

Emitente:

Resp. Técnico / Projetista:
Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

Responsável técnico / Concessionária:

Lote:

Rodovia:
SPA-122/065 – RODOVIA DOS AGRICULTORES

DE-DER:

Trecho:

km 00+000 ao km 04+250

Verificado ARTESP:

Objeto: Memorial de Cálculos Hidráulicos

Aprovado ARTESP:

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

DE-SPA122065-000.005-007-H04/001 à 006 – Projeto Executivo de Drenagem

DE-SPA122065-000.005-007-H06/001 à 003 – Perfis dos Bueiros

Observação:

0	10/04/2015	Eilaine Oliveira				
Rev.	Data	Resp. Téc./Proj.	Resp. Téc./Conces.	DE-DER	Rev. ARTESP	Aprovado - ARTESP

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. VAZÕES DE PROJETO	4
2.1 Método Racional	4
3. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	5
3.1. Bueiros de Talvegue	6
3.2. Bueiros de Greide	8
3.3. Sarjetas e Valetas	11
3.4. Drenagem Subterrânea	19
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar à Concessionária Rota das Bandeiras a memória de cálculos hidráulicos referentes ao projeto executivo de drenagem da duplicação da SPA-122/065 do km 0+000 ao km 4+250, município de Jundiá.

A Figura 1 a seguir identifica o local em estudo.

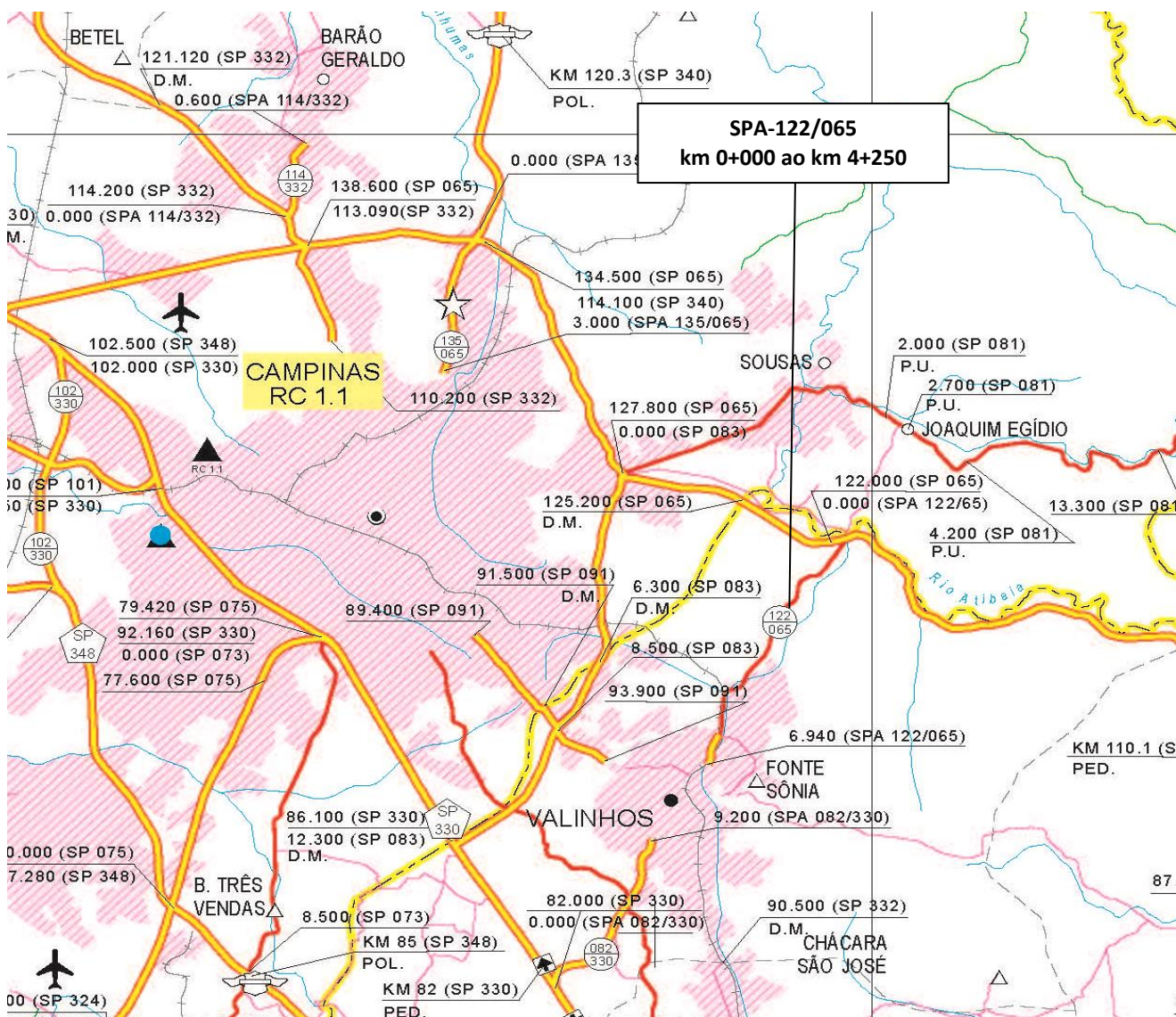


Figura 1 – Mapa de Localização

2. VAZÕES DE PROJETO.

As vazões de projeto serão determinadas por métodos aplicados em função da área da bacia, a saber:

