



---

**PREFEITURA MUNICIPAL DO GUARUJÁ**

**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM DO  
MUNICÍPIO DE GUARUJÁ**

**VOLUME III**

OUTUBRO 2012



## ÍNDICE

<b>1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS .....</b>	<b>6</b>
1.1. DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS.....	6
1.1.1. Dados Pluviométricos.....	6
1.1.2. Chuva Total Mensal Média.....	8
1.1.3. CHUVA TOTAL MENSAL MÁXIMA .....	9
1.1.4. Dados Pluviográficos.....	10
1.2. ANÁLISE DE INTENSIDADE DURAÇÃO E FREQUÊNCIA .....	12
1.2.1. ESTAÇÃO E3-045 – VICENTE DE CARVALHO .....	12
1.2.2. EQUAÇÕES EXISTENTES.....	15
1.2.3. COMPARAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS .....	18
1.3. INTENSIDADE DA CHUVA .....	19
1.3.1. Tempo de Retorno – 5 ANOS .....	19
1.3.2. Tempo de Retorno – 10 ANOS .....	20
1.3.3. TEMPO DE RETORNO – 25 ANOS.....	20
1.3.4. Tempo de Retorno – 50 ANOS .....	21
1.3.5. Tempo de Retorno – 100 anos.....	22
1.4. CHUVA ACUMULADA.....	23
1.4.1. TEMPO DE RETORNO – 5 ANOS.....	24
1.4.2. TEMPO DE RETORNO – 10 ANOS.....	25
1.4.3. TEMPO DE RETORNO – 25 ANOS.....	26
1.4.4. TEMPO DE RETORNO – 50 ANOS.....	27
1.4.5. TEMPO DE RETORNO – 100 ANOS.....	28
1.5. CONCLUSÃO .....	29
<b>2. ESTUDOS OCEANOGRÁFICOS.....</b>	<b>30</b>
2.1. REFERÊNCIAS DE NIVELAMENTO .....	30
2.2. DADOS DA COSTA PAULISTA .....	31
<b>3. POPULAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO .....</b>	<b>40</b>
3.1. ESTUDO DE PROJEÇÃO POPULACIONAL POR SETOR. ....	40
3.1.1. Estimativa de População Flutuante .....	41
3.2. TAXA DE IMPERMEABILIZAÇÃO ATUAL E FUTURA. ....	43
3.3. DETERMINAÇÃO DOS HORIZONTES PROVÁVEIS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SEU IMPACTO SOBRE O SISTEMA DE DRENAGEM. ....	45
<b>4. MODELAÇÃO HIDROLÓGICA .....</b>	<b>46</b>
4.1. OBJETIVOS .....	46
4.1.1. METODOLOGIA.....	46
4.1.2. DESCRIÇÃO DO MÉTODO SCS (SOIL CONSERVATION SERVICE) .....	47
4.2. SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DO ABC6 .....	50
4.3. TEMPO DE DURAÇÃO DA CHUVA E TEMPO DE CONCENTRAÇÃO .....	50
4.4. TOPOLOGIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	50
4.4.1. BACIAS RURAIS E BACIAS URBANAS.....	53
4.4.2. CONFIGURAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM.....	53
<b>5. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES.....</b>	<b>66</b>
5.1. HIDROGRAMAS - TABELAS E GRÁFICOS .....	71
<b>6. PISCINÕES COM COMPORTA E BOMBAS DE RECALQUE.....</b>	<b>80</b>
6.1. GRÁFICOS E TABELAS DE HIETOGRAMAS.....	82
<b>7. DESENHOS DO RELATÓRIO .....</b>	<b>89</b>



## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1.1-1: REDE DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS .....	6
TABELA 1.1-2: REDE DE POSTOS REPRESENTATIVOS .....	8
TABELA 1.1-3: CHUVA TOTAL MENSAL MÉDIA .....	9
TABELA 1.1-4: CHUVA TOTAL MENSAL MÁXIMA.....	10
TABELA 1.2-1: ESTAÇÃO E3-045 - MÉDIA, DESVIO PADRÃO E DURAÇÃO DA CHUVA .....	14
TABELA 1.2-2: DURAÇÃO DA CHUVA .....	14
TABELA 1.2-3: IDF SANTOS (MERO & MAGNI).....	16
TABELA 1.2-4: IDF CUBATÃO (POSTO E3-038R PIAÇAGUERA).....	18
TABELA 1.3-1: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 5 ANOS .....	19
TABELA 1.3-2:INTENSIDADE DA CHUVA TR – 10 ANOS .....	20
TABELA 1.3-3: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 25 ANOS .....	21
TABELA 1.3-4: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 50 ANOS .....	22
TABELA 1.3-5: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 100 ANOS .....	22
TABELA 1.4-1: CHUVA ACUMULADA TR – 5ANOS .....	24
TABELA 1.4-2: CHUVA ACUMULADA TR – ANOS .....	25
TABELA 1.4-3: CHUVA ACUMULADA TR – 25 ANOS .....	26
TABELA 1.4-4: CHUVA ACUMULADA TR – 50 ANOS .....	27
TABELA 1.4-5: CHUVA ACUMULADA TR – 100 ANOS.....	28
TABELA 2.2-1: PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA COMBINADA DE EVENTOS MÁXIMOS CHUVA-MARÉ .....	34
TABELA 2.2-2: NÍVEIS MÉDIOS MÁXIMOS NO PERÍODO DE N HORAS .....	34
TABELA 2.2-3: LEGENDA .....	36
TABELA 2.2-4: COTAS DAS MARÉS, NO POSTO LARGO DA POMBEBA.VALORES EM METRO, COM O NÍVEL DE REDUÇÃO DO IGC. ....	37
TABELA 2.2-5: ALTURAS MÁXIMAS DAS MARÉS REGISTRADAS NOS MARÉGRAFOS DOS POSTOS LARGO DA POMBEBA E RIO SANTANA, EM ABRIL E MAIO DE 1967. VALORES EM M, REFERENCIAL IGC.....	38
TABELA 3.1-1DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO DOMICÍLIO HECTARE. ....	43
TABELA 4.1-1: VALORES DE CN EM FUNÇÃO DA COBERTURA E DO TIPO HIDROLÓGICO DO SOLO (CONDIÇÃO II DE UMIDADE) .....	49
TABELA 4.1-2: CONDIÇÕES DE UMIDADE .....	49
TABELA 4.4-1: DADOS E RESULTADOS DE SIMULAÇÕES PARA AS BACIAS DO RIO SANTO AMARO E JARDIM BOA ESPERANÇA.....	67
TABELA 4.4-2: DADOS E RESULTADOS DE SIMULAÇÕES PARA AS BACIAS DO RIO CRUMAÚ, PRAIA DA ENSEADA, PRAIA DO GUAIÚBA E RIO ICANHEMA.....	68
TABELA 4.4-3: DADOS E RESULTADOS DE SIMULAÇÕES PARA AS BACIAS DO RIO RIO DO MEIO E PRAIA DO PEREQUÊ .....	69
TABELA 4.4-4: DADOS E RESULTADOS DE SIMULAÇÕES PARA AS BACIAS DO RIO ACARAÚ E OUTRAS BACIAS .....	70
TABELA 5.1-1: HIDROGRAMA DO RIO SANTO AMARO.....	72
TABELA 5.1-2: HIDROGRAMA – BACIA DO BAIRRO BOA ESPERANÇA .....	73
TABELA 5.1-3: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO CRUMAÚ .....	74
TABELA 5.1-4: HIDROGRAMA – BACIA DA PRAIA DO GUAIÚBA .....	75
TABELA 5.1-5: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO ICANHEMA.....	76
TABELA 5.1-6: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO DO MEIO .....	77
TABELA 5.1-7: HIDROGRAMA BACIA DO RIO DO MEIO .....	77
TABELA 5.1-8: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO PEREQUÊ .....	78
TABELA 5.1-9: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO ACARAÚ .....	79
TABELA 5.1-1: VOLUMES TOTAIS DE PRECIPITAÇÕES .....	81
TABELA 6.1-1: HIETOGRAMA – BACIA A3 – RUA PAULO ORLANDI .....	82
TABELA 6.1-2: HIETOGRAMA – BACIA A4 – AV. FRANCISO ARNALDO GIMENEZ .....	83
TABELA 6.1-3: HIETOGRAMA – BACIA A5 – RUA DAS MAGNÓLIAS.....	84
TABELA 6.1-4: HIETOGRAMA – BACIA A6 – AV. DAS ACÁCIAS.....	85
TABELA 6.1-5: HIETOGRAMA – BACIA A7 – AV. PEDRO DOMINGOS DE SOUZA .....	86
TABELA 6.1-6: HIETOGRAMA – BACIA A8 – RUA DO SOL .....	87



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.2-1: NÍVEIS DE MARÉ CARACTERÍSTICOS.....	33
FIGURA 2.2-2: NÍVEIS MÉDIOS MÁXIMOS NO PERÍODO DE N HORAS. ....	35
FIGURA 2.2-3: LOCALIZAÇÃO DOS MARÉGRAFOS DO LARGO DA POMBEBA E RIO SANTANA.....	36
FIGURA 2.2-4: COTAS MÁXIMAS DAS MARÉS NOS POSTOS RIO SANTANA E LARGO DA POMBEBA, EM ABRIL E MAIO DE 1967.....	39
FIGURA 4.4-1: MOSAICO DO MUNICÍPIO DE GUARUJÁ FORMADO PELOS MAPAS DA AGEM.....	51
FIGURA 4.4-2: BACIAS E TALVEGUES DO MUNICÍPIO DE GUARUJÁ. ....	52
FIGURA 4.4-3: ÁREAS TOTAIS .....	53
FIGURA 4.4-4: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO SANTO AMARO.....	54
FIGURA 4.4-5: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO SANTO AMARO .....	54
FIGURA 4.4-6: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO BAIRRO BOA ESPERANÇA .....	55
FIGURA 4.4-7: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO BAIRRO BOA ESPERANÇA.....	55
FIGURA 4.4-8: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO CRUMAÚ .....	56
FIGURA 4.4-9: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO CRUMAÚ .....	56
FIGURA 4.4-10: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DA PRAIA DA ENSEADA.....	57
FIGURA 4.4-11: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DA PRAIA DA ENSEADA .....	57
FIGURA 4.4-12: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DA PRAIA DO GUARAU .....	58
FIGURA 4.4-13: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DA PRAIA DO GUARAU .....	58
FIGURA 4.4-14: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO ICANHEMA .....	59
FIGURA 4.4-15: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO ICANHEMA .....	59
FIGURA 4.4-16: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO DO MEIO .....	60
FIGURA 4.4-17: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO DO MEIO .....	60
FIGURA 4.4-18: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO PEREQUÊ .....	61
FIGURA 4.4-19: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO PEREQUÊ .....	61
FIGURA 4.4-20: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO BAIRRO PITANGUEIRAS .....	62
FIGURA 4.4-21: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO BAIRRO PITANGUEIRAS .....	62
FIGURA 4.4-22: CONFIGURAÇÃO DAS BACIAS DO ESTUÁRIO DE SANTOS .....	63
FIGURA 4.4-23: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA O ESTUÁRIO DE SANTOS.....	63
FIGURA 4.4-24: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO ACARAÚ. ....	64
FIGURA 4.4-25: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO ACARAÚ. ....	64
FIGURA 4.4-26: CONFIGURAÇÃO DAS OUTRAS BACIAS.....	65
FIGURA 4.4-27: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA AS OUTRAS BACIAS.....	65
FIGURA 5.1-1: HIDROGRAMA DO RIO SANTO AMARO.....	72
FIGURA 5.1-2: HIDROGRAMA – BACIA DO BAIRRO BOA ESPERANÇA.....	73
FIGURA 5.1-3: HIDROGRAMA BACIA DO RIO CRUMAÚ.....	74
FIGURA 5.1-4: HIDROGRAMA BACIA DA PRAIA DO GUAIÚBA.....	75
FIGURA 5.1-5: HIDROGRAMA BACIA DO RIO ICANHEMA .....	76
FIGURA 5.1-6: HIDROGRAMA BACIA DO RIO PEREQUÊ .....	78
FIGURA 5.1-7: HIDROGRAMA BACIA DO RIO ACARAÚ .....	79
FIGURA 6.1-1: HIETOGRAMA – BACIA A3 – RUA PAULO ORLANDI .....	82
FIGURA 6.1-2: HIETOGRAMA – BACIA A4 – AV. FRANCISO ARNALDO GIMENEZ .....	83
FIGURA 6.1-3: HIETOGRAMA – BACIA A5 – RUA DAS MAGNÓLIAS.....	84
FIGURA 6.1-4: HIETOGRAMA – BACIA A6 – AV. DAS ACÁCIAS .....	85
FIGURA 6.1-5: HIETOGRAMA – BACIA A7 – AV. PEDRO DOMINGOS DE SOUZA .....	86
FIGURA 6.1-6: HIETOGRAMA – BACIA A8 – RUA DO SOL.....	87

