



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

#### DOCUMENTO TÉCNICO

**Emitente**

DIRETORIA DE PROJETOS DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DA PREFEITURA MUNICIPAL DE JACAREÍ

**Empreendimento**

SISTEMA VIÁRIO ENTRE A AV. CASTELO BRANCO E AV. MALEK ASSAD

**Contrato**

602000/2019

**Trecho**

PONTE SOBRE O RIO PARAÍBA DO SUL – JACAREÍ

**Subtrecho****Título**

MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM

**Elaboração**

João Carlos de Almeida Jr.

**Responsável Técnico**

André dos Santos Pita

**Verificação****Liberação DP-SIEM-PMJ****Aprovação DP-SIEM-PMJ****DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

001-PMJ-SIEM-01DE-00-H01-16171-00-000-001

001-PMJ-SIEM-01DE-00-H04-16171-00-000-001

001-PMJ-SIEM-01DE-00-H04-16171-00-000-002

001-PMJ-SIEM-01DE-00-H04-16171-00-000-003

001-PMJ-SIEM-01DE-00-H06-16171-00-000-001

001-PMJ-SIEM-01DE-00-H06-16171-00-000-002

**DOCUMENTOS RESULTANTES****OBSERVAÇÕES****QUADRO DAS REVISÕES**

02	05/2020	André Pita			
01	02/2020	André Pita			
00	10/2019	André Pita			
REVISÃO	DATA	RESP. TÉCNICO	VERIFICAÇÃO	LIBERAÇÃO	APROVAÇÃO

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 1 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

#### Índice

Cap.		Fls.
1	Introdução	3
2	Estudo Hidrológicos	4
2.1	Estudo de Chuvas Intensas	4
2.2	Tempo de Concentração	5
2.3	Tempo de Recorrência	5
2.4	Cálculo das Vazões para Drenagem Superficial	6
3	Dimensionamento Hidráulico	7
3.1	Fórmula de Manning	7
3.1.1	Coeficiente de Rugosidade	8
3.1.2	Velocidade Máxima	8
3.2	Bueiro de Talvegue	9
3.2.1	Declividade Média	10
3.2.2	Cálculos de Vazão	11
3.2.3	Dimensionamento Hidráulico	12
3.3	Bueiros de Greide	13
3.4	Valeta de Proteção	14
3.5	Capacidade de Guias e Sarjetas	16

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 2 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

#### 1 Introdução

O presente documento apresenta os procedimentos, critérios e padrões a serem adotados para Projeto Executivo de Drenagem para a Diretoria de Projetos da Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Jacareí (DP-SIEM-PMJ), especificamente, dentro do escopo de projetos e obras do empreendimento 'Sistema Viário entre a Av. Castelo Branco e a Av. Malek Assad', conforme processo de número 602000/2019 aberto nesta Prefeitura, e localizada conforme apresentada na sequência.

A localização do empreendimento é apresentada no mapa da figura a seguir:



Figura 01 - Mapa de Localização

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 3 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

## 2 Estudo Hidrológicos

Previamente ao desenvolvimento do Projeto de Drenagem, coube à Projetista a elaboração dos Estudos Hidrológicos para o segmento envolvido, que tiveram como objetivos principais definir as suas características climatológicas e pluviométricas e fornecer os subsídios e critérios necessários à determinação das vazões de dimensionamento hidráulico das obras de drenagem.

### 2.1 Estudo de Chuvas Intensas

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 José dos Campos, obtida a partir dos registros pluviográficos da estação e publicada no trabalho “Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo” (Convênio DAEE/USP – setembro/2016), discriminada a seguir:

$$i = 31,303(t+20)^{-0,866} + 3,7081(t+10)^{-0,76} \cdot [-0,480-0,917 \ln \ln(T/T-1)]$$

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.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 4 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

## 2.2 Tempo de Concentração

Para bacias com áreas de drenagem menores ou iguais a 100 ha, o tempo de concentração foi calculado pela fórmula de Kirpich:

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

Foi adotado o tempo de concentração mínimo de 10 minutos para bueiros de talvegue.

O tempo de concentração mínimo adotado será de 10 minutos para drenagem superficial e 10 minutos para drenagem de talvegues (galerias e canais principais).

