

Memorial de Cálculo

Projeto Básico de Pavimentação e Drenagem de Águas Pluviais da Viela Angelo entre a Rua Luiz Vaz de Camões e a Rua Argeu de Almeida e Souza, Carapicuíba-SP.

APRESENTAÇÃO

O presente relatório refere-se ao Projeto Básico de Pavimentação e Drenagem de Águas Pluviais da Viela Angelo, Carapicuíba-SP.

Nos demais itens serão apresentados os critérios, metodologias e dimensionamento das galerias de águas pluviais.

ÍNDICE

1. Considerações Preliminares.....	2
2. Pavimentação	3
2.1. Metodologia Adotada.....	3
2.2. Parâmetros de Projeto.....	3
2.2.1. Tráfego Previsto	3
2.2.2. Estudos Geotécnicos.....	4
2.3. Dimensionamento do Pavimento	4
2.3.1.1. Tráfego Médio Flexível	5
2.3.2. Instruções de Execução	6
2.3.2.1. Pavimento em concreto asfáltico	6
3. Projeto de Drenagem	7
3.1. Metodologia Adotada.....	7
3.1.1. Metodologia de Cálculo da Vazão Contribuinte	7
3.1.2. Tempo de Recorrência (TR).....	7
3.1.3. Área de Contribuição	8
3.1.4. Método Racional e Racional Modificado	9
3.1.5. Fórmula Racional	9
3.1.6. Fórmula Racional Modificada	9
3.1.7. Coeficiente de Escoamento Superficial (“runoff”).....	11
3.1.8. Intensidade	11
3.1.9. Tempo de Concentração	12
3.1.10. Projeto Hidráulico	12
3.1.11. Critérios	12
4. Cálculo das Vazões.....	14
5. Comentários e Conclusões.....	15

1. Considerações Preliminares

O presente relatório tem como objetivo apresentar o Projeto Básico de Pavimentação e Drenagem de Águas Pluviais da Viela Angelo, Carapicuíba-SP.



Figura 1 – Localização

2. Pavimentação

2.1. Metodologia Adotada

O Método de Dimensionamento do pavimento adotado para a via em questão foi o seguinte:

- ✓ Instrução de projeto IP-04/2004 (Instrução para dimensionamento de pavimentos flexíveis para tráfego leve e médio) da SIURB/PMSP (Secretaria Municipal de Infraestrutura e Obras/ Prefeitura do Município de São Paulo), para uma vida útil de 10 anos e carga máxima por eixo traseiro de 10 toneladas.
- ✓ Os coeficientes de equivalência estrutural das camadas de pavimento estão indicados na instrução de projeto.
- ✓ Supõe-se a existência de drenagem superficial adequada e lençol d'água subterrâneo rebaixado de pelo menos 1,50m quando vier a prejudicar a compactação das camadas superiores do subleito.

2.2. Parâmetros de Projeto

2.2.1. Tráfego Previsto

Para efeito do dimensionamento foi considerado que o nível de solicitação do tráfego é do tipo “Médio”.

A classificação dos tipos de tráfego, segundo a IP-02/PMSP, preconiza como vias de tráfego “Médio”, para as quais é previsto o tráfego de ônibus e caminhões em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número “N” típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos.

2.2.2. Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos não foram realizados. Desta forma, adotou-se o CBR de projeto de 5%. Estimou-se, que haverá troca de solo do subleito natural numa camada entre 50 e 60 cm ou reforço do mesmo com rachão, uma vez que deverá ocorrer material de baixa capacidade de suporte em espessura média de 100 cm.

Como a via é de fundo de vale, provavelmente ocorrerá a presença de solo mole e/ou entulhos. Desta forma, adotou-se a troca de solo e a estabilização com rachão, tendo em vista que após o corte este material mole poderá ocorrer em maior proporção. Isto deverá ser confirmado na Fase do Projeto Executivo, inclusive a verificação do lençol freático, o qual quando estiver acima de 1,50m em relação ao greide deverá ser rebaixado através de drenos profundos.

2.3. Dimensionamento do Pavimento

O presente estudo foi elaborado de acordo com o preconizado na instrução para dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para tráfego Leve e Médio (IP-04).