Área da Bacia	Método
até 200 ha	Racional
de 200 ha até 10.000 ha	I-Pai-Wu

2.1 Método Racional

Aplicado para bacias com áreas até 200 ha, este método admite, como critério básico, que o pico da vazão de uma bacia hidrográfica ocorre quando toda a bacia está contribuindo, sob a ação de uma chuva de intensidade constante e uniformemente distribuída.

O método é definido pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{c \cdot I \cdot A}{6}$$

onde:

Q = vazão de projeto, em m³/s;

c = coeficiente de escoamento superficial ("run-off");

A = área da bacia, em ha.

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. (C < 0,25 para talwegues secos e C ≥ 0,25 para travessias perenes).

3. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Os dispositivos de drenagem foram projetados e dimensionados para proteger a terraplenagem resultante da readequação geométrica proposta para a duplicação da rodovia SPA 122/065, conduzindo e lançando as vazões em locais seguros e bem definidos, utilizando-se sempre que possível os dispositivos existentes que apresentam bom estado de conservação.

Foram projetados os seguintes tipos de dispositivos de drenagem: sarjetas, valetas de proteção de taludes, de banquetas e de escoamento, descidas d'água, escadas hidráulicas, caixas coletoras, bocas de lobo, poços de visitas, bueiros de talvegue e de greide, dissipadores de energia e drenos de pavimento.

Os dispositivos de drenagem superficial foram dimensionados para escoar vazão de 10 anos de período de retorno, conforme os critérios a seguir, em acordo com a Instrução de Projeto de Drenagem do DER/SP – IP-DE-H00/002.

- 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).

Coeficientes de rugosidade:

Os coeficientes de rugosidade de Manning adotados foram os seguintes:

Tabela 1 – Coeficiente de Rugosidade de Manning

Tipo	n
Valetas e sarjetas de concreto	0,018
Bueiros tubulares de concreto	0,016

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 _{máx} (m/s)
Bueiros de concreto	4,50
Valetas revestidas de concreto	6,00

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 com afogamento máximo de acordo com o critério descrito a seguir.

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

Onde:

- HW: carga hidráulica a montante (m);
- D: diâmetro (m).

A resistência dos tubos de concreto foi calculada conforme critérios preconizados pelo “Iowa Engineering Experiment Station” e as classes dos tubos especificadas de acordo com a NBR 8890/07 - “Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio”.

Estes bueiros foram projetados para assentamento sobre berço de brita ou de concreto, quando necessário, com método comum de execução de aterro.

A planilha de vazões de projeto e dimensionamento hidráulico dos bueiros que sofreram intervenção está apresentada a seguir.

QUADRO RESUMO - VAZÕES DE PROJETO															
BACIA KM	ESTACA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GEOMÉTRICAS DAS BACIAS							VAZÃO DE PROJETO						OBSERVAÇÕES
		ÁREA A (ha)	COMPRIM. L (km)	DESNIVEL H (m)	DECLIV. EQUIV. Ieq (m/km)	TEMPO CONC. t _c (min)	COEF. ESC. C	N	Tr = 25 anos		Tr = 50 anos		Tr = 100 anos		
									i (mm/min)	Q _p (m³/s)	i (mm/min)	Q _p (m³/s)	i (mm/min)	Q _p (m³/s)	
1D	2076+03,80	36,17	0,77	91	86,50	10,00	0,48	-	2,65	7,74	2,92	8,54	3,23	9,43	Método Racional
2D	1109+14,134	27,55	0,91	135	103,17	10,00	0,39	-	2,65	4,74	2,92	5,24	3,23	5,78	Método Racional
3D	2152+06,58	31,08	0,63	77	109,59	10,00	0,30	-	2,65	4,12	2,92	4,55	3,23	5,02	Método Racional
2E	2016+10,00	12815	24,99	359	6,19	336,82	-	77	0,25	217,87	0,28	261,33	0,31	311,21	SCS

