



Quadro 10 – Cálculo HUT da bacia 12 para 50 anos

BACIA 12												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
		0,040	0,254	0,258	0,218	0,211	0,198	0,159	0,146	0,142	0,048	
0,68	8,38	0,34										0,34
1,36	16,76	0,67	2,13									2,80
2,04	25,14	1,01	4,26	2,16								7,42
2,72	26,82	1,07	6,39	4,32	1,83							13,61
3,41	21,80	0,87	6,81	6,49	3,65	1,77						19,59
4,09	16,78	0,67	5,54	6,92	5,48	3,54	1,66					23,80
4,77	11,77	0,47	4,26	5,62	5,85	5,30	3,32	1,33				26,16
5,45	6,75	0,27	2,99	4,33	4,75	5,66	4,98	2,66	1,22			26,87
6,13	1,73	0,07	1,71	3,04	3,66	4,60	5,31	4,00	2,45	1,19		26,02
6,81	0,00	0,00	0,44	1,74	2,57	3,54	4,32	4,26	3,67	2,38	0,40	23,32
7,49			0,00	0,45	1,47	2,48	3,32	3,47	3,92	3,57	0,80	19,48
8,17				0,00	0,38	1,42	2,33	2,67	3,18	3,81	1,21	15,00
8,85					0,00	0,37	1,34	1,87	2,45	3,10	1,29	10,41
9,54						0,00	0,34	1,07	1,72	2,38	1,05	6,56
10,22							0,00	0,28	0,99	1,67	0,81	3,74
10,90								0,00	0,25	0,96	0,56	1,78
11,58									0,00	0,25	0,32	0,57
12,26										0,00	0,08	0,08
12,94											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR

RODOVIA: CE-216 TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS EXTENSÃO: 39,76 km												
Localização:		Estaca 515										
Talvegue transposto:		BACIA 12										
Área da bacia (km ²):		33,61										
Diferença de nível (m):		47,0										
Linha de fundo (km):		10,90										
Curva solo - vegetação:		55										
Tempo de recorrência (ano):		50										
Declividade da bacia (m/km):		4,31										
Tempo de concentração (hora):		3,41										
Duração total (hora):		5,00										
Coeficiente de redução (P/P ₀):		0,99										
D _t =	0,68	T _R =	3,98	Q(t _p) =	29,33							
T _p =	2,38	T _B =	6,37									
POSTO DE GUARAMIRANGA												
a	b	c										
0,5	22	20										
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=50	gama	alfa	beta
1	0,68	8,38	0,00	51,4	50,9	0,040	0,040	41	1,980	0,25	0,145	0,080
2	1,36	16,76	0,00	68,5	67,8	0,294	0,254	82	2,100	0,25	0,160	0,080
3	2,04	25,14	0,00	79,1	78,3	0,552	0,258	123	2,155	0,25	0,166	0,080
4	2,72	0,00	26,82	86,5	85,6	0,770	0,218	163	2,178	0,25	0,169	0,080
5	3,41	0,00	21,80	92,8	91,9	0,981	0,211	204	2,201	0,25	0,172	0,080
6	4,09	0,00	16,78	98,3	97,3	1,179	0,198	245	2,222	0,25	0,174	0,080
7	4,77	0,00	11,77	102,4	101,4	1,338	0,159	286	2,225	0,25	0,174	0,080
8	5,45	0,00	6,75	106,1	105,0	1,484	0,146	327	2,228	0,25	0,175	0,080
9	6,13	0,00	1,73	109,5	108,4	1,626	0,142	368	2,231	0,25	0,175	0,080
10	6,37	0,00	0,00	110,6	109,5	1,674	0,048	382	2,232	0,25	0,175	0,080



Quadro 11 – Cálculo HUT da bacia 24 para 50 anos

BACIA 24												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
3,18	30,70	0,549	0,548	0,416	0,337	0,304	0,276	0,256	0,254	0,262	0,081	
6,36	61,40	16,85	16,82									16,85
9,54	92,11	33,71	33,65	12,77								50,53
12,72	98,27	50,57	50,48	25,54	10,35							96,99
15,90	79,88	43,85	53,85	38,32	20,69	9,33						140,31
19,08	61,50	33,76	43,77	40,88	31,04	18,67	8,47					166,05
22,26	43,11	23,67	33,70	33,23	33,12	28,00	16,95	7,86				176,60
25,44	24,73	13,58	23,62	25,58	26,92	29,87	25,42	15,72	7,80			176,52
28,62	6,34	3,48	13,55	17,93	20,73	24,28	27,12	23,58	15,60	8,04		168,52
31,80	0,00	0,00	3,47	10,29	14,53	18,70	22,05	25,16	23,40	16,09	2,49	154,32
34,98			0,00	2,64	8,33	13,11	16,97	20,45	24,96	24,13	4,97	136,16
38,16				0,00	2,14	7,52	11,90	15,74	20,29	25,75	7,46	115,57
41,34					0,00	1,93	6,83	11,04	15,62	20,93	7,96	90,79
44,52						0,00	1,75	6,33	10,95	16,11	6,47	64,30
47,71							0,00	1,62	6,28	11,29	4,98	41,61
50,89								0,00	1,61	6,48	3,49	24,18
54,07									0,00	1,66	2,00	11,58
57,25										0,00	0,51	3,66
60,43											0,00	0,51
											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR

RODOVIA: CE-216 TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS EXTENSÃO: 39,76 km												
Localização:		Estaca 945										
Talvegue transposto:		BACIA 24										
Área da bacia (km²):		575,07										
Diferença de nível (m):		199,4										
Linha de fundo (km):		67,00										
Curva solo - vegetação:		55										
Tempo de recorrência (ano):		50										
Declividade da bacia (m/km):		2,98										
Tempo de concentração (hora):		15,90										
Duração total (hora):		5,00										
Coeficiente de redução (P/P ₀):		0,86										
D _T =	3,18	T _R =	18,59	Q(t _p) =	107,46							
T _P =	11,13	T _B =	29,72									
POSTO DE GUARAMIRANGA												
a	b	c										
0,5	22	20										
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=50	gama	alfa	beta
1	3,18	30,70	0,00	90,9	78,2	0,549	0,549	191	2,194	0,25	0,171	0,080
2	6,36	61,40	0,00	110,6	95,1	1,097	0,548	382	2,232	0,25	0,175	0,080
3	9,54	92,11	0,00	122,9	105,7	1,513	0,416	572	2,235	0,25	0,175	0,080
4	12,72	0,00	98,27	132,0	113,5	1,850	0,337	763	2,226	0,25	0,174	0,080
5	15,90	0,00	79,88	139,6	120,1	2,154	0,304	954	2,215	0,25	0,173	0,080
6	19,08	0,00	61,50	146,3	125,8	2,430	0,276	1.145	2,204	0,25	0,172	0,080
7	22,26	0,00	43,11	152,2	130,9	2,686	0,256	1.336	2,193	0,25	0,171	0,080
8	25,44	0,00	24,73	157,9	135,8	2,940	0,254	1.527	2,185	0,25	0,170	0,080
9	28,62	0,00	6,34	163,6	140,7	3,202	0,262	1.717	2,181	0,25	0,169	0,080
10	29,72	0,00	0,00	165,4	142,2	3,283	0,081	1.783	2,179	0,25	0,169	0,080



Quadro 12 – Cálculo HUT da bacia 24 para 100 anos

BACIA 24												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
		0,841	0,734	0,537	0,427	0,375	0,337	0,309	0,312	0,309	0,101	
3,18	30,70	25,82										25,82
6,36	61,40	51,64	22,53									74,17
9,54	92,11	77,46	45,07	16,49								139,02
12,72	98,27	82,65	67,61	32,97	13,11							196,33
15,90	79,88	67,18	72,13	49,46	26,22	11,51						226,50
19,08	61,50	51,72	58,63	52,77	39,33	23,03	10,35					235,83
22,26	43,11	36,26	45,14	42,90	41,96	34,54	20,69	9,49				230,97
25,44	24,73	20,80	31,64	33,03	34,11	36,85	31,04	18,97	9,58			216,02
28,62	6,34	5,33	18,15	23,15	26,26	29,96	33,12	28,46	19,16	9,49		193,07
31,80	0,00	0,00	4,85	13,28	18,41	23,06	26,92	30,37	28,74	18,97	3,10	167,50
34,98			0,00	3,40	10,56	16,17	20,73	24,68	30,66	28,46	6,20	140,86
38,16				0,00	2,71	9,27	14,53	19,00	24,92	30,37	9,30	110,10
41,34					0,00	2,38	8,33	13,32	19,19	24,68	9,93	77,83
44,52						0,00	2,14	7,64	13,45	19,00	8,07	50,30
47,71							0,00	1,96	7,72	13,32	6,21	29,21
50,89								0,00	1,98	7,64	4,35	13,97
54,07									0,00	1,96	2,50	4,46
57,25										0,00	0,64	0,64
60,43											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
Localização:		Estaca 515										
Talvegue transposto:		BACIA 24										
Área da bacia (km ²):		575,07										
Diferença de nível (m):		199,4										
Linha de fundo (km):		67,00										
Curva solo - vegetação:		55										
Tempo de recorrência (ano):		100										
Declividade da bacia (m/km):		2,98										
Tempo de concentração (hora):		15,90										
Duração total (hora):		5,00										
Coeficiente de redução (P/P ₀):		0,86										
D _T =	3,18	T _R =	18,59	Q(t _p) =	107,46							
T _p =	11,13	T _B =	29,72									
POSTO DE GUARAMIRANGA												
a	b	c										
0,5	22	20										
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=100	gama	alfa	beta
1	3,18	30,70	0,00	102,1	87,8	0,841	0,841	191	2,466	0,25	0,171	0,080
2	6,36	61,40	0,00	124,7	107,2	1,575	0,734	382	2,517	0,25	0,175	0,080
3	9,54	92,11	0,00	138,6	119,2	2,112	0,537	572	2,521	0,25	0,175	0,080
4	12,72	98,27	0,00	148,8	128,0	2,539	0,427	763	2,509	0,25	0,174	0,080
5	15,90	79,88	0,00	157,3	135,3	2,914	0,375	954	2,495	0,25	0,173	0,080
6	19,08	61,50	0,00	164,6	141,6	3,251	0,337	1.145	2,480	0,25	0,172	0,080
7	22,26	43,11	0,00	171,2	147,2	3,560	0,309	1.336	2,466	0,25	0,171	0,080
8	25,44	24,73	0,00	177,5	152,7	3,872	0,312	1.527	2,455	0,25	0,170	0,080
9	28,62	6,34	0,00	183,7	158,0	4,181	0,309	1.717	2,449	0,25	0,169	0,080
10	29,72	0,00	0,00	185,7	159,7	4,282	0,101	1.783	2,447	0,25	0,169	0,080