Normalmente para drenagem superficial adota-se um mínimo de 5 minutos para o tempo de concentração, no entanto como a equação de chuvas é válida para períodos de chuva acima de 10 minutos, foi adotado este valor como mínimo.

## 2.3 Tempo de Recorrência

Os dispositivos de drenagem são dimensionados para absorver a vazão correspondente a um tempo de recorrência predeterminado. Na fixação destes parâmetros foram observados diversos fatores, destacando aqueles de origem econômica, importância e segurança que a obra deve apresentar.

Serão adotados os seguintes tempos de recorrência, tendo por base as recomendações dos diversos órgãos viários:

- Obras de drenagem superficial: TR = 10 anos.
- Obras de drenagem superficial (bueiros de greide): TR = 10 anos.
- Para bueiros e canalizações de talvegues:
  - - em área urbana ou de expansão urbana, TR = 100 anos;
  - - em área rural, TR = 25 anos, com verificação para TR = 100 anos;
  - - canais trapezoidais independentes de bueiros ou pontes, em áreas urbanas, poderão ser dimensionados para TR = 50 anos; canais retangulares devem ser dimensionados para TR = 100 anos.
- Para bueiros de talvegues existentes, TR = 25 anos, considerando uma carga hidráulica a montante ( $H_w/D=1,20$ ); e verificação para TR = 100 anos.
- Para talvegues secos, TR = 25 anos.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 5 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

#### 2.4 Cálculo das Vazões para Drenagem Superficial

As vazões de dimensionamento das obras hidráulicas que compõem o sistema de drenagem superficial foram obtidas através do método racional

Aplicado para bacias com áreas inferiores a 200 ha, o cálculo da vazão de dimensionamento é baseado na fórmula a seguir:

Onde:

$Q$  = vazão ( $m^3/s$ );

$c$  = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

$A$  = área de drenagem (ha);

$i$  = intensidade pluviométrica (mm/min).

Foram adotados os seguintes valores para o coeficiente de escoamento superficial ( $C$ ) para o cálculo da vazão de projeto dos dispositivos da plataforma estradal:

$C = 0,90$ , para áreas pavimentadas;

$C = 0,70$ , para as superfícies em taludes;

$C = 0,35$ , para as áreas gramadas;

Para as áreas externas à plataforma estatal adotaram-se os seguintes valores:

$C = 0,60$ , para áreas urbanizadas ou passíveis de serem urbanizadas,

$C = 0,15$  a  $0,30$ , para áreas rurais.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 6 de 21





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

### 3 Dimensionamento Hidráulico

Os dispositivos de drenagem foram projetados e dimensionados para proteger a terraplenagem resultante da pavimentação da rodovia em questão, conduzindo e lançando as vazões em locais seguros e bem definidos.

Foram projetados os seguintes tipos de dispositivos de drenagem: sarjetas, sarjetões, valetas de proteção de taludes, caixas coletoras, estrutura de dissipação de energia, bocas-de-lobo, gárgulas, bocas-de-leão, bueiros e bocas de bueiros.

Os dispositivos de drenagem superficial foram dimensionados para escoar vazão de 10 anos de período de retorno.

#### 3.1 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 e valetas, conforme segue:

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

Onde:

V: velocidade de escoamento (m/s);

i: declividade longitudinal (m/m);

Rh: raio hidráulico (m);

n: coeficiente de rugosidade.

$$Q = A \cdot V$$

Onde:

A: área molhada (m²);

Q: vazão (m³/s).

#### 3.1.1 Coeficientes de Rugosidade

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 7 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

Os coeficientes de rugosidade de Manning adotados foram os seguintes:

**Tabela 1 – Coeficiente de Rugosidade de Manning**

Tipo	N
Valetas de canteiro central em grama $i < 2\%$	0,065
Valetas de canteiro central em grama $2\% \leq i \leq 4\%$	0,062
Valetas de canteiro central em grama $i > 4\%$	0,068
Sarjetas de grama $i < 2\%$	0,049
Sarjetas de grama $2\% \leq i \leq 4\%$	0,047
Sarjetas de grama $i > 4\%$	0,055
Valetas e sarjetas de concreto	0,016
Bueiros tubulares de concreto	0,013
Bueiros tubulares ou celulares de concreto <b>(DAEE)</b>	0,018
Bueiros celulares e ovóides de concreto	0,015
Bueiros metálicos	0,024

### 3.1.2 Velocidade Máxima

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

**Tabela 2 – Velocidade Máxima**

Tipo	V <sub>máx</sub> (m/s)
Valetas e sarjetas revestidas de concreto	6,00
Tubulações de Concreto	4,50
Tubulações e Galerias de Concreto <b>(DAEE)</b>	4,00
Tubulações (trechos intermediários de rede)	6,00

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 8 de 21





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

---

### 3.2 Bueiro de Talvegue

Serão verificados hidraulicamente apenas os bueiros afetados em virtude da adaptação do traçado geométrico e os bueiros com avarias identificadas em vistoria, levando em conta as condições de cada obra implantada.