Tabela 4 – Planilha de Cálculo – Bueiros de Talvegue

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO E VERIFICAÇÃO DE BUEIROS DE TALVEGUE											
BACIA	BUEIRO		CONTROLE		DECLIVIDADE I (%)	VAZÃO Q (m³/s)	VELOCIDADE V (m/s)	LÂMINA D'ÁGUA h (m)	PROFUN- DIDADE CRÍTICA Y _c (m)	REGIME DE ESCOAMENTO	OBSERVAÇÕES
	TIPO	DIMENSÕES (m)	ENTRADA HW / D	ENTRADA H _w (m)							
1D	BDTC	1,50	1,12	1,68	1,00	Q ₂₅ 7,74	3,18	0,96	1,02	SUPERCRÍTICO	
			1,32	1,98		Q ₁₀₀ 9,43	3,38	1,11	1,13	SUPERCRÍTICO	
2D	BDTC	1,20	1,17	1,40	1,00	Q ₂₅ 4,74	2,80	0,83	0,85	SUPERCRÍTICO	
			1,32	1,58		Q ₁₀₀ 5,78	3,02	0,98	0,93	SUBCRÍTICO	
3D	BDTC	1,20	1,06	1,27	1,00	Q ₂₅ 4,12	2,72	0,75	0,79	SUPERCRÍTICO	
			1,21	1,45		Q ₁₀₀ 5,02	2,83	0,87	0,88	SUPERCRÍTICO	

3.2. Bueiros de Greide

Os tubos foram dimensionados 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 as classes dos tubos foram especificadas de acordo com a NBR-8890/07 – "Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio".

A seguir apresenta-se a planilha de cálculo dos bueiros de greide.

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**
Tabela 5 – Planilha de Cálculo – Bueiros de Greide

PLANILHA DE CÁLCULO – BUEIROS DE GREIDE E REDE COLETORA																				
LOCALIZAÇÃO DO TRECHO				DISPOSITIVO		SUB-ÁREAS DRENAGEM A (ha)	COEF. DEESCO- AMENTO C	(A+C) SUB-ÁREAS	TOTAL ACUMUL.	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO		INTENSI- DADE PLU- VOMÉTRICA I (mm/min)	VAZÃO DE PROJEITO (m³/s)	DRENO PLUVIAL PROPOSTO			DIMENSIONAMENTO			OBS
ESTACA		INICIAL	FINAL	SIB-ÁREAS	DEESCO- AMENTO C	(A+C)	TOTAL ACUMUL.	PERCURSO Tp (min.)	TOTAL ACUMUL. (mm.)	DADE PLU- VOMÉTRICA I (mm/min)	DE PROJEITO (m³/s)	DÁMETRO D (m)	COMPRI- MENTO L (m)	DECLIV. DADE I (mm)	Y/D	LÂMINA Y (m)	VELOC. DADE V (m/s)			
INICIAL	FINAL																			
						TR=	10	anos							n = 0,018					
2005+05,799	2003+15,00	CX-6A	CX-3	0,10	0,85	0,09	0,09		10,00	2,32	0,033	0,80	29,00	0,0025	0,18	0,14	0,55		BUEIROS PROJETADO	
2009+15,00	202+08,00	CX-3	CX EXISTENTE	0,16	0,85	0,14	0,22	0,88	10,88	2,26	0,083	0,80	22,50	0,0025	0,28	0,22	0,71		BUEIROS PROJETADO	
2009+15,22	2009+15,22	CX-6A	BOCA	0,08	0,85	0,07	0,07		10,00	2,32	0,026	0,80	13,50	0,0100	0,12	0,09	0,83		BUEIROS PROJETADO	
2020+15,00	2019+16,00	CX-1	BOCA	0,82	0,85	0,70	0,70		10,00	2,32	0,270	0,60	18,00	0,0100	0,57	0,34	1,65		BUEIROS PROJETADO (EMBOCADURA)	
2042+05,09	2042+05,09	CX-1	CX EXISTENTE	4,44	0,30	1,33	1,33		10,00	2,32	0,516	0,60	6,50	0,0128	0,82	0,49	2,02		BUEIRO EXISTENTE	
2052+03,00	2052+03,00	CX-1	CX EXISTENTE	3,42	0,30	1,03	1,03		10,00	2,32	0,397	0,60	13,70	0,0100	0,74	0,44	1,77		BUEIRO EXISTENTE	
101+18,475	201+07,693	CX-3	BOCA	0,21	0,85	0,18	0,18		10,00	2,32	0,069	0,60	31,20	0,0100	0,27	0,16	1,14		BUEIROS PROJETADO (ALÇA)	
2067+05,243	2066+18,594	BOCA	BOCA	13,29	0,30	3,99	3,99		10,00	2,32	1,544	0,80	20,00	0,0250	0,82	0,66	3,42		BUEIRO PROJETADO	
1082+12,80	1082+12,80	CX-6B	BOCA	0,16	0,85	0,14	0,14		10,00	2,32	0,053	0,80	15,00	0,0050	0,19	0,15	0,80		BUEIRO PROJETADO	
2085+05,350	1085+10,00	CX-1	BOCA	1,87	0,60	1,12	1,12		10,00	2,32	0,435	0,80	29,70	0,0414	0,33	0,26	3,15		BUEIRO PROJETADO	
2095+03,982	1095+10,00	CX-3	CX-6	5,98	0,58	3,48	3,48		10,00	2,32	1,349	1,00	12,40	0,0100	0,67	0,67	2,44		BUEIRO PROJETADO	
1095+10,00	1095+10,00	CX-6	BOCA	0,24	0,85	0,20	3,69	0,08	10,08	2,32	1,424	1,00	13,50	0,0100	0,70	0,70	2,47		BUEIRO PROJETADO	
2101+08,900	1101+15,219	CX-3	CX-6B	3,47	0,53	1,84	1,84		10,00	2,32	0,712	1,20	32,10	0,0164	0,31	0,37	2,53		BUEIRO EXISTENTE	
1101+15,219	1101+15,219	CX-6B	BOCA	0,27	0,85	0,23	2,07	0,21	10,21	2,31	0,796	1,20	13,50	0,0164	0,33	0,39	2,59		BUEIRO EXISTENTE	
2101+12,50 R. 2200	2101+12,50 R. 2200	CX-1	BOCA	0,37	0,85	0,31	0,31		10,00	2,32	0,122	0,60	15,00	0,0100	0,36	0,22	1,34		BUEIRO PROJETADO (RAMO)	
2108+06,00	1109+00,00	CX-6A	DR-14	0,12	0,85	0,10	0,10		10,00	2,32	0,040	0,80	15,40	0,0250	0,11	0,09	1,30		BUEIRO PROJETADO	
1113+09,50	2112+14,75	CX-1	BOCA	1,12	0,75	0,84	0,84		10,00	2,32	0,325	0,60	13,70	0,0583	0,38	0,23	3,32		BUEIRO EXISTENTE	
2112+14,75	2112+14,80	BOCA	BOCA	0,30	0,85	0,26	1,10	0,07	10,07	2,32	0,423	0,60	15,00	0,0583	0,43	0,26	3,55		BUEIRO EXISTENTE	

