

MEMORIAL DESCRITIVO

1. DADOS DA OBRA

PROPRIETÁRIO: MUNICIPIO DE BOM JESUS / SC;

LOCAL: RUA APARICIO WITTES KOSLOSKI;

OBJETO: EXECUÇÃO DE BASE, SUB-BASE E DRENAGEM PLUVIAL - ART N° 9055211-2

2. PAVIMENTAÇÃO

2.1. *Serviços Preliminares*

A execução dos serviços regularização e compactação do sub-leito será precedida da execução dos serviços preliminares que compreendem: o desmatamento, o destocamento e limpeza, e os serviços de terraplenagem, visando desimpedir o corpo da estrada, locais de empréstimos, jazidas e demais ocorrências de materiais de construção das obstruções naturais ou artificiais porventura existentes. As operações correspondentes aos serviços preliminares para os casos de cortes e aterros terão lugar no interior da faixa de domínio.

Regularização do sub-leito

A regularização do sub-leito é o conjunto de operações executadas na superfície do sub-leito de ruas e rodovias a pavimentar, compreendendo cortes e/ou aterros até 20cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

a) *Escavação*

Cortes são segmentos onde a implantação da geometria projetada necessita da escavação do material constituinte do terreno. As operações de corte compreendem a escavação propriamente dita, a carga e o transporte.

A operação será procedida da execução da limpeza da área. O desenvolvimento da operação de terraplanagem se processará sob a previsão da utilização adequada ou a rejeição dos materiais extraídos. Logo serão transportados para a constituição de aterros, desde que pela classificação e caracterização efetuada, sejam compatíveis com as especificações da execução do aterro. Averiguado a conveniência técnica e econômica dos materiais escavados nos cortes, será procedido o depósito dos referidos materiais para utilização oportuna. Desde que aconselhável técnica e economicamente, as massas em excesso, que constituíram o bota-fora,

devem ser integradas aos aterros, constituindo o alargamento da plataforma, adoçamento dos taludes a berma de equilíbrio.

Será executado com o uso de equipamentos adequados, que possibilitem a execução simultânea de cortes e aterros, tais como: tratores conjugados a carregadores frontais, retroescavadeira, escavadeira de lança e caminhões basculantes.

b) Materiais

Os materiais empregados na regularização do sub-leito serão os da própria camada final de terraplenagem. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrência previamente estudadas.

c) Execução

Inicialmente, proceder-se-á escarificação geral até 0,20 m abaixo da cota de projeto. Caso seja necessária a execução de bota-fora com material resultante de operação de corte, esta será efetuada lançando-se o excesso nos taludes de aterro ou nos pontos de passagem, em locais que não causem prejuízos à drenagem ou obra de arte. No caso de importação de material os mesmos serão lançados após a escarificação do material existente. As operações de corte ou aterro que excedam ao limite de 20 cm serão tratadas como itens de terraplenagem.

O material espalhado será homogeneizado com uso combinado de grade de disco e motoniveladora. Esta operação prosseguirá até que o material se apresente visualmente homogêneo e isento de grumos ou torrões. O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do sub-leito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garanta um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do método DNER ME 49/64. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida.

2.2. Dimensionamento Do Pavimento

Considerações Gerais

De acordo com as características do solo da região, que mantém características uniformes, adotaremos o CBR de 10.

Projeto de pavimentação

a) Dimensionamento

O dimensionamento do pavimento foi dimensionado de acordo com o Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível adotado pelo DNIT, proposto pelo Eng. Murilo Lopes de Souza, através das diretrizes propostas pela Prefeitura Municipal de São Paulo na instrução de projeto IP 04 – Instrução para Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Médio.

b) Espessuras do pavimento

Assim, de acordo com a IP 04 - Instrução para Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Médio da Prefeitura Municipal de São Paulo, temos uma via que pode ser classificada como Via Local e coletora.

Função Predominante	Tráfego Previsto	Vida de Projeto (Anos)	Volume Inicial da Faixa mais carregada		N	N _{característico}
			Veículo Leve	Caminhões e ônibus		
Vias Coletoras e Estruturais	Meio Pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	1,4 x 10 ⁶ a 3,1 x 10 ⁶	2 x 10 ⁶

Tal fluxo de veículos resulta em um número equivalente de operações padrão (N) variando entre 1,40x10⁵ e 6,80x10⁵ solicitações. Seguindo a IP 04 – PMSP adotaremos 5x10⁵ solicitações, como o número equivalente de operações padrão.