Não havendo restrição à montante, os bueiros existentes foram verificados com controle de entrada, de acordo com o critério abaixo:

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

Onde:

H<sub>w</sub>: carga hidráulica a montante (m);

D: diâmetro ou altura do bueiro (m).

Assim sendo, será apresentado o quadro contendo a verificação dos bueiros existentes através do controle de entrada, bem como suas soluções, quando insuficientes.

O único bueiro de talvegue existente no trecho está situado na estaca 39+18,00, que pelo tamanho da bacia deve ser dimensionado pelo método de I Pai Wu, Vem Te Chow ou do Hidrograma unitário.

Procedeu-se os cálculos pelo método de I Pai Wu, conforme a seguir:

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 9 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

#### 3.2.1 Declividade Média

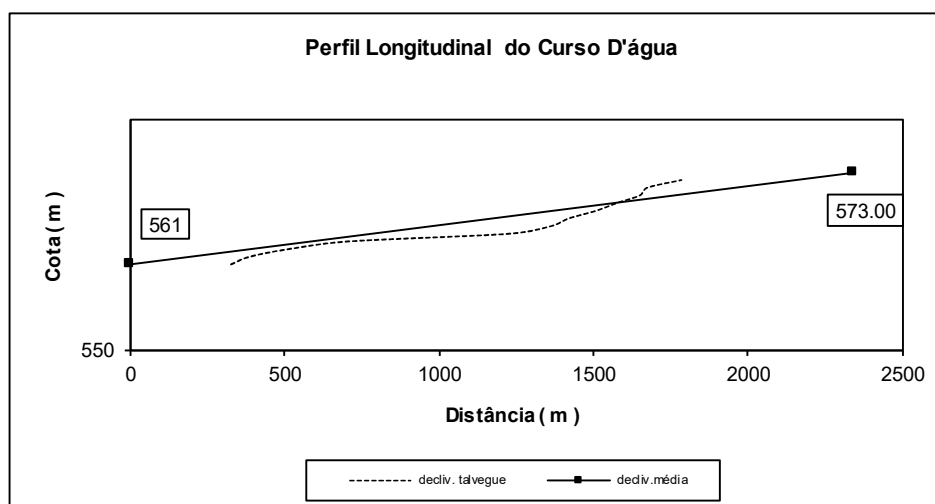
Ponto	Compr. Parcial	Comp. Acum.	Cota	Declivida de unitária	Altura H (m)	Altura Média (m)	Produto	$L/\sqrt{i}$
1	242	0	557	0	0	1.5	363	2173.514
2	86	242	560	0.012397	3	3.5	301	797.531
3	61	328	561	0.011628	4	4.5	274.5	476.425
4	128	389	562	0.016393	5	5.5	704	1448.155
5	196	517	563	0.007813	6	6.5	1274	2744.000
6	518	713	564	0.005102	7	7.5	3885	11789.480
7	133	1231	565	0.001931	8	8.5	1130.5	1533.831
8	57	1364	566	0.007519	9	9.5	541.5	430.341
9	89	1421	567	0.017544	10	10.5	934.5	839.624
10	66	1510	568	0.011236	11	11.5	759	536.187
11	75	1576	569	0.015152	12	12.5	937.5	649.519
12	24	1651	570	0.013333	13	13.5	324	117.576
13	110	1675	571	0.041667	14	14.5	1595	1153.690
14	85	1785	572	0.009091	15	15.1	1283.5	1752.320
15	49	1870	572.2	0.002353	15.2	15.3	749.7	766.971
16	63	1919	572.4	0.004082	15.4	15.5	976.5	1118.139
17	121	1982	572.6	0.003175	15.6	15.7	1899.7	2976.206
18	75	2103	572.8	0.001653	15.8	15.9	1192.5	1452.369
19	163	2178	573	0.002667	16			
Soma=	2341						Soma=	32755.877