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

ILUSTRAÇÃO 1.1-1: DISPONIBILIDADE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	7
ILUSTRAÇÃO 1.1-2: DISPONIBILIDADE DE DADOS PLUVIOGRÁFICOS .....	11
ILUSTRAÇÃO 1.2-1: ESTAÇÃO E3-045 – INTENSIDADES MÁXIMAS ANUAIS .....	13



---

ILUSTRAÇÃO 1.2-2: ESTAÇÃO E3-045 – CURVA IDF .....	15
ILUSTRAÇÃO 1.2-3: IFD SANTOS (MERO & MAGNI) .....	17
ILUSTRAÇÃO 1.2-4: IDF CUBATÃO (FCTH) .....	18
ILUSTRAÇÃO 1.3-1: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 5 ANOS .....	19
ILUSTRAÇÃO 1.3-2: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 10 ANOS .....	20
ILUSTRAÇÃO 1.3-3: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 25 ANOS .....	21
ILUSTRAÇÃO 1.3-4: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 50 ANOS .....	22
ILUSTRAÇÃO 1.3-5: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 100 ANOS .....	23
ILUSTRAÇÃO 1.4-1: CHUVA ACUMULADA TR – 5 ANOS .....	24
ILUSTRAÇÃO 1.4-2: CHUVA ACUMULADA TR – 10 ANOS .....	25
ILUSTRAÇÃO 1.4-3: CHUVA ACUMULADA TR – 25 ANOS .....	26
ILUSTRAÇÃO 1.4-4: CHUVA ACUMULADA TR – 50 ANOS .....	27
ILUSTRAÇÃO 1.4-5: CHUVA ACUMULADA TR – 100 ANOS .....	28



## 1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Apresenta-se a seguir os estudos desenvolvidos para a análise dos dados hidrometeorológicos disponíveis para a região, referentes à pluviometria de modo a se obter as relações das chuvas intensas com probabilidades predeterminadas, possíveis de ocorrerem, que permitam a estimativa de vazões de projeto dos órgãos de macrodrenagem que comporão o Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Guarujá.

### 1.1. DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Foram coletados dados pluviométricos e pluviográficos disponíveis no Banco de Dados Hidrometeorológicos do DAEE que se apresentam abaixo.

#### 1.1.1. Dados Pluviométricos

A pesquisa de dados pluviométricos no site do DAEE apresentou para a região da Baixada Santista uma relação de 20 estações pluviométricas cujas características principais constam na Tabela 1.1-1 e na Ilustração 1.1-1.

TABELA 1.1-1: REDE DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

REDE DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS								
Município	Prefixo	Nome	Altitude	Latitude	Longitude	Bacia	Início	Fim
Bertioga	E3-040	Usina Itatinga	10 m	23°46'	46°07'	Itatinga	1937	2004
Cubatão	E3-104	Terceiro Plano Serra Nova	670 m	23°48'	46°19'	Moji	1960	1982
Cubatão	E3-143	Rod. Anchieta (cota 400)	400 m	23°53'	46°29'	Cubatão	1950	1994
Cubatão	E3-144	Morro do Piche	105 m	23°53'	46°27'	Cubatão	1949	1989
Cubatão	E3-153	Curva da Onca	500 m	23°53'	46°29'	Cubatão	1952	1996
Cubatão	E3-038	Piacaguera	5 m	23°52'	46°23'	Moji	1936	2000
Cubatão	E3-101	Cubatão	6 m	23°53'	46°25'	Cubatão	1944	1999
Cubatão	E3-236	Piloes	100 m	23°54'	46°30'	Cubatão	1972	1992
Guarujá	E3-039	Vic. Carvalho (Inemet)	2 m	23°57'	46°18'	Vert. Atlântica	1936	1960
Guarujá	E3-043	Pereque	3 m	23°57'	46°11'	Vert. Atlântica	1937	2004
Guarujá	E3-045	Vic. Carvalho (Inemet)	3 m	23°56'	46°17'	Vert. Atlântica	1942	2002
Guarujá	E3-070	Ponta da Praia	3 m	24°00'	46°17'	Vert. Atlântica	1937	2004
Santos	E3-041	Caete	200 m	23°53'	46°13'	Vert. Atlântica	1937	2004
Santos	E3-235	Jurubatuba (Sbs)	200 m	23°51'	46°16'	Jurubatuba	1971	1980
Santos	E3-252	Quilombo	60 m	23°49'	46°18'	Quilombo	1978	1988
Santos	E3-256	Jurubatuba	160 m	23°51'	46°16'	Jurubatuba	1980	1987
São Vicente	E3-056	São Vicente	10 m	23°58'	46°22'	Vert. Atlântica	1938	2004
São Vicente	E3-064	Sales da Cruz	250 m	23°55'	46°28'	Cubatão	1939	1988
São Vicente	E3-066	Gaspar Ricardo	80 m	23°58'	46°30'	Branco	1958	1988
São Vicente	E3-228	Humaita	10 m	23°57'	46°27'	Vert. Atlântica	1939	2006







Conforme se verifica na Tabelas 1.1-1 e na Ilustração 1.1-1, os dados de chuva começaram a ser observados em 1936 e foram coletados os dados disponíveis até o ano de 2006. Deve-se observar que algumas estações foram extintas e que existem anos com falhas de observação e anos com observações inexistentes.

Tendo em vista os diferentes períodos de observação e disponibilidade de dados dos diversos postos, foram escolhidos aqueles com maior período de observação e disponibilidade de dados, e dessa maneira definiu-se o conjunto de 7 postos mais representativos da pluviometria da região, mostrados na Tabela 1.1-2.

REDE DE POSTOS REPRESENTATIVOS							
MUNICÍPIO	CUBATÃO		BERTIOGA	GUARUJÁ			SANTOS
POSTO	E3-038	E3-101	E3-040	E3-043	E3-045	E3-070	E3-041
NOME	PIAÇAGUERA	CUBATÃO	USINA ITATINGA	PEREQUE	VICENTE DE CARVALHO	PONTA DA PRAIA	CAETE
ALTITUDE	5 m	6 m	10 m	3 m	3 m	3 m	200 m
INICIO	1936	1944	1937	1937	1942	1937	1937
FINAL	2000	1999	2004	2004	2002	2004	2004
TOTAL DE ANOS	65	56	68	68	61	68	68
INCOMPLETOS	18	23	7	23	26	12	10
SEM DADOS	0	6	0	5	2	5	1
ANOS COMPLETOS	47	27	61	40	33	48	57
Fonte : DAEE							

TABELA 1.1-2: REDE DE POSTOS REPRESENTATIVOS

### 1.1.2. Chuva Total Mensal Média

Como se pode observar na Tabela 1.1-2, os períodos de dados disponíveis são variáveis, bem como os anos com falta de dados. Tendo em vista homogeneizar os dados, foi escolhido o período de 1955 a 1999 para o cálculo das chuvas médias e máximas para a região do município de Guarujá

Para cada um dos postos pluviométricos escolhidos foi calculada, a Chuva Total Mensal Média cujos valores estão apresentados na Tabela 1.1-3

CHUVA TOTAL MENSAL MÉDIA (mm) (Período 1955 A 1999)							
MUNICÍPIO	CUBATÃO		BERTIOGA	GUARUJÁ			SANTOS
ESTAÇÃO	E3-038	E3-101	E3-040	E3-043	E3-045	E3-070	E3-041
NOME	PIAÇAGUERA	CUBATÃO	USINA ITATINGA	PEREQUE	VICENTE DE CARVALHO	PONTA DA PRAIA	CAETE
ALTITUDE	5 m	6 m	10 m	3 m	3 m	3 m	200 m
JAN	329,7	334,0	403,0	282,3	279,0	280,3	394,0
FEV	313,3	308,5	383,9	255,9	296,4	261,5	418,2





MAR	340,0	317,9	356,8	289,0	301,2	281,1	399,3
ABR	227,6	216,9	296,4	227,9	205,6	189,9	284,5
MAI	146,9	139,7	181,1	181,7	148,1	155,3	211,8
JUN	100,6	98,9	120,8	137,5	99,9	113,1	159,4
JUL	100,4	91,0	111,7	129,7	106,3	110,5	170,9
AGO	101,0	83,8	113,3	110,3	86,7	96,0	148,8
SET	167,8	157,5	222,0	176,9	138,1	142,6	259,0
OUT	212,6	218,4	298,8	190,4	177,3	179,0	302,5
NOV	228,9	213,4	311,0	172,7	179,5	162,4	284,8
DEZ	287,0	277,9	371,0	238,7	230,5	240,0	346,7
ANUAL	2.252,5	2.292,7	3.154,5	2.258,3	2.101,4	2.014,6	3.209,1

TABELA 1.1-3: CHUVA TOTAL MENSAL MÉDIA

Da observação da Tabela 1.1-3, conclui-se que há um período mais chuvoso na região, que se inicia em outubro e se prolonga até o mês de abril, período em que a chuva total mensal média é normalmente maior do que 200 mm. O período menos chuvoso principia em maio e vai até setembro, sendo agosto o mês mais seco, com totais mensais médios chegando a menos de 90 mm.

### 1.1.3. CHUVA TOTAL MENSAL MÁXIMA

Da mesma maneira, para cada um dos postos escolhidos foi calculada a Chuva Total Mensal Máxima. Esses valores estão apresentados na Tabela 1.1-4, e também se verifica que no mesmo período de outubro a abril ocorrem os máximos totais mensais de chuva, com valores variando de 400 mm a mais de 1100 mm.

CHUVA TOTAL MENSAL MÁXIMA (mm) (Período 1955 A 1999)							
MUNICÍPIO	CUBATÃO		BERTIOGA	GUARUJÁ			SANTOS
ESTAÇÃO	E3-038	E3-101	E3-040	E3-043	E3-045	E3-070	E3-041
NOME	PIAÇAGUERA	CUBATÃO	USINA ITATINGA	PEREQUE	VICENTE DE CARVALHO	PONTA DA PRAIA	CAETE
ALTITUDE	5 m	6 m	10 m	3 m	3 m	3 m	200 m
JAN	704,6	780,7	880,0	509,8	629,3	769,0	703,4
FEV	750,6	752,9	1.038,6	568,1	719,6	600,5	1.036,2
MAR	919,4	775,2	756,7	887,0	1.039,0	954,6	1.114,9
ABR	589,4	502,6	647,3	455,3	524,9	412,8	592,8
MAI	308,5	342,3	366,3	443,9	379,8	369,1	510,3
JUN	246,1	232,9	373,0	322,8	234,5	317,0	377,0
JUL	330,1	252,5	401,2	405,2	529,9	444,4	463,4
AGO	234,3	235,2	233,5	330,3	258,9	242,0	324,4
SET	350,6	322,5	385,7	393,5	301,2	323,4	486,1
OUT	516,1	631,3	720,7	546,1	433,0	523,9	699,5
NOV	667,9	549,5	942,8	601,5	408,0	333,8	657,8
DEZ	643,2	679,9	700,7	590,0	652,8	636,2	934,2
ANUAL	3.725,6	3.396,6	4.175,9	3.600,1	3.151,6	3.403,8	4.564,4



---

TABELA 1.1-4: CHUVA TOTAL MENSAL MÁXIMA

#### **1.1.4. Dados Pluviográficos**

Os dados pluviográficos foram pesquisados e coletados, estando disponíveis no Banco de Dados Pluviográficos do DAEE os referentes a 9 estações, com registros variando no período de 1969 a 1998, conforme se visualiza na Ilustração 1.1-2.