O período de projeto foi definido como 10 anos, e a carga por eixo foi definida como 10t por eixo simples de rodagem dupla.

Adotamos como sendo 12 o Índice de Suporte Califórnia (CBR) do solo local (sub-leito), conforme demonstrado acima.

As camadas foram determinadas seguindo a IP 04 – PMSP, sendo que para este CBR temos a espessura total do pavimento como 25 cm.

Para estes parâmetros obtivemos as espessuras apresentadas nas tabelas abaixo.

Camada	Material	Espessura (cm)	Coefficiente Estrutural	Espessura equivalente (cm)
Revestimento	Concreto Usinado à Quente CBUQ Betuminoso à Quente	5,00	2,00	10,00
Base	Brita Graduada	10,00	1,00	10,00
Sub-base	Macadame seco	15,00	1,00	15,00
TOTAL		30,00		35,00

Assim, o pavimento será composto pela estrutura abaixo representada:

- ~~Camada de Concreto Betuminoso Usinado à Quente 5,00cm (NÃO SERÁ EXECUTADA NESTE LOTE);~~
- Brita Graduada 10,00cm;
- Macadame seco 15,00cm.

3.3. Especificação Para A Execução da Base e Sub-Base

A execução da base e sub-base deverá ser executada conforme o indicado em projeto, sendo feita á locação das áreas a pavimentar.

Pavimentação

A área a pavimentar será preparada obedecendo-se o alinhamento e nivelamentos projetados. Regularização e compactação da área será nivelada pela equipe de topografia, sendo então executado os serviços de regularização com o uso de motoniveladora, até colocar a área no greide de projeto, sendo a área então compactada com rolo compactador vibratório do tipo pé de carneiro, até atingir uma densidade de 95% do P.N. para aquele solo, e posteriormente nivelada novamente com a motoniveladora.

A Sub-base de macadame seco será executada com 30 cm de espessura. Para a base será executado uma camada de brita graduada compactada com espessura de 15 cm.

Agregado Graúdo

O agregado graúdo deve ser de pedra britada, com partículas de forma cúbica ou piramidal, limpas, duras, resistentes e de qualidade razoavelmente uniforme.

O agregado deverá ser isento de pó, matérias orgânicas ou outro material nocivo e não deverá conter fragmentos de rocha alterada ou excesso de partículas lamelares ou chatas.

Agregado Miúdo

O agregado miúdo é composto de pedrisco e pó de pedra, de modo que suas partículas individuais apresentem moderada angulosidade, sejam resistentes e estejam isentas de torrões de argila ou outras substâncias nocivas.

3. DRENAGEM PLUVIAL

ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Estes estudos objetivam o fornecimento de subsídios para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem no que diz respeito à sua localização, tipo e dimensionamento hidráulico.

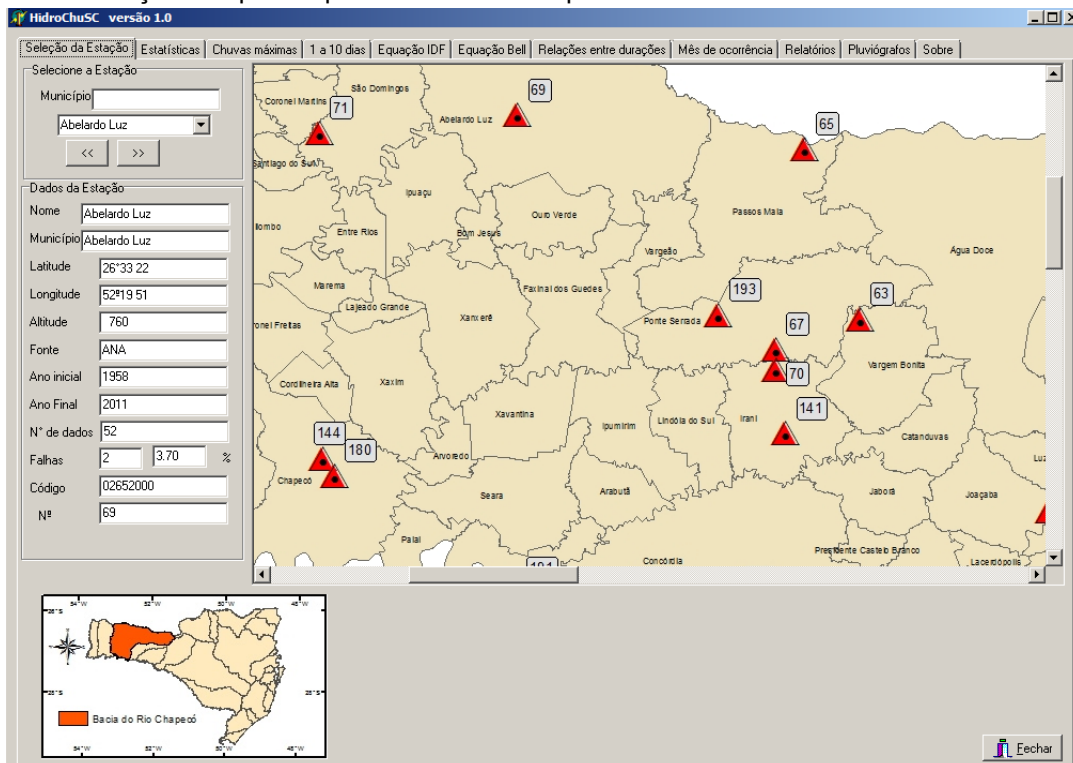
Para a efetivação do projeto foram procedidas as seguintes atividades:

