



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IRINEÓPOLIS**

Rua Paraná, 200- Centro – Irineópolis – SC

MEMORIAL DE CÁLCULO DO PROJETO DA PAVIMENTAÇÃO EM LAJOTAS DE  
CONCRETO DA RUA PARANÁ

RESP. TÉCNICO: JOSÉ ALFREDO PINTO

ENG. CIVIL

VISTO CREA/SC Nº 016069-3

## 1.0 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO EM LAJOTAS DE CONCRETO

### 1.1- Introdução

O Projeto de Pavimentação desenvolvido definiu a seção transversal do pavimento, em tangente e em curva, suas espessuras ao longo do trecho, bem como estabelecimento do tipo do pavimento, definido geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes.

O objetivo do Projeto de Pavimentação é o de estudar e apresentar a melhor estrutura para o pavimento, analisando sob o ponto de vista técnico e econômico, de forma a aperfeiçoar a solução proposta no tocante aos aspectos técnicos com a maior economia possível.

De forma geral, a estrutura dimensionada deverá atender as seguintes características:

- Dar conforto ao usuário;
- Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego; Resistir aos esforços horizontais;
- Ser impermeável, evitando a infiltração das águas superficiais;
- Melhorar a qualidade da população e do sistema viário.

### 1.2- Estudo de Tráfego

Para o projeto de Pavimentos Flexíveis, a ser empregado na via de acesso, foi adotado o número "N" correspondente ao número de aplicações do eixo padrão de 8,27, calculado de acordo com fatores de equivalência de carga e derivados do U.S.Corps. Of Engineers.

Assim sendo, o número N adotado é igual:

$$N = 1,00 \times 10^4 \text{ (Por faixa de Tráfego).}$$

### 1.3- Dimensionamento do Pavimento

O dimensionamento da estrutura de pavimento do projeto alicerçou-se nas "Especificações para Projeto e Execução de Pavimentação e Paralelepipedo e Lajota" do Departamento de Estradas e Rodagem (DER/SC).

Para a definição das espessuras a serem utilizadas usa-se a Equação de Peltier, aplicável ao Método de Dimensionamento pelo índice de Suporte California, que é preconizado dimensionamentos envolvendo pavimentações com blocos de concreto.

A Equação de PELTIER é dada pela seguinte expressão:

$$E = \frac{(100 + 150 \times P^{1/2}) \times (T / T_0)^{1/10}}{I_{SCP} + 5}$$

Sendo:

E = Espessura total do pavimento, em cm;

P = Carga por roda, em tonelada, tamanho igual a 05 toneladas e multiplicada pelo coeficiente de impacto de 1,20;

IS = CBR do subleito, em porcentagem;

T = Tráfego real por ano e por metro de largura, em toneladas (ton/ano/m de largura);

To = Tráfego de referência = 100.000 tonelada/ano/metros de largura

Utilizando como referência o CBR subleito estimado de projeto de 5,5% e tendo em vista não se dispor de uma contagem de tráfego muito rigorosa devido as características das vias.

Substituindo os dados na equação temos uma espessura total do pavimento E= 40 cm. Assim a camada estrutural proposta de pavimento será constituída por:

- Reforço de subleito: e= 20 cm;
- Base de areia média grossa: e= 15 cm;
- Bloco de concreto hexagonais de largura = 25cm , e= 8,0cm e fck ≥ 35mPa.

## 2.0 – DRENAGEM PLUVIAL

### 2.1- INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do projeto de drenagem contempla soluções e dispositivos apropriados, sob a ótica de captação, condução e descarga orientada das águas superficiais, às características de ocupação dos espaços lindeiros.

O projeto de drenagem pluvial subdivide-se em: drenagem de grotas ou de transposição de talvegues, drenagem superficial, drenagem profunda ou subterrânea, drenagem do pavimento e drenagem urbana.

No projeto em questão, foi dimensionada drenagem de transposição de talvegues (através de bueiros e galerias) e drenagem superficial (sarjetas e caixas coletoras).

Os elementos básicos que serviram para elaboração do projeto foram obtidos dos Estudos Hidrológicos e do Projeto Geométrico.

### 2.2 -DRENAGEM SUPERFICIAL

A drenagem superficial engloba dispositivos de captação das águas pluviais precipitadas sobre a superfície da área determinada.

### 2.3 -DRENAGEM PROFUNDA

A concepção do projeto de drenagem profunda visa à condução águas incidentes no acesso para o talvegue natural existente nas proximidades minimizando os impactos da presença de água junto ao subleito.

