


PREFEITURA MUNICIPAL DE JAGUARIÚNA	Código: LAL06_MC_DREN_SP340_km133	REV. 0
	Emissão: 10/04/2021	Folha: 01 de 13

Emitente  ENGEVIA-CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA.	Resp. Técnico / Projetista ENGEVIA-CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA
	Res. Técnico / Concessionária

Lote :	Rodovia : SP-340 - RODOVIA ADHEMAR DE BARROS FILHO	
--------	---	--

Trecho : km 133+280,00m	Verificado
----------------------------	------------

Objeto: Memória de Cálculo Memorial de Cálculo do Projeto de Drenagem	Aprovado
--	----------

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

LAL06_MC_DREN_SP340_km133
LAL06_SP340_Km133_DREN
LAL06_SP340_Km133_DREN_PER

Observação :

REV.	Data	Resp.Téc./Proj	Resp. Téc/Conces.	DE - DER	Rev. - ARTESP	Aprovado ARTESP

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	3
2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS	3
3. DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO.....	4
4. ESTUDOS HIDRÁULICOS	7
5. DRENAGEM DO CORPO ESTRADAL	8
6. DRENAGEM SUPERFICIAL	9
7. MEMÓRIA DE CALCULO	11

1. APRESENTAÇÃO

O presente memorial tem por objetivo apresentar as premissas de cálculo e dimensionamento, utilizados no projeto de drenagem referente ao projeto de acesso a Rodovia Adhermar de Barros Filho, Km 133+280,00m, situado no município de Jaguariúna.

2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos para subsidiar a elaboração do projeto executivo do sistema de drenagem, tanto no dimensionamento das estruturas hidráulicas a serem construídas, bem como para permitir o diagnóstico dos dispositivos existentes.

2.1-CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DAS BACIAS

2.1.1-LOCALIZAÇÃO

As bacias hidrográficas contribuintes para a área abrangida pelo projeto localizam-se no município de Jaguariúna.

3. DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO

A determinação das vazões de projeto seguiram as diretrizes indicadas no documento técnico da DERSA, IP-H00/002 – instruções de projeto de drenagem e IP-H00/001 instruções de estudos hidrológicos.

Intensidade Pluviométrica

Para determinação da intensidade da chuva de projeto, foi adotada a equação de chuva definida por D. B. Vieira, apresentado pelo autor no IV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos no trabalho intitulado “Análise das Máximas Intensidades de Chuvas para a cidade de Campinas”, conforme a seguinte expressão:

$$I = 42,081 * TR^{0,1429}$$

$$(t + 20)^{0,9483}$$

onde:

I = intensidade de chuva em mm/min;

t = tempo de concentração;

T = período de retorno.

Método Racional

Para bacias com a ordem de grandeza envolvidas, é recomendado o uso do Método Racional, que admite como critério básico, que o pico da vazão de bacia de drenagem ocorre quando está contribuindo, sob a influência de uma precipitação de intensidade constante e uniformemente distribuída em toda a bacia.

O Método Racional é definido analiticamente pela seguinte expressão:

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

Onde:

Q = vazão de projeto em m³/s;

C = coeficiente de escoamento superficial;

I = intensidade de chuva, em mm/h;

A = área de contribuição, em ha.

Tempo de Concentração

O tempo de concentração t_c , é o menor tempo de precipitação necessário para que uma dada bacia hidrográfica contribua integralmente para uma determinada seção de jusante.

Para a determinação do tempo de concentração foi empregada a expressão de *Kirpich*:

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde:

t_c = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento do talvegue, em quilômetros;

H = desnível médio do talvegue, em metros.

Foi considerado um t_c mínimo para a drenagem superficial de 5 minutos e obras de arte correntes de 10 minutos.

Período de Retorno Adotado

Para o período de retorno foram adotados de acordo com a Norma de Projeto de Estudos Hidrológicos do DER, o seguinte valor:

$Tr = 10$ anos para os dispositivos de drenagem superficial.

Coefficiente de escoamento superficial

O coeficiente de escoamento superficial é a relação entre a quantidade de água que esco superficialmente e a quantidade de água precipitada. Este coeficiente representa os efeitos conjuntos, tanto das características da bacia quanto da precipitação, interceptação e evaporação. Também são levadas em considerações as futuras mudanças e ocupação do solo, devidas ao efeito da urbanização crescente e da possibilidade de realização de planos urbanísticos municipais. A partir desta análise os

valores serão extraídos da tabela, adotados pelo DER.