- Revisão da bibliografia existente;
- Coleta dos dados climáticos e pluviométricos existentes;
- Estabelecimento do regime de chuvas;
- Determinação das características das bacias de contribuição.

2.1. Posto Pluviométrico

Foram empregados os dados de intensidade das chuvas, desenvolvidos para o município de Chapecó/SC, devido a série de dados, a proximidade de dados e por Bom Jesus/SC não contar com posto pluviométrico próprio.

Figura 1: Localização dos postos pluviométricos mais próximos



Fonte: BACK, Álvaro (2010)

2.2. Curvas de Intensidade – Duração – Recorrência - Coeficientes

Intensidade das Chuvas Críticas (equação)

Com base na coleta de dados de precipitação pluviométrica no município de Chapecó e região, a Epagri, através do Engenheiro Agrônomo Dr. Álvaro José Back, identificou a equação que fornece a intensidade das chuvas críticas (IDF), em função da duração dos temporais na região, disponibilizando no software HidroChuSC disposta abaixo:

Para chuvas com duração de até 120 minutos

Equação (a):

$$i = \frac{944,88 \cdot T^{0,192}}{(t + 8,92)^{0,698}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

i = intensidade da chuva crítica (em *mm/h*);
 T = tempo de retorno (em *anos*)
 t_c = tempo de concentração (em *min*);

Períodos de Retorno (T)

Para a determinação da verificação dos períodos de retorno deve-se seguir o prescrito nas DIRETRIZES BÁSICAS PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS RODOVIÁRIOS, publicação IPR 726 do DNIT, através da IS-203: Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos.

Obras de drenagem superficial:	5 a 10 anos;
Obras de drenagem subsuperficial:	10 anos
Obras de arte correntes:	15 anos;
Pontilhões:	50 anos;
Obras de arte especiais (pontes):	100 anos.

Para esse projeto foi utilizado o período de retorno de **10 anos**.

Tempo de Concentração (Tc)

O tempo de concentração das bacias deverá ser avaliado por metodologia e modelos usuais, e que apresentem resultados compatíveis e que considerem:

- Comprimento e declividade do talvegue principal;
- Área da bacia;
- Recobrimento vegetal;
- Uso da terra;
- Outros.

Atendendo a estes requisitos, pode ser usada a fórmula do DNOS apresentada abaixo, presente no MANUAL DE HIDOLOGIA BÁSICA, publicação IPR 715 do DNIT.

$$t = \frac{10}{k} * \frac{A^{0,3} L^{0,2}}{i^{0,4}} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

- t = tempo de concentração, em minutos;
 A = área da bacia, em hectares;
 L = comprimento do talvegue principal, em metros;
 i = declividade do talvegue principal, em %;
 k = coeficiente adimensional conforme tabela abaixo:

Tabela 1: Coeficiente K Fórmula DNOS

Características	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5,5

O tempo de concentração para obras de drenagem pluvial é função do tempo de escoamento superficial das águas e do tempo de escoamento das águas já confinadas em canais e é expresso pela seguinte equação:

$$tc = ts + te \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

- tc = tempo de concentração (em *min*);
- ts = tempo de escoamento superficial (em *min*);
- te = tempo de escoamento através de canais (em *min*);

O tempo de escoamento superficial depende do comprimento da bacia, das características da superfície do terreno e da declividade do mesmo, existindo diversas metodologias para obtenção do mesmo.

Quando o valor calculado for inferior a 10 minutos, adotaremos para **ts** o valor de **10 minutos**, de acordo com o que recomendam as normas e literatura para projetos de drenagem urbana.