Quadro 13 – Cálculo HUT da bacia 29 para 25 anos

BACIA 29												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
		0,084	-0,083	0,042	0,075	0,074	0,075	0,078	0,075	0,070	0,024	
0,27	8,51	0,71										0,71
0,53	17,02	1,43	-0,71									0,72
0,80	25,53	2,14	-1,41	0,36								1,09
1,06	27,24	2,29	-2,12	0,71	0,64							1,52
1,33	22,14	1,86	-2,26	1,07	1,28	0,63						2,58
1,60	17,04	1,43	-1,84	1,14	1,91	1,26	0,64					4,55
1,86	11,95	1,00	-1,41	0,93	2,04	1,89	1,28	0,66				6,39
2,13	6,85	0,58	-0,99	0,72	1,66	2,02	1,91	1,33	0,64			7,86
2,39	1,76	0,15	-0,57	0,50	1,28	1,64	2,04	1,99	1,28	0,60		8,90
2,66	0,00	0,00	-0,15	0,29	0,90	1,26	1,66	2,12	1,91	1,19	0,20	9,39
2,93			0,00	0,07	0,51	0,88	1,28	1,73	2,04	1,79	0,41	8,72
3,19				0,00	0,13	0,51	0,90	1,33	1,66	1,91	0,61	7,04
3,46					0,00	0,13	0,51	0,93	1,28	1,55	0,65	5,06
3,72						0,00	0,13	0,53	0,90	1,19	0,53	3,29
3,99							0,00	0,14	0,51	0,84	0,41	1,90
4,26								0,00	0,13	0,48	0,29	0,90
4,52									0,00	0,12	0,16	0,29
4,79										0,00	0,04	0,04
5,05											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
Localização:		Estaca 1102										
Talvegue transposto:		BACIA 29										
Área da bacia (km ²):		13,33										
Diferença de nível (m):		120,0										
Linha de fundo (km):		6,60										
Curva solo - vegetação:		55										
Tempo de recorrência (ano):		25										
Declividade da bacia (m/km):		18,18										
Tempo de concentração (hora):		1,33										
Duração total (hora):		5,00										
Coeficiente de redução (P/P ₀):		1,03										
D _r =	0,27	T _r =	1,55	Q(t _p) =	29,78							
T _p =	0,93	T _b =	2,49									
POSTO DE GUARAMIRANGA												
a	b	c										
0,5	22	20										
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=25	gama	alfa	beta
1	0,27	8,51	0,00	28,0	28,8	0,084	0,084	16	1,575	0,25	0,122	0,043
2	0,53	17,02	0,00	41,6	42,8	0,001	-0,083	32	1,756	0,25	0,139	0,080
3	0,80	25,53	0,00	49,7	51,2	0,043	0,042	48	1,811	0,25	0,149	0,080
4	1,06	0,00	27,24	56,1	57,8	0,118	0,075	64	1,858	0,25	0,157	0,080
5	1,33	0,00	22,14	60,7	62,5	0,192	0,074	80	1,874	0,25	0,159	0,080
6	1,60	0,00	17,04	64,6	66,5	0,267	0,075	96	1,890	0,25	0,162	0,080
7	1,86	0,00	11,95	68,1	70,1	0,345	0,078	112	1,906	0,25	0,165	0,080
8	2,13	0,00	6,85	71,2	73,3	0,420	0,075	128	1,918	0,25	0,167	0,080
9	2,39	0,00	1,76	73,8	76,0	0,490	0,070	144	1,924	0,25	0,168	0,080
10	2,49	0,00	0,00	74,7	76,9	0,514	0,024	149	1,927	0,25	0,168	0,080



Quadro 14 – Cálculo HUT da bacia 29 para 50 anos

BACIA 29												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
		0,052	-0,036	0,089	0,125	0,110	0,116	0,113	0,105	0,096	0,032	
0,27	8,51	0,44										0,44
0,53	17,02	0,89	-0,31									0,58
0,80	25,53	1,33	-0,61	0,76								1,47
1,06	27,24	1,42	-0,92	1,51	1,06							3,08
1,33	22,14	1,15	-0,98	2,27	2,13	0,94						5,51
1,60	17,04	0,89	-0,80	2,42	3,19	1,87	0,99					8,56
1,86	11,95	0,62	-0,61	1,97	3,41	2,81	1,97	0,96				11,13
2,13	6,85	0,36	-0,43	1,52	2,77	3,00	2,96	1,92	0,89			12,98
2,39	1,76	0,09	-0,25	1,06	2,13	2,44	3,16	2,88	1,79	0,82		14,12
2,66	0,00	0,00	-0,06	0,61	1,49	1,87	2,57	3,08	2,68	1,63	0,27	14,15
2,93			0,00	0,16	0,86	1,31	1,98	2,50	2,86	2,45	0,54	12,66
3,19				0,00	0,22	0,75	1,39	1,93	2,32	2,62	0,82	10,04
3,46					0,00	0,19	0,79	1,35	1,79	2,13	0,87	7,12
3,72						0,00	0,20	0,77	1,25	1,64	0,71	4,58
3,99							0,00	0,20	0,72	1,15	0,55	2,61
4,26								0,00	0,18	0,66	0,38	1,22
4,52									0,00	0,17	0,22	0,39
4,79										0,00	0,06	0,06
5,05											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR

RODOVIA: CE-216 TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS EXTENSÃO: 39,76 km												
Localização:	Estaca 1102											
Talvegue transposto:	BACIA 29											
Área da bacia (km ²):	13,33											
Diferença de nível (m):	120,0											
Linha de fundo (km):	6,60											
Curva solo - vegetação:	55											
Tempo de recorrência (ano):	50											
Declividade da bacia (m/km):	18,18											
Tempo de concentração (hora):	1,33											
Duração total (hora):	5,00											
Coefficiente de redução (P/P ₀):	1,03											
D _T =	0,27	T _R =	1,55	Q(t _p) =	29,78							
T _p =	0,93	T _B =	2,49									
POSTO DE GUARAMIRANGA												
a	b	c										
0,5	22	20										
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P _B (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=50	gama	alfa	beta
1	0,27	8,51	0,00	30,5	31,4	0,052	0,052	16	1,716	0,25	0,122	0,043
2	0,53	17,02	0,00	46,0	47,4	0,016	-0,036	32	1,939	0,25	0,139	0,080
3	0,80	25,53	0,00	55,2	56,9	0,105	0,089	48	2,013	0,25	0,149	0,080
4	1,06	0,00	27,24	62,7	64,6	0,230	0,125	64	2,076	0,25	0,157	0,080
5	1,33	0,00	22,14	67,9	69,9	0,340	0,110	80	2,098	0,25	0,159	0,080
6	1,60	0,00	17,04	72,5	74,7	0,456	0,116	96	2,120	0,25	0,162	0,080
7	1,86	0,00	11,95	76,6	78,9	0,569	0,113	112	2,142	0,25	0,165	0,080
8	2,13	0,00	6,85	80,1	82,5	0,674	0,105	128	2,158	0,25	0,167	0,080
9	2,39	0,00	1,76	83,1	85,6	0,770	0,096	144	2,167	0,25	0,168	0,080
10	2,49	0,00	0,00	84,1	86,6	0,802	0,032	149	2,170	0,25	0,168	0,080



Quadro 15 – Cálculo HUT da bacia 31 para 25 anos

BACIA 31												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
		0,047	-0,035	0,076	0,085	0,090	0,091	0,084	0,078	0,081	0,026	
0,34	11,12	0,52										0,52
0,69	22,24	1,05	-0,39									0,66
1,03	33,36	1,57	-0,78	0,85								1,63
1,38	35,60	1,67	-1,17	1,69	0,95							3,14
1,72	28,94	1,36	-1,25	2,54	1,89	1,00						5,54
2,07	22,28	1,05	-1,01	2,71	2,84	2,00	1,01					8,59
2,41	15,62	0,73	-0,78	2,20	3,03	3,00	2,02	0,93				11,14
2,76	8,96	0,42	-0,55	1,69	2,46	3,20	3,04	1,87	0,87			13,00
3,10	2,30	0,11	-0,31	1,19	1,89	2,60	3,24	2,80	1,73	0,90		14,16
3,44	0,00	0,00	-0,08	0,68	1,33	2,01	2,63	2,99	2,60	1,80	0,29	14,25
3,79			0,00	0,17	0,76	1,41	2,03	2,43	2,78	2,70	0,58	12,66
4,13				0,00	0,20	0,81	1,42	1,87	2,26	2,88	0,87	10,30
4,48					0,00	0,21	0,82	1,31	1,74	2,34	0,93	7,34
4,82						0,00	0,21	0,75	1,22	1,80	0,75	4,74
5,17							0,00	0,19	0,70	1,27	0,58	2,74
5,51								0,00	0,18	0,73	0,41	1,31
5,86									0,00	0,19	0,23	0,42
6,20										0,00	0,06	0,06
6,54											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR

RODOVIA: CE-216 TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS EXTENSÃO: 39,76 km													
Localização:		Estaca 1263											
Talvegue transposto:		BACIA 31											
Área da bacia (km ²):		22,56											
Diferença de nível (m):		468,6											
Linha de fundo (km):		13,00											
Curva solo - vegetação:		55											
Tempo de recorrência (ano):		25											
Declividade da bacia (m/km):		36,05											
Tempo de concentração (hora):		1,72											
Duração total (hora):		5,00											
Coeficiente de redução (P/P ₀):		1,00											
D _T =	0,34	T _R =	2,01	Q(t _p) =	38,93								
T _P =	1,21	T _B =	3,22										
POSTO DE GUARAMIRANGA													
a		b		c									
0,5		22		20									
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=25	gama	alfa	beta	
1	0,34	11,12	0,00	31,9	31,9	0,047	0,047	21	1,603	0,25	0,122	0,055	
2	0,69	22,24	0,00	46,6	46,6	0,012	-0,035	41	1,788	0,25	0,145	0,080	
3	1,03	33,36	0,00	55,5	55,5	0,088	0,076	62	1,856	0,25	0,156	0,080	
4	1,38	0,00	35,60	61,4	61,4	0,173	0,085	83	1,877	0,25	0,160	0,080	
5	1,72	0,00	28,94	66,3	66,3	0,263	0,090	103	1,898	0,25	0,163	0,080	
6	2,07	0,00	22,28	70,5	70,5	0,354	0,091	124	1,916	0,25	0,166	0,080	
7	2,41	0,00	15,62	74,0	74,0	0,438	0,084	145	1,925	0,25	0,168	0,080	
8	2,76	0,00	8,96	77,0	77,0	0,516	0,078	165	1,933	0,25	0,169	0,080	
9	3,10	0,00	2,30	79,9	79,9	0,597	0,081	186	1,942	0,25	0,170	0,080	
10	3,22	0,00	0,00	80,8	80,8	0,623	0,026	193	1,945	0,25	0,171	0,080	



Quadro 16 – Cálculo HUT da bacia 31 para 50 anos

BACIA 31												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
		0,023	0,024	0,136	0,133	0,132	0,135	0,115	0,111	0,110	0,038	
0,34	11,12	0,26										0,26
0,69	22,24	0,51	0,27									0,78
1,03	33,36	0,77	0,53	1,51								2,81
1,38	35,60	0,82	0,80	3,02	1,48							6,12
1,72	28,94	0,67	0,85	4,54	2,96	1,47						10,48
2,07	22,28	0,51	0,69	4,84	4,44	2,94	1,50					14,92
2,41	15,62	0,36	0,53	3,94	4,73	4,40	3,00	1,28				18,25
2,76	8,96	0,21	0,37	3,03	3,85	4,70	4,50	2,56	1,23			20,45
3,10	2,30	0,05	0,22	2,12	2,96	3,82	4,81	3,84	2,47	1,22		21,51
3,44	0,00	0,00	0,06	1,22	2,08	2,94	3,91	4,09	3,70	2,45	0,42	20,87
3,79			0,00	0,31	1,19	2,06	3,01	3,33	3,95	3,67	0,85	18,37
4,13				0,00	0,31	1,18	2,11	2,56	3,21	3,92	1,27	14,56
4,48					0,00	0,30	1,21	1,80	2,47	3,18	1,35	10,32
4,82						0,00	0,31	1,03	1,73	2,45	1,10	6,63
5,17							0,00	0,26	0,99	1,72	0,85	3,82
5,51								0,00	0,26	0,99	0,59	1,83
5,86									0,00	0,25	0,34	0,59
6,20										0,00	0,09	0,09
6,54											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
Localização:		Estaca 1263										
Talvegue transposto:		BACIA 31										
Área da bacia (km ²):		22,56										
Diferença de nível (m):		468,6										
Linha de fundo (km):		13,00										
Curva solo - vegetação:		55										
Tempo de recorrência (ano):		50										
Declividade da bacia (m/km):		36,05										
Tempo de concentração (hora):		1,72										
Duração total (hora):		5,00										
Coeficiente de redução (P/P ₀):		1,00										
D _T =	0,34	T _R =	2,01	Q(t _p) =	38,93							
T _P =	1,21	T _B =	3,22									
POSTO DE GUARAMIRANGA												
a	b	c										
0,5	22	20										
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=50	gama	alfa	beta
1	0,34	11,12	0,00	34,8	34,8	0,023	0,023	21	1,748	0,25	0,122	0,055
2	0,69	22,24	0,00	51,7	51,7	0,047	0,024	41	1,982	0,25	0,145	0,080
3	1,03	33,36	0,00	62,0	62,0	0,183	0,136	62	2,074	0,25	0,156	0,080
4	1,38	0,00	35,60	68,8	68,8	0,316	0,133	83	2,102	0,25	0,160	0,080
5	1,72	0,00	28,94	74,4	74,4	0,448	0,132	103	2,130	0,25	0,163	0,080
6	2,07	0,00	22,28	79,4	79,4	0,583	0,135	124	2,156	0,25	0,166	0,080
7	2,41	0,00	15,62	83,3	83,3	0,698	0,115	145	2,167	0,25	0,168	0,080
8	2,76	0,00	8,96	86,8	86,8	0,809	0,111	165	2,179	0,25	0,169	0,080
9	3,10	0,00	2,30	90,1	90,1	0,919	0,110	186	2,191	0,25	0,170	0,080
10	3,22	0,00	0,00	91,2	91,2	0,957	0,038	193	2,195	0,25	0,171	0,080



Quadro 17 – Cálculo HUT da bacia 34 para 25 anos

BACIA 34												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
		0,080	-0,078	0,047	0,077	0,078	0,082	0,079	0,078	0,073	0,022	
0,27	6,81	0,54										0,54
0,54	13,62	1,09	-0,53									0,56
0,80	20,44	1,64	-1,06	0,32								0,89
1,07	21,80	1,74	-1,59	0,64	0,52							1,31
1,34	17,72	1,42	-1,70	0,96	1,05	0,53						2,26
1,61	13,64	1,09	-1,38	1,02	1,57	1,06	0,56					3,93
1,88	9,57	0,77	-1,06	0,83	1,68	1,59	1,12	0,54				5,46
2,14	5,49	0,44	-0,75	0,64	1,36	1,70	1,68	1,08	0,53			6,68
2,41	1,41	0,11	-0,43	0,45	1,05	1,38	1,79	1,61	1,06	0,50		7,53
2,68	0,00	0,00	-0,11	0,26	0,74	1,06	1,45	1,72	1,59	0,99	0,15	7,86
2,95			0,00	0,07	0,42	0,75	1,12	1,40	1,70	1,49	0,30	7,25
3,22				0,00	0,11	0,43	0,78	1,08	1,38	1,59	0,45	5,82
3,48					0,00	0,11	0,45	0,76	1,06	1,29	0,48	4,15
3,75						0,00	0,12	0,43	0,75	1,00	0,39	2,68
4,02							0,00	0,11	0,43	0,70	0,30	1,54
4,29								0,00	0,11	0,40	0,21	0,72
4,56									0,00	0,10	0,12	0,22
4,82										0,00	0,03	0,03
5,09											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR																					
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km													
Localização:		Estaca 1421																			
Talvegue transposto:		BACIA 34																			
Área da bacia (km ²):		10,75																			
Diferença de nível (m):		242,7																			
Linha de fundo (km):		8,40																			
Curva solo - vegetação:		55																			
Tempo de recorrência (ano):		25																			
Declividade da bacia (m/km):		28,89																			
Tempo de concentração (hora):		1,34																			
Duração total (hora):		5,00																			
Coeficiente de redução (P/P ₀):		1,04																			
D _T =	0,27	T _R =	1,57	Q(t _p) =	23,84																
T _P =	0,94	T _B =	2,50																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">POSTO DE GUARAMIRANGA</th> </tr> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5</td> <td>22</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>													POSTO DE GUARAMIRANGA			a	b	c	0,5	22	20
POSTO DE GUARAMIRANGA																					
a	b	c																			
0,5	22	20																			
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=25	gama	alfa	beta									
1	0,27	6,81	0,00	28,0	29,1	0,080	0,080	16	1,575	0,25	0,122	0,043									
2	0,54	13,62	0,00	41,8	43,5	0,002	-0,078	32	1,757	0,25	0,139	0,080									
3	0,80	20,44	0,00	49,9	51,9	0,049	0,047	48	1,812	0,25	0,149	0,080									
4	1,07	0,00	21,80	56,2	58,4	0,126	0,077	64	1,858	0,25	0,157	0,080									
5	1,34	0,00	17,72	60,8	63,2	0,204	0,078	80	1,874	0,25	0,159	0,080									
6	1,61	0,00	13,64	64,8	67,4	0,286	0,082	96	1,891	0,25	0,162	0,080									
7	1,88	0,00	9,57	68,3	71,0	0,365	0,079	113	1,907	0,25	0,165	0,080									
8	2,14	0,00	5,49	71,3	74,2	0,443	0,078	129	1,918	0,25	0,167	0,080									
9	2,41	0,00	1,41	74,0	77,0	0,516	0,073	145	1,925	0,25	0,168	0,080									
10	2,50	0,00	0,00	74,8	77,8	0,538	0,022	150	1,927	0,25	0,168	0,080									