Tabela – Valores do Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

Descrição da Área da Bacia	C
De Edificação Muito Densa Partes centrais, densamente construídas, de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 a 0,95
De Edificação não Muito Densa Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
De Edificação com Poucas Superfícies Livres Partes residenciais, com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 a 0,60
De Edificação com Muitas Superfícies Livres Partes residenciais tipo cidade-jardim, ruas macadamizadas ou pavimentadas	0,25 a 0,50
De Subúrbios com Alguma Edificação Partes de arrabaldes e subúrbios, com pequena densidade de construções.	0,10 a 0,25
De Matas, Parques e Campos de Esportes Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação	0,05 a 0,20

4. ESTUDOS HIDRÁULICOS

O dimensionamento dos dispositivos de drenagem, tais como valetas, bueiros, galerias e outras obras-de-arte correntes, foi fundamentado nos estudos hidrológicos, determinando-se as seções de vazão necessárias para captar e remover as águas que atingem o corpo estradal.

Dimensionamento Hidráulico

A altura e velocidade de escoamento das valetas, sarjetas, canais, bueiros e galerias foram determinados utilizando-se a fórmula de Manning associada à equação de continuidade.

$$V = \frac{Rh^{2/3} \cdot I^{1/2}}{n}$$

Onde:

V = Velocidade de escoamento (m/s);

I = Declividade de escoamento (m/m);

Rh = Raio hidráulico (m);

n = Coeficiente de rugosidade.

$$Q = A \cdot V$$

Onde:

A = área (m²); e

Q = vazão (m³/s)

Os coeficientes de rugosidade de Manning adotados foram:

- para as valetas, sarjetas e canais de concreto		n=0,016;
- bueiros tubulares		n=0,013;
- bueiros celulares		n=0,015;
	I < 2%	n=0,049
Sarjetas de corte	2% <= I <= 4%	n=0,047
	I > 4%	n=0,055
	I < 2%	n=0,065
Valetas de Canteiro	2% <= I <= 4%	n=0,062
Central	I > 4%	n=0,068
Valetas Trapezoidais	1% <= I < 2%	n=0,046
	2% <= I < 3%	n=0,041
	3% <= I < 5%	n=0,038

$$I \geq 5\%$$

$$n=0,035$$

As velocidades máximas de escoamento foram estabelecidas para não ocasionar erosão nos dispositivos com revestimento, ou causar abrasão nos dispositivos com revestimento de concreto, conforme relacionadas a seguir:

- Bueiros de greide, sarjetas e valetas revestidas de concreto. - $V=6,00$ m/s
- Sarjetas e valetas revestidas de grama. - $V = 1,80$ m/s

5. DRENAGEM DO CORPO ESTRADAL

O sistema de drenagem do corpo estradal foi elaborado de modo a interceptar e encaminhar os deflúvios que atingem os taludes e as plataformas das pistas através de valetas de proteção de taludes, descida d'água e estruturas de dissipação de energia.

5.1. Valetas de Proteção de Crista de Corte e Pé de Aterro

As valetas de proteção de crista de corte e pé de aterro foram projetadas com a finalidade de interceptar as águas superficiais que poderiam atingir o corpo estradal e conduzi-las para locais de deságüe seguros e bem determinados.

As valetas de proteção possuem seção trapezoidal e revestimento de grama ou concreto conforme detalhes apresentados nos desenhos – Dispositivos de Drenagem.

A lâmina d'água máxima admitida nas valetas deve garantir um borda livre mínima de 20% da altura da seção revestida.

As planilhas de dimensionamento das valetas estão apresentadas em anexo.

5.3. Estruturas de Dissipação de Energia

As estruturas de dissipação de energia foram projetadas nos lançamentos de valetas, sarjetas, bueiros e outros dispositivos para evitar a erosão no terreno local.

6.0 DRENAGEM SUPERFICIAL

O sistema de drenagem superficial foi projetado com a finalidade de interceptar e conduzir as águas que se precipitam sobre as plataformas das pistas através de dispositivos de drenagem que são as caixas coletoras, e bueiros de greide, sarjetas tipo prefeituras, bocas de Lobo e gárgulas.