Quando mais de um canal convergir para o mesmo ponto, adotaremos, para o cálculo do canal a jusante o maior tempo de concentração.

Coeficiente de distribuição

O método racional modificado, adotado em projetos de microdrenagem, contém o coeficiente de distribuição “n” definido em função da área de drenagem (A):

$$\begin{aligned} \text{Para } A \leq 1\text{ha} &\rightarrow n=1 \\ \text{Para } A > 1\text{ha} &\rightarrow n=A^{-0,15} \end{aligned} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

- A = Área de drenagem, em Hectares;

Coeficiente de Escoamento Superficial

Os coeficientes de deflúvio deverão ser fixados só após análise da utilização das áreas de montante, particularmente nos casos de modificação violenta da permeabilidade das bacias.

Na determinação do coeficiente de escoamento superficial deve-se levar em consideração todos os fatores que influenciam na ocupação do solo, procurando caracterizar de forma adequada a real ocupação do mesmo de modo a que o projeto reflita a realidade da ocupação e as características do terreno local.

Figura 2: Coeficiente de escoamento superficial / Run-Off

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "c"
Comércio:	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
Residencial:	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
Industrial:	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30

Fonte: MANUAL DE HIDROLOGIA BÁSICA, publicação IPR 715 do DNIT

Como o projeto de drenagem vai abranger a área de uma estrada vicinal, a área em questão pode ser classificada, de acordo com a Figura 2, como área residencial multi-unidades, isoladas (0,40 a 0,60). Dessa forma adotamos nesse projeto o Coeficiente de Escoamento C ser considerado como **0,60**.

3. MODELAGEM HIDROLÓGICA

A metodologia de cálculos hidrológicos para determinação das vazões de projeto será definida em função das áreas das bacias hidrográficas, conforme a seguir indicadas:

Método Racional Modificado → Área ≤ 100 ha.

Método U.S. Soil Conservation Service (atual NRCS) → Área > 100 ha.

Método Racional Modificado

O cálculo da vazão pelo Método Racional modificado com a inclusão do critério de Fantolli é determinada pela seguinte equação:

$$Q = 2,78 * n * i * f * A \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

Q = deflúvio gerado em l/s;
n = coeficiente de distribuição;
i = intensidade de chuva em mm/h;
A = área da bacia de contribuição em hectares;
f = coeficiente de deflúvio (Fantoli).

O critério de Fantoli, recomendado pelo DNIT, é um método de dimensionamento de sistemas de drenagem urbana, que leva em consideração a capacidade de escoamento da água das chuvas em função das características da bacia hidrográfica e das condições de uso e ocupação do solo.

$$f = 0,0725 * C * (i * tc)^{1/3} \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

C = coeficiente de Escoamento;
i = intensidade de chuva em mm/h;
tc = tempo de concentração em minutos;

4. DIMENSIONAMENTO

Para dimensionamento das galerias circulares de concreto é utilizado a equação de manning.

$$D = 1,55 * \left(\frac{n * Q}{\sqrt{I}} \right)^{3/8} \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

n = coeficiente de manning, para concreto n = 0,015;
Q = Vazão de projeto em m³/s;
I = Declividade do trecho em m/m;

Assim, determina-se o Diâmetro comercial a ser utilizado. Para determinar a velocidade de escoamento, acha-se a relação Y/D na tabela de condutos circulares parcialmente cheios de Manning, através da comparação da vazão a seção plena (ou utilizando o método de Saatçi). A velocidade de escoamento será determinada pela equação da continuidade.

$$v = \frac{Q}{A} \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

v = velocidade em m/s;

Q = Vazão de projeto em m³/s;

A = área da seção molhada, em m²;

A velocidade de escoamento deverá ficar entre 0,75m/s a 5,00 m/s, considerando à resistência a erosão do tubo de concreto e também a autolimpeza. Em alguns casos é admitido a extrapolação para 8,00m/s.

5. PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

Locação dos Serviços

Antes de iniciarem as escavações a rede deverá ser locada com auxílio de equipamentos topográficos.

Escavação de Valas

Escavação de Valas em material de 1ª categoria

A escavação em material de 1ª categoria deverá ser executada com equipamentos adequados ao serviço nas profundidades de acordo com projetos e largura mínima necessária a execução, à critério da fiscalização. Qualquer escavação que tenha sido executada a maior sem a devida justificativa não será considerada para efeitos de medição. O fundo da vala será regularizado manualmente. Deverá ser usado escoramento se necessário.