H máx. = **573.00** m

i<sub>eq</sub> = **0.511** %

L talv. = **2341** m

H médio = **-557.00** m



Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	Denominação: MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
Elaborado por: João Carlos de Almeida Jr.	Aprovado por: André dos Santos Pita	Emissão: 30/10/2019	Revisão 02	Página 10 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

#### 3.2.2 Cálculos da Vazão

CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO - MÉTODO I-PAI-WU		
Número da Bacia (nº)	1A	
Área da Bacia (A)	2.15	km²
Comprimento do Talvegue (L)	2.341	km
Declividade Equivalente (i)	5.108	m/km
Tempo de Concentração (t <sub>c</sub> )	58.57	min
$t_c = 57 \left( \frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$		
Intensidade Pluviométrica (I)		
Tr = 25 anos	1.210	mm/min
Tr = 50 anos	1.339	mm/min
Tr = 100 anos	1.466	mm/min
Fator de Forma (F)	1.42	
$F = \frac{L}{2 \left( \frac{A}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}}$		
Coefficiente Volumétrico de Escoamento (C <sub>2</sub> )	0.68	
Coefficiente de Forma (C <sub>1</sub> )	1.17	
$C_1 = \frac{4}{(2+F)}$		
Coefficiente de Escoamento (C)	0.48	
$C = \frac{2}{(1+F)} \cdot \frac{C_2}{C_1}$		
Coefficiente de Distribuição Espacial da Chuva (k)	0.95	
Volume Total do Hidrograma (V)		
$V = (0,278.C_2.I.t_c.3600.A^{0,9}.K)1,5$		
Tr = 25 anos	136 953	m³
Tr = 50 anos	151 480	m³
Tr = 100 anos	165 899	m³
Vazão de Cheia (Q)		
$Q = 0,278.C.I.A^{0,9}.K$		
Tr = 25 anos	18.37	m³/s
Tr = 50 anos	20.32	m³/s
Tr = 100 anos	22.25	m³/s
Vazão Máxima de Projeto (Q <sub>p</sub> )		
$Q_p = 1,10.Q$		
Tr = 25 anos	20.20	m³/s
Tr = 50 anos	22.35	m³/s
Tr = 100 anos	24.47	m³/s

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	Denominação: MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
Elaborado por: João Carlos de Almeida Jr.	Aprovado por: André dos Santos Pita	Emissão: 30/10/2019	Revisão: 02	Página 11 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

### 3.2.3 Dimensionamento Hidráulico

A seguir se apresenta o dimensionamento hidráulico atendendo aos critérios tanto do DER/SP e DNIT como o critério do DAEE, necessário para obtenção da outorga. As diferenças dos métodos do DER/SP para o método do DAEE consistem basicamente no coeficiente de manning ( $\eta=0,015$  no DER e  $\eta=0,018$  no DAEE) e na velocidade de escoamento máxima admissível ( $v=4,50$  m/s para o DER e  $v=4,00$  m/s para o DAEE):