Estão disponíveis dados de chuvas intensas para 3 estações no município de Bertiooga, 4 em Cubatão, 1 em Santos e 1 no Guarujá.

Os dados coletados se referem a eventos de chuvas com totais precipitados a cada 5 min. e também às Intensidades Máximas Anuais das tormentas sistematizadas para durações de 10 a 1440 min. abrangendo, no caso da estação E3-045 – Vicente de Carvalho, o período de 1969 a 1998.

## 1.2. ANÁLISE DE INTENSIDADE DURAÇÃO E FREQUÊNCIA

### 1.2.1. ESTAÇÃO E3-045 – VICENTE DE CARVALHO

A análise dos dados da estação E3-045 – Vicente de Carvalho mostrada resumidamente na Tabela 1.2-1 permitiu a obtenção de intensidades de precipitação para o Guarujá, para diversos períodos de retorno e a sua comparação com os valores fornecidos pelas equações IFD de Santos e de Cubatão já consagradas na literatura técnica.

Município	Prefixo	Nome	Lat.	Long.	Altitude (m)	Entid.	Início	Fim		
Guarujá	E3-045	Vicente de Carvalho	23°56'00"	46°17'00"	3	DAEE	1/10/1969	Em atividade		
INTENSIDADES MÁXIMAS ANUAIS (mm/min)										
Ano	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
1969	0,480	0,440	0,420	0,271	0,243	0,202	0,149	0,104	*0,098	*0,095
1970	2,330	2,165	1,750	1,106	0,564	0,376	0,191	*0,102	*0,095	*0,087
1971	1,440	1,210	1,086	0,725	0,514	0,347	0,178	0,095	0,078	0,067
1972	0,900	0,835	0,776	0,595	0,430	0,378	0,305	0,185	0,136	0,113
1973	0,770	0,750	0,710	0,651	0,516	0,421	0,268	0,143	*0,110	*0,102
1974	0,740	0,455	0,396	0,355	0,233	0,203	0,106	0,069	0,053	0,055
1975	1,460	1,320	1,226	1,178	0,780	0,574	0,349	0,208	0,161	0,122
1976	1,280	0,965	0,783	0,551	0,372	0,273	0,212	0,115	0,098	0,081
1977	1,600	1,240	1,116	0,598	0,374	0,271	0,205	0,130	0,100	0,085
1978	1,600	1,275	1,193	0,855	0,635	0,541	0,395	0,245	0,161	0,129
1979	2,590	1,975	1,563	1,051	0,610	0,475	0,252	0,127	0,088	0,073
1980	1,860	1,545	1,270	0,875	0,580	0,415	0,318	0,165	0,110	0,104
1981	1,130	1,080	1,010	0,856	0,615	0,427	0,242	0,140	0,099	0,075
1982	1,620	1,480	1,163	0,745	0,520	0,376	0,206	0,141	0,075	0,064
1983	2,250	1,700	1,480	1,316	0,766	0,523	0,263	0,137	0,082	0,078
1984	1,260	1,075	1,036	0,805	0,496	0,356	0,197	0,147	0,133	0,104
1985	1,890	1,400	1,063	0,725	0,605	0,404	0,273	0,115	0,099	0,082
1986	1,360	1,210	1,086	0,713	0,489	0,357	0,221	0,101	0,073	0,070
1987	1,650	1,005	0,763	0,470	0,391	0,274	0,169	0,092	0,081	*0,077



1988	1,580	1,210	1,080	0,785	0,537	0,466	0,268	0,168	0,098	*0,095
1989	1,930	1,445	1,403	1,130	0,788	0,593	*0,378	*0,213	*0,148	*0,120
1990	1,320	1,080	0,916	0,873	0,698	0,553	0,372	0,196	0,134	0,114
1991	0,930	0,830	0,793	0,566	0,351	0,290	0,252	0,165	*0,135	*0,115
1992	1,420	1,270	1,083	0,578	0,418	0,294	0,235	0,130	0,053	*0,050
1993	2,510	2,425	2,196	1,638	0,404	0,277	0,171	0,110	0,076	*0,067
1994	1,220	1,030	0,890	0,800	0,527	0,402	0,270	0,200	*0,170	*0,151
1995	2,170	1,970	1,843	1,141	0,710	0,505	0,263	0,138	0,113	0,102
1996	0,930	0,770	0,680	0,643	0,489	0,372	0,163	0,138	0,102	0,085
1997	2,290	1,760	1,346	0,741	0,391	0,262	0,137	0,051	0,048	0,044
1998	1,670	1,320	1,090	0,625	0,363	0,251	0,128	0,059	0,044	0,041

Obs. Os valores com \* foram estimados

ILUSTRAÇÃO 1.2-1: ESTAÇÃO E3-045 – INTENSIDADES MÁXIMAS ANUAIS

O tratamento dos dados de Intensidades Máximas Anuais de chuvas registrados na Estação E3-045 Vicente de Carvalho iniciou-se pela complementação dos poucos dados faltantes nas séries.

Os valores faltantes das Máximas Intensidades Pluviométricas Anuais para durações de 10, 20, 30, 60, 120, 180, 360, 720, 1080 e 1440 obtidas no Banco de dados Hidrometeorológicos do Estado de São Paulo, do DAEE foram estimados de modo a se obter uma série completa de dados de intensidades de chuva para análise estatística.

Em seguida, adotando-se metodologia para definição de curva IFD apresentada pela FCTH no relatório do Plano Diretor de Macrodrenagem da Estância Balneária de Itanhaém, foram feitos os cálculos necessários.

A metodologia da FCTH é a seguinte:

Para cada duração  $t$  calcula-se, a média  $itm$  e o desvio padrão  $St$ , das intensidades máximas anuais;

A fórmula básica da equação IFD é dada por:

$$i_{T,t} = itm + kT \cdot St$$

Onde

$$kT = -\sqrt{6} / \pi \{0,5772 + \ln.\ln [T/(T-1)]\}$$

Substituindo-se  $kT$  na fórmula básica obtém-se:

$$i_{T,t} = itm + St \{-0,45004 + 0,77970 \cdot \ln.\ln [T/(T-1)]\}$$

Assim, com base nos dados da Estação E3-045 – Vicente de Carvalho, que constam da Tabela 7 foram calculados as médias e os desvios padrão para cada duração da chuva  $t$ , que constam da Tabela 1.2-2 a seguir.



ESTAÇÃO E3-045 - VICENTE DE CARVALHO										
MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS INTENSIDADES MÁXIMAS ANUAIS										
Duração t	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
Media Max itm	1,539	1,275	1,107	0,799	0,514	0,382	0,238	0,138	0,102	0,088
D. Padrão St	0,544	0,467	0,395	0,291	0,148	0,110	0,075	0,046	0,034	0,026

TABELA 1.2-1: ESTAÇÃO E3-045 - MÉDIA, DESVIO PADRÃO E DURAÇÃO DA CHUVA

Os valores das médias e desvios padrão para cada duração foram submetidos a uma análise de regressão e dessa forma foram obtidas expressões dessas variáveis em função da duração da chuva conforme mostrado abaixo:

$$itm = 8,20816 t^{(-0,61139)}$$

e

$$St = 3,14022 t^{(-0,64195)}$$

Substituindo-se os valores da média itm e do desvio padrão St na fórmula básica foi obtida a equação IFD abaixo:

$$iT,t = 8,20816 t^{(-0,61139)} + 3,14022 t^{(-0,64195)} \cdot \{-0,45004 + 0,77970 \cdot \ln \ln [T/(T-1)]\}$$

A estimativa dos valores de chuva intensa para a estação 3E-045 – Vicente de Carvalho através da equação acima é apresentada a seguir na Tabela 1.2-2 e na Ilustração 1.2-2:

ESTAÇÃO E3-045 - VICENTE DE CARVALHO										
	DURAÇÃO DA CHUVA ( t em min)									
Tr	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
5	2,52	1,64	1,28	0,83	0,54	0,42	0,28	0,18	0,14	0,12
10	2,94	1,91	1,49	0,97	0,63	0,49	0,32	0,21	0,16	0,13
25	3,47	2,25	1,75	1,13	0,74	0,57	0,37	0,24	0,19	0,16
50	3,86	2,50	1,94	1,26	0,82	0,63	0,41	0,27	0,21	0,17
100	4,25	2,75	2,14	1,38	0,90	0,69	0,45	0,29	0,23	0,19

TABELA 1.2-2: DURAÇÃO DA CHUVA



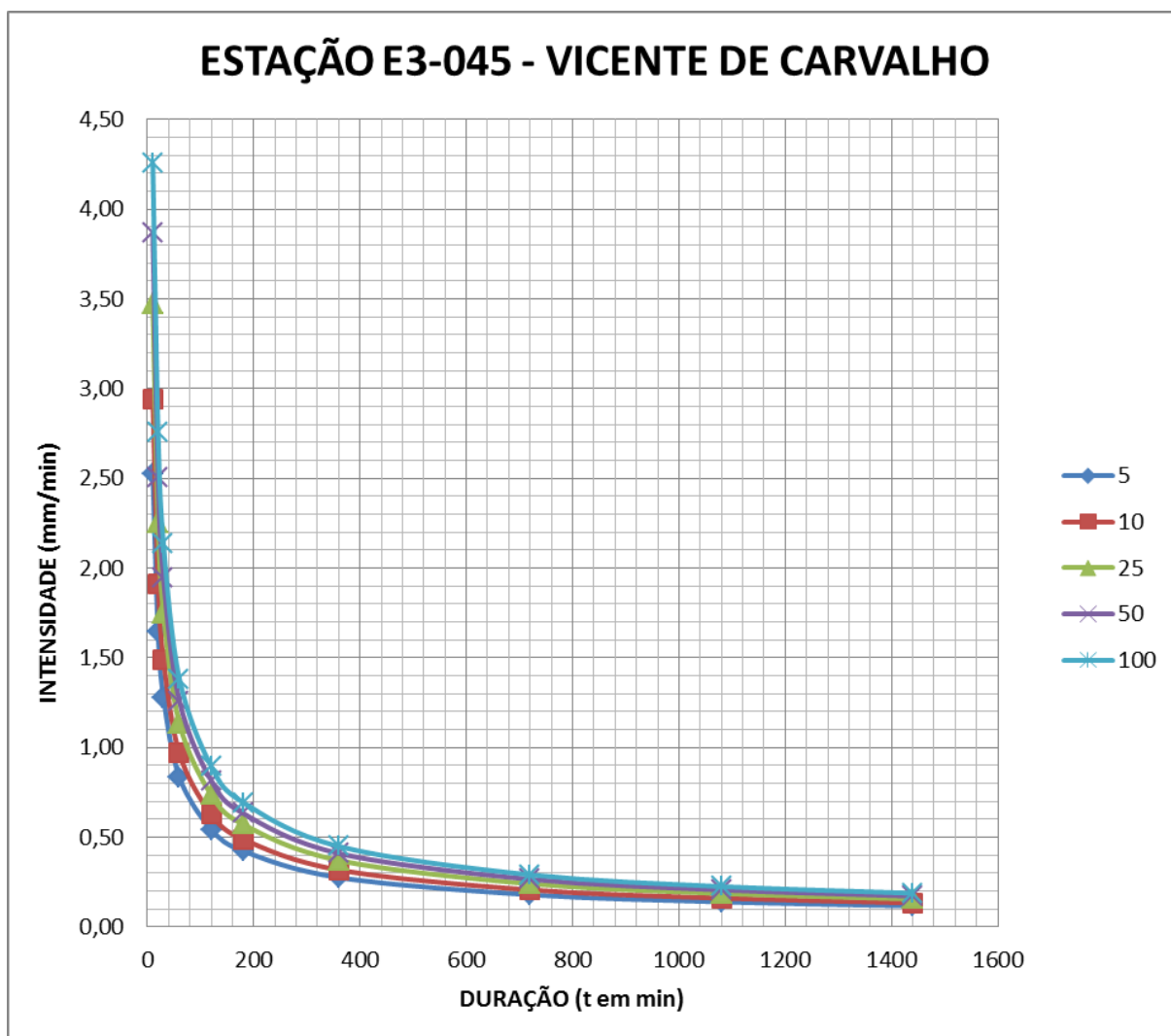


ILUSTRAÇÃO 1.2-2: ESTAÇÃO E3-045 – CURVA IDF

### 1.2.2. EQUAÇÕES EXISTENTES

A região da Baixada Santista já foi bastante estudada em termos de chuvas intensas, e vários autores e entidades já definiram relações entre as chuvas intensas, a duração da tormenta e a probabilidade de ocorrência.