Escavação de Valas em material de 3ª categoria

A rocha poderá ser escavada após a limpeza total e o levantamento da "linha de rocha". Havendo a necessidade de detonação deverão ser adotados todos os cuidados e procedimentos legais, sob total responsabilidade da contratada. O material oriundo da escavação deverá ser carregado e transportado para local apropriado.

Carga e transporte de material de 1º categoria

O material escavado rejeitado pela Fiscalização deverá ser carregado e transportado para local apropriado.

Reaterro apiloado com material de vala

A vala deverá ser reaterrada com material da própria escavação desde que o mesmo seja de boa qualidade.

Reaterro apiloado com material de jazida

Só será necessário se o material da própria escavação for de má qualidade, a critério da Fiscalização.

OBS: O reaterro deverá ser executado em camadas de no máximo 0,20 m compactadas mecanicamente, com o equipamento apropriado.

Fornecimento, Assentamento e Rejuntamento de Tubos de Concreto

Os tubos de 40 cm serão de concreto simples não armados, já tubos com diâmetros superiores será de concreto armado. Deverão ser perfeitamente assentados e nivelados,

evitando-se trações, sempre colocados de jusante para montante. O rejuntamento será executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Não serão aceitos tubos carunchados, trincados, quebrados ou com armadura a mostra, se houver. No assentamento os tubos deverão ser perfeitamente encaixados, nivelados e alinhados.

Para o emprego de tubulações sem estrutura especial, o recobrimento mínimo será de 1,00 m para a rede e 0,60 m para as ligações. Quando, por imposição da topografia, este limite não puder ser atendido, haverá necessidade do emprego de tubulações especialmente dimensionadas do ponto de vista estrutural.

O assentamento deverá ser feito preferencialmente sob o meio ou em sua lateral da pista de rolamento. Casos especiais deverão ser autorizados pela fiscalização.

Bocas de Lobo

As bocas de lobo serão executadas em alvenaria de tijolos maciços, blocos de concreto (paver), ou pré-fabricadas de concreto, assentados sobre lastro de brita e contrapiso de concreto. O suporte da grade será chumbado na viga cinta de concreto. A grade será de acordo com o projeto. As bocas de lobo deverão ser posicionadas junto ao meio fio. Qualquer boca de lobo posicionada incorretamente será refeita. A profundidade média das bocas de lobo será de 1,50 m.

Tabela 2: Materiais utilizados para uma (1) boca de lobo - Exemplo

Descrição	Unidade	Quantidade
Grade de Ferro (73x53cm)	Unid	1,00
Lastro de Brita – 5 cm	m ²	0,80
Concreto Armado – Base e Cinta	m ³	0,11
Alvenaria Tijolos Maciços – 10 cm	m ²	4,20
Reboco	m ²	3,30

A grade de ferro será chumbada com sistema articular para permitir o acesso a limpeza da boca de lobo, funcionando assim como um pv.

Será adotado o seguinte critério quando se verificar o aumento de diâmetro de um trecho para outro: no poço de visita correspondente, a geratriz inferior do maior deve ser rebaixada de uma altura igual à diferença entre os diâmetros dos dois tubos.

Para casos em que poderá ocorrer o afogamento das galerias, será adotado um desnível entre tubos afluentes, o qual será calculado para compensar as perdas de carga no referido poço. Não havendo problemas de perda de carga, será dispensado esse desnível.

c.6) Poço de Visita

Deverão ser utilizados poços de visita nos seguintes casos:

- extremidades de montantes;
- mudanças de direção da galeria;
- junções de galerias;
- mudanças de declividade;
- trechos longos, de maneira que à distância entre dois poços consecutivos fique em torno de 100 m, para efeito de limpeza e inspeção das galerias.

Esses poços serão aproveitados como caixas de recepção das águas das bocas de lobo, suportando no máximo quatro junções. Para maior número de ligações ou quando duas

conexões tiverem que ser feitas numa mesma parede adotar-se-á uma caixa de coleta não visitável para receber estas conexões.

A fim de evitar velocidades excessivas nas galerias e maior custo de assentamento das tubulações, deverão ser utilizados poços de queda.

Na rede de galerias de águas pluviais serão empregadas as estruturas padronizadas:

- bocas de lobo;
- caixas de ligação simples ou duplas;
- poços de visita simples, duplos ou triplos;
- viga de apoio para tubos (bacias de dissipação de energia).

ANDRÉ VINICIUS GRANDO LORENZON

Engenheiro Civil
CREA/SC 198.027-8