Planilha de cálculos hidrológicos e hidráulicos - Galeria														
CRITÉRIO DE CÁLCULO	TIPO	INTENS.			VAZÃO			COEF. MANNIN G (η)	BUEIRO PROPOSTO			Y/D	LÂMINA D'ÁGUA	VELOC.
		PLUV.			DE PROJETO				COMPRIMENTO	DECLIVIDADE	DIÂMETRO			
		TR=25	TR=50	TR=100	TR=25	TR=50	TR=100							
		(mm/min)	(mm/min)	(mm/min)	( m³/s )	( m³/s )	( m³/s )							
DER/SP - DNIT	GALERIA DUPLA CELULAR (2,5x2,5)													
		2.579	2.825	3.068	20.20	22.35	24.47	0.015	54.00	0.0050	2.500	0.476	1.190	3.39
DAEE	GALERIA DUPLA CELULAR (2,5x2,5)													
		2.579	2.825	3.068	20.20	22.35	24.47	0.018	54.00	0.0050	2.500	0.547	1.367	2.96
DER/SP - DNIT	GALERIA DUPLA CELULAR (2,0x2,0)													
		2.579	2.825	3.068	20.20	22.35	24.47	0.015	54.00	0.0050	2.000	0.877	1.754	3.5
DAEE	GALERIA DUPLA CELULAR (2,0x2,0)													
		2.579	2.825	3.068	20.20	22.35	24.47	0.018	54.00	0.0050	2.000	1.017	2.034	3.0
DER/SP - DNIT	GALERIA DUPLA CELULAR (2,0x2,0)													
		2.579	2.825	3.068	20.20	22.35	24.47	0.015	54.00	0.0100	2.000	0.665	1.330	4.6
DAEE	GALERIA DUPLA CELULAR (2,0x2,0)													
		2.579	2.825	3.068	20.20	22.35	24.47	0.018	54.00	0.0100	2.000	0.769	1.538	4.0
DER/SP - DNIT	GALERIA DUPLA CELULAR (2,0x2,0)													
		2.579	2.825	3.068	20.20	22.35	24.47	0.015	54.00	0.0070	2.000	0.767	1.533	4.0
DAEE	GALERIA DUPLA CELULAR (2,0x2,0)													
		2.579	2.825	3.068	20.20	22.35	24.47	0.018	54.00	0.0070	2.000	0.887	1.774	3.5

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001		Denominação: MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM		
Elaborado por: João Carlos de Almeida Jr.		Aprovado por: André dos Santos Pita		Emissão: 30/10/2019
				Revisão 02
				Página 12 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

---

Nota-se, portanto, que a dimensão que atende aos critérios tanto do DAEE como do DER/SP é a de Galeria Dupla 2,5m x 2,5m.

Soma-se a isso o fato de que o terreno é demasiadamente plano, o que induz a implantação de galeria com baixa declividade ( $i=0,005\text{m/m}$ ) uma vez que reflete mais precisamente as condições à montante e à jusante.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 13 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

---

#### 3.3 Bueiros de Greide

Os tubos foram dimensionados e verificados a partir da fórmula de Manning, considerando-se regime permanente e lâmina d'água máxima (Y/D) igual a 0,82.

As cargas nos tubos foram calculadas também conforme critérios do "Iowa Engineering Experiment Station", e a classe do tubo foi especificada de acordo com a NBR-8890/03 – "Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio".

Estes tubos serão assentados sobre berço de 1ª classe ou de concreto, quando necessário.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 14 de 21