O Eng. Otto Pfafstetter, do DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento foi pioneiro no desenvolvimento de estudos relativos às chuvas intensas no Brasil. Em obra publicada em 1957, são apresentados os resultados de suas pesquisas, realizadas para 98 postos do então Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, hoje INMET- Instituto Nacional de Meteorologia.

Mero e Magni, 1982, desenvolveram estudos com precipitações intensas para o Estado de São Paulo entre 1979 e 1982 e definiram para Santos a equação:



$$i = 18,85 (t + 20)^{-0,76} + (t + 20)^{-0,76} \{ -3,315 - 6,08 \cdot \ln \cdot \ln [T / (T + 1)] \}$$

p/  $10 < t < 60$  min;

e,

$$i = 10,44 t^{-0,662} + t^{-0,662} \{ -1,836 - 3,36 \cdot \ln \cdot \ln [T / (T + 1)] \}$$

p/  $60 < t < 1440$  min;

que fornecem os valores de chuvas intensas da Tabela 1.2-3 abaixo, cuja representação gráfica se visualiza na Ilustração 1.2-3.

IDF SANTOS (MERO & MAGNI)  
CHUVA INTENSA ( i em mm/min. )

Tr (anos)	DURAÇÃO DA CHUVA (t em min.)									
	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
5	1,859	1,494	1,261	0,907	0,573	0,438	0,277	0,175	0,134	0,111
10	2,203	1,770	1,494	1,075	0,679	0,520	0,328	0,208	0,159	0,131
25	2,638	2,120	1,789	1,287	0,813	0,622	0,393	0,248	0,190	0,157
50	2,960	2,379	2,008	1,444	0,913	0,698	0,441	0,279	0,213	0,176
100	3,280	2,636	2,225	1,600	1,011	0,773	0,489	0,309	0,236	0,195

TABELA 1.2-3: IDF SANTOS (MERO & MAGNI)

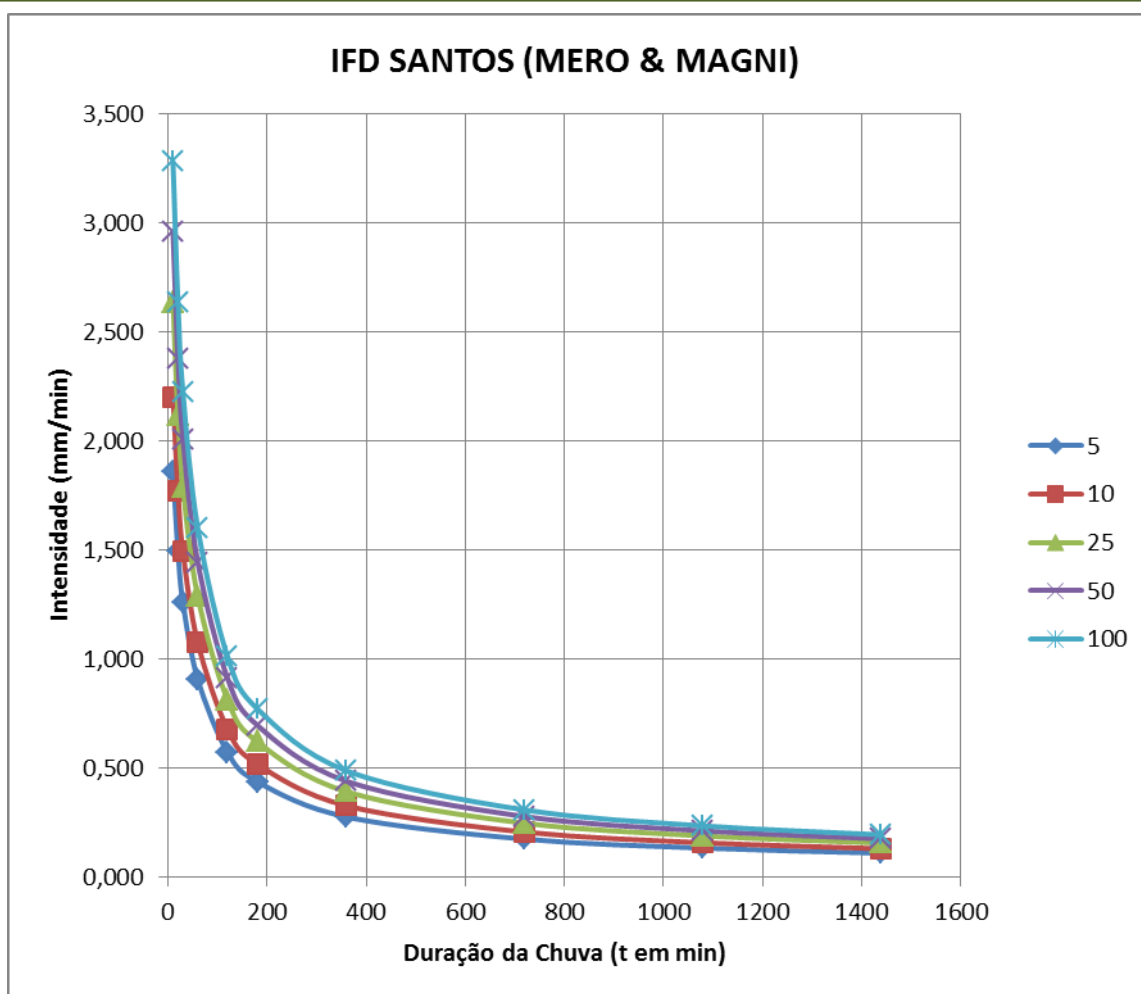


ILUSTRAÇÃO 1.2-3: IFD SANTOS (MERO & MAGNI)

A publicação “Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo”, elaborado em Convênio DAEE-USP, em junho de 1999, apresenta a análise de séries de chuvas intensas de 30 estações distribuídas pelo Estado, entre elas Cubatão – E3-038R – Piaçaguera, para a qual foi definida a equação IDF seguinte:

$$i = 25,102 (t + 20)^{-0,752} - 6,427 (t + 20)^{-0,705} \{-0,477 - 0,901 \cdot \ln \cdot \ln [T / (T + 1)]\}$$

p/  $10 < t < 1440$  min;

e, com a qual se obtém a planilha abaixo mostrada na Tabela 1.2-4, com valores de intensidade de chuva para durações de 10 a 1440 min. e tempo de retorno de 5 a 100 anos.

#### IFD CUBATÃO (POSTO E3-038R PIAÇAGUERA)

CHUVA INTENSA ( i em mm/min. )

Tr (anos)	DURAÇÃO DA CHUVA (t em min.)									
	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440



5	2,440	1,971	1,670	1,178	0,778	0,597	0,371	0,226	0,169	0,137
10	2,824	2,284	1,938	1,370	0,907	0,698	0,435	0,266	0,199	0,162
25	3,309	2,680	2,276	1,613	1,071	0,825	0,516	0,317	0,237	0,193
50	3,669	2,974	2,527	1,794	1,193	0,920	0,576	0,354	0,266	0,216
100	4,026	3,266	2,777	1,973	1,313	1,013	0,636	0,392	0,294	0,239

TABELA 1.2-4: IDF CUBATÃO (POSTO E3-038R PIAÇAGUERA)

A visualização gráfica desses dados é apresentada na Ilustração 1.2-4.

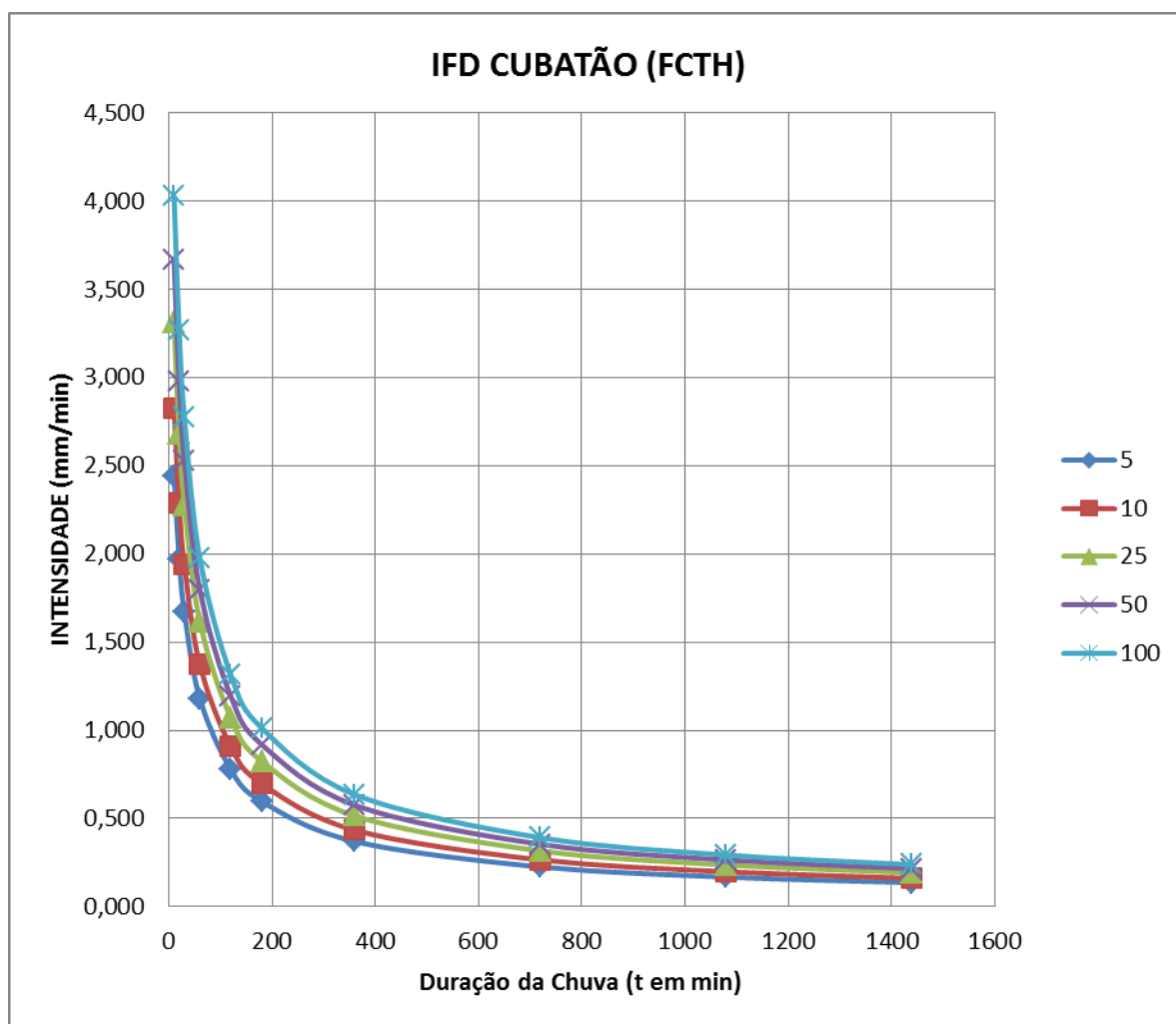


ILUSTRAÇÃO 1.2-4: IDF CUBATÃO (FCTH)

### 1.2.3. COMPARAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS

Tendo em vista as equações de Cubatão e Santos já serem consagradas e reconhecidas na literatura técnica como representativas para a Baixada Santista, de posse dos dados das estimativas de intensidades de chuvas para as estações de Cubatão, Santos e Guarujá, realizou-se uma comparação dos dados das três estações.