continua.

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

PLANILHA DE CÁLCULO - BUEIROS DE GREIDE E REDE COLETORA

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO			DISPOSITIVO		SUB-ÁREAS DRENAGEM A (ha)	DEESCO- AMENTO C	COEF. (A x C)	(A x C)	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO			INTENS. DADE PLU- VIOMÉTRICA I (mm/min)	VAZÃO DE PROJETO (m³/s)	DRENOP LUVIAL PROPOSTO				DIMENSIONAMENTO			OBS	
INICIAL	FINAL	INICIAL							FINAL	ÁREAS SUB-ÁREAS	TOTAL ACUMUL. (mm.)			PERCURSO Tp (min.)	DIA MÊTRO D (m)	COMPR IMENTO L (m)	DECLIV DADE I (mm)	V/D	LÂMINA Y (m)	VELOCI DADE V (m/s)		
							TR= 10 anos						n = 0,018									
1120+07,80	2120+01,65	CX-1	BOCA	1,24	0,75	0,93	10,00				2,32	0,360	0,80	27,10	0,0100	0,42	0,34	1,76				BUEIRO PROJETADO
302+01,40	402+08,50	CX-1	BOCA	0,64	0,85	0,54	10,00				2,32	0,211	0,60	40,00	0,0100	0,48	0,29	1,55				BUEIRO PROJETADO (RAMO)
2154+16,80	2152+07,03	CX-6A		0,24	0,85	0,20	10,00				2,32	0,079	0,80	48,00	0,0350	0,14	0,12	1,80				BUEIRO PROJETADO
2166+01,95	2166+01,95	CX-9	BOCA	13,39	0,32	4,28	10,00				2,32	1,660	1,20	40,00	0,0300	0,40	0,48	3,89				BUEIRO PROJETADO
2179+08,620	1178+18,09	CX-3	BOCA	11,05	0,57	6,24	10,00				2,32	2,418	1,20	32,00	0,0100	0,72	0,86	2,80				BUEIRO PROJETADO
1800+00,00	1800+00,00	CX-3	BOCA	11,05	0,57	6,30	10,00				2,32	2,440	1,20	13,00	0,0100	0,72	0,87	2,81				BUEIRO PROJETADO
2500+19,262	2404+09,575	BLD	BLD	0,55	0,85	0,47	10,00				2,32	0,181	0,60	21,60	0,0050	0,55	0,33	1,15				REDE PROJETADA
2404+09,575	2403+15,50	BLD	BOCA	0,35	0,85	0,30	10,31	0,31			2,30	0,293	0,60	12,00	0,0050	0,77	0,46	1,26				REDE PROJETADA
2205+15,00	1207+00,00	BLD	PV	0,30	0,85	0,26	10,00				2,32	0,099	0,50	30,00	0,0550	0,26	0,13	2,35				REDE PROJETADA
1203+15,00	1204+00,00	BLD	PV	0,20	0,85	0,17	10,00				2,32	0,066	0,50	5,00	0,0100	0,34	0,17	1,15				REDE PROJETADA
1209+00,00	1910+00,00	BLD	PV	0,14	0,85	0,12	10,00				2,32	0,046	0,50	4,00	0,0100	0,28	0,14	1,03				REDE PROJETADA
1209+00,00	1910+00,00	BLD	PV	0,39	0,85	0,33	10,00				2,32	0,128	0,50	4,00	0,0260	0,37	0,19	1,94				REDE PROJETADA
1905+10,00	1905+05,00	BLD	PV	0,58	0,85	0,49	10,00				2,32	0,191	0,50	4,50	0,0350	0,42	0,21	2,40				REDE PROJETADA
1900+08,049	1900+15,00	BLD	PV	0,73	0,85	0,62	10,00				2,32	0,240	0,50	10,00	0,0400	0,46	0,23	2,88				REDE PROJETADA
1204+00,00	1207+00,00	PV	PV	0,20	0,85	0,17	10,00				2,32	0,066	0,60	60,00	0,0515	0,17	0,10	2,02				REDE PROJETADA
1207+00,00	1910+00,00	PV	PV	0,00	0,85	0,00	10,50	0,50			2,29	0,065	0,60	42,50	0,0392	0,19	0,11	1,82				REDE PROJETADA
1910+00,00	1907+10,00	PV	PV	0,53	0,85	0,45	10,88	0,39			2,26	0,234	0,60	50,00	0,0470	0,34	0,20	2,82				REDE PROJETADA