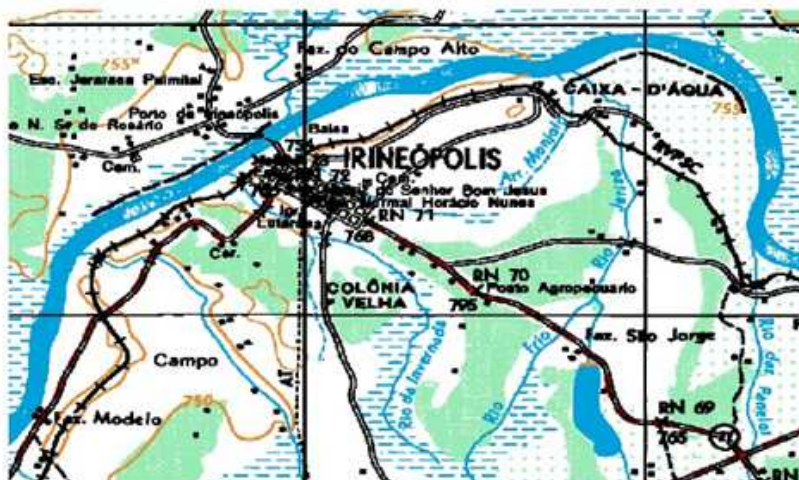
### 2.4 -PLUVIOMETRIA E CLIMA

O regime de chuvas que a região se enquadra e Cf, chuvas igualmente distribuídas durante o ano, não tendo estação seca definida, sendo os meses de maio e julho com índices mais elevados e abril e agosto de menor pluviometria.

Foram utilizados:

Carta IBGE 1:100.000 – Irineópolis e Mapa Rodoviário do Deinfra/SC

A partir de Fotos de satélites, Cartas do IBGE, todas as bacias de contribuição que interceptam a via foram identificadas, delimitadas e foram determinados os parâmetros necessários para o seu dimensionamento.



Microbacia Avaliada – Fonte: IBGE – Modificado pelos projetistas

Para sua aplicação foram estabelecidos os tempos de concentração da bacia utilizando-se a fórmula reconhecida pelo DNOS.

## 2.5 -TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:

$$t_c = \frac{A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{2,4 \cdot K \cdot i^{0,4}}$$

$t_c$  = Tempo de concentração, em h

A = Área da bacia de contribuição em km<sup>2</sup>

L = Comprimento do talvegue em km

I = Declividade média do talvegue principal em m/m

K = Coeficiente de caracterização da bacia

Característica da Bacia	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média 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

Tabela - Valores "k".

Definiu-se o valor de "k" em 2 em função do terreno do trecho em estudo ter característica arenosa e desta forma apresentar absorção elevada. O menor tempo de concentração utilizado foi de 15 minutos.

Consiste na concepção dimensionamento e dispositivos (condutores e receptores) necessários à proteção das águas perenes das macrobacias onde esta via está inserida modo a transpassá-las nos locais de intercepção por esta rua sem prejuízo de vazão.

## 2.6- INTENSIDADE DE CHUVA MÉDIA

Para o cálculo da intensidade média máxima da chuva foi utilizada a equação de chuvas intensas ajustadas para o município de Florianópolis de acordo com o Boletim Técnico nº 123 da Epagri (BACK, A.J. Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial no Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2002- Epagri Boletim Técnico, 123):

$$i = \frac{190,9 T^{0,149}}{(t)^{0,339}}$$

i = intensidade média máxima da chuva mm/h

T = período de retorno em anos

t = duração da chuva, em minutos

Os períodos de retorno utilizados nos diversos dimensionamentos foram definidos a partir

da Tabela abaixo:

Tipo de Obra	Tipo de ocupação da área	Período de retornos (T) anos
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Área com Edifícios de Serviço Público	5
	Aeroportos	2 a 5
	Áreas comerciais e artéria de trânsito	5 a 10
Microdrenagem	Áreas comerciais e residenciais	50 a 100
	Áreas comerciais e residenciais	500
Pequenos Canais sem diques laterais	Rural	5
	Urbano	10
Grandes Canais sem diques laterais	Rural	10
	Urbano	25
Pequenos Canais com diques laterais	Rural	10
	Urbano	50
Grandes Canais com diques laterais	Rural	50
	Urbano	100
Pequenos canais para drenagem urbana		5 a 10
Pontes em rodovias importantes		50 a 100
Pontes em rodovias comuns		25
Bueiros em rodovias importantes		25
Bueiros em rodovias comuns		5 a 10
Bocas-de-lobo		1 a 2
Vertedor de Barragens importantes		10.000

Tabela - Período de Retorno "T" recomendados para diferentes ocupações.