### 1.3. INTENSIDADE DA CHUVA

Os valores das chuvas intensas de duração t, de cada uma das estações, foram plotados conjuntamente para determinado tempo de retorno, podendo-se visualizar os desvios.

#### 1.3.1. Tempo de Retorno – 5 ANOS

Tr = 5 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA 3	2,52	1,64	1,28	0,83	0,54	0,42	0,28	0,18	0,14	0,12
SAN	1,86	1,49	1,26	0,91	0,57	0,44	0,28	0,18	0,13	0,11
CUB	2,44	1,97	1,67	1,18	0,78	0,60	0,37	0,23	0,17	0,14

TABELA 1.3-1: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 5 ANOS.

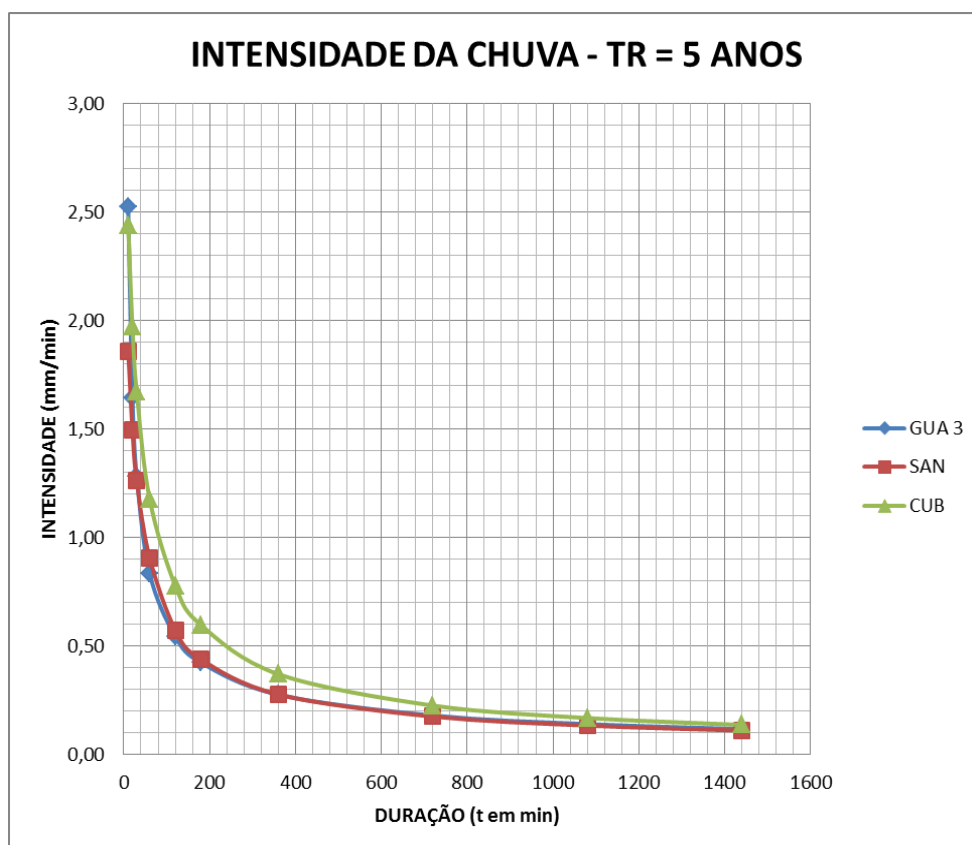


ILUSTRAÇÃO 1.3-1: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 5 ANOS



### 1.3.2. Tempo de Retorno – 10 ANOS

Tr = 10 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA3	2,94	1,91	1,49	0,97	0,63	0,49	0,32	0,21	0,16	0,13
SAN	2,20	1,77	1,49	1,08	0,68	0,52	0,33	0,21	0,16	0,13
CUB	2,82	2,28	1,94	1,37	0,91	0,70	0,43	0,27	0,20	0,16

TABELA 1.3-2:INTENSIDADE DA CHUVA TR – 10 ANOS.

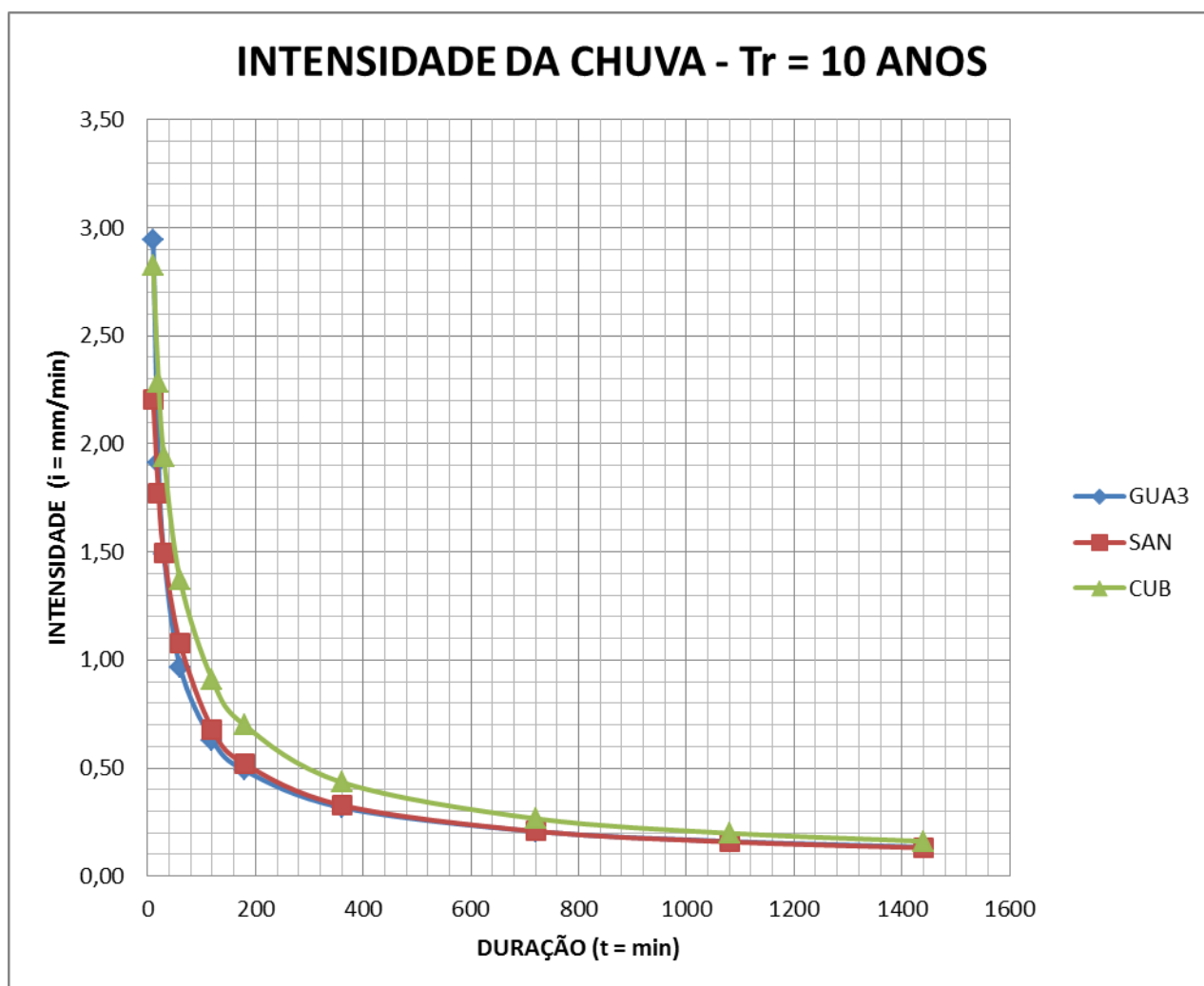


ILUSTRAÇÃO 1.3-2:INTENSIDADE DA CHUVA TR – 10 ANOS.

### 1.3.3. TEMPO DE RETORNO – 25 ANOS

Tr = 25 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA3	3,47	2,25	1,75	1,13	0,74	0,57	0,37	0,24	0,19	0,16
SAN	2,64	2,12	1,79	1,29	0,81	0,62	0,39	0,25	0,19	0,16





CUB	3,31	2,68	2,28	1,61	1,07	0,83	0,52	0,32	0,24	0,19
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

TABELA 1.3-3: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 25 ANOS

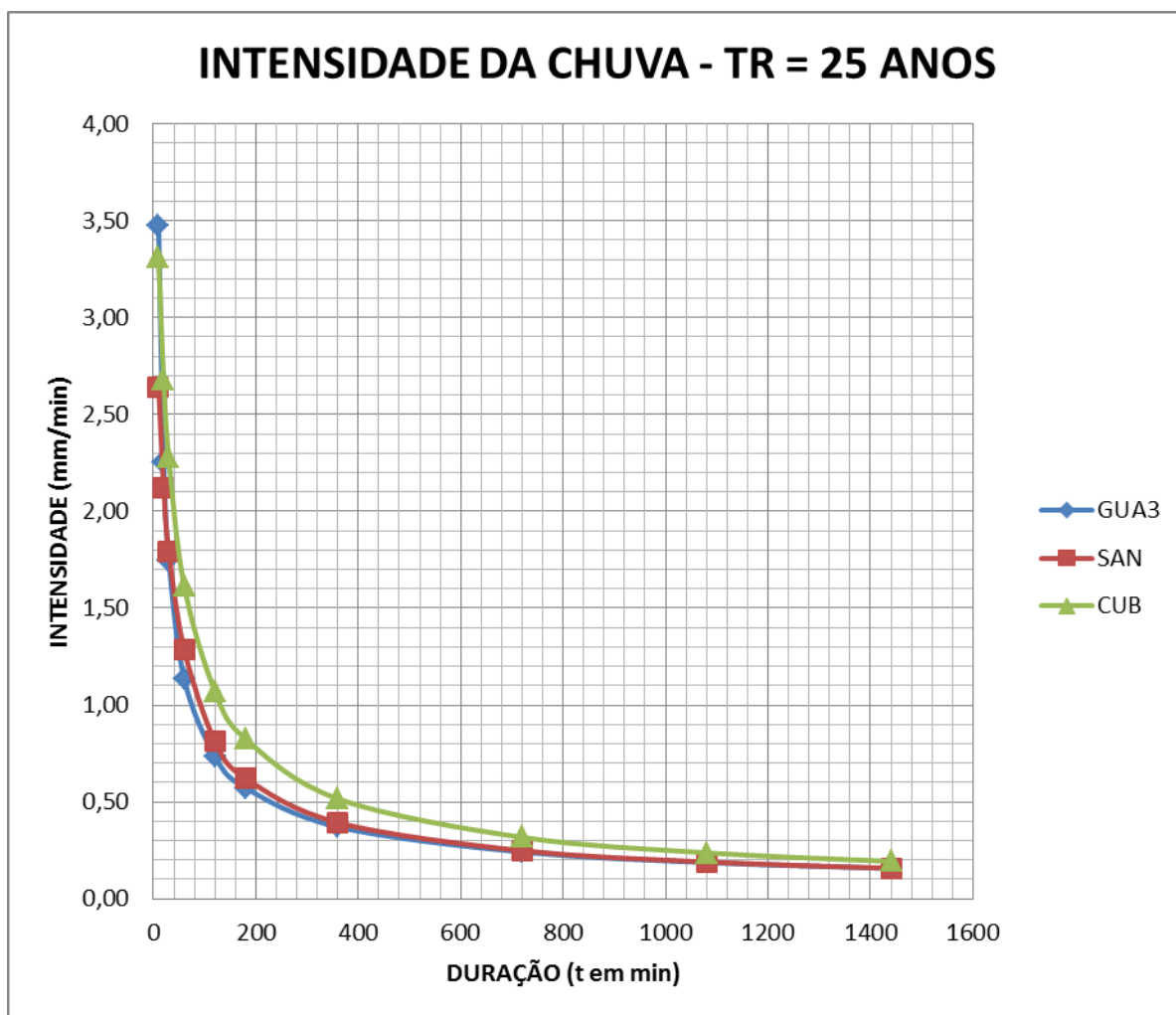


ILUSTRAÇÃO 1.3-3: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 25 ANOS

### 1.3.4. Tempo de Retorno – 50 ANOS

Tr = 50 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA3	3,86	2,50	1,94	1,26	0,82	0,63	0,41	0,27	0,21	0,17
SAN	2,96	2,38	2,01	1,44	0,91	0,70	0,44	0,28	0,21	0,18
CUB	3,67	2,97	2,53	1,79	1,19	0,92	0,58	0,35	0,27	0,22



TABELA 1.3-4: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 50 ANOS.