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

Planilha de cálculos hidrológicos e hidráulicos - Bueiros de Greide																			
LOCALIZAÇÃO			s	(AxC)	(AxC)	T.DE CONC.	INTENS.			VAZÃO			CLASSE DO TUBO	BUEIRO PROPOSTO				LÂMINA D'ÁGUA	VELOC.
INICIAL	FINAL	DRENAGEM	ESCOAM.	SUB-	TOTAL	TEMP DE	PLUV.			DE PROJETO				COMPRIM ENTO	DECLIVIDADE	DIÂMETRO	Y/D	LÂMINA D'ÁGUA	VELOC.
		A ( ha )	C	ÁREAS	ACUMUL.	PERCURSO	TR=10	TR=50	TR=100	TR=10	TR=50	TR=100		( m )	( m/m )	( m )		( m )	( m/s )
							TP ( min )	(mm/min)	(mm/min)	(mm/min)	( m²/s )	( m²/s )		( m²/s )					
REDE-10																			
BLSG-01	BOCA P/ BSTC	0.000	0.70	0.000	0.176	10.00	2.248	2.825	3.068	0.066	0.083	0.090	PA-2	35.00	0.005	0.600	0.263	0.158	1.11
		0.195	0.90	0.176															
REDE-09																			
BLE-02	BOCA P/ BSTC	0.000	0.70	0.000	0.097	10.00	2.248	2.825	3.068	0.036	0.046	0.050	PA-2	9.50	0.005	0.600	0.195	0.117	0.94
		0.108	0.90	0.097															
REDE-08																			
BLS-02	BOCA P/ BSTC	0.000	0.70	0.000	0.384	10.00	2.248	2.825	3.068	0.144	0.181	0.197	PA-2	10.50	0.005	0.600	0.397	0.238	1.38
		0.427	0.90	0.384															
REDE-07																			
BLS - 04	BOCA P/ BSTC	0.000	0.70	0.000	0.117	10.00	2.248	2.825	3.068	0.044	0.055	0.060	PA-2	8.00	0.005	0.600	0.215	0.129	0.98
		0.130	0.90	0.117															
REDE-06																			
BLE-3	BOCA P/ BSTC	0.000	0.70	0.000	0.222	10.00	2.248	2.825	3.068	0.083	0.105	0.114	PA-2	18.00	0.005	0.600	0.297	0.178	1.19
		0.247	0.90	0.222															
REDE-04																			
BLE - 04	BOCA P/ BSTC	0.000	0.70	0.000	0.174	10.00	2.248	2.825	3.068	0.065	0.082	0.089	PA-2	7.50	0.005	0.600	0.262	0.157	1.10
		0.193	0.90	0.174															
REDE-01																			
BLSG - 05	BOCA P/ BSTC	0.000	0.70	0.000	0.140	10.00	2.248	2.825	3.068	0.052	0.066	0.071	PA-4	9.00	0.005	0.600	0.233	0.140	1.04
		0.155	0.90	0.140										PA-2	16.00				
REDE-03																			
BLS-07	PV - 03	0.000	0.70	0.000	0.125	10.00	2.248	2.825	3.068	0.047	0.059	0.064	PA-2	61.50	0.005	0.600	0.222	0.133	1.00
		0.139	0.90	0.125										PA-4	25.50				
REDE-02																			
BLSG - 04	PV - 04	0.000	0.70	0.000	0.056	10.00	2.248	2.825	3.068	0.021	0.026	0.029	PA-2	62.00	0.005	0.600	0.150	0.090	0.79
		0.062	0.90	0.056															
REDE-11																			
BOCA DE LEÃO	BOCA DE LOBO SIMPLES	0.000	0.70	0.000	0.114	10.00	2.248	2.825	3.068	0.043	0.054	0.059	PA-2	6.00	0.005	0.500	0.272	0.136	0.99
		0.127	0.90	0.114															
REDE-12																			
BLSG-6	PV-04	0.000	0.70	0.000	0.056	10.00	2.248	2.825	3.068	0.021	0.026	0.028	PA-2	22.50	0.005	0.400	0.255	0.102	0.83
		0.062	0.90	0.056															
REDE-14 - CONDOMÍNIO																			
CX-03	CX-02	0.444	0.35	0.155									PA-2						
		0.000	0.50	0.000															
		0.000	0.70	0.000	5.140	10.00	2.248	2.825	3.068	1.926	2.420	2.628		22.50	0.0037	1.200	0.684	0.821	2.34
		6.230	0.80	4.984															
CX-02	MURO DE ALA	1.166	0.35	0.408									PA-2						
		0.158	0.50	0.079															
		0.000	0.70	0.000	5.900	10.00	2.248	2.825	3.068	2.211	2.778	3.017		22.50	0.0037	1.200	0.764	0.917	2.38
		6.766	0.80	5.413															

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 15 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

#### 3.4 Valeta de Proteção

As valetas foram projetadas nas saídas das descidas d'água e nos casos onde houve acerto da seção transversal, propiciando escoamento longitudinal paralelo à pista, através de valetas trapezoidais e retangulares conduzindo as águas para locais de deságüe seguros e bem determinados.

Foram projetadas valetas de seções trapezoidais e retangulares revestidas em concreto. Foi estabelecido o seguinte critério para borda livre:

Os critérios utilizados para o dimensionamento hidráulico das sarjetas foram estabelecidos em função das declividades longitudinais, alturas e velocidades máximas de escoamento, determinando-se comprimentos críticos compatíveis com as seções tipo da rodovia.

O dimensionamento das sarjetas por comprimento crítico é efetuado igualando-se a vazão de contribuição calculada nas seções típicas apresentadas ao valor de sua capacidade hidráulica calculada através da fórmula de Manning associada à equação da continuidade:

$$Q = \frac{S \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Onde:

Q: vazão (m³/s);

S: área da seção hidráulica (m²);

i: declividade longitudinal (m/m);

Rh: raio hidráulico (m);

n: coeficiente de rugosidade.

O dimensionamento das sarjetas considerou a utilização de sua altura total revestida quando a mesma apresentava seção triangular, nos casos de seção retangular foi considerada borda livre de 20%. As sarjetas revestidas em grama não foram utilizadas buscando evitar processos erosivos.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 16 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

As tabelas a seguir apresentadas relacionam o tipo de seção e o respectivo comprimento crítico da sarjeta.