Definiu-se o valor de "T" em 5 anos para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial e 10 anos para o dimensionamento de bueiros.

## 2.7 - CÁLCULO DAS VAZÕES

Para as bacias com área inferior a 10 km<sup>2</sup>, foi utilizado o Método Racional de acordo com a expressão:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360}$$

Q = vazão em m<sup>3</sup>/s

C = Coeficiente de escoamento (adimensional)

I = Intensidade de precipitação em mm/h

A = Área da bacia em ha.

O Coeficiente de Escoamento "C" foi definido em função da Tabela abaixo:

Características da Bacia	Coefficiente C
<b>Terreno Esteril Montanhoso</b> – Material rochoso ou geralmente não poroso com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades	0,80 a 0,90
<b>Terreno Esteril Ondulado</b> – Material rochoso ou geralmente não poroso com reduzida ou nenhuma vegetação em relevo ondulado e com declividades moderadas	0,60 a 0,80
<b>Terreno Esteril Plano</b> – Material rochoso ou geralmente não poroso com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades	0,50 a 0,70
<b>Prados, Campinas, Terreno Ondulado</b> – Áreas de declividades moderadas, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso que cobre material não poroso	0,40 a 0,65
<b>Matas Decíduas, Folhagem Caduca</b> – Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas.	0,35 a 0,60
<b>Matas Coníferas, Folhagem Permanente</b> – Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terrenos de declividades variadas.	0,25 a 0,50
<b>Pomares</b> – Plantações de árvores frutíferas com áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramados	0,15 a 0,40
<b>Terrenos Cultivados, Zonas Altas</b> – Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas.	0,15 a 0,40
<b>Fazendas, Vales</b> – Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas.	0,10 a 0,30

Tabela - Característica da Bacia.

Para o dimensionamento e verificação do funcionamento hidráulico da rede de galerias pluviais foi considerada a fórmula de Manning e o programa de cálculo Hidron. Os parâmetros adotados nos dimensionamentos foram os seguintes:

- a) Intensidade da Chuva = 100 mm/h
- b) Tempo de Concentração = 15 minutos
- c) Tempo de Recorrência = 5 anos
- d) Declividade Mínima da Rede Coletora = 0,5%
- e) Diâmetro Mínimo da Rede Coletora = 40 cm
- f) Recobrimento Mínimo da Rede = 0,80 m
- g) Coeficiente de Escoamento Superficial = 0,50 (0,40 à 0,65)
- h) Velocidade de Escoamento = Referente Diâmetro e Mínimo = 0,50 m/s
- i) Coeficiente de Rugosidade do tubo = 0,015 (Manning)

## 2.8 - DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO

### a) Determinação da Seção do Canal Adotado, A

É calculada conforme configuração geométrica da seção adotada.

Seção Retangular →  $A = b \times H$

### b) Perímetro Molhado, P

Perímetro da seção em contato com a parede, com exclusão da superfície livre.

Seção Retangular →  $P = b + H + H$ .

### c) Raio Hidráulico, RH

Relação entre a área da seção e o respectivo perímetro molhado  $RH = A/P$

### d) Coeficiente, C

Fórmula de Manning →  $C = ((RH)^{1/6}) / \eta$

$\eta$  = coeficiente de rugosidade que depende da natureza das paredes do canal ou conduto.

Empregou-se  $\eta = 0,015$ , considerando superfície com revestimento de concreto em boas condições conforme tabela de rugosidade da fórmula de Manning.

### e) Velocidade, V

Fórmula de Chézy →  $V = C \cdot (RH \cdot I)$

I = declividade do canal no ponto considerado;

RH = raio hidráulico.

f) Capacidade de Escoamento da Seção do Canal, Qp

Equação da continuidade →  $Q_p = A \cdot V$

g) Escavação de Valas para Assentamento dos Tubos

A largura da vala será igual ao diâmetro externo do coletor, acrescido de 0,40 m, sendo que essa dimensão poderá ser aumentada ou diminuída de acordo com as condições do terreno ou em face de outros fatores que se apresentarem na ocasião.

DIAMETRO DA TUBULAÇÃO (eM)	PROFUNDIDADE MINÍMA (M)
40	1,00
60	1,20
80	1,60
100	1,60
120	1,80
150	2,10
200	3,20

Deverá atender a especificação do DNER-ES 293/97 - Drenagem - Dispositivos de drenagem pluvial urbana.