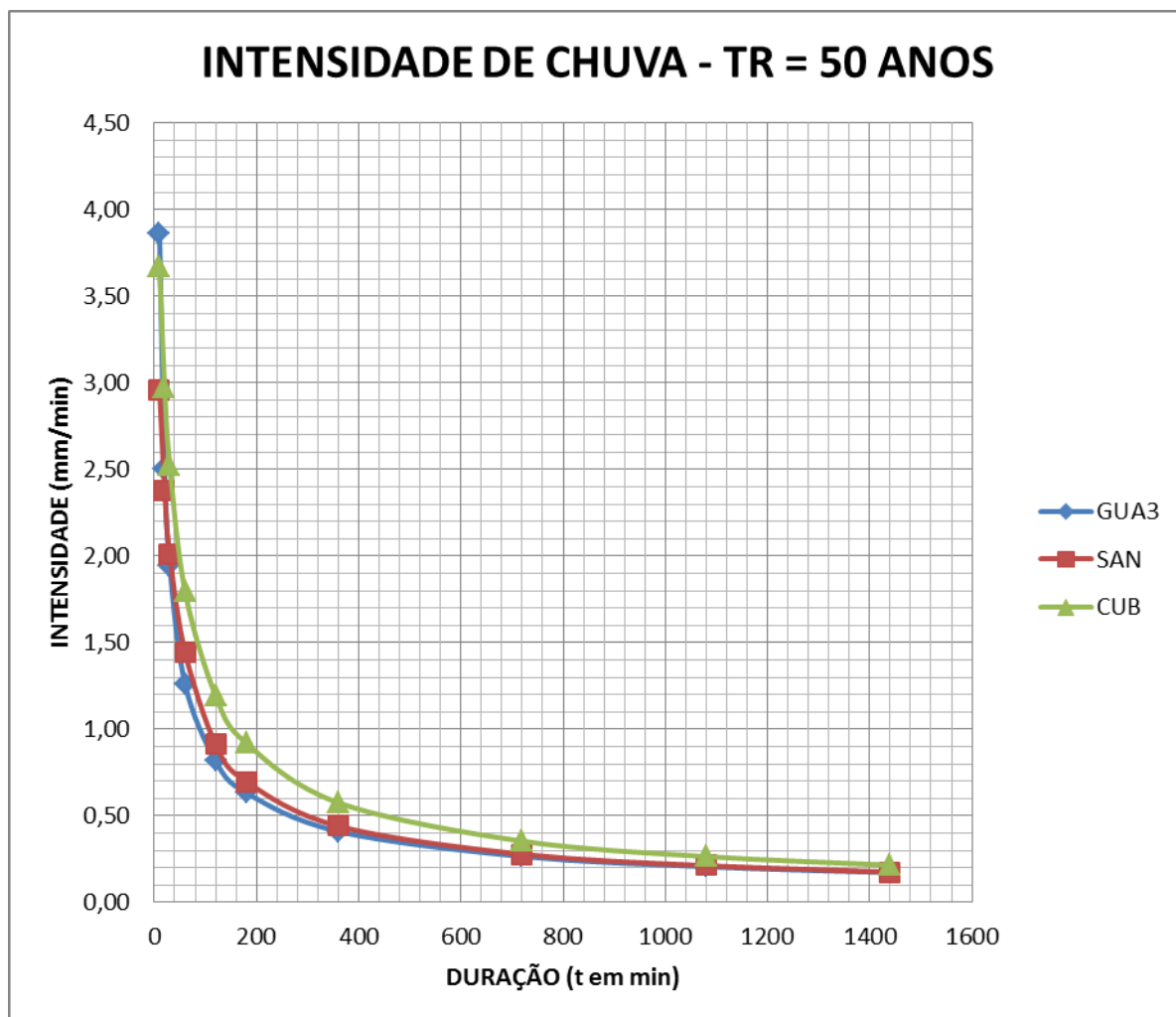


ILUSTRAÇÃO 1.3-4: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 50 ANOS.

### 1.3.5. Tempo de Retorno – 100 anos

Tr =100 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA3	4,25	2,75	2,14	1,38	0,90	0,69	0,45	0,29	0,23	0,19
SAN	3,28	2,64	2,22	1,60	1,01	0,77	0,49	0,31	0,24	0,20
CUB	4,03	3,27	2,78	1,97	1,31	1,01	0,64	0,39	0,29	0,24

TABELA 1.3-5: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 100 ANOS.

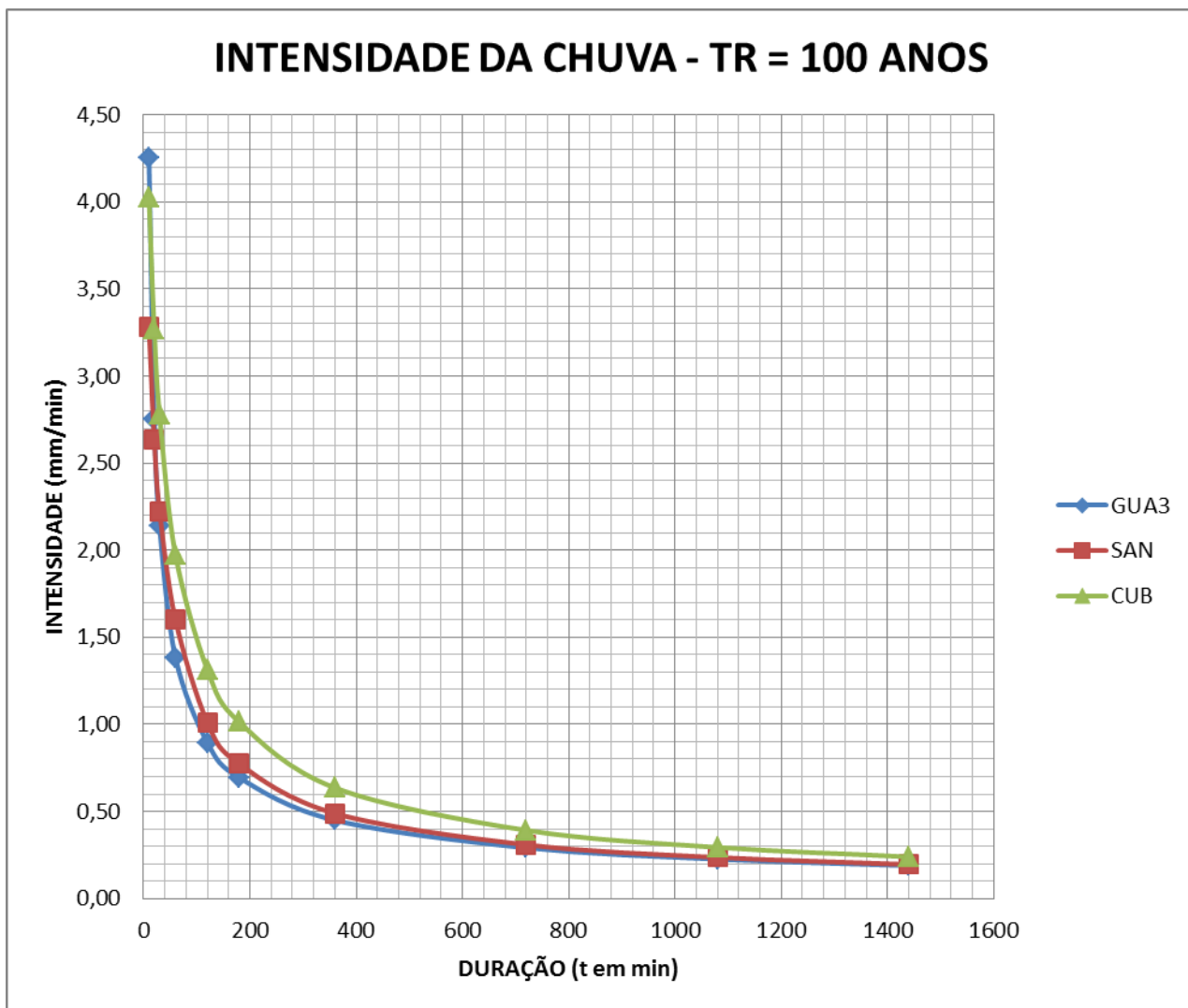


ILUSTRAÇÃO 1.3-5: INTENSIDADE DA CHUVA TR – 100 ANOS.

#### 1.4. CHUVA ACUMULADA

Uma outra comparação foi realizada entre as chuvas acumuladas para cada uma das três estações, resultando nos gráficos mostrados a seguir também para períodos de retorno de 5 a 100 anos.



### 1.4.1. TEMPO DE RETORNO – 5 ANOS

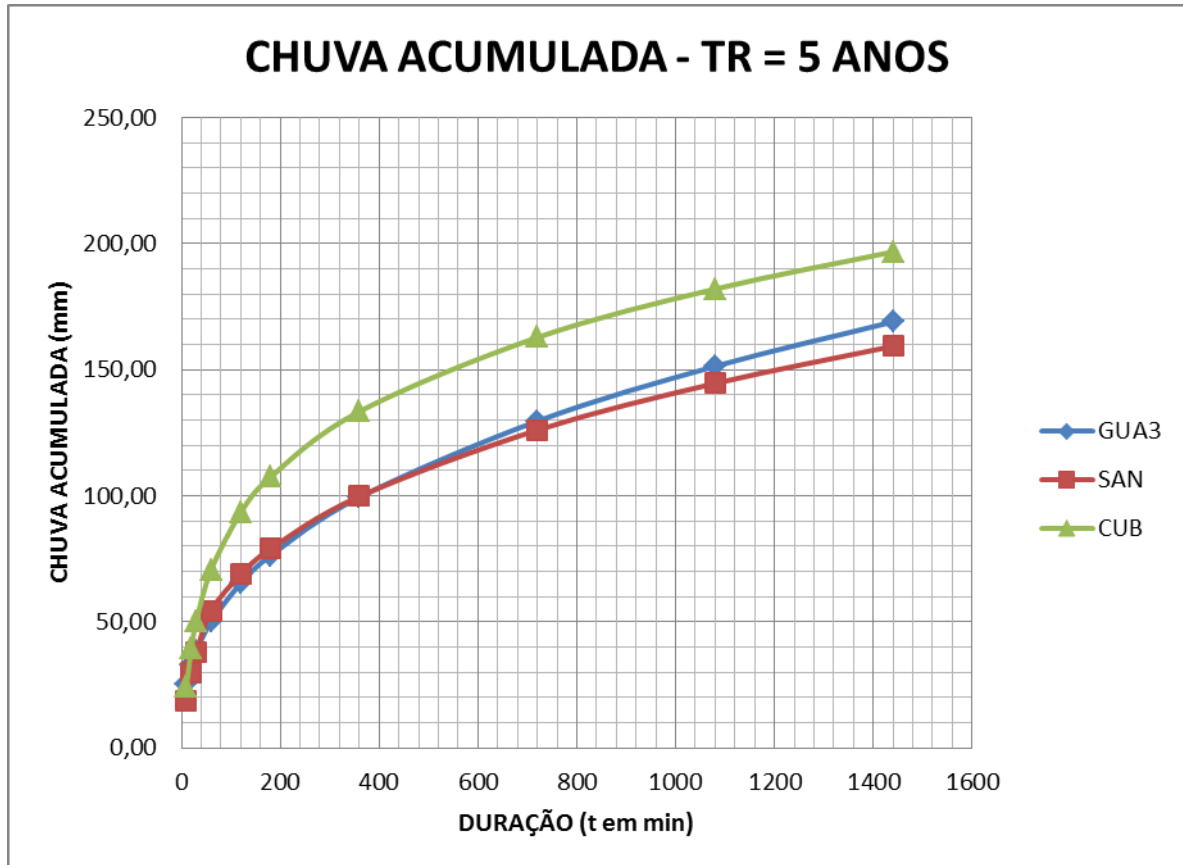


ILUSTRAÇÃO 1.4-1: CHUVA ACUMULADA TR – 5 ANOS.