6.1. Caixas Coletoras

As caixas coletoras localizadas no canteiro central ou sarjetas de corte possuem grelha de concreto, podendo ser simples ou duplas, de acordo com o critério abaixo indicado:

Vazão ≤ 500 l/s	– caixa coletora simples
1000 l/s > vazão > 500 l/s	– caixa coletora dupla
Ponto baixo	– caixa coletora dupla

O espaçamento entre caixas coletoras foi determinado ou pela capacidade de engolimento das mesmas, conforme indicadas anteriormente, ou pela capacidade de escoamento da valeta/sarjeta, adotando-se o limite que o primeiro ocorrer.

6.2. Bueiros de Greide / Rede Coletora

Os bueiros de greide/rede coletora foram dimensionados considerando-se o enchimento máximo: $Y/D = 0,82$, diâmetro mínimo de 0,80 m sob as pistas principais, e 0,60 m sob as vias marginais ou secundárias.

As resistências dos tubos de concreto foram calculadas conforme critério preconizado pelo “IOWA ENGINEERING EXPERIMENT STATION” e as classes dos tubos especificados de acordo com a NBR-8890/2003 – “Tubo de concreto armado de seção circular para águas pluviais”.

Os bueiros tubulares foram assentados, sempre que possível, sobre berço de 1ª classe e com método comum de execução de aterro.

6.3. Sarjeta Tipo Prefeitura

As sarjetas com seções triangulares em concreto e $Z > 10$ foram dimensionadas a partir da fórmula de Manning, modificado por Izzard, isto é:

$$Q = 0,375 \times \left(\frac{Z}{n} \right) \times i^{1/2} \times y^{8/3}$$

onde:

Q = Descarga, (m³/s);

Z = Inverso da declividade transversal, (m/m);

i = Declividade Longitudinal (m/m);

y = Profundidade junto à linha de fundo (m);

n = Coeficiente de Rugosidade, igual a 0,016.

A lâmina d'água máxima admitida nas sarjetas foi estabelecida com o seguinte critério para borda livre:

$$f = 0,20 \cdot h$$

Onde:

f= Borda livre mínima;

h= Altura da seção protegida pelo revestimento.

A velocidade das águas pluviais na sarjeta foi calculada pela seguinte fórmula:

$$V = 0,958 * \left(\frac{\sqrt{I}}{\eta}\right)^{\frac{3}{4}} * \left(\frac{Q_0}{Z}\right)^{\frac{31}{4}}$$

onde:

v = velocidade, (m/s);

Z = Inverso da declividade transversal, (m/m);

I = Declividade Longitudinal (m/m);

η = Coeficiente de Rugosidade, igual a 0,016.



ENG. NIVALDO BARBIN

Engenheiro Civil

CREA-SP 0600568185

ART: 28027230210349545

7. Memória de Calculo

PLANILHA DE REDE COLETORA															
Q=C*I*A/6															
ESTACAS		SUB AREAS DREN (há)	COEFIC. ESCOAM. C	{A x C} TOTAL ACUM.	TEMPO DE CONC.		INTENS. PLUV. I (mm/min)	VAZÃO PROJ. Q (m3/s)	DRENO PLUVIAL PROPOSTO				ALTURA D' AGUA h (m)	VELOC. V (m/s)	OBS. n
INICIAL ESTRUTURA	FINAL ESTRUTURA				TEMPO PERC. (min)	TOTAL ACUM. (min)			COMPR. L (m)	DECLIV. I (m/m)	DIAM. D (m)	h/D			
Ramo A - Rede															
18+15.31 PV01	17+2,56 PV02	0,1596	0,900	0,144	0,86	5,00	2,76	0,066	42,31	0,010	0,60	0,21	0,13	0,82	0,016
17+2,56 PV02	14+3,92 PV03	0,1596	0,900	0,144	1,20	6,20	2,76	0,066	58,87	0,010	0,60	0,21	0,13	0,82	0,016
14+3,92 PV03	11+4.45 PV04	0,2895	0,900	0,261	1,01	7,21	2,76	0,120	59,01	0,010	0,60	0,28	0,17	0,98	0,016
11+4.45 PV04	8.2,03 PV05	0,2895	0,900	0,261	0,55	7,76	2,76	0,120	61,36	0,036	0,80	0,15	0,12	1,85	0,016
8+2,03 PV05	6+0,73 PV06	0,4125	0,900	0,371	0,49	8,25	2,76	0,171	68,51	0,052	0,80	0,17	0,13	2,34	0,016
6+0,73 PV06	3+17.46 PV07	0,6368	0,900	0,573	0,24	8,49	2,76	0,264	40,55	0,060	0,80	0,20	0,16	2,81	0,016
3+17.46 PV07	0+4.33 PV_EXISTENTE	0,7160	0,900	0,644	0,37	8,85	2,76	0,297	65,53	0,063	0,80	0,21	0,17	2,96	0,016
Referencia Ramo A - Caixa lado direito fora do Ramo															
18+19.54 CX01	15+5.00 PV08	0,2243	0,900	0,202	1,09	5,00	2,76	0,093	59,00	0,010	0,60	0,25	0,15	0,90	0,016
15+5.00 PV08	12+3.84 PV09	0,2243	0,900	0,202	1,09	6,09	2,76	0,093	59,00	0,010	0,60	0,25	0,15	0,90	0,016
12+3.84 PV09	9+3.84 PV10	0,2243	0,900	0,202	1,09	7,17	2,76	0,093	59,00	0,010	0,60	0,25	0,15	0,90	0,016
9+3.84 PV10	7+5.16 PV11	0,2243	0,900	0,202	0,70	7,88	2,76	0,093	38,00	0,010	0,60	0,25	0,15	0,90	0,016
7+5.16 PV11	6+0,73 PV06	0,2243	0,900	0,202	0,44	8,32	2,76	0,093	24,00	0,010	0,60	0,25	0,15	0,90	0,016