Quadro 18 – Cálculo HUT da bacia 34 para 50 anos

BACIA 34												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
0,27	6,81	0,33	-0,029	0,096	0,128	0,118	0,118	0,118	0,107	0,098	0,036	
0,54	13,62	0,65	-0,20									0,33
0,80	20,44	0,98	-0,39	0,65								0,46
1,07	21,80	1,05	-0,59	1,31	0,87							1,24
1,34	17,72	0,85	-0,63	1,96	1,74	0,80						2,63
1,61	13,64	0,65	-0,51	2,09	2,62	1,61	0,80					4,73
1,88	9,57	0,46	-0,40	1,70	2,79	2,41	1,61	0,80				7,26
2,14	5,49	0,26	-0,28	1,31	2,27	2,57	2,41	1,61	0,73			9,38
2,41	1,41	0,07	-0,16	0,92	1,75	2,09	2,57	2,41	1,46	0,67		10,88
2,68	0,00	0,00	-0,04	0,53	1,22	1,61	2,09	2,57	2,19	1,33	0,25	11,77
2,95			0,00	0,14	0,70	1,13	1,61	2,09	2,33	2,00	0,49	11,75
3,22				0,00	0,18	0,65	1,13	1,61	1,90	2,14	0,74	10,49
3,48					0,00	0,17	0,65	1,13	1,46	1,74	0,78	8,34
3,75						0,00	0,17	0,65	1,02	1,34	0,64	5,92
4,02							0,00	0,17	0,59	0,94	0,49	3,81
4,29								0,00	0,15	0,54	0,34	2,18
4,56									0,00	0,14	0,20	1,03
4,82										0,00	0,05	0,34
5,09											0,00	0,05
												0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
Localização:		Estaca 1421										
Talvegue transposto:		BACIA 34										
Área da bacia (km ²):		10,75										
Diferença de nível (m):		242,7										
Linha de fundo (km):		8,40										
Curva solo - vegetação:		55										
Tempo de recorrência (ano):		50										
Declividade da bacia (m/km):		28,89										
Tempo de concentração (hora):		1,34										
Duração total (hora):		5,00										
Coeficiente de redução (P/P ₀):		1,04										
D _T =	0,27	T _R =	1,57	Q(t _p) =	23,84							
T _P =	0,94	T _B =	2,50									
POSTO DE GUARAMIRANGA												
a	b	c										
0,5	22	20										
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=50	gama	alfa	beta
1	0,27	6,81	0,00	30,6	31,8	0,048	0,048	16	1,717	0,25	0,122	0,043
2	0,54	13,62	0,00	46,1	47,9	0,019	-0,029	32	1,940	0,25	0,139	0,080
3	0,80	20,44	0,00	55,4	57,6	0,115	0,096	48	2,014	0,25	0,149	0,080
4	1,07	0,00	21,80	62,8	65,3	0,243	0,128	64	2,077	0,25	0,157	0,080
5	1,34	0,00	17,72	68,1	70,8	0,361	0,118	80	2,099	0,25	0,159	0,080
6	1,61	0,00	13,64	72,7	75,6	0,479	0,118	96	2,121	0,25	0,162	0,080
7	1,88	0,00	9,57	76,8	79,9	0,597	0,118	113	2,143	0,25	0,165	0,080
8	2,14	0,00	5,49	80,3	83,5	0,704	0,107	129	2,158	0,25	0,167	0,080
9	2,41	0,00	1,41	83,3	86,6	0,802	0,098	145	2,167	0,25	0,168	0,080
10	2,50	0,00	0,00	84,3	87,7	0,838	0,036	150	2,171	0,25	0,168	0,080



Quadro 19 – Cálculo HUT da bacia 42 para 25 anos

BACIA 42												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
		0,128	-0,119	0,006	0,052	0,062	0,063	0,063	0,065	0,066	0,020	
0,22	10,33	1,32										1,32
0,44	20,66	2,64	-1,23									1,42
0,67	30,99	3,97	-2,46	0,06								1,57
0,89	33,07	4,23	-3,69	0,12	0,54							1,21
1,11	26,88	3,44	-3,94	0,19	1,07	0,64						1,41
1,33	20,69	2,65	-3,20	0,20	1,61	1,28	0,65					3,19
1,55	14,51	1,86	-2,46	0,16	1,72	1,92	1,30	0,65				5,15
1,77	8,32	1,06	-1,73	0,12	1,40	2,05	1,95	1,30	0,67			6,84
2,00	2,13	0,27	-0,99	0,09	1,08	1,67	2,08	1,95	1,34	0,68		8,17
2,22	0,00	0,00	-0,25	0,05	0,75	1,28	1,69	2,08	2,01	1,36	0,21	9,20
2,44			0,00	0,01	0,43	0,90	1,30	1,69	2,15	2,05	0,41	8,95
2,66				0,00	0,11	0,52	0,91	1,30	1,75	2,18	0,62	7,39
2,88					0,00	0,13	0,52	0,91	1,34	1,77	0,66	5,35
3,11						0,00	0,13	0,52	0,94	1,37	0,54	3,50
3,33							0,00	0,13	0,54	0,96	0,41	2,05
3,55								0,00	0,14	0,55	0,29	0,98
3,77									0,00	0,14	0,17	0,31
3,99										0,00	0,04	0,04
4,22											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
Localização:		Estaca 1797										
Talvegue transposto:		BACIA 42										
Área da bacia (km ²):		13,50										
Diferença de nível (m):		219,6										
Linha de fundo (km):		6,90										
Curva solo - vegetação:		55										
Tempo de recorrência (ano):		25										
Declividade da bacia (m/km):		31,83										
Tempo de concentração (hora):		1,11										
Duração total (hora):		5,00										
Coeficiente de redução (P/P ₀):		1,03										
D _T =	0,22	T _R =	1,30	Q(t _p) =	36,16							
T _P =	0,78	T _B =	2,07									
POSTO DE GUARAMIRANGA												
a	b	c										
0,5	22	20										
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=25	gama	alfa	beta
1	0,22	10,33	0,00	25,1	25,9	0,128	0,128	13	1,539	0,25	0,122	0,026
2	0,44	20,66	0,00	36,2	37,3	0,009	-0,119	27	1,640	0,25	0,122	0,071
3	0,67	30,99	0,00	45,9	47,3	0,015	0,006	40	1,783	0,25	0,144	0,080
4	0,89	0,00	33,07	52,1	53,7	0,067	0,052	53	1,830	0,25	0,152	0,080
5	1,11	0,00	26,88	56,9	58,6	0,129	0,062	67	1,860	0,25	0,157	0,080
6	1,33	0,00	20,69	60,7	62,5	0,192	0,063	80	1,874	0,25	0,159	0,080
7	1,55	0,00	14,51	64,0	65,9	0,255	0,063	93	1,887	0,25	0,162	0,080
8	1,77	0,00	8,32	67,0	69,0	0,320	0,065	106	1,901	0,25	0,164	0,080
9	2,00	0,00	2,13	69,8	71,9	0,386	0,066	120	1,914	0,25	0,166	0,080
10	2,07	0,00	0,00	70,6	72,7	0,406	0,020	124	1,916	0,25	0,166	0,080



Quadro 20 – Cálculo HUT da bacia 42 para 50 anos

BACIA 42												
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km				
COMPOSIÇÃO DOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES SUCESSIVOS												
CÁLCULO DOS VALORES DE Q(i)												
(i)	q (i)	Q (1)	Q (2)	Q (3)	Q (4)	Q (5)	Q (6)	Q (7)	Q (8)	Q (9)	Q (10)	Q (total)
		0,093	-0,093	0,054	0,092	0,101	0,093	0,095	0,098	0,093	0,030	
0,22	10,37	0,96										0,96
0,44	20,74	1,93	-0,96									0,96
0,67	31,11	2,89	-1,93	0,56								1,52
0,89	33,19	3,09	-2,89	1,12	0,95							2,27
1,11	26,98	2,51	-3,09	1,68	1,91	1,05						4,06
1,33	20,77	1,93	-2,51	1,79	2,86	2,09	0,96					7,14
1,55	14,56	1,35	-1,93	1,46	3,05	3,14	1,93	0,99				9,99
1,77	8,35	0,78	-1,35	1,12	2,48	3,35	2,89	1,97	1,02			12,26
2,00	2,14	0,20	-0,78	0,79	1,91	2,72	3,09	2,96	2,03	0,96		13,88
2,22	0,00	0,00	-0,20	0,45	1,34	2,10	2,51	3,15	3,05	1,93	0,31	14,64
2,44			0,00	0,12	0,77	1,47	1,93	2,56	3,25	2,89	0,62	13,62
2,66				0,00	0,20	0,84	1,35	1,97	2,64	3,09	0,93	11,03
2,88					0,00	0,22	0,78	1,38	2,04	2,51	1,00	7,92
3,11						0,00	0,20	0,79	1,43	1,93	0,81	5,16
3,33							0,00	0,20	0,82	1,35	0,62	3,00
3,55								0,00	0,21	0,78	0,44	1,42
3,77									0,00	0,20	0,25	0,45
3,99										0,00	0,06	0,06
4,22											0,00	0,00

CÁLCULO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR													
RODOVIA: CE-216			TRECHO: ENTR.CE-311(GRANJA) - ADRIANÓPOLIS					EXTENSÃO: 39,76 km					
Localização:		Estaca 1797											
Talvegue transposto:		BACIA 42											
Área da bacia (km ²):		13,55											
Diferença de nível (m):		219,6											
Linha de fundo (km):		6,90											
Curva solo - vegetação:		55											
Tempo de recorrência (ano):		50											
Declividade da bacia (m/km):		31,83											
Tempo de concentração (hora):		1,11											
Duração total (hora):		5,00											
Coeficiente de redução (P/P ₀):		1,03											
D _T =	0,22	T _R =	1,30	Q(t _p) =	36,29								
T _p =	0,78	T _B =	2,07										
POSTO DE GUARAMIRANGA													
a	b	c											
0,5	22	20											
(i)	i(h)	q (i)	q (i')	P ₀ (mm)	P (mm)	R i (cm)	e(i) (cm)	tc (min)	k p/T=50	gama	alfa	beta	
1	0,22	10,37	0,00	27,3	28,1	0,093	0,093	13	1,676	0,25	0,122	0,026	
2	0,44	20,74	0,00	39,5	40,7	0,000	-0,093	27	1,789	0,25	0,122	0,071	
3	0,67	31,11	0,00	50,9	52,4	0,054	0,054	40	1,976	0,25	0,144	0,080	
4	0,89	0,00	33,19	58,0	59,7	0,146	0,092	53	2,038	0,25	0,152	0,080	
5	1,11	0,00	26,98	63,6	65,5	0,247	0,101	67	2,080	0,25	0,157	0,080	
6	1,33	0,00	20,77	67,9	69,9	0,340	0,093	80	2,098	0,25	0,159	0,080	
7	1,55	0,00	14,56	71,7	73,9	0,435	0,095	93	2,116	0,25	0,162	0,080	
8	1,77	0,00	8,35	75,3	77,6	0,533	0,098	106	2,135	0,25	0,164	0,080	
9	2,00	0,00	2,14	78,5	80,9	0,626	0,093	120	2,153	0,25	0,166	0,080	
10	2,07	0,00	0,00	79,5	81,9	0,656	0,030	124	2,156	0,25	0,166	0,080	