2.3.1.1. Tráfego Médio Flexível

A via receberá pavimento do tipo “Médio”. A estrutura do pavimento flexível será:

Seção Tipo “A-A”.

	CONCRETO BETUMINOSO – K = 2,0
Subleito-CBR Proj. = 5%	BINDER DENSO – K = 1,8
	BRITA GRADUADA SIMPLES – K = 1,0
	REFORÇO – K = 1,00

DENOMINAÇÃO	ESPESSURA
CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE – FAIXA IV	5,0 cm
IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE – RR 2C	
BINDER DENSO – FAIXA II	5,0 cm
IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA IMPERMEABILIZANTE - CM 30	
BRITA GRADUADA SIMPLES	15,0 cm
RACHÃO COM FECHAMENTO DE BICA CORRIDA 20%	100,0 cm
SUBLEITO ESCARIFICADO E COMPACTADO A 100% DO PROCTOR NORMAL COM CBR VARIÁVEL NA ESPESSURA DE 20,0 cm	

Eq = 34,0 cm

Et = 25,0 cm

2.3.2. Instruções de Execução

A execução dos serviços deverá seguir rigorosamente as instruções de execução e as especificações da SIURB/PMSP, sem o que o dimensionamento não terá validade. Deverão ser asseguradas as condições de drenagem profunda e superficial.

2.3.2.1. Pavimento em concreto asfáltico

IE	01/2004	PREPARO DO SUBLEITO DO PAVIMENTO
ESP	06/1992	SUB-BASE E BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES
ESP	09/2004	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE E IMPERMEABILIZANTE
IE	03/2009	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE
ES	P16	GUIAS E SARJETAS
ES	P18	BASE DE CONCRETO MAGRO

3. Projeto de Drenagem

3.1. Metodologia Adotada

O Projeto Básico de Drenagem foi elaborado através do levantamento topográfico cadastral do trecho da Viela Angelo, Carapicuíba-SP.

3.1.1. Metodologia de Cálculo da Vazão Contribuinte

Os estudos e o projeto hidráulico foram realizados segundo as diretrizes e os critérios de projeto de drenagem urbana da Prefeitura do Município de Carapicuíba.

Os métodos de cálculo utilizados para a determinação das vazões contribuintes foram aplicados em função da área da bacia de drenagem e são largamente utilizados e aceitos em Projetos de Drenagem, a saber:

Área da Bacia	Método
até 50 ha	Racional
de 50 ha até 100 ha	Racional Modificado
de 100 ha até 10.000 ha	Soil Conservation Service

3.1.2. Tempo de Recorrência (TR)

O período de retorno (TR) de uma chuva está diretamente relacionado com o nível de segurança que se deseja proporcionar no dimensionamento dos dispositivos hidráulicos. Para a determinação das vazões da drenagem superficial e das galerias em tubos adotou-se o tempo de recorrência de TR = 10 anos. Para a determinação da vazão da Galeria será utilizado o tempo de recorrência TR = 25 anos, sendo que serão calculadas ainda as vazões para os períodos de recorrência de TR = 50 anos e TR 100 anos para comparação.

Compatível os critérios para a obtenção de Outorga junto ao DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo). Estruturas especiais deverão ter seu período de retorno determinado individualmente, segundo as suas características e finalidades.

3.1.3. Área de Contribuição

As áreas de contribuições serão determinadas segundo a delimitação das sub-bacias de drenagem através da reconstituição da Planta da Emplasa nº 2321 e 2323, escala 1:10000 para a escala 1:5000.