1907+10,00	1905+05,00	PV	PV	0,00	0,85	0,00	11,18	0,29			2,24	0,232	0,60	45,00	0,0358	0,36	0,22	2,54				REDE PROJETADA
1905+05,00	1903+10,00	PV	PV	0,58	0,85	0,49	11,11	0,30			2,22	0,412	0,80	30,00	0,0339	0,34	0,27	2,88				REDE PROJETADA
1903+10,00	1902+00,00	PV	PV	0,00	0,85	0,00	11,65	0,17			2,21	0,410	0,80	31,00	0,0400	0,32	0,26	3,07				REDE PROJETADA
1902+00,00	1900+15,00	PV	PV	0,00	0,85	0,00	11,82	0,17			2,20	0,409	0,80	31,00	0,0405	0,32	0,26	3,08				REDE PROJETADA
1900+15,00	LANÇAMENTO	PV	PV	0,73	0,85	0,62	11,98	0,17			2,19	0,633	0,80	73,00	0,0303	0,42	0,34	3,07				REDE PROJETADA

3.3. Sarjetas e Valetas

Foram projetadas sarjetas com a finalidade de interceptar e conduzir as águas precipitadas sobre a plataforma de forma rápida e segura. As valetas de proteção, de escoamento e de banquetas 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, evitando-se erosões na área terraplenada.

Foi estabelecido o seguinte critério para Borda Livre:

- Para valetas: $f = 0,20 \cdot h$;
- Para sarjetas: $f = 0$

Onde:

- f : Borda livre mínima;
- h : Altura da seção protegida pelo revestimento.

O dimensionamento das sarjetas e valetas está apresentado nas planilhas a seguir:

Emitente:



Projetista:

Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

Tabela 6 – Planilha de Cálculo – Sarjetas de Corte

PLANILHA DE CÁLCULO – SARJETAS DE CORTE													
ESTACA	INICIAL	FINAL	POSÇÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCRETO-TRAÇÃO t _c (min.)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARIETA	DIMENSÕES		COMPRIMENTO (m)
											L ou a1 (m)	h (m)	
	2109+13,378	2107+5,539	LD	0,150	0,68	10,00	2,32	0,040	0,021	DR-1B-1	1,00	0,25	60,00
	2035+07,809	2028+10,00	LD	0,348	0,72	10,00	2,32	0,097	0,060	DR-1B-1	1,00	0,25	139,00
	2026+05,00	2020+15,00	LD	0,629	0,72	10,00	2,32	0,175	0,060	DR-1B-1	1,00	0,25	112,50
	2035+07,809	2042+05,83	LD	0,293	0,77	10,00	2,32	0,087	0,014	DR-1B-1	1,00	0,25	117,00
	2042+05,83	2052+03,00	LD	0,475	0,77	10,00	2,32	0,142	0,014	DR-1B-1	1,00	0,25	190,00
	2052+03,00	2062+00,00	LD	0,485	0,70	10,00	2,32	0,131	0,033	DR-1B-1	1,00	0,25	194,00
	2062+00,00	2065+07,00	LD	0,658	0,77	10,00	2,32	0,196	0,033	DR-1B-2	1,50	0,375	69,00
	2400+07,00	2068+17,00	LD	0,244	0,63	10,00	2,32	0,059	0,033	DR-1B-1	1,00	0,25	97,50
	2097+19,771	2092+17,982	LD	0,136	0,77	10,00	2,32	0,041	0,022	DR-1B-1	1,00	0,25	54,50
	2097+19,771	2101+08,900	LD	0,165	0,77	10,00	2,32	0,049	0,040	DR-1B-1	1,00	0,25	66,00
	2107+00,00	2101+08,90	LD	0,270	0,77	10,00	2,32	0,081	0,100	DR-1B-1	1,00	0,25	108,00
	2124+00,00	2128+00,00	LD	0,195	0,77	10,00	2,32	0,058	0,026	DR-1B-1	1,00	0,25	78,00