Quadro 21 – Vazão afluente dos bueiros projetados

RODOVIA: CE-216				TRECHO: ENTR. CE-311 (GRANJA) - ADRIANÓPOLIS				POSTO DE GUARAMIRANGA									
EXTENSÃO: 39,76 km				a = 0,5				b = 22									
c = 20				PRECIPITAÇÃO				INTENSIDADE									
Método Racional - bacias com área até 4 km²				15 anos (mm)				25 anos (mm/h)									
Método Racional Corrigido - bacias com área entre 4 e 10 km²				15 anos (mm)				25 anos (mm/h)									
Nº	BACIA	ESTACA	TIPO	SEÇÃO (m)	ÁREA BACIA ACUM. (km²)	L (km)	H (m)	TC (min)	KIRPICH MODIFICADA	VAZÃO AFUENTE 15 anos (m³/s)	n	RUN OFF	VAZÃO AFUENTE 25 anos (m³/s)				
1	B01	0 + 10,00	BSTC	Ø = 0,80	0,02	0,2	6,0	6,66		14,597	15,416	131,503	138,887	0,20	1,47	0,15	0,16
2	B02	17	BSTC	Ø = 1,00	0,25	0,25	0,7	8,0	25,34	34,083	36,639	80,701	86,755	0,20	1,15	1,11	1,19
3	B03	53	BSTC	Ø = 1,00	0,11	0,11	0,6	5,0	25,42	34,148	36,708	80,601	86,643	0,20	1,24	0,51	0,55
4	B04	102 + 15,00	BSTC	Ø = 1,00	0,12	0,12	0,4	7,0	13,98	24,150	25,735	103,650	110,450	0,20	1,24	0,67	0,71
5	B05	146 + 13,30	BDCC	1,50 x 1,50	4,61	4,91	4,0	23,0	126,34	70,216	77,989	33,346	37,038	0,20	0,86	7,32	8,13
6	B06	212	BSTC	Ø = 1,00	0,31	0,31	1,0	17,0	29,62	36,568	39,387	76,661	82,573	0,20	1,12	1,34	1,44
7	B07	225	BSTC	Ø = 1,00	0,09	0,09	0,4	12,0	11,36	20,972	22,282	110,768	117,687	0,20	1,28	0,53	0,56
8	B08	240	BDTC	Ø = 1,00	0,50	0,50	1,2	18,0	34,56	39,927	43,128	69,318	74,876	0,20	1,07	1,92	2,08
9	B09	264 + 1,40	BSTC	Ø = 1,00	0,47	0,47	2,3	12,0	85,65	58,725	64,413	41,139	45,123	0,20	1,08	1,08	1,19
10	B10	274	BDCC	1,50 x 1,00	1,86	1,86	3,7	25,0	111,82	66,255	73,263	35,551	39,311	0,20	0,94	3,67	4,05
11	B11	463 + 14,20	BTTC	Ø = 1,00	1,06	1,06	2,1	34,0	51,84	47,307	51,362	54,965	59,677	0,20	0,99	3,24	3,52
12	B12	508 + 7,30	BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	B13	513 + 12,40	BTCC	2,50 x 2,00	32,54	33,61	10,9	47,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	B14	527 + 7,80	BSTC	Ø = 1,00	0,24	0,24	0,9	15,0	26,59	35,035	37,708	79,056	85,087	0,20	1,16	1,04	1,12
15	B15	554	BSTC	Ø = 1,00	0,07	0,07	0,5	12,0	14,70	25,007	26,664	102,069	108,832	0,20	1,31	0,38	0,40
16	B16	580 + 11,40	BSTC	Ø = 1,00	0,20	0,20	0,8	17,0	22,12	31,572	33,846	85,639	91,807	0,20	1,18	0,93	1,00
17	B16	597 + 3,30	BTTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	B17	601 + 11,30	BDCC	2,00 x 1,50	6,96	6,96	5,6	43,0	146,46	75,584	84,492	30,964	34,614	0,20	0,82	9,86	11,02
19	B17	634	BSTC	Ø = 1,00	0,04	0,04	0,4	18,0	9,72	18,881	20,019	116,549	123,576	0,25	1,36	0,36	0,39
20	B18	652	BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	B18	659	BSTC	Ø = 1,00	0,37	0,37	1,1	28,0	26,37	34,875	37,517	79,351	85,363	0,20	1,11	1,61	1,74
22	B19	692	BTTC	Ø = 1,00	0,89	0,89	1,5	23,0	40,70	42,816	46,316	63,119	68,280	0,20	1,01	3,13	3,38
23	B20	810 + 16,30	BDCC	1,50 x 1,50	2,02	2,02	2,2	31,0	56,46	49,108	53,401	52,188	56,750	0,20	0,93	5,86	6,37
24	B21	827 + 6,30	BDTC	Ø = 1,00	0,28	0,28	0,9	32,0	19,87	29,711	31,806	89,718	96,042	0,25	1,14	1,75	1,87
25	B22	858 + 8,70	BTTC	Ø = 1,00	0,93	0,93	1,9	32,0	47,09	45,520	49,341	58,000	62,868	0,20	1,01	3,00	3,25
26	B23	894	BDTC	Ø = 1,00	0,33	0,33	0,9	29,0	20,63	30,354	32,503	88,282	94,530	0,25	1,12	2,02	2,16

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelão – CEP: 60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil

CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184





Quadro 22 – Vazão afluente dos bueiros projetados (Continuação)

Método Racional - bacias com área até 4 km²				Método Racional Corrigido - bacias com área entre 4 e 10 km²				POSTO DE GUARAMIRANGA							
Nº	BACIA	ESTACA	TIPO	SEÇÃO (m)	ÁREA		L (km)	H (m)	TC (min)	PRECIPITAÇÃO		INTENSIDADE		VAZÃO AFLUENTE	
					BACIA (km²)	ACUM. (km²)				15 anos (mm)	25 anos (mm)	15 anos (mm/h)	25 anos (mm/h)	15 anos (m³/s)	25 anos (m³/s)
27	B24	942	PONTE	L = 15,80	571,51	575,07	67,0	199,4	-	-	-	-	-	-	-
28		952 + 8,60	BTCC	2,50 x 2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	B25	967 + 6,40	BTTC	Ø = 1,00	0,15	0,15	1,0	7,0	40,28	42,632	46,120	63,503	68,699	0,20	1,21
30		970 + 7,70	BTTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	B26	999 + 1,40	BDCC	1,50 x 1,00	1,56	1,56	2,5	19,0	79,02	56,695	62,051	43,049	47,116	0,20	0,96
32	B27	1.015	BSTC	Ø = 1,00	0,32	0,32	0,9	10,0	31,09	38,155	41,161	73,635	79,435	0,20	1,12
33	B28	1.077 + 16,00	BSTC	Ø = 1,00	0,05	0,05	0,3	9,0	9,10	18,050	19,122	119,014	126,082	0,20	1,36
34	B29	1.097 + 7,00	BDCC	2,50 x 1,50	13,33	13,33	6,6	120,0	-	-	-	-	-	-	-
35	B30	1.220 + 2,40	BTTC	Ø = 1,00	0,90	0,90	1,9	30,0	48,27	45,990	49,871	57,166	61,990	0,20	1,01
36	B31	1.257	BTCC	2,00 x 2,00	22,56	22,56	13,0	468,6	-	-	-	-	-	-	-
37		1.273	BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	B32	1.289 + 6,30	BDCC	1,50 x 1,00	1,44	1,44	2,2	29,0	57,93	49,671	54,029	51,445	55,960	0,20	0,96
39	B33	1.336	BSTC	Ø = 1,00	0,07	0,07	0,4	8,0	13,28	23,315	24,829	105,341	112,178	0,20	1,31
40	B34	1.405 + 15,00	BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41		1.415	BDCC	2,50 x 1,50	10,75	10,75	8,4	242,7	-	-	-	-	-	-	-
42	B35	1.450 + 12,70	BSTC	Ø = 1,00	0,15	0,15	0,7	8,0	25,34	34,683	36,639	80,701	86,755	0,20	1,21
43	B36	1.517	BDTC	Ø = 1,00	0,45	0,45	1,2	19,0	33,85	39,571	42,748	70,141	75,771	0,20	1,08
44	B37	1.526 + 5,00	BDCC	2,50 x 1,50	6,53	7,13	5,6	84,9	112,71	66,513	73,573	35,408	39,166	0,20	0,82
45	B38	1.547 + 16,00	BSTC	Ø = 1,00	0,30	0,30	0,9	15,0	26,59	35,035	37,708	79,056	85,087	0,20	1,13
46	B39	1.564 + 15,00	BTCC	3,00 x 2,50	6,52	7,92	6,9	73,5	151,65	76,970	86,158	30,453	34,088	0,20	0,81
47	B40	1.630	BDCC	1,50 x 1,00	1,40	1,40	2,0	25,0	54,94	48,553	52,779	53,025	57,640	0,20	0,97
48	B41	1.731	BSTC	Ø = 1,00	0,32	0,32	0,8	9,0	28,26	36,296	39,102	77,062	83,020	0,20	1,12
49	B42	1.790 + 9,60	BDCC	2,50 x 1,50	13,50	13,50	6,9	219,6	-	-	-	-	-	-	-
50	B43	1.813 + 2,60	BSTC	Ø = 1,00	0,05	0,05	0,4	17,0	9,93	19,152	20,304	115,724	122,681	0,25	1,34
51	B44	1.831 + 14,00	BTTC	Ø = 1,00	1,21	1,21	2,2	37,0	52,74	47,727	51,839	54,297	58,975	0,20	0,98
52		1.848	BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	B45	1.907	BDTC	Ø = 1,00	0,85	0,85	2,0	33,0	49,37	46,428	50,366	56,424	61,210	0,20	1,02
54	B46	1.949 + 10,70	BTTC	Ø = 1,00	1,12	1,12	1,9	34,0	46,00	45,073	48,836	58,791	63,699	0,20	0,99





6 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS



6 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

6.1 - Introdução

Os Estudos Geotécnicos foram elaborados de acordo com as *Instruções de Serviço para Estudo Geotécnico (IS-09)* do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

6.2 - Características Geológicas e Geomorfológicas

6.2.1 – Clima e Pluviometria

De acordo com os Atlas dos órgãos estaduais IPECE e SRH-CE (Plano Estadual dos Recursos Hídricos), o clima predominante na região é do tipo BSh, segundo a classificação de Köppen o que corresponde ao clima **Tropical Quente Semi-árido Brando e Tropical Quente Sub-úmido**, pertencente a zona equatorial.