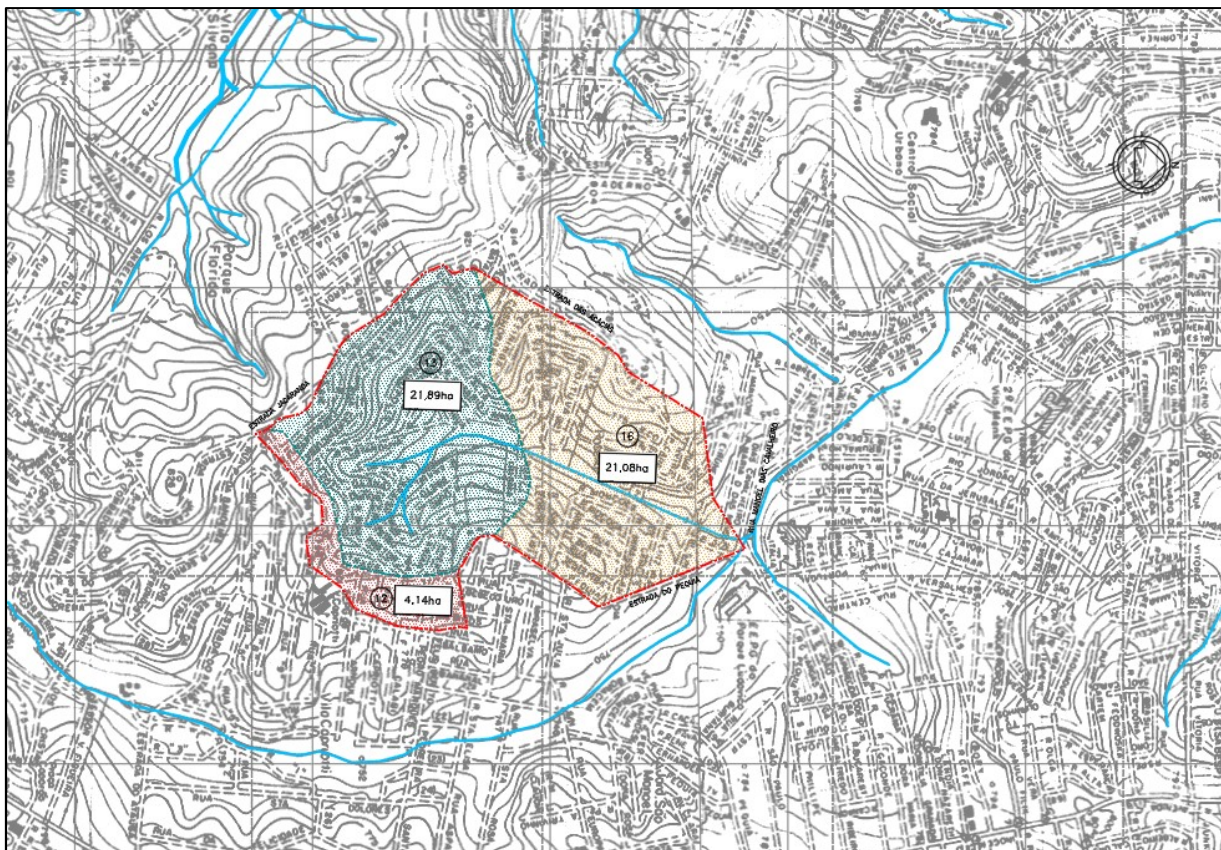


Figura 2 – Planta de Bacia

3.1.4. Método Racional e Racional Modificado

As seguintes premissas básicas são adotadas quando se aplica o Método Racional:

O pico de deflúvio superficial direto, relativo a um dado ponto do projeto, é função do tempo de concentração respectivo, assim como da intensidade da chuva, cuja duração é suposta como sendo igual ao tempo de concentração em questão.

As condições de permeabilidade das superfícies permanecem constantes durante a ocorrência da chuva.

"O pico do deflúvio superficial direto ocorre quando toda a área de drenagem, a montante do ponto de projeto, passa a contribuir no escoamento."

(Manual de Projeto – Drenagem Urbana – DAEE/CETESB, pág. 144, 2ª ed., São Paulo, 1980).

3.1.5. Fórmula Racional

$$Q = c.i.A$$

Onde:

Q = deflúvio superficial direto máximo em l/s ou m³/s;

C = o coeficiente de "runoff", isto é, relação entre deflúvio superficial direto máximo em mm/min e a intensidade média da chuva também em mm/min;

i = a intensidade média da chuva em mm/min, para uma duração de chuva igual ao tempo de concentração da bacia em estudo. Esse tempo é, usualmente, o requerido pela água para escoar desde o ponto mais remoto da bacia até o local de interesse;

A = a área da bacia em hectares (ha) ou m².

