores definidos acima, resulta um valor de  $Q/A = 18,07 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$  ou  $0,01807 \text{ m}^3/\text{s.m}^2$

### 3.2.4 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Para dimensionamento dos condutos, adotou-se o escoamento com  $y/d = 94\%$  pois é nesse valor que o conduto atinge sua maior capacidade. Procurou-se manter a velocidade em  $5 \text{ m/s}$  e o número de Froude abaixo de 1. Os valores de diâmetro, vazão, declividade, velocidade e froude, se encontram indicados no desenho de implantação, em cada trecho.

As fórmulas utilizadas, bem como os valores das variáveis utilizadas, são apresentadas abaixo

a.- Formula de Manning para quando a vazão  $Q$  escoar por uma seção circular com altura do escoamento  $h$  de  $94\%$  do diâmetro do tubo

$$Q = \frac{0,33527 * D^{\frac{8}{3}} * i^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (01)$$

Onde

$Q$ = vazão em  $\text{m}^3/\text{s}$  ;

$D$ = diâmetro do tubo em mts;

$i$ = declividade do trecho em  $\text{m/m}$  e

$n$  = rugosidade do tubo =  $0,016$  (adimensional)

b- Formula da velocidade

Sendo  $Q = V * A$  temos que  $V = Q/A$  ; substituindo  $q$  pela formula (01) teremos

$$V = \frac{0,33527 * D^{\frac{8}{3}} * i^{\frac{1}{2}}}{n * A} \quad (02)$$

Onde

$V$  = velocidade em  $\text{m/s}$ ;

$D$  = diâmetro do tubo em mts;

$i$  = declividade do tubo em  $\text{m/m}$  e

$n$  = rugosidade do tubo =  $0,016$  (adimensional)

c- Calculo do número de Froude

Sendo  $Fr = V / 2g^{1/2}$  e substituindo  $V$  pela formula (02), teremos

$$Fr = \frac{0,33527 * D^{\frac{8}{3}} * i^{\frac{1}{2}}}{A * n * 2g^{1/2}} \quad (03)$$

O numero de Froude define o tipo de escoamento:

$Fr < 1$  o escoamento é subcrítico e tem baixa energia

$Fr = 1$  o escoamento é crítico

$Fr > 1$  o escoamento é supercrítico e tem alta energia

### 3.2.5 BOCAS DE LOBO



As bocas de lobo foram projetadas para as vazões de contribuição que devem ser absorvidas pelas mesmas de acordo com valores largamente aceitos no meio técnico. Todas são bocas de lobo combinadas, coletando na guia e na sarjeta, com grade e com rebaixamento na parte da guia, como consta na planta de detalhes.

#### 4 MEMORIAL DESCRITIVO

##### 4.1 ESCAVAÇÃO MECÂNICA E REATERRO DE VALAS

###### 4.1.1 GENERALIDADES

A abertura das valas bem como o reaterro serão feitos mecanicamente, utilizando-se escoramentos (contínuos ou descontínuos) onde o tipo de solo e a profundidade da vala assim o exijam.

###### 4.1.2 ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS

A escavação mecânica de valas, para assentamento dos tubos e execução das bocas de lobo, será executada com as dimensões, cotas, declividades e localizações indicadas em planta.

Quando o material resultante da escavação for apropriado para reaterro da vala, após o assentamento dos tubos ou construção dos bueiros, será depositado lateralmente ao longo da vala, de modo a ser facilmente reaproveitado.

Caso seja considerado reaproveitável, o mesmo será removido e o reaterro executado com material importado de primeira categoria.

###### 4.1.3 REATERRO

O reaterro, em altura não inferior a 1,00 m em cima dos tubos, deverá ser feito com solo isento de matéria orgânica e compactado mecanicamente.

A compactação deverá ser feita em camadas uniformes de não mais de 20 cm e num grau não inferior a 95% do procto normal.

Não será permitido o tráfego de equipamento pesado por cima das galerias e bueiros, antes do reaterro alcançar uma altura superior a 60 cm acima dos tubos.

##### 4.2 GALERIAS

###### 4.2.1 GENERALIDADES

Trata-se da construção de galerias subterrâneas, destinadas a disciplinar o escoamento superficial das águas de chuvas, conduzindo-as para um destino adequado e contribuindo para melhora da qualidade de vida da população beneficiada.

###### 4.2.2 MATERIAIS



Para o diâmetro de 0,60 m, os tubos serão de concreto simples, classe C.1, sendo da classe CA.1 os tubos de diâmetro acima de 0,60 m, todos fabricados segundo as normas pertinentes da ABNT.

#### 4.2.3 EXECUÇÃO

O assentamento dos tubos deverá sempre seguir de jusante para montante, paralelamente à abertura das valas.

Antes do assentamento dos tubos, o fundo da vala deverá ser regularizado e compactado manual ou mecânica na largura mínima do diâmetro externo do tubo.

Sempre que o trabalho for interrompido, o ultimo tubo assentado deverá ter sua boca tampada para evitar a entrada de elementos estranhos.

A ponta do tubo deverá ficar perfeitamente centralizada em relação à bolsa, sendo a argamassa de rejuntamento em cimento e areia no traço 1:3.

#### 4.3 POÇOS DE VISITA

##### 4.3.1 GENERALIDADES

Esta especificação trata da execução de poços de visita, destinados a receber as ligações das bocas de lobo e atender as necessidades de acesso ao sistema para serviços de inspeção e limpeza.

Basicamente, um poço de visita tem duas partes : a superior, também chamada chaminé, tem diâmetros ou lados não inferior a 0,60 m e altura máxima de 1,00 m, sendo a parte inferior, também chamada de balão, com forma retangular e altura mínima de 1,00 m.