Continua.

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**
Tabela 7 – Planilha de Cálculo – Canaleta de Canteiro Central

PLANILHA DE CÁLCULO – CANALETA DE CANTEIRO CENTRAL													
ESTACA	INICIAL	FINAL	POSICÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO tc (min.)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARETA	DIMENSÕES		OBSERVAÇÕES
											w (m)	h (m)	
2007+09.529			CC	0,087	0,90	10,000	2,32	0,030	0,051	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2007+09.529			CC	0,081	0,90	10,000	2,32	0,028	0,051	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1050+00.00			CC	0,180	0,90	10,000	2,32	0,063	0,020	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2078+13.016			CC	0,220	0,90	10,000	2,32	0,077	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2078+13.016			CC	0,140	0,90	10,000	2,32	0,049	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1085+10.00			CC	0,056	0,90	10,000	2,32	0,020	0,052	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1054+10.00			CC	0,257	0,65	10,000	2,32	0,065	0,033	DR-2B-1	1,20	0,15	CONCRETO
2083+05.00			CC	0,096	0,65	10,000	2,32	0,024	0,033	DR-2B-1	1,20	0,15	CONCRETO
1092+15.00			CC	0,108	0,90	10,000	2,32	0,037	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1098+10.00			CC	0,120	0,90	10,000	2,32	0,014	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1098+10.00			CC	0,100	0,90	10,000	2,32	0,035	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1109+00.00			CC	0,250	0,90	10,000	2,32	0,087	0,102	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2112+13.10			CC	0,175	0,90	10,000	2,32	0,061	0,102	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2123+02.078			CC	0,409	0,90	10,000	2,32	0,143	0,017	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2161+00.00			CC	0,244	0,90	10,000	2,32	0,050	0,023	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO

PLANILHA DE CÁLCULO - SARIJETAS DE ATERRO																
ESTACA			ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO t _c (min.)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARIJETA	DIMENSÕES		COMPRIMENTO O (m)	DIMENSIONAMENTO		REVESTIMENTO	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL	POSIÇÃO RELATIVA								L ou a ₁ (m)	h (m)		VELOCIDADE (m/s)	LÁMINA (m)		
2008+10,00	2011+10,00		LD	0,073	10,000	2,32	0,026	0,051	DR-6	0,60	0,15	60,00	1,59	0,10	CONCRETO	
2011+10,00	2014+15,392		LD	0,080	10,000	2,17	0,026	0,054	DR-6	0,60	0,15	65,40	1,62	0,10	CONCRETO	
2015+07,798	2014+15,392		LD	0,015	10,000	2,17	0,005	0,054	DR-6	0,60	0,15	12,17	1,12	0,06	CONCRETO	
1076+00,00	1073+00,00		LE	0,068	10,000	2,17	0,022	0,008	DR-6	0,60	0,15	56,00	0,76	0,14	CONCRETO	
1075+00,00	1073+00,00		LE	0,049	10,000	2,17	0,016	0,008	DR-6	0,60	0,15	40,00	0,70	0,12	CONCRETO	
1087+00,00	1085+10,00		LE	0,034	10,000	2,17	0,011	0,004	DR-6	0,60	0,15	28,00	0,49	0,12	CONCRETO	
1087+00,00	1090+00,00		LE	0,071	10,000	2,17	0,023	0,004	DR-6	0,60	0,15	58,00	0,60	0,15	CONCRETO	
1091+13,50	1090+00,00		LE	0,038	10,000	2,17	0,012	0,004	DR-6	0,60	0,15	31,50	0,50	0,13	CONCRETO	
1150+05,00	1151+15,954		LE	0,037	10,000	2,17	0,012	0,015	DR-6	0,60	0,15	30,00	0,83	0,10	CONCRETO	
1155+00,00	1151+15,954		LE	0,073	10,000	2,17	0,024	0,014	DR-6	0,60	0,15	60,00	0,96	0,13	CONCRETO	