(Manual de Projeto – Drenagem Urbana – DAEE/CETESB, pág. 144, 2ª ed., São Paulo, 1980)

3.1.6. Fórmula Racional Modificada

O cálculo da vazão de dimensionamento para bacias entre 50 e 100 Ha será baseado na fórmula Racional aplicada de um coeficiente de distribuição espacial das intensidades da chuva crítica, que será determinada a partir da Equação de Fhruling:

$$\frac{i}{i_0} = 1 - 0,009\sqrt{r}$$

Onde:

i é a intensidade à distância (*R*) do centro de chuva

*i*₀ é a intensidade no centro de chuva

r é dado em metros

A Fórmula só é válida para pequenas bacias (*R* < 12.000 m) e leva à seguinte intensidade de chuva média (*i*_m) considerando uma área circular:

$$i_m = i_0(1 - 0,0072\sqrt{R})$$

Dá-se ao valor $\frac{i_m}{i_0}$ o nome de coeficiente de distribuição.

Usa-se a mesma fórmula para as áreas não circulares sendo *R* a metade da maior dimensão da bacia em metros.

(Villela, Swami Marcondes e Mattos, Arthur – Hidrologia Aplicada – McGraw-Hill do Brasil, pág. 162, São Paulo, 1975)

$$f = 1 - 0,0072\sqrt{\frac{L}{2}}$$

Onde:

L = comprimento do talvegue (m);

$$Q = f.c.i.A$$

Onde:

Q = deflúvio superficial direto máximo em l/s ou m³/s;

f = coeficiente de distribuição;

C = o coeficiente de “runoff”, isto é, relação entre deflúvio superficial direto máximo em mm/min e a intensidade média da chuva também em mm/min;

i = a intensidade média da chuva em mm/min, para uma duração de chuva igual ao tempo de concentração da bacia em estudo. Esse tempo é, usualmente, o requerido pela água para escoar desde o ponto mais remoto da bacia até o local de interesse;

A = a área da bacia em hectares (ha) ou m^2 .

3.1.7. Coeficiente de Escoamento Superficial (“runoff”)

O coeficiente de escoamento superficial adotado no projeto foi determinado através da ponderação entre as características da bacia de drenagem. Como as áreas da bacia são urbanizadas com construções, com calçadas e ruas pavimentadas, utilizou-se o valor de $C=0,70$.

3.1.8. Intensidade

“A intensidade é a quantidade de precipitação que ocorre na unidade de tempo (mm/min), para uma chuva de uma dada frequência e com uma duração igual ao tempo de concentração.”

(Manual de Projeto – Drenagem Urbana – DAEE/CETESB, pág. 146, 2ª ed., São Paulo, 1980)

Para a determinação da intensidade pluviométrica (I) foi utilizada a relação entre a intensidade, duração e frequência estabelecida por Francisco Martinez Júnior e Nelson Luiz Goi Magni, para a cidade de São Paulo, obtida a partir dos registros pluviográficos da estação IAG-USP – E3-035 e publicada no trabalho “Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo (Convênio DAEE/USP – junho/1999), discriminada a seguir:

$$I_{t,T} = 39,3015(t+20)^{-0,9228} + 10,1767 \cdot (t+20)^{-0,8764} \cdot \left[-0,4653 - 0,8407 \cdot \ln \cdot \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

para $10 \leq t \leq 1440$

onde:

I = intensidade pluviométrica máxima, em mm por minuto;

T = período de recorrência, em anos;

t = duração da precipitação pluviométrica, em minutos.

O posto pluviométrico em questão tem as seguintes características:

Latitude: 23°39' S

Longitude: 46°38' W

Altitude: 780 m

Período de dados utilizados: 1933-1997 (65 anos)

A equação acima é válida para duração de chuva entre 10 e 1440 minutos. Para a duração de chuva será adotado o tempo de concentração da bacia.