PLANILHA DE VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DAS VIAS

ESTACAS		ÁREA (ha)	C	TEMPO DE CONCENT. (min)	INTENS. PLUVIOM. (mm/min)	VAZÃO (m3/s)	DECLIV. LONGIT. (m/m)	LARG. ALAGAM. (m)	DECLIV. TRANSV. (m/m)	CAPACIDADE		OBS.
INICIAL	FINAL									VAZÃO (m3/s)	VELOC. (m/s)	
Ramo B												
0+15.00	4	0,061	0,90	5,00	2,76	0,025	0,0202	0,83	0,10	0,102	1,10	Lado Dir.
4	7+5.00	0,061	0,90	5,00	2,76	0,025	0,0150	0,83	0,10	0,102	0,99	Lado Dir.
4	7+5.00	0,038	0,90	5,00	2,76	0,016	0,0150	0,83	0,10	0,102	0,88	Lado Esq.
Ramo A												
0	3+17.46	0,026	0,90	5,00	2,76	0,011	0,0999	0,83	0,10	0,102	1,62	Lado Dir.
0	3+17.46	0,035	0,90	5,00	2,76	0,015	0,0999	0,83	0,10	0,102	1,76	Lado Esq.
3+17.46	8+2.03	0,036	0,90	5,00	2,76	0,015	0,0619	0,83	0,10	0,102	1,48	Lado Dir.
3+17.46	8+2.03	0,043	0,90	5,00	2,76	0,018	0,0619	0,83	0,10	0,102	1,54	Lado Esq.
8+2.03	14+3.92	0,055	0,90	5,00	2,76	0,023	0,0619	0,83	0,10	0,102	1,64	Lado Dir.
8+2.03	14+3.92	0,068	0,90	5,00	2,76	0,028	0,0619	0,83	0,10	0,102	1,73	Lado Esq.
14+3.92	19+5.00	0,069	0,90	5,00	2,76	0,028	0,0051	0,83	0,10	0,102	0,68	Lado Dir.
14+3.92	4 (RB)	0,061	0,90	5,00	2,76	0,025	0,0051	0,83	0,10	0,102	0,66	Lado Esq.

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO

VALETA DE PROTEÇÃO

estaca				Posição Relativa	área de bacia (ha)	coef. de escoam C	Tempo de Concen. tc. (min)	Intens. Pluviom. i (mm/min)	Vazão Q (m3/s)	Declividade i (m/)	Coefic. de manning n (adim.)	Incl. Dos Taludes 1:z z(adm)	Tipo de Valeta		Comprim L (m)	Dimensionamento		OBS
inicial		final											Velocidade (m/s)	Altura Dágua (m)				
estaca	fração	estaca	fração													Base (m)	altura (m)	
RAMO A																		
15	5,00	18	19,54	LD	0,09	0,8	5,00	2,76	0,033	0,0417	0,016	1	0,20	0,20	63,00	2,83	0,05	DR-3B-1
18	19,54	21	3,29	LD	0,07	0,8	5,00	2,76	0,025	0,0350	0,016	1	0,20	0,20	44,00	2,59	0,04	DR-3B-1