DURAÇÃO DA CHUVA (t em min)										
Tr = 5 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA3	25,24	32,90	38,42	50,08	65,29	76,26	99,43	129,66	151,44	169,09
SAN	18,59	29,88	37,83	54,44	68,82	78,93	99,76	126,10	144,62	159,39
CUB	24,40	39,42	50,10	70,68	93,32	107,44	133,48	162,86	182,08	196,82

TABELA 1.4-1: CHUVA ACUMULADA TR – 5ANOS.

### 1.4.2. TEMPO DE RETORNO – 10 ANOS

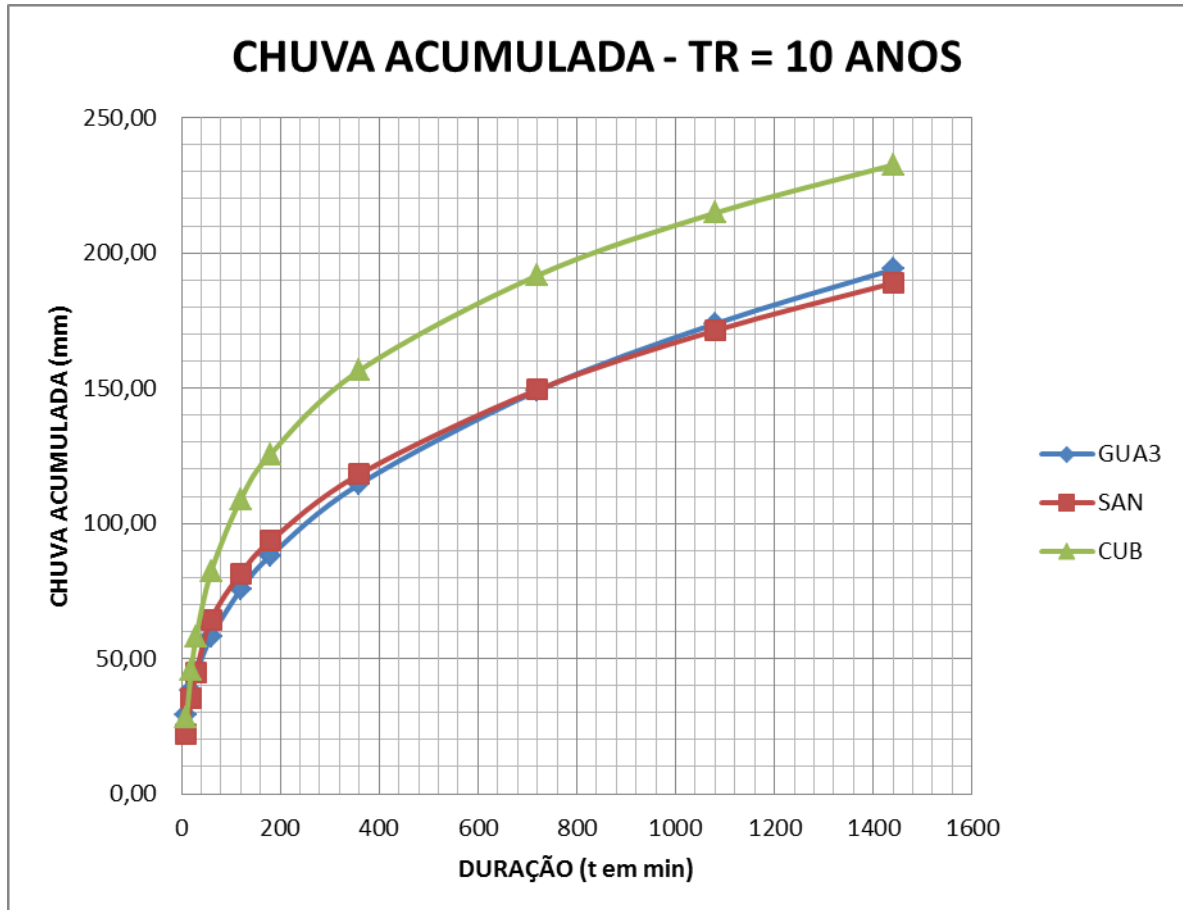


ILUSTRAÇÃO 1.4-2: CHUVA ACUMULADA TR – 10 ANOS.

DURAÇÃO DA CHUVA (t em min)										
Tr = 10 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA3	29,43	38,27	44,63	58,04	75,50	88,05	114,55	149,04	173,85	193,92
SAN	22,03	35,41	44,83	64,51	81,54	93,51	118,20	149,40	171,35	188,85
CUB	28,24	45,69	58,13	82,22	108,88	125,58	156,56	191,71	214,81	232,56

TABELA 1.4-2: CHUVA ACUMULADA TR – ANOS.



### 1.4.3. TEMPO DE RETORNO – 25 ANOS

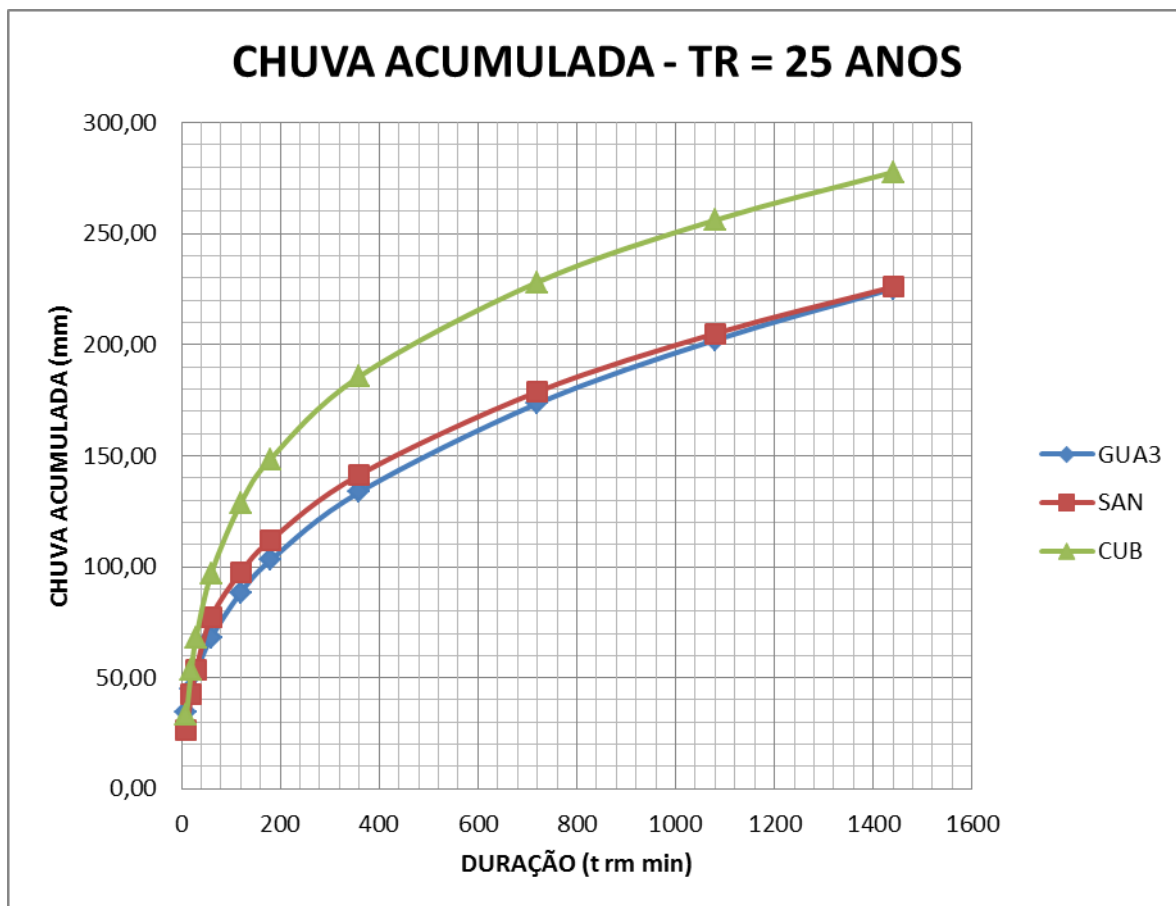


ILUSTRAÇÃO 1.4-3: CHUVA ACUMULADA TR – 25 ANOS.

DURAÇÃO DA CHUVA (t em min)										
Tr = 25 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA3	34,72	45,05	52,47	68,10	88,38	102,95	133,65	173,52	202,15	225,30
SAN	26,38	42,39	53,67	77,22	97,60	111,94	141,49	178,85	205,12	226,06
CUB	33,09	53,61	68,29	96,80	128,53	148,50	185,72	228,17	256,16	277,72

TABELA 1.4-3: CHUVA ACUMULADA TR – 25 ANOS.





#### 1.4.4. TEMPO DE RETORNO – 50 ANOS

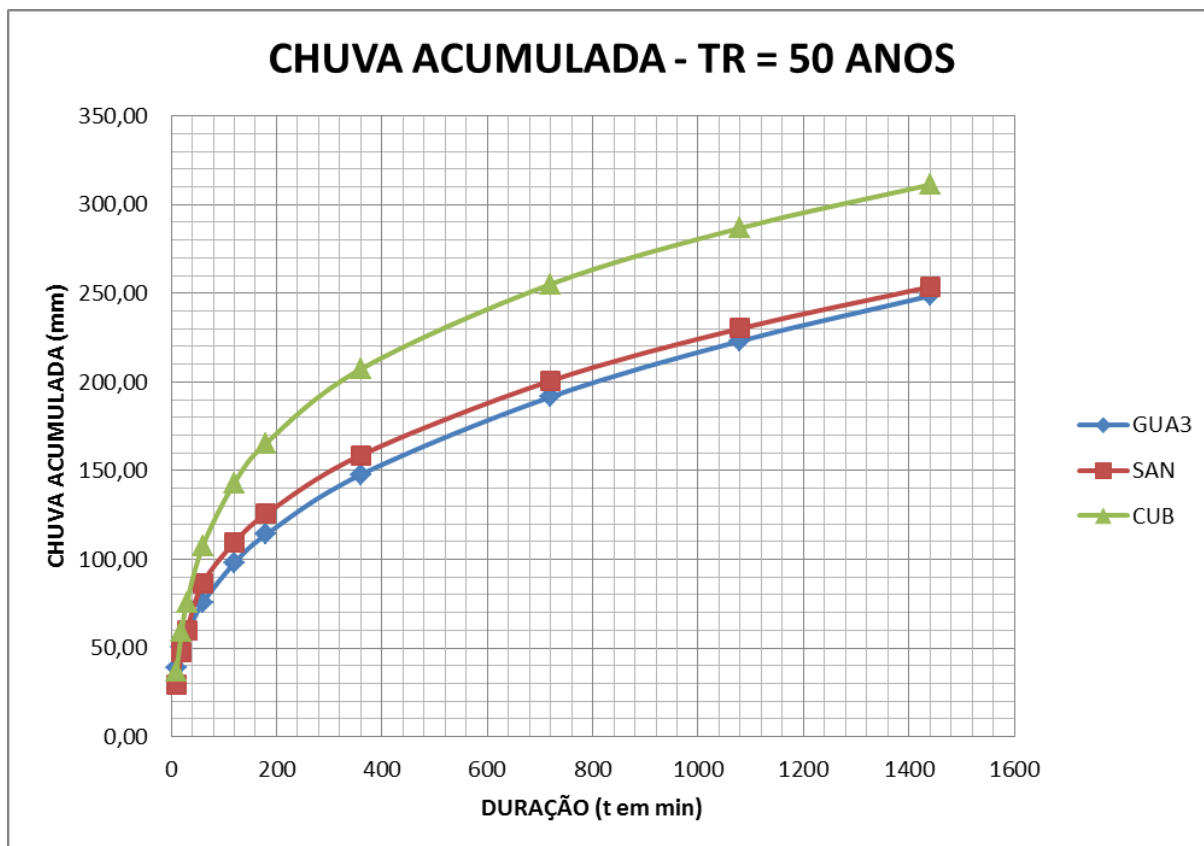


ILUSTRAÇÃO 1.4-4: CHUVA ACUMULADA TR – 50 ANOS.