3.1.9. Tempo de Concentração

Define-se o tempo de concentração como sendo o tempo que a uma gota d'água teórica leva para ir do ponto mais afastado da bacia, até o ponto de estudo. Para as áreas de contribuição deste projeto, o (t_c) será calculado pela expressão de George Ribeiro, a saber:

$$t_c = 10 + \frac{0,016.L}{i^{0,04}}$$

Onde :

L = extensão da bacia em metros (m);

i = declividade da extensão da bacia (%).

t_c = tempo de concentração, em minutos;

3.1.10. Projeto Hidráulico

Os estudos hidráulicos foram realizados segundo os critérios a seguir, cujo dimensionamento foi baseado nos resultados obtidos dos estudos hidrológicos, as soluções técnicas foram elaborados segundo os critérios de projeto do Município de São Paulo.

3.1.11. Critérios

Para a verificação da capacidade de escoamento hidráulico, foi empregada a equação da continuidade, associada à fórmula de Chezy e coeficiente de Manning.

Equação da Continuidade:

$$Q = S \cdot V \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Onde:

S = seção de escoamento (m²)

V = velocidade de escoamento (m/s)

Fórmula de Chezy:

$$V = C \cdot \sqrt{Rh \cdot i} \quad \text{(m/s)}$$

Onde:

c = coeficiente de Manning;

Rh = raio hidráulico (m);

i = declividade longitudinal (m/m)

Coeficiente de Manning:

$$C = \frac{Rh^{1/6}}{n}$$

Onde:

n = coeficiente de rugosidade de Manning é adotado conforme o material empregado no dispositivo, a saber:

✓ Galerias ou bueiros celulares de concreto	n = 0,018
✓ Galeria tubular em Concreto	n = 0,015
✓ Galeria tubular em PEAD	n = 0,010
✓ Sarjeta urbana (com meio fio de concreto)	n = 0,016
✓ Pavimento de concreto asfáltico	n = 0,020

Rh = raio hidráulico, que é a relação entre a área molhada e o perímetro molhado da seção considerada (m).

4. Cálculo das Vazões

PLANILHA DE CÁLCULO DAS VAZÕES Método Racional e Racional Modificado

Local: Córrego Paralelo a Vela Angelo

Bacia:

	N:	7.395.253		
Ponto Controle	P1	E:	311.952	
Tipo:	Urbana		Equação de Chuvas: São Paulo	
Método Racional			IAG/USP - E3-035/DAEE	
			Montante	Trecho
Área	A =	47,10 ha		0,00
Ext. Talvegue	L =	1.030,00 m		
Desnível do Talvegue (médio)	ΔH =	57,00 m		
Decl. Média Talvegue	i =	5,53 %		
Coef. de Escoamento	c =	0,70		
Tempo de Concentração	tc =	25,39 min		
	I =	1,961 mm/min	TR=	25 anos
Intensidade de Precip.	I =	2,174 mm/min	TR=	50 anos
	I =	2,385 mm/min	TR=	100 anos
Fator de Modificação	F =	1,000		
	Q ₂₅ =	10,780 m³/s	TR=	25 anos
Vazão de Projeto	Q ₅₀ =	11,950 m³/s	TR=	50 anos
	Q ₁₀₀ =	13,110 m³/s	TR=	100 anos

5. Comentários e Conclusões

O Projeto Básico de Drenagem de Águas Pluviais visa a implantação do sistema viário da Viela Angelo.

Desenhos

Código Desenho	Referência	Revisão	Folha
21007-002-DREBA-DES001	PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM – PLANTA	A00	01/04
21007-002-DREBA-DES002	PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM – PERFIL	A00	02/04
21007-002-DREBA-DES003	PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM – PLANTA DE CADASTRO DAS REDES EXISTENTES	A00	03/04
21007-002-DREBA-BAC001	PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM – PLANTA DE BACIA	A00	04/04
21007-002-PAVBA-DES001	PROJETO BÁSICO DE PAVIMENTAÇÃO – PLANTA	A00	01/01
21007-002-GEMBA-DES001	PROJETO BÁSICO DE GEOMETRIA – PLANTA	A00	01/02
21007-002-GEMBA-DES002	PROJETO BÁSICO DE GEOMETRIA – PERFIL	A00	02/02
21007-002-TERBA-DES001	PROJETO BÁSICO DE TERRAPLENAGEM – PLANTA	A00	01/02
21007-002-TERBA-DES002	PROJETO BÁSICO DE TERRAPLENAGEM – SEÇÕES EST. 0+0,000 a 4+16,000	A00	02/02