### 3.0 - CÁLCULO DAS ÁREAS E DOS VOLUMES:

3.1 Regularização e compactação de subleito até 20cm de espessura: 127,25m x 10,00m = 1272,50m<sup>2</sup>

3.2 Cálculo do volume do reforço do subleito.

Áreas obtidas da planta das seções transversais através do programa computacional Autocad, em sete seções do projeto com seção média da media aritmética.

Seção média: 2,00 m<sup>2</sup>

Volume = 2,00m<sup>2</sup> x 127,25m = 254,50m<sup>3</sup>

3.3 Cálculo da área da pavimentação com lajotas de concreto:

Largura do pavimento da pista: 10,00m

Comprimento do pavimento da pista: 127,25m

Área = 10,00m x 127,25m = 1272,50m<sup>2</sup>

3.4 Cálculo do volume de solo da escavação mecânica das valas.

Conforme planta de detalhes da escavação de valas em anexo temos:

Lf = largura do fundo

Ls = largura superior

h = profundidade  $L_s = L_f + (h \times 0,25 \times 2)$

Área =  $(L_s + L_f) / 2 \times h$

Seção para tubulação de Ø 30cm:

h = 1,05m

Lf = 0,30m + 0,40m = 0,70m

Ls = 1,22m

Área calculada  $(1,22 + 0,70) / 2 \times 1,05 = 1,00 \text{ m}^2$

Volume para a tubulação de Ø 30cm:

Área x comprimento = 1,00m<sup>2</sup> x 40,00m = 40,00m<sup>3</sup>

Seção para tubulação de Ø 80cm:

$$h = 1,60m$$

$$L_f = 1,20m$$

$$L_s = L_f + (h \times 0,25 \times 2) = 2,00m$$

$$\text{Área calculada} = (L_s + L_f) / 2 \times h = 2,56 \text{ m}^2$$

Volume para a tubulação de Ø 80cm:

$$\text{Área} \times \text{comprimento} = 2,56 \times 115,00 = 294,40 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUME TOTAL} = 334,40 \text{ m}^3$$

3.5 Cálculo do Volume do reaterro: 334,40 – volume da tubulação – volume do lastro de brita

3.5.1 Volume da tubulação:

$$\text{Seção de } \varnothing 30\text{cm} = \pi D^2 / 4 = 0,07\text{m}^2$$

$$\text{Volume} = 40,00\text{m} \times 0,07 = 2,80 \text{ m}^3$$

$$\text{Seção de } \varnothing 80\text{cm} = \pi D^2 / 4 = 0,502\text{m}^2$$

$$\text{Volume} = 115,00\text{m} \times 0,502 = 57,73\text{m}^3$$

$$\text{VOLUME TOTAL DA TUBULAÇÃO} = 60,53\text{m}^3$$

3.5.2 Lastro de brita da drenagem, esp.15,0cm: para tub. Ø30 Lf = 0,70m

Extensão 40,00m , espessura da camada = 0,15m logo  $0,70\text{m} \times 40,00\text{m} \times 0,15\text{m} = 4,20\text{m}^3$ ; para

tubo de Ø80, Lf = 1,20m, extensão 115,00m, espessura da camada =0,15m, logo,

$1,20\text{m} \times 115,00\text{m} \times 0,15\text{m} = 20,70\text{m}^3$ . Volume total = 24,90m<sup>3</sup>.

3.5.3 VOLUME TOTAL DO REATERRO:  $334,40 - 60,53 - 24,90 = 248,97\text{m}^3$

3.6 Pintura de seta / faixa de pedestres = (18 faixas longitudinais de 4,00m x 0,40m + 2 faixas transversais 9,00m x 0,40m) = 36,00m<sup>2</sup>

3.7 Quantitativo de Meio Fio 12x 15x30x100cm: conforme projeto=276,75m

3.8 Corte e Aterro das calçadas:  $127,25\text{m} \times 2 \times 5,0\text{m} \times 0,2\text{m} = 254,50\text{m}^3$

3.10 Regularização e compactação manual de terreno com soquete (das calçadas c/ 5,00m de largura cada uma):  $2 \times 127,25\text{m} \times 5,00\text{m} = 1272,50\text{m}^2$

3.11 Lastro de Brita nº 0, espessura= 3,0cm ( das calçadas c/5,00m de largura cada uma): área da regularização x 0,03m = 38,18m<sup>3</sup>.

Irineópolis, 27 de julho de 2016.

---