Caracterizado pela marcante irregularidade das chuvas, o período chuvoso da região começa no verão com precipitações pouco representativas, intensificando-se no outono, com precipitações médias de até 1.039,9 mm (média anual) em **Granja**, de acordo com dados da FUNCEME/IPECE.

A duração do período de estiagem está compreendida entre os meses de junho e dezembro, sendo este o período ideal para a execução dos serviços de construção, ao passo que o período de chuvas acontece a partir de Janeiro.

O período chuvoso compreende os meses de Janeiro a Maio com média mínima de 26 °C e média máxima de 28 °C.

6.2.2 – Geologia e Geomorfologia

O trecho em estudo atravessa região com topografia ondulada, com franco entalhamento promovido pelas formas de relevos pouco dissecados em Interflúvios Tubulares e Planície Litorânea.



6.2.3 – Solos

Na região onde desenvolve-se o traçado do trecho projetado, predominam os solos do tipo **Areias Quartzosas, Solos Litólicos, Planossolo Solódico, Podzólico Vermelho-Amarelo.**

As **Areias Quartzosas** em geral, são solos originados de depósitos arenosos, apresentando textura areia ou areia franca ao longo de pelo menos 2 m de profundidade. Esses solos são constituídos essencialmente de grãos de quartzo, sendo, por conseguinte, praticamente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo.

O **Podzólico** ocorre ao longo de todo o segmento ondulado, onde inclui solos profundos a moderadamente profundos, raramente rasos, com textura variando de média a argilosa, geralmente bem drenados, porosos e com cores entre o vermelho e o amarelo.

6.2.4 – Vegetação

A cobertura vegetal da região cortada pelo trecho da rodovia apresenta a **Floresta Caducifólia Espinhosa** (Caatinga Arbórea e Caatinga Arbustiva) merecendo ainda, destaque as matas ciliares dos rios e tributários. Apresenta-se a seguir uma descrição dos tipos de vegetação presentes na área do estudo.

Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea e Caatinga Arbustiva)

Ocupa porção centro sul da região cortada pelo trecho da rodovia, encontrando-se associada aos domínios dos terrenos cristalinos, onde a deficiência hídrica é a característica mais marcante, juntamente com solos de pouca profundidade, frequentemente pedregosos. Constitui a vegetação típica dos sertões nordestinos, caracterizando-se por apresentar elevado grau de xerofitismo, caráter caducifoliar, grande ramificação dos troncos, o que dá a algumas árvores a aparência arbustiva, e frequência de plantas espinhosas. Em termos fitofisionômicos, observa-se o predomínio da caatinga de porte arbustivo aberto com espécies arbóreas remanescentes. Encontra-se bastante descaracterizada tanto pela interferência antrópica através da agricultura itinerante, pecuária e retirada de lenha, como pela incidência de períodos críticos de estiagem acentuada. Manchas de caatinga arbórea são observadas nas regiões mais úmidas.



6.2.5 – Recursos Hídricos

O município de Granja está inserido na bacia Metropolitana de Coreaú, conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH. Os rios são intermitentes, apresentando escoamento superficial nulo durante alguns meses do ano.

Logo no início do trecho temos o Açude da Gangorra localizado a 13,8 km da estaca zero, o trecho é interceptado pelos riachos da Gangorra, Salgadinho e o rio Itaúna localizado na estaca 942.

6.3 - Serviços Geotécnicos Executados

Os serviços geotécnicos consistiram na execução de sondagens e ensaios com o intuito de caracterizar o subleito e as camadas do pavimento atual e a disponibilidade de materiais da região para execução da rodovia, tendo como escopo básico as seguintes etapas:

- Estudo do Subleito
- Estudo de Empréstimos
- Estudo de Jazidas
- Estudo de Areais
- Estudo de Pedreiras

6.3.1 – Estudo do Subleito

O subleito atual foi estudado com intervalo de 400 metros, onde foram executadas 111 (cento e onze) sondagens a pá e picareta até a profundidade de até 1,00 metro, para coleta de amostras das camadas atravessadas, em quantidade suficiente para a elaboração dos seguintes ensaios:

- Granulometria
- Índices físicos
- Compactação do subleito (Proctor Normal - 12 golpes)
- ISC



6.3.2 – Estudos de Empréstimos

Foram estudados **38 (trinta e oito)** empréstimos de materiais com energia do Proctor Normal (12 golpes) para serem utilizados na terraplenagem, apresentados no quadro 23.

Quadro 23 – Características dos empréstimos

Empréstimo	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m ²)	Volume Útil (m ³)	Expansão (%)	ISC (%)
E-01	2	35 – LD	1,00	27.225	27.225	0,05	11
E-02	61	50 – LD	1,00	36.000	36.000	0,00	16
E-03	107	45 – LE	1,00	35.000	35.000	0,00	9
E-04	180	45 – LE	1,00	35.000	35.000	0,05	11
E-05	242	85 – LE	1,00	40.000	40.000	0,00	10
E-06	309	20 – LE	1,00	30.000	30.000	0,00	8
E-07	389	25 – LE	1,00	31.000	31.000	0,05	12
E-08	406	100 – LD	1,00	40.000	40.000	0,20	9
E-09	455	100 – LD	1,00	40.000	40.000	0,20	16
E-10	546	70 – LD	1,00	40.000	40.000	0,10	19
E-11	666	100 – LE	1,00	40.000	40.000	0,45	17
E-12	720	100 – LD	1,00	40.000	40.000	0,20	15
E-13	724	85 – LD	1,00	40.000	40.000	0,25	9
E-14	771	30 – LE	1,00	32.000	32.000	0,00	12
E-15	804	90 – LE	1,00	40.000	40.000	1,20	12
E-16	879	90 – LE	1,00	40.000	40.000	0,20	16
E-17	924	90 – LE	1,00	40.000	40.000	0,05	11
E-18	973	90 – LE	1,00	40.000	40.000	0,25	17
E-19	1033	100 – LD	1,00	40.000	40.000	0,20	21
E-20	1091	50 – LE	1,00	36.000	36.000	1,15	9
E-21	1147	75 – LD	1,00	40.000	40.000	0,10	26
E-22	1158	35 – LD	1,00	33.000	33.000	0,05	24
E-23	1207	20 – LD	1,00	30.000	30.000	0,00	17
E-24	1221	55 – LD	1,00	37.000	37.000	0,15	16
E-25	1274	230 – LE	1,00	40.000	40.000	0,00	20
E-26	1298	25 – LD	1,00	31.000	31.000	0,00	17
E-27	1350	80 – LE	1,00	40.000	40.000	0,05	18
E-28	1399	100 – LE	1,00	40.000	40.000	0,00	27
E-29	1469	25 – LE	1,00	31.000	31.000	0,25	19
E-30	1534	100 – LD	1,00	40.000	40.000	0,00	9
E-31	1601	50 – LD	1,00	36.000	36.000	0,80	14
E-32	1651	180 – LE	1,00	40.000	40.000	1,55	9
E-33	1716	25 – LE	1,00	31.000	31.000	0,00	7



Empréstimo	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m ²)	Volume Útil (m ³)	Expansão (%)	ISC (%)
E-34	1756	30 – LD	1,00	32.000	32.000	0,15	20
E-35	1813	35 – LE	1,00	33.000	33.000	0,00	17
E-36	1874	25 – LE	1,00	31.000	31.000	0,00	23
E-37	1931	110 – LE	1,00	40.000	40.000	0,15	15
E-38	1988	65 – LE	1,25	39.000	48.750	0,95	8

A distribuição dos materiais de terraplenagem foi elaborada através do Resumo do Movimento de Terra e é apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução.

6.3.3 – Estudo de Jazidas

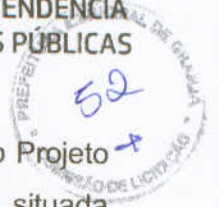
Foi estudada 01 (uma) jazida de solo para ser utilizada na camada de base com energia do Proctor Intermediário (26 golpes), conforme dados do quadro 24.

Quadro 24 – Características das jazidas de base

Jazida	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m ²)	Volume Útil (m ³)	LL (%)	IP (%)	Exp. (%)	ISC (%)
J-01	279	25 – LD	0,95	64.800	61.560	NL	NP	0,11	39

O trecho Entr. CE-311 (Granja) – Adrianópolis é um trecho considerado de baixo custo, sendo assim a SOP em comunicado enviado às empresas Projetistas, definiu que a base dos **Trechos de Baixo Custo**, admitiria ISC ≥ 60 %.

A jazida 01 apresentou ISC de projeto inferior a 60%. Dessa forma, como o número “N” calculado foi de $2,46 \times 10^5$ e conforme especificação SOP-ES-P 04/19, para $N \leq 5 \times 10^5$ admite-se usar o ISC ≥ 60, assim a jazida J-01 para atender a essas exigências, a consultora fez novos estudos com mistura com percentuais de brita com energia do Proctor Modificado (55 golpes), onde foram obtidos resultados satisfatórios para o ISC de projeto = 100% com mistura de 20% de brita, todavia, o material está fora de faixa granulométrica exigida pela SOP/CE, mas para uma redução de custos, A SOP permitiu a utilização de materiais para base fora de faixa.



6.3.4 – Estudo de Areais

A areia grossa para a confecção dos concretos e argamassas foi indicada no Projeto como proveniente do Rio Acaraúba, tendo como local de exploração, a área situada conforme quadro 25.

Quadro 25 – Características do areal de rio

Areal	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m ²)	Volume Útil (m ³)	EA (%)
A-01	924	430 - LE	1,00	6.000	6.000	97

Se a área indicada para exploração do areal não possuir licença da SEMACE, a empresa Construtora deverá solicitar junto a mesma, o pedido de Licenciamento Ambiental da área, apresentando os documentos necessários para aprovação da exploração do Areal.