Planilha de cálculos hidrológicos e hidráulicos - Valetas de proteção e Canais																
Estaca		Posição	Área	C	Tempo	Intensid.	Vazão	Decli-	Tipo	Dimensões		coef.d	Compr.	Dimensionamento		Obs.:
Inicial	Final	Relativa	A		Conc.	Pluviom.	Projeto	vidade	de	b	h	rugos.	L	Veloc.	Lâmina(y)	
			(ha)		(min)	(mm/h)	(m³/s)	(m/m)	Valeta	(m)	(m)	(η)	(m)	(m/s)	(m)	
36+8,008	34+15,240	E	0.10	0.25												
			0.01	0.50												
				0.90	10.00	134.91	0.011	0.005	DR-3B-1	0.20	0.20	0.016	30.00	0.281	0.070	0.35 CONC
			0.123	0.25												
6+2,200	9+9,986	D	0.026	0.70												
				0.90	10.00	134.91	0.018	0.005	DR-3B-1	0.20	0.20	0.016	70.00	0.482	0.092	0.46 CONC
14+13,558	18+14,687	D	0.10	0.25												
			0.08	0.50												
				0.90	10.00	134.91	0.024	0.005	DR-3B-2	0.30	0.20	0.016	85.00	0.617	0.089	0.45 CONC
26+11,526	32+4,495	D	0.10	0.25												
			0.04	0.50												
				0.90	10.00	134.91	0.017	0.005	DR-3B-2	0.30	0.20	0.016	121.00	0.628	0.073	0.37 CONC
36+8,008	34+15,240	E	0.24	0.25												
				0.50												
				0.90	10.00	134.91	0.022	0.005	DR-3B-3	0.30	0.25	0.016	121.00	0.628	0.084	0.34 CONC
34+15,240	31+10,00	E	0.44	0.25												
				0.50												
				0.90	10.00	134.91	0.041	0.005	DR-3B-1	0.20	0.20	0.016	60.00	0.628	0.144	0.72 CONC
31+10,00	6+5,00	E	0.70	0.25												
				0.50												
				0.90	10.00	134.91	0.066	0.005	DR-3B-2	0.30	0.20	0.016	68.00	0.628	0.156	0.78 CONC
6+5,00	11+16,00	E	0.85	0.25												
				0.50												
				0.90	10.00	134.91	0.080	0.005	DR-3B-3	0.30	0.25	0.016	110.00	0.628	0.173	0.69 CONC

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001		Denominação: MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM		
Elaborado por: João Carlos de Almeida Jr.		Aprovado por: André dos Santos Pita		Emissão: 30/10/2019
				Revisão 02
				Página 17 de 21



# Prefeitura de Jacareí

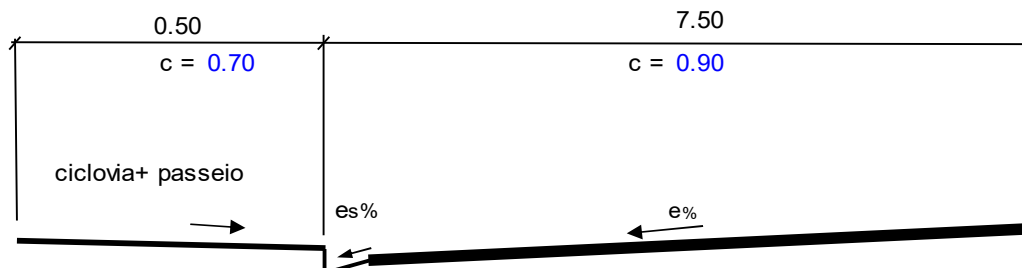
## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

#### 3.5 Capacidade de Guias e Sarjetas

Foi feito dimensionamento pelo método dos comprimentos críticos, conforme a seguir:

#### CÁLCULO DOS ESPAÇAMENTOS ENTRE BOCAS DE LOBO / GÁRGULAS



#### Método Racional:

T = 10 anos

tc = 5 minutos

i = 2.67 mm / min

$$Q = \frac{[(7.50 \cdot 0.90) + (0.50 \cdot 0.70)] \cdot 2.68 \cdot L}{6 \cdot 10^4}$$

#### Fórmula de Izzard:

$$Q = 0,375 \cdot \frac{(z)}{n} \cdot (y_o)^{8/3} \cdot i^{1/2}$$

onde:

Q = vazão em m<sup>3</sup>/s.

z = inverso da inclinação transversal.

n = coeficiente de rugosidade da sarjeta.

y<sub>o</sub> = profundidade d'água em m.

i = declividade longitudinal em m/m.