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**
Tabela 9 – Planilha de Cálculo – Valetas de Proteção de Bermas

PLANILHA DE CÁLCULO – VALETAS DE PROTEÇÃO DE BERMAS																
ESTACA			ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCEN- TRAÇÃO tc (min.)	INTENSIDADE PLUVIO- MÉTRICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE i (mm)	TIPO DE SARRETA	DIMENSÕES		COMPRIMENTO (m)	DIMENSIONAMENTO		REVESTIMENTO	OBSERVAÇÕES
INICAL	FINAL	b (m)								h (m)	VELOCIDADE (m/s)		LÂMINA (m)			
2028+00,00	2020+15,00		0,281	0,60	10,00	2,32	0,065	0,059	DR-3C-1	0,20	0,20	187,00	2,32	0,09	CONCRETO	
2055+10,00	2059+15,00		0,126	0,60	10,00	2,32	0,029	0,008	DR-3C-1	0,20	0,20	84,00	0,90	0,11	CONCRETO	
2072+10,00	2400+07,50		0,038	0,60	10,00	2,32	0,009	0,004	DR-3C-1	0,20	0,20	25,00	0,51	0,07	CONCRETO	
2007+19,771	2091+17,982		0,079	0,60	10,00	2,32	0,018	0,002	DR-3C-1	0,20	0,20	52,50	0,48	0,12	CONCRETO	
2007+19,771	2101+08,90		0,099	0,60	10,00	2,32	0,023	0,102	DR-3C-1	0,20	0,20	66,00	2,08	0,05	CONCRETO	
1110+02,60	1109+09,00		0,081	0,60	10,00	2,32	0,019	0,102	DR-3C-1	0,20	0,20	54,00	1,96	0,04	CONCRETO	
1110+02,60	1113+09,177		0,042	0,60	10,00	2,32	0,010	0,103	DR-3C-1	0,20	0,20	28,00	1,60	0,03	CONCRETO	
1112+17,00	1110+02,60		0,077	0,60	10,00	2,32	0,018	0,103	DR-3C-1	0,20	0,20	51,00	1,94	0,04	CONCRETO	
1118+10,00	1113+09,177		0,140	0,60	10,00	2,32	0,032	0,099	DR-3C-1	0,20	0,20	93,00	2,28	0,06	CONCRETO	
1118+10,00	2120+01,65		0,050	0,60	10,00	2,32	0,012	0,099	DR-3C-1	0,20	0,20	33,00	1,680	0,030	CONCRETO	
1123+00,00	2120+01,65		0,072	0,60	10,00	2,32	0,0167	0,099	DR-3C-1	0,20	0,20	48,00	1,86	0,04	CONCRETO	
2144+04,00	2141+08,00		0,069	0,60	10,00	2,32	0,0160	0,0190	DR-3C-1	0,20	0,20	46,00	1,04	0,06	CONCRETO	
2144+04,00	2148+00,00		0,120	0,60	10,00	2,32	0,0279	0,0190	DR-3C-1	0,20	0,20	80,00	1,22	0,08	CONCRETO	
2158+10,00	2156+10,00		0,068	0,60	10,00	2,32	0,0157	0,0228	DR-3C-1	0,20	0,20	45,00	1,10	0,06	CONCRETO	
2175+10,00	2169+00,00		0,188	0,60	10,00	2,32	0,0436	0,0228	DR-3C-1	0,20	0,20	125,00	1,47	0,10	CONCRETO	
2175+10,00	2179+10,00		0,113	0,60	10,00	2,32	0,0261	0,0150	DR-3C-1	0,20	0,20	75,00	1,10	0,08	CONCRETO	

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**
Tabela 10 – Planilha de Cálculo – Valetas de Proteção