6.3.5 - Estudo de Pedreiras

A brita que será utilizada para a confecção do revestimento, concretos e a pedra para a alvenaria terá como fonte de exploração uma Pedreira que denominamos de P-01 com bancada natural, situada a 33,15 km do lado direito da estaca 00, de propriedade do Sr. Alan no sítio Aroeira do meio, de acordo com os dados do quadro 26.

Quadro 26 – Características da pedreira

Pedreira	Estaca	Distância ao eixo (km)	Abrasão Los Angeles (%)
P-01	00	33,15 - LD	19

Se a área indicada para exploração da pedreira não possuir licença da SEMACE, a empresa Construtora deverá solicitar junto a mesma, o pedido de Licenciamento Ambiental da área, apresentando os documentos necessários para aprovação da exploração da Pedreira.

6.3.6 – Fontes de Exploração de Materiais Nobres

Os materiais betuminosos foram indicados no Projeto como provenientes de **Fortaleza**, com distância média de **368 km** para a estaca 00 do trecho e os materiais nobres como o cimento, o ferro, a madeira e os tubos de concreto também são indicados no Projeto como provenientes de **Fortaleza**.



6.4 - Apresentação

Os estudos geotécnicos são apresentados no Volume 2B - Estudos Geotécnicos, no tamanho A-4, contendo os boletins de sondagem, o resultado dos ensaios, o tratamento estatístico, o croqui de localização e as estimativas de volumes das ocorrências, abrangendo os seguintes tópicos:

- Estudo do subleito;
- Estudo de empréstimos;
- Estudos de ocorrências.



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria das Cidades

SOP-CE
SUPERINTENDÊNCIA
DE OBRAS PÚBLICAS



7 – PROJETO GEOMÉTRICO

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelão – CEP:.60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil
CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184



7 - PROJETO GEOMÉTRICO

7.1 - Introdução

O Projeto Geométrico foi elaborado de acordo com as *Instruções de Serviço para Projeto Geométrico (IS-11)* do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

7.2 - Traçado Projetado

► Em Planta

O município de Granja situa-se no Litoral Norte do estado do Ceará, limitando-se com os municípios de Chaval, Barroquinha, Camocim, Martinópole, Uruoca, Tianguá, Viçosa do Ceará e o Estado do Piauí. Compreende uma área de 2.663 km² apresenta um quadro socioeconômico empobrecido. A população, é de 52.645 habitantes (Censo de 2010), com maior concentração na zona rural.

O acesso ao município de Granja, a partir de Fortaleza, pode ser feito através da rodovia CE-085, toda asfaltada e em bom estado de conservação, o percurso de Fortaleza até o início do trecho totaliza 368,0 km.

Demais cidades, vilas, lugarejos, sítios e fazendas do município estão interligados por estradas asfaltadas e/ou carroçáveis, as quais permitem franco acesso durante todo o ano.

O trecho projetado desenvolve-se dentro do município de Granja, localizado na porção norte do estado do Ceará.

O trecho em estudo inicia com a implantação da estaca 00, situada na Rodovia CE-311, nas coordenadas E = 285.068,284 e N = 9.642.545,115.

A estaca final 1.988+0,97 de coordenadas E = 251.419,899 e N = 9.640.229,717 foi projetada no Distrito de Adrianópolis, dentro do município de Granja no Ceará.

O trecho em parte se desenvolve por uma estrada implantada em leito natural, com alguns bueiros e aterros construídos e a outra parte será totalmente implantada, a região atravessada apresenta relevo ondulado.

MM



Figura 01 – Localização do município de Granja no mapa do Ceará

mm



Foto 11 – Rodovia CE-311 local de implantação da estaca 00.



Foto 12 – estaca 1988+0,97 final do trecho no Distrito de Adrianópolis.



Foto 13 – Cerca e edificações na margem do trecho.



Foto 14 – trecho em estrada carroçável em péssimo estado.

* Soluções Propostas para o Projeto

O trecho em planta foi projetado com **83 curvas** horizontais, sendo 28 curvas com transição em espiral e 55 com geometria circular.

Todas as curvas com geometria circular foram projetadas com raio igual ou superior a 600 m, sendo que 440 m é o limite mínimo para a curva dispensar a transição nas rodovias de Classe III em **região ondulada**.

A Gerência de Projetos Rodoviários – GEPRO/SOP/CE, encaminhou às Projetistas, um comunicado definindo para os trechos de Baixo Custo, um raio mínimo de 125 m em região ondulada, todavia devemos ressaltar que em apenas 01 (uma) curva circular foi



adotado raio inferior para acompanhar o traçado já existente, visando diminuir acréscimos nos serviços de terraplenagem e pavimentação da rodovia projetada, baixando assim o custo da obra.

Para o enquadramento de todas as curvas nas normas viárias da SOP/CE, foi necessária a correção de algumas curvas. As quantidades dos tipos de curvas são apresentadas no quadro 27.

Quadro 27 – Tipos de curvas e raio mínimo

	Quantidade	Raio Mínimo
Curva circular	55	100,00 m
Curva de transição	28	150,00 m

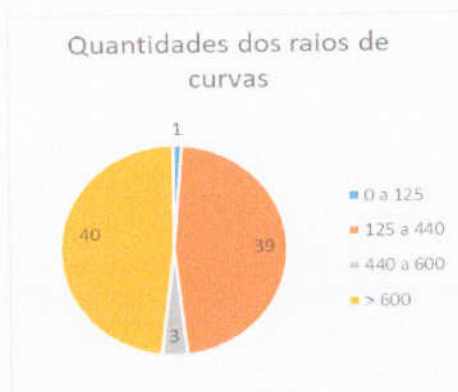


Gráfico 01 – Quantidade de curvas por tamanho de raios

As características projetadas das curvas horizontais podem ser visualizadas no quadro 28.



Quadro 28 – Características das curvas projetadas

CURVA	TSE / PCE	TSD / PCD	ST / PT	AC	R (m)	Ts - T (m)	DO - D (m)	dm	Lc (m)
1		48 + 13,987	51 + 6,01	01°29'23"	2.000,00	26,00	52,00	0,0100	-
2		70 + 6,185	80 + 2,41	18°44'15"	600,00	98,99	196,22	0,0500	-
3		130 + 5,06	147 + 2,76	32°14'53"	600,00	173,45	337,70	0,0500	-
4	170 + 16,94		187 + 15,78	31°20'50"	400,00	112,24	218,85	0,0700	60,00
5	201 + 1,231		219 + 0,02	31°05'39"	440,00	122,41	238,79	0,0700	60,00
6	296 + 5,245		319 + 15,90	40°10'53"	500,00	182,88	350,65	0,0600	60,00
7		357 + 4,94	374 + 14,17	29°11'11"	450,00	117,16	229,23	0,0600	60,00
8		393 + 6,36	396 + 16,91	06°44'15"	600,00	35,32	70,56	0,0500	-
9	406 + 3,846		409 + 0,41	03°14'26"	1.000,00	28,29	56,56	0,0300	-
10	421 + 19,41		428 + 3,17	11°49'04"	600,00	62,10	123,76	0,0500	-
11	442 + 18,89		447 + 8,54	08°33'41"	600,00	44,91	89,85	0,0500	-
12		463 + 2,15	477 + 1,21	24°35'53"	650,00	141,71	279,06	0,0400	-
13	492 + 16,97		497 + 6,54	08°33'10"	600,00	44,87	89,56	0,0500	-
14		512 + 11,34	521 + 17,22	10°47'04"	350,00	33,04	65,88	0,0800	60,00
15	530 + 2,124		554 + 9,53	56°53'36"	370,00	200,45	367,40	0,0800	60,00
16	559 + 8,565		563 + 7,11	07°30'00"	600,00	39,33	78,54	0,0500	-
17		569 + 6,88	580 + 0,03	12°12'46"	1.000,00	106,98	213,15	0,0300	-
18		585 + 12,89	597 + 18,25	47°53'00"	150,00	66,60	125,36	0,1900	60,00
19	601 + 17		606 + 12,46	09°06'59"	600,00	47,83	95,47	0,0500	-
20	614 + 11,56		620 + 16,81	35°52'54"	200,00	64,76	125,25	0,1400	-
21	625 + 8,517		628 + 5,24	10°50'01"	300,00	28,45	56,72	0,1000	-
22		630 + 15,57	638 + 6,86	57°47'18"	150,00	82,78	151,29	0,1900	-
23	644 + 1,349		664 + 1,71	57°22'11"	280,00	153,20	280,36	0,1000	60,00
24		668 + 7,25	671 + 3,78	05°23'56"	600,00	28,29	56,54	0,0500	-
25		680 + 19,83	683 + 16,61	05°25'18"	600,00	28,41	56,78	0,0500	-
26	694 + 13,69		705 + 19,29	07°35'47"	200,00	13,28	26,52	0,1400	60,00
27		716 + 18,10	719 + 4,17	04°23'55"	600,00	23,04	46,06	0,0500	-
28	728 + 5,077		736 + 11,96	07°40'28"	350,00	23,48	46,88	0,0800	60,00
29		746 + 2,13	755 + 17,44	12°19'42"	350,00	37,80	75,31	0,0800	60,00
30	758 + 16,78		765 + 14,94	02°58'22"	350,00	9,08	18,16	0,0800	60,00
31		773 + 13,31	783 + 1,80	11°12'41"	350,00	34,35	68,49	0,0800	60,00
32	805 + 8,039		820 + 6,77	28°31'34"	600,00	152,53	298,73	0,0500	-
33	830 + 17,94		835 + 11,48	08°55'54"	600,00	46,86	93,53	0,0500	-
34	850 + 18,72		853 + 2,97	04°13'29"	600,00	22,13	44,24	0,0500	-
35		857 + 17,48	865 + 5,65	04°36'42"	350,00	14,09	28,17	0,0800	60,00
36	865 + 6,306		872 + 6,19	09°48'12"	350,00	30,02	59,89	0,0800	60,00
37		873 + 15,68	879 + 5,11	10°26'59"	600,00	54,87	109,43	0,0500	-
38		888 + 13,93	896 + 15,46	46°16'28"	200,00	85,46	161,53	0,1400	-
39	901 + 17,63		908 + 6,72	12°19'37"	600,00	64,79	129,09	0,0500	-
40	916 + 12,91		927 + 17,44	17°06'46"	350,00	52,66	104,54	0,0800	60,00
41		934 + 13,27	937 + 0,91	07°47'52"	350,00	23,85	47,63	0,0800	-
42	938 + 7,825		941 + 1,09	08°43'09"	350,00	26,68	53,26	0,0800	-
43	942 + 18,83		947 + 12,74	21°37'28"	250,00	47,75	94,35	0,1100	-
44	953 + 11,23		963 + 12,16	13°14'55"	350,00	40,65	80,93	0,0800	60,00
45		964 + 10,76	976 + 9,35	19°24'49"	350,00	59,87	118,59	0,0800	60,00
46		995 + 9,99	1.004 + 13,76	17°33'01"	600,00	92,62	183,79	0,0500	-
47		1014 + 15,10	1.017 + 4,79	04°44'44"	600,00	24,86	49,70	0,0500	-
48	1025 + 18,44		1.031 + 5,93	04°30'02"	350,00	13,75	27,49	0,0800	60,00
49		1033 + 10,77	1.038 + 11,39	03°22'28"	350,00	10,31	20,61	0,0800	40,00
50	1042 + 8,196		1.051 + 16,32	11°09'05"	350,00	34,17	68,12	0,0800	60,00