Dados:

n = 0.016

Largura de inundação da via de tráfego = 3.20 m

Inclinação transversal: da sarjeta(es%) = 10 %

do pavimento(e%) = 2.00 %

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

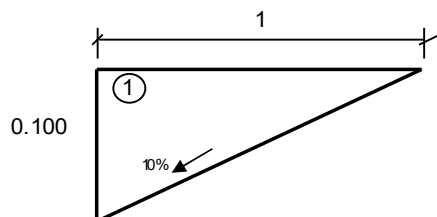
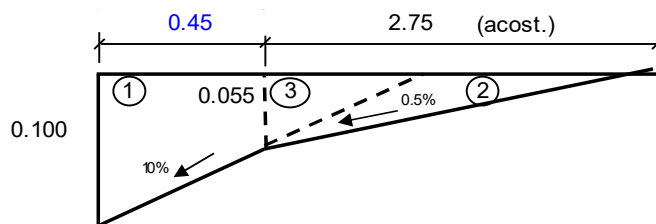
<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 18 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

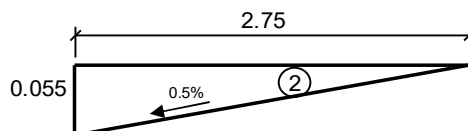


$$z_1 = \frac{1}{0.10} = 10$$

$$\frac{z_1}{n} = \frac{10}{0.016} = 625$$

$$Q_1 = 0,375 \cdot (625) \cdot (0.100)^{8/3} \cdot i^{1/2}$$

$$Q_1 = 0.50494563 \cdot i^{1/2}$$



$$z_2 = \frac{1}{0.02} = 50$$

$$\frac{z_2}{n} = \frac{50}{0.016} = 3125$$

$$Q_2 = 0,375 \cdot (3125) \cdot (0.055)^{8/3} \cdot i^{1/2}$$

$$Q_2 = 0.512682462 \cdot i^{1/2}$$

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

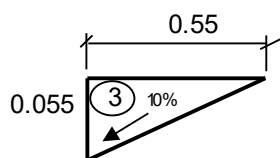
<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 19 de 21



# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -



$$z_3 = \frac{1}{0.10} = 10$$

$$\frac{z_3}{n} = \frac{10}{0.016} = 625$$

$$Q_3 = 0,375 \cdot (625) \cdot (0.055)^{8/3} \cdot i^{1/2}$$

$$Q_3 = 0.102536492 \cdot i^{1/2}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 - Q_3$$

$$Q_T = 0.50494563 \cdot i^{1/2} + 0.512682462 \cdot i^{1/2} - 0.102536492 \cdot i^{1/2}$$

$$Q_T = 0.9150916 \cdot i^{1/2}$$

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	<b>Denominação:</b> MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
<b>Elaborado por:</b> João Carlos de Almeida Jr.	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 20 de 21





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

Vazão que chega à sarjeta pelo Método Racional	Comprimento crítico em função da declividade
$Q = 0.000317 \cdot L$	$L = 2888.503261 \cdot i^{1/2}$

ESPAÇAMENTO ENTRE BOCAS DE LOBO / GÁRGULAS	
Declividade longitudinal $i$ ( m/m )	Tangente ( m )
0.001	91
0.002	129
0.003	158
0.004	183
0.005	204
0.006	224
0.007	242
0.008	258
0.009	274
0.010	289
0.012	316
0.014	342
0.016	365
0.018	388
0.020	408
0.022	428
0.024	447
0.026	466
0.028	483
0.030	500
0.032	517
0.034	533
0.036	548
0.038	563
0.040	578
0.042	592
0.044	606
0.046	620
0.048	633
0.050	646

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-H04-16171-00-000-001	Denominação: MEMORIAL DE CÁLCULO DE DRENAGEM			
Elaborado por: João Carlos de Almeida Jr.	Aprovado por: André dos Santos Pita	Emissão: 30/10/2019	Revisão 02	Página 21 de 21