PLANILHA DE CÁLCULO – VALETAS DE PROTEÇÃO														
ESTACA	INICIAL	FINAL	POSICÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO tc (min.)	INTENSIDADE DE FLUXO MÉTRICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARRETA	DIMENSÕES		COMPRIMENTO (m)	OBSERVAÇÕES
											b (m)	h (m)		
1005+14,303		1004+15,00	LD	0,06	0,61	10,00	2,32	0,0142	0,0150	DR-3B-3	0,30	0,25	20,00	CONCRETO
2003+09,45		EXISTENTE	LD	0,10	0,61	10,00	2,32	0,0236	0,0150	DR-3B-3	0,30	0,25	27,00	CONCRETO
2107+05,539		EXISTENTE	LD	0,09	0,61	10,00	2,32	0,0219	0,0150	DR-3B-3	0,30	0,25	23,50	CONCRETO
2107+05,539		2106+11,379	LD	0,15	0,62	10,00	2,32	0,0360	0,0150	DR-3B-3	0,30	0,25	17,50	CONCRETO
1005+09,314		1002+11,913	LE	0,29	0,62	10,00	2,32	0,0699	0,0150	DR-3B-3	0,30	0,25	97,00	CONCRETO
2019+16,00		2017+10,00	LD	0,35	0,62	10,00	2,32	0,0835	0,0150	DR-3B-3	0,30	0,25	44,00	CONCRETO
1051+15,00		EXISTENTE	LE	0,09	0,62	10,00	2,32	0,0223	0,0150	DR-3B-3	0,30	0,25	31,00	CONCRETO
1019+08,50		1018+15,00	LE	0,61	0,62	10,00	2,32	0,1453	0,0150	DR-3B-3	0,30	0,25	12,00	CONCRETO
2065+07,00		2066+15,00	LE	0,66	0,62	10,00	2,32	0,1579	0,0340	DR-3B-3	0,30	0,25	30,00	CONCRETO
2068+17,00		2068+10,00	LE	0,24	0,62	10,00	2,32	0,0585	0,0327	DR-3B-3	0,30	0,25	30,50	CONCRETO
2073+15,00		1067+09,00	LE	0,04	0,62	10,00	2,32	0,0090	0,0034	DR-3B-3	0,30	0,25	51,00	CONCRETO
1066+00,00		193+905,00	CC	0,280	0,63	10,00	2,32	0,0663	0,0150	DR-3B-7	0,40	0,40	31,00	CONCRETO
2400+00,00		2075+10,00	LD	0,04	0,62	10,00	2,32	0,0090	0,0150	DR-3B-3	0,30	0,25	35,50	CONCRETO
2112+13,10		2110+00,00	LD	1,120	0,62	10,00	2,32	0,2690	0,0100	DR-3B-14	0,80	0,55	54,50	CONCRETO
2120+01,65		2112+13,13	LD	2,36	0,62	10,00	2,32	0,5667	0,0100	DR-3B-7	0,80	0,55	171,00	CONCRETO

Continua

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

PLANILHA DE CÁLCULO – VALETAS DE PROTEÇÃO																
ESTACA		POSICÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO tc (min.)	INTENSIDADE DE FLUXO- MÉTRICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARJETÁ	DIMENSÕES		COMPRIMENTO (m)	DIMENSIONAMENTO		REVESTIMENTO	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL									b (m)	h (m)		VELOCIDADE (m/s)	LÁMINA (m)		
2128+00,00	2138+15,00	LD	0,83	0,62	10,00	2,32	0,2003	0,0173	DR-3B-3	0,30	0,25	213,00	1,96	0,20	CONCRETO	
2142+17,70	1146+10,00	CC	0,19	0,62	10,00	2,32	0,0457	0,0190	DR-3B-3	0,30	0,25	63,50	1,35	0,09	CONCRETO	
1148+15,00	2152+06,58	CC	0,390	0,62	10,00	2,32	0,0837	0,0190	DR-3B-7	0,40	0,40	34,00	1,65	0,13	CONCRETO	
2148+00,00	2152+00,00	LD	0,47	0,62	10,00	2,32	0,1123	0,0190	DR-3B-3	0,30	0,25	59,00	1,74	0,14	CONCRETO	
2156+10,00	2152+11,00	LD	0,25	0,62	10,00	2,32	0,0600	0,0253	DR-3B-3	0,30	0,25	81,00	1,62	0,09	CONCRETO	
1191+09,00	1179+00,00	LE	0,76	0,62	10,00	2,32	0,1823	0,0893	DR-3B-3	0,30	0,25	253,00	3,48	0,12	CONCRETO	
1179+00,00	1800+0,00	LE	11,05	0,62	10,00	2,32	2,6536	0,0120	DR-3B-16	1,00	0,60	178,50	3,24	0,52	CONCRETO	
2191+00,00	2179+15,00	LE	0,69	0,62	10,00	2,32	0,1657	0,0120	DR-3B-3	0,30	0,25	230,00	1,63	0,20	CONCRETO	

3.4. Drenagem Subterrânea

A drenagem subterrânea contemplou os drenos rasos ou de pavimento, formados pelo conjunto de drenos rasos longitudinais e transversais projetados com a finalidade de retirar a água infiltrada no pavimento. Os drenos longitudinais foram projetados no lado mais baixo da pista conforme a declividade transversal, procurando-se o lançamento nas áreas dos canteiros ou diretamente nas caixas coletoras.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER/SP. **Projeto de Drenagem**. São Paulo, 2006. 41p. rev. A.
- 2 DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – DAEE. **Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas**. Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização, 2005. 111p.
- 3 AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO – ARTESP. **Instrução de Projeto – Estudos Hidrológicos e Projeto Executivo de Drenagem**. 2013. 23p.