São utilizadas escadas tipo marinho, com degraus em ferro, para possibilitar o acesso. O fechamento do acesso se faz com tampa de ferro fundido.

##### 4.3.2 MATERIAIS

Tijolos maciços recozido

Argamassa para rejuntamento e revestimento de cimento e areia no traço 1:3

Concreto simples fck = 11,0 mpa

Concreto estrutural fck = 13,5 mpa e aço CA-50

Tampo de ferro fundido

##### 4.3.3 EXECUÇÃO

As escavações serão executadas de acordo com as larguras e cotas indicadas no projeto, sendo o fundo da vala apiloado para receber a laje de fundo em concreto simples.

A primeira fiada de tijolos deverá ser assentada com o concreto ainda fresco da laje de fundo, para permitir maior aderência.

As paredes serão chapiscadas e revestidas internamente e as lajes de topo executadas em concreto armado, moldadas em loco.

As escadas tipo marinho serão assentadas juntamente com a alvenaria de

elevação.

O reaterro será executado com material de 1º categoria e apiloado fortemente em camadas de 20 cm.

#### 4.4 BOCAS DE LOBO

##### 4.4.1 GENERALIDADES

Trata-se de especificações para a construção de bocas de lobo, destinadas a captar águas do escoamento superficial, encaminhando-as para as galerias.

Serão construídas do tipo simples e duplas, junto ao meio fio, conforme indicado no projeto.

##### 4.4.2 MATERIAIS

Os mesmos que para poços de visita.

##### 4.4.3 EXECUÇÃO

A escavação será manual e executada com cuidados adicionais, com menor área de projeção.

O fundo da vala será apiloado para receber a laje de concreto simples.

A primeira fiada de tijolos será assentada com o concreto ainda fresco, permitindo maior aderência.

#### 5 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços aceitos serão medidos de acordo com os critérios a seguir:

As galerias serão medidas pelo seu comprimento, determinado em metros, acompanhando as declividades executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, bem como, a mão-de-obra e respectivos encargos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.

No caso de utilização de dispositivos pontuais, como caixas coletoras, alas de captação e dissipadores de energia, as obras serão medidas por unidade, cujas quantidades foram estabelecidas nos projetos específicos.

#### 6 RECOMPOSIÇÃO ASFÁLTICA SOBRE A ÁREA DE INTERVENÇÃO DA GALERIA

##### 6.1 ABERTURA E PREPARO DE CAIXAS, ESP = 15CM:

Consiste na escavação do leito ate a profundidade máxima de 40 cm, incluindo carga e transporte para bota-fora, retirando materiais impróprios para compactação.

##### 6.2 COMPACTAÇÃO DE SUB-LEITO 95% DO PN

Consiste em escarificação, umedecimento e compactação do sub-leito ate 95% do PN, em camadas de no máximo 0,15 m, para melhorar a capacidade de suporte do sub-leito, as distribuições serão homogeneizadas através de equipamentos apropriados, para que se atinja o teor de umidade ótima.

## **Sagra Engenharia Ltda**

Av. Mons Florentino Santamaria, 182 - Centro  
Vera Cruz/SP – CEP. 17.560-000  
CNPJ/MF. 13.824.333/0001-87  
I.E. 713.007.120.112



### **6.3 BASE DE SOLO BRITA (70/30) ESP = 15CM**

A melhoria do sub-leito será executada com solo brita na seguinte proporção: 70% solo de primeira qualidade e 30% de brita 1.

### **6.4 IMPRIMADURA IMPERMEABILIZANTE**

Consiste na aplicação com caminhão espargidor de pressão, de CM-30, na quantidade de 1,00kg/m<sup>2</sup>., sobre a base isenta de materiais pulverulento. A cura da pintura deveser de no mínimo 72hs para liberação da aplicação do CBUQ.

### **6.5 PINTURA LIGANTE**

Consiste na aplicação com caminhão espargidor de 1,0 kg/m<sup>2</sup> de emulsão asfáltica catiônica (rápida) tipo RR-2C, sobre a base impermeabilizada, isenta de impurezas.

### **6.6 APLICAÇÃO DE CBUQ**

A massa asfáltica deveser CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), produto resultante da mistura a quente continua de vários agregados minerais, com cimento asfáltico, misturada em usina, e transportada em caminhão adequado ate o local de aplicação.

Deverá ser respeita a temperatura mínima de aplicação em 130º C, que será controla em campo no momento da aplicação.

O CBUQ deveser distribuído com vibro-acabadora auto motriz, capaz de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamentos na espessura de 4cm. Após a aplicação do CBUQ, executa-se a compactação com rolos pneumáticos, rolo vibratório compressores tipo tandem de carga entre 8 a 12 toneladas, o acabamento será com rolo pneumáticos auto propulsores, com calibragem de 35 a 120 libras/polegada quadrada, com peso variando até 35 toneladas. A espessura acabada deveser de 3cm. A liberação para o trafego será imediatamente após o resfriamento da massa aplicada.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A obra deveser sempre sinalizada para proporcionar total segurança ao moradores e transeuntes do local.

Os materiais utilizados deveser de boa qualidade.

EDUARDO  
DEVITO  
DAVOLI:28922  
226803

Assinado de forma  
digital por EDUARDO  
DEVITO  
DAVOLI:28922226803  
Dados: 2023.06.15  
10:54:09 -03'00'

**Sagra Engenharia Ltda**

Av. Mons Florentino Santamaria, 182 - Centro  
Vera Cruz/SP – CEP. 17.560-000  
CNPJ/MF. 13.824.333/0001-87  
I.E. 713.007.120.112

**8 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA**