ARTESP
AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Código	Rev.
MC- SPD007083-007.008-007-H04/001	R0.02

Emissão	Folha
05/10/16	1/12

Rota das Bandeiras

Resp. Técnico / Projetista: Eunice Satie Shoji

Resp. Técnico / Concessionária: Eunice Satie Shoji

Lote:	Rodovia:	DE - DER
07	SP-083	

Trecho: Córrego Invernada

Verificado - ARTESP

Objeto: Memória de Cálculo de Dimensionamento de Drenagem e OAC's

Aprovado - ARTESP

Documentos de Referência:

DE-SPD007083-007.008-007-C03/101 à 104 – Plantas de Drenagem de Vias

RT-SP-00000-000.000-000-H01/001 – Estudo de Hidrologia e Hidráulico.

Documentos Resultantes:

Observação:

Rota+

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces.	DE - DER	Ver - ARTESP	Aprovado - ARTESP
02	05/10/16	Eunice Satie Shoji	Eunice Satie Shoji			
01	30/05/11	Paulo A. F. Ors	Eunice Satie Shoji			
00	06/05/11	Paulo A. F. Orsi	Eunice Satie Shoji			

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 3

2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS 4

3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO 5

3.1 Bueiros de Greide 6

3.2 Canais 8

4 VERIFICAÇÃO TEÓRICA DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE 10

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 11

1 INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta a Memória de Cálculo de Dimensionamento de Drenagem e OAC's para o Projeto Executivo de Canalização do Córrego Invernada, no município de Valinhos, São Paulo.

2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.1 Introdução

Os Estudos Hidrológicos tiveram por finalidade estimar as descargas de projeto tanto para a verificação de suficiência de vazão dos dispositivos de drenagem existentes como para a definição das dimensões dos dispositivos a construir.

As bacias de interesse são de pequeno porte, pois sendo perfeitamente adequado calcular as descargas de contribuição através do Método Racional.

Como exposto, a descarga de interesse foi calculada utilizando a expressão do Método Racional, sob a forma:

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

onde:

Q = descarga de projeto (m^3/s);

C = coeficiente de espaçamento superficial (adimensional);

I = intensidade média para a duração e recorrência consideradas (mm/h); e

A = área de contribuição (ha).

2.2 Estudo de Chuvas Intensas

As intensidades de precipitação para diversas durações e as recorrências de interesse, serão determinadas utilizando a equação de chuvas da cidade de Campinas proposta por VIEIRA (1981) conforme o exposto, pela expressão:

$$i_{t,T} = \frac{42{,}081 \times Tr^{0{,}1359}}{\left(tc + 20\right)^{0{,}9483Tr^{-0{,}007}}}$$

onde:

i = Intensidade de precipitação em mm/mim;

Tr = Período de recorrência em anos;

tc = Duração da chuva, em minutos.

3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Os critérios para o dimensionamento e hidráulico dos dispositivos de drenagem foram:

- **Fórmula de Manning**

A Fórmula de Manning associada à Equação da Continuidade foi utilizada para a determinação do nível d'água e velocidade de escoamento nos bueiros, bem como para o dimensionamento das sarjetas, valetas e canais, conforme segue:

$$V = \frac{R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

onde:

V = velocidade de escoamento, em m/s;

i = declividade longitudinal, em m/m;

Rh = raio hidráulico, em m;

n = coeficiente de rugosidade.

$$Q = A \, . \, V$$

onde:

A = área molhada em m²;

Q = vazão em m³/s.

- **Coeficiente de rugosidade**

Os coeficientes de rugosidade de Manning adotados foram relacionados na tabela 1 a seguir.

Tabela 1

Tipo	n
Canais revestidos de pedra argamassada	0,025
Canais revestidos de gabiões	0,030
Canais revestidos de bolsacreto	0,021
Canais sem revestimento	0,030
Bueiros celulares de concreto	0,015

- **Velocidade Máxima**

As velocidades máximas de escoamento foram estabelecidas para não causar abrasão excessiva nos dispositivos com revestimento de concreto, conforme relacionados na tabela 2 a seguir:

Tabela 2

Tipo	Vmáx (m/s)
Bueiros de concreto ou metálico	4,50
Canais revestidos de concreto ou pedra	4,50
Canais revestidos de Bolsacreto	4,50

3.1 Bueiros de Talvegue

Os bueiros de talvegue foram dimensionados analisando-se a seção de controle e as condições de escoamento.

Os bueiros com controle na entrada foram dimensionados de acordo com a publicação "Hydraulic Characteristics of Commonly Used Pipe Entrances", de John L. French e "Hydraulics of Conventional Highway Culverts", de H.G. Bossy e o afogamento máximo foi considerado de acordo com os critérios descritos a seguir.

$$\frac{H_w}{D} \leq 1{,}20$$

onde:

H_W = carga hidráulica a montante (m);

D = diâmetro (m).

A seguir está apresentado o quadro com o dimensionamento hidráulico dos bueiros projetados.

PLANILHA DE CÁLCULO - BUEIROS DE TALVEGUE

Bacia número	Localiz. Estaca		Bueiro		Revestimento	Rugosidade (n)	Base	h = canal (m)	Área Molhada (m2)	Perímetro Molhado (m)	Raio Hidráulico	Declividade (m/m)	Vazão (m^3/s)	Velocidade (m/s)	Lâmina		Borda Livre (m)	Altura Mínima (m)	Regime de Escoamento
	Inicial	Final	Tipo	Dimensões (m)											Normal	Crítico			
2D	12+12,00	15+2,00	BDCC	3,00 x 2,00	Concreto	0,015	2 X 3,00	2,00	9,48	11,80	0,803	0,0048	37,81	3,99	1,60	1,59	0,4	2,00	Subcrítico
3D	25+0,00	26+5,00	BTCC	3,00 x 2,60	Concreto	0,015	3 X 3,00	2,60	19,61	21,30	0,921	0,0037	75,27	3,84	2,20	1,91	0,4	2,60	Subcrítico
3D	28+10,00	30+12,00	BTCC	3,00 x 2,60	Concreto	0,015	3 X 3,00	2,60	19,61	21,30	0,921	0,0037	75,27	3,84	2,20	1,91	0,4	2,60	Subcrítico

3.2 Canais

Foram utilizados canais retangulares e trapezoidais em saídas de bueiros e quando as dimensões das valetas de proteção padronizadas foram insuficientes para escoar a vazão.

Seus dimensionamentos foram feitos utilizando-se também a fórmula de Manning associada à equação da continuidade.

A borda livre (f) considerada foi, de acordo com o critério do DAEE (Instrução DPO Nº 002), conforme descrito abaixo.

$$f = 0{,}20 \cdot h_{TR}$$

onde:

h_{TR} = profundidade da lâmina d`água, em m;

A seguir estão apresentadas as planilhas de dimensionamento.

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE CANAIS

Bacia número	Localiz. Estaca		Seção do Canal	Revestimento	Rugosidade (n)	Talude	Base	h = canal (m)	Área Molhada (m2)	Perímetro Molhado	Raio Hidráulico	Declividade (m/m)	Vazão (m³/s)	Velocidade (m/s)	Lâmina		Borda Livre (m)	Altura Mínima (m)	Regime de Escoamento
	Inicial	Final													Normal	Crítico			
2D	5+0,00	12+12,00	Trapezoidal	Concreto	0,015	1,5:1	4,00	2,50	9,62	9,64	0,997	0,0035	37,85	3,94	2,10	2,07	0,4	2,50	Subcrítico
3D	8+8,10	13+0,00	Trapezoidal	Concreto	0,015	1,5:1	4,50	2,50	10,67	10,14	1,051	0,0035	43,49	4,08	2,10	2,10	0,4	2,50	Subcrítico
3D	13+0,00	25+0,00	Trapezoidal	Concreto	0,015	1,5:1	8,00	2,50	18,02	13,64	1,320	0,0027	75,11	4,17	2,10	2,06	0,4	2,50	Subcrítico
3D	26+5,00	28+10,00	Celular	Concreto	0,015	1,5:1	8,00	2,70	18,40	12,60	1,460	0,0023	75,72	4,12	2,30	2,07	0,4	2,70	Subcrítico
3D	30+12,00	41+1,36	Trapezoidal	Concreto	0,015	1,5:1	8,00	2,50	18,02	13,64	1,320	0,0027	75,11	4,17	2,10	2,06	0,4	2,50	Subcrítico

ARTESP
AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Rota das Bandeiras

4 VERIFICAÇÃO TEÓRICA DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE

Atualmente, o sistema de drenagem existente no final da canalização, consiste em uma galeria retangular com seção de 3,00m de largura por 2,50 m de altura.

Adotando-se os parâmetros usuais para este tipo de obra, ou seja, declividades de 0,004 m/m para a galeria retangular, determinou-se uma capacidade de vazão do sistema existente de 18,95 m3/s.

A vazão da bacia de contribuição para este local é de 75,35 m3/s para um período de retorno de 100 anos.

Desta forma, os cálculos hidráulicos e hidrológicos mostram que a vazão do sistema de drenagem existente no final da canalização está incompatível com a vazão requerida, resultado neste local um período de retorno de apenas 5 anos. Isto significa que, na maioria das chuvas a galeria estará trabalhando afogado, o que poderá provocar alagamentos significativos.

Recomenda-se que a galeria existente de 3,00m de largura por 2,50 m de altura tenha sua capacidade ampliada para suportar a vazão de 75,35 m3/s (período de retorno de 100 anos).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – DAEE. Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo. Convênio DAEE-USP, 1999. 141p.

____. Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas. Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização, 2005. 111p.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO – DER/SP. Projeto de Drenagem. São Paulo, 2006. 42p. rev. A5.

SECRETARIA DE TRANSPORTES - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Drenagem Rodoviária. 2001, 272p.