Quadro 28 – Características das curvas projetadas (continuação)

CURVA	TSE / PCE	TSD / PCD	ST / PT	AC	R (m)	Ts - T (m)	DO - D (m)	dm	Lc (m)
51		1057 + 0,11	1.066 + 15,96	12°25'01"	350,00	38,07	75,85	0,0800	60,00
52		1070 + 6,49	1.075 + 9,11	39°11'49"	150,00	53,41	102,62	0,1900	-
53	1076 + 15,17		1.087 + 12,27	82°55'34"	150,00	132,54	217,10	0,1900	-
54		1088 + 7,29	1.095 + 14,47	24°05'38"	350,00	74,69	147,18	0,0800	-
55	1101 + 12,06		1.112 + 12,15	21°01'02"	600,00	111,30	220,09	0,0500	-
56		1121 + 5,50	1.126 + 9,10	09°53'35"	600,00	51,93	103,60	0,0500	-
57		1137 + 15,96	1.146 + 4,99	16°08'29"	600,00	85,08	169,03	0,0500	-
58	1151 + 2,169		1.154 + 2,66	05°46'35"	600,00	30,27	60,49	0,0500	-
59		1200 + 19,63	1.220 + 13,64	44°51'22"	350,00	144,46	274,01	0,0800	60,00
60	1260 + 16,13		1.269 + 13,61	16°56'54"	600,00	89,39	177,48	0,0500	-
61		1334 + 19,95	1.356 + 5,57	76°08'00"	230,00	180,16	305,66	0,1200	60,00
62	1372 + 11,24		1.381 + 2,29	16°20'03"	600,00	86,11	171,05	0,0500	-
63	1403 + 19,26		1.406 + 17,02	03°18'33"	100,00	2,89	5,78	0,2900	-
64	1415 + 8,474		1.431 + 9,98	50°11'54"	230,00	107,74	201,51	0,1200	60,00
65	1466 + 16,03		1.471 + 9,82	02°41'12"	2.000,00	46,90	93,78	0,0100	-
66	1527 + 2,606		1.529 + 12,89	01°26'25"	2.000,00	25,14	50,28	0,0100	-
67		1612 + 11,85	1.613 + 10,01	06°56'11"	150,00	9,09	18,16	0,1900	-
68	1614 + 17,27		1.617 + 11,14	12°20'42"	250,00	27,04	53,87	0,1100	-
69		1623 + 19,94	1.625 + 3,96	03°55'56"	350,00	12,01	24,02	0,0800	-
70	1627 + 5,483		1.629 + 12,90	07°45'44"	350,00	23,74	47,42	0,0800	-
71		1633 + 8,33	1.636 + 1,30	05°03'30"	600,00	26,50	52,97	0,0500	-
72	1714 + 17,84		1.730 + 5,32	30°41'30"	350,00	96,05	187,49	0,0800	60,00
73		1768 + 7,82	1.770 + 2,25	03°17'17"	600,00	17,22	34,43	0,0500	-
74		1789 + 5,81	1.805 + 6,54	32°51'39"	350,00	103,21	200,74	0,0800	60,00
75	1819 + 2,217		1.829 + 3,73	20°11'52"	600,00	106,86	211,51	0,0500	-
76	1847 + 9,108		1.850 + 5,47	30°84'72"	600,00	168,77	329,03	0,0500	-
77		1860 + 9,82	1.868 + 10,29	15°19'23"	600,00	80,71	160,46	0,0500	-
78	1875 + 16,87		1.883 + 11,52	14°46'05"	600,00	77,76	154,65	0,0500	-
79	1905 + 13,23		1.910 + 4,28	08°41'39"	600,00	45,61	91,05	0,0500	-
80	1916 + 17,96		1.927 + 5,25	14°17'23"	350,00	43,87	87,29	0,0800	60,00
81		1930 + 17,65	1.933 + 13,46	05°19'45"	600,00	27,92	55,81	0,0500	-
82	1967 + 11,77		1.969 + 14,33	04°03'48"	600,00	21,28	42,55	0,0500	-
83		1973 + 2,50	1.979 + 6,72	11°51'42"	600,00	62,33	124,22	0,0500	-

MP



O trecho em estudo foi projetado conforme características geométricas definidas pela SOP/CE, que normalmente adota para suas vias, Rodovia Classe III conforme as Normas para Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem da SOP/CE, somada ao comunicado definindo para trechos de Baixo Custo expedido pela Gerência de Projetos Rodoviários – GEPRO/SOP/CE às Projetistas.

Cujos valores desejáveis estão apresentados no quadro 29.

Quadro 29 – Características geométricas para rodovia classe III

Rodovia	Classe III
Tipo de Relevo	Ondulado
Velocidade Diretriz	60 km/h
Raio Mínimo de Curvatura Horizontal	125 m
Taxa Máxima de Superelevação	8,0 %
Rampa Máxima	6,0 %
"K" Mínimo para Curvas Convexas	18
"K" Mínimo para Curvas Côncavas	17
Distância Simples de Visibilidade de Parada	85 m
Distância de Visibilidade de Ultrapassagem	420 m
Valores Limites do Raio para Dispensar Transição	440 m

Algumas modificações foram introduzidas com relação à geometria no que concerne a largura reduzida da plataforma e a existência de curvas horizontais com raios reduzidos, com valores abaixo dos especificados pela SOP/CE para a velocidade de 60 km/h.

Além da melhoria geométrica destas curvas, o Projeto contemplou também o alargamento da plataforma para 7,00 m entre meio-fio nas tangentes, sendo que nas curvas o alargamento será executado sempre pelo lado interno, visando melhorar a geometria das mesmas.

Por conta das melhorias introduzidas, os locais que foram contemplados com serviços de terraplenagem são o alargamento da plataforma para uma nova largura de projeto que será de 7,00 m entre meio-fio.

► Em Perfil

Como a via será totalmente implantada, o greide foi lançado o mais econômico possível buscando sempre uma altura segura para combater os efeitos das águas



superficiais e sub-superficiais, podendo atingir uma altura de 0,50 m em média nos segmentos bem drenados e elevando nos aterros para permitir a implantação dos bueiros projetados.

O nivelamento foi executado com cotas reais tomando como referência, os marcos geodésicos implantados com cotas reais, que serviram de referência para a rede de RN auxiliares implantadas a cada 500 m, em marcos de concreto com pino metálico no seu topo, que foram devidamente cadastrados e apresentados no Projeto Geométrico do Volume 02.

As frequências das rampas projetadas estão apresentadas no quadro 30.

Quadro 30 – Frequência das rampas projetadas

Rampa (%)	Frequência	
	Absoluta (m)	Relativa (%)
0,0 a 3,0 %	36.120,98	90,80
3,1 a 6,0 %	3.330,00	8,40
6,1 a 8,0 %	340,00	0,80
> 8,0 %		
Total	39.760,98	100,0

A rampa máxima definida pelo comunicado encaminhado às Projetistas, pela Gerência de Projetos Rodoviários – GEPRO/SOP/CE, foi de 7 a 8 % como valor desejável para Rodovias de “Baixo Custo” em região ondulada, cujo trecho foi enquadrado em quase toda sua extensão, tendo como exceção somente 01 pequeno segmento com residências situadas na margem da via em estudo, que impossibilitaram suas correções.

► Seção Transversal

Foram efetuadas inúmeras medidas na largura das seções transversais do trecho atual, sendo encontrados valores médios de 5,0 a 7,0 m.

A faixa de domínio do traçado atual encontra-se com a largura muito irregular, pois ora as cercas coincidem com o bordo da via, ora estão no limite da faixa de domínio, ora

cm



elas não existem. A faixa de domínio foi levantada com 20,00 m para cada lado, que foi a largura recomendada pela SOP/CE.

A largura da seção transversal projetada obedeceu à solicitada pelo SOP/CE que estabeleceu uma largura de 7,00 m entre meio-fio, o que gerou um incremento de terraplenagem ao longo de todo o trecho, principalmente nos segmentos mais sinuosos e com rampas acentuadas. As larguras projetadas são apresentadas no quadro 31.

Quadro 31 – largura da seção transversal projetada para o trecho

Pista de rodagem	2 x 3,00 m
Faixa de segurança	2 x 0,50 m
Drenagem em corte	1,00 m
Drenagem em aterro	0,50 m
Largura da pista (entre meio-fio)	7,00 m

7.3 - Apresentação

O traçado do trecho em planta e perfil é apresentado no Volume 2 - Projeto de Execução indicando o estaqueamento, as alturas, os elementos das curvas horizontais e verticais, as referências de níveis (RN), as amarrações e a localização das obras d'arte correntes e especiais, nas escalas: horizontal 1:2.000 e vertical 1:200.

no