DURAÇÃO DA CHUVA (t em min)										
Tr = 50 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA3	38,65	50,09	58,29	75,56	97,95	114,01	147,82	191,68	223,15	248,58
SAN	29,60	47,58	60,23	86,65	109,53	125,61	158,77	200,69	230,17	253,67
CUB	36,69	59,49	75,82	107,62	143,11	165,51	207,35	255,21	286,84	311,23

TABELA 1.4-4: CHUVA ACUMULADA TR – 50 ANOS.



### 1.4.5. TEMPO DE RETORNO – 100 ANOS

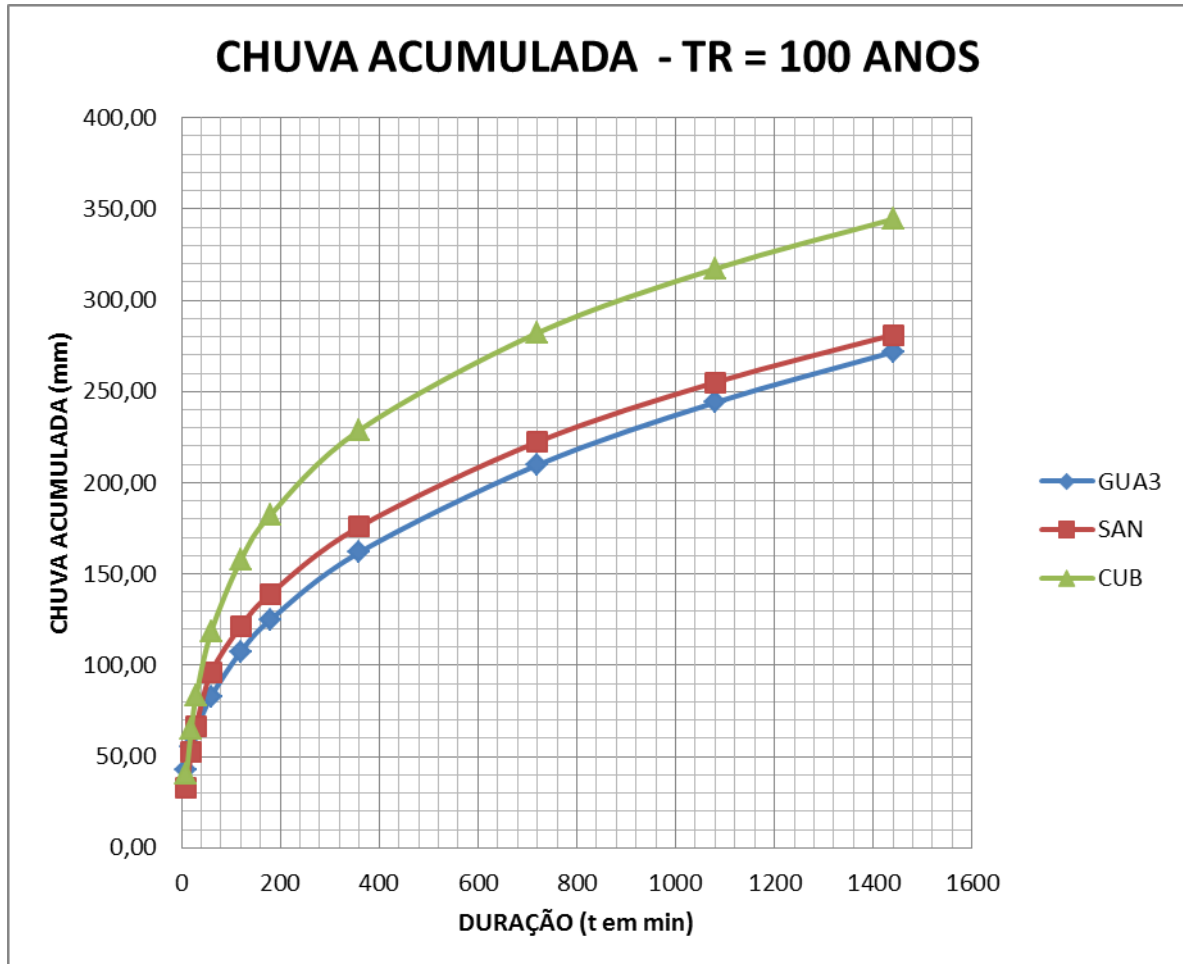


ILUSTRAÇÃO 1.4-5: CHUVA ACUMULADA TR – 100 ANOS.

Tr = 100 anos	10	20	30	60	120	180	360	720	1080	1440
GUA3	42,55	55,08	64,07	82,96	107,44	124,99	161,89	209,71	244,00	271,68
SAN	32,80	52,72	66,75	96,01	121,36	139,18	175,93	222,37	255,04	281,08
CUB	40,26	65,32	83,30	118,35	157,58	182,39	228,83	282,06	317,29	344,48

TABELA 1.4-5: CHUVA ACUMULADA TR – 100 ANOS.



### **1.5. Conclusão**

Como se pode verificar nos gráficos e tabelas, os valores obtidos para Guarujá e Cubatão são aderentes apenas para chuvas com duração até 10 min., e a partir daí divergem acentuadamente, com os valores de Cubatão bem superiores aos de Guarujá. Isso se justifica pela localização da estação de Piaçaguera próxima à escarpa da Serra do Mar e muito mais sujeita às chuvas orográficas.

Quanto à comparação com os valores obtidos para Santos, a aderência é bastante boa, divergindo apenas para precipitações com duração de 10 min. Para chuvas com maior duração até 1440 min. as divergências situam-se entre 0 e 13 %, sendo que para períodos de retorno de 5 e 10 anos os valores de Guarujá são menores que os de Santos até 400 min. e 720 min. respectivamente, tornando-se maiores a partir dessas durações.

Para tempos de retorno superiores, os valores obtidos para Guarujá são ligeiramente menores que os de Santos.



## 2. Estudos Oceanográficos

### 2.1. REFERÊNCIAS DE NIVELAMENTO

Conforme relatório “MARÉS NA COSTA PAULISTA – Orientações sobre níveis maregráficos nos planos diretores de macrodrenagem”, DAEE - Julho de 2000, há no Estado de São Paulo diferentes Referências de Nivelamento, adotadas por diversas entidades, e que já foram utilizadas para o referenciamento de níveis maregráficos. É sempre interessante indicar a que entidade os níveis mencionados estão referidos.

As principais Referências de Nivelamento são:

ZERO COSIPA – Companhia Siderúrgica Paulista – (12/1966)

ZERO HIDROGRÁFICO DA CDS (Cia Docas de Santos), adotada também pelo antigo DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento e correspondente à maré mínima de 12/03/1940, 1.350 mm acima do anterior;

NÍVEL DE REDUÇÃO DAS SONDAGENS DA MARINHA – usada na Carta Náutica do Porto de Santos, 689 mm acima do anterior;

ZERO HIDROGRÁFICO DO IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), IGG (Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo), IGC (Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo) e EFSJ (Estrada de Ferro Santos a Jundiá atual Rede Ferroviária Federal S.A.) 837 mm acima do anterior;

ZERO DA EPUSP (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), da LIGHT (São Paulo Tramway, Light and Power Company atual Eletropaulo) e da EFS (Estrada de Ferro Sorocabana, atual FEPASA) 1.054 mm acima da anterior.

As Cartas Náuticas e Tábuas de Marés publicadas pelo CHM (Centro de Hidrografia da Marinha) antiga DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil) são referidas ao Nível de Redução (NR).

O Nível de Redução (NR) é definido pela Organização Hidrográfica Internacional como um “plano tão baixo que a maré, em condições normais, não fique abaixo dele”.

O Nível Médio do Mar (NM ou MSL) acima do NR é indicado nas publicações acima. O nível médio real do mar é resultado da composição da maré astronômica, de caráter determinístico, e da maré meteorológica, de caráter aleatório, associada às variações bruscas nos regimes de vento e pressão atmosférica.

De fato, o nível do mar pode ser afetado por fatores meteorológicos, principalmente o vento, que causa a elevação ou o abaixamento do nível do mar e o atraso ou adiantamento da ocorrência das preamares e baixamares, que poderão assim, ser mais altas ou mais baixas que as previstas pela análise harmônica. Esses fenômenos são frequentes no litoral paulista.

Além dos citados acima, os seguintes níveis do mar são notáveis:



MHWS – Preamar Média de Sizígia: é a altura acima do NR da Estação Maregráfica em questão, da média das preamares de sizígia, ou, a média das máximas preamares;  
MHWN - Preamar Média de Quadratura: é a altura acima do NR da Estação Maregráfica em questão, da média das preamares de quadratura, ou, a média das mínimas preamares;  
MLWN - Baixamar Média de Quadratura: é a altura acima do NR da Estação Maregráfica em questão, da média das baixamares de quadratura, ou, a média das máximas baixamares;  
MLWS – Baixamar Média de Sizígia: é a altura acima do NR da Estação Maregráfica em questão, da média das baixamares de sizígia, ou, a média das mínimas baixamares;

## 2.2. Dados da Costa Paulista

A costa paulista conta com diversas estações maregráficas instaladas ao longo do litoral podendo-se listar de sul para norte as estações cujas localizações são mostradas no desenho ESTAÇÕES MAREGRÁFICAS – FOLHA 1/1. As fichas cadastrais dessas estações constam do Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras da Fundação de Estudos do Mar e encontram-se anexas a seguir:

:

- Ilha do Bom Abrigo
- Base Sul do Instituto Oceanográfico da USP em Cananéia
- Mar Pequeno de Cananéia
- Iguape
- Barra de Icapara
- Ponta Paranapuã
- Ilha do Guaraú
- Barra de Peruíbe
- Ilha da Moela
- Estuário de São Vicente (estações maregráficas da Ponte Pênsil, Barreiros, Rio Santana, Pombeba e Casqueiro)
- Estuário do Canal do Porto de Santos
  - Praticagem (Santos)
  - Santos (Porto - Torre Grande)
  - Ilha Barnabé (Porto de Santos)
  - Barnabé (Terminal da CODESP)
  - Piaçaguera (Terminal da COSIPA)
- Ilha das Palmas
- Montão de Trigo
- São Sebastião (Porto)
- Saco do Sombrio
- Ubatuba (IGG-SP)
- Ubatuba (Base Norte do Instituto Oceanográfico da USP)

Os dados dessas estações já foram objeto de análises, com determinação das constantes harmônicas para a previsão da maré e constam das fichas. Estudos sobre a maré meteorológica já foram efetuados para a área costeira de Peruíbe e na área estuarina do Porto de Santos.



De acordo com o relatório do DAEE citado, as marés do litoral do Estado de São Paulo apresentam regime semi-diurno misto com irregularidades diurnas e várias anomalias, e estão submetidas a influências de perturbações meteorológicas de ventos e variações de pressões barométricas.

A análise de maregramas sem a interferência meteorológica mostra um grande peso das principais componentes diurnas, correspondendo a características assimétricas da curva de maré, afastando-se do comportamento senoidal de periodicidade semi-diurna.

Reproduzem-se a seguir as informações obtidas do site da Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, referentes à Tábua de Marés e os gráficos das alturas de marés previstas para o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2009 para o Porto de Santos – Estação Maregráfica de Torre Grande, de cuja análise obteve-se a altura máxima prevista de 1,70 m (DHN), que corresponde à cota 0,863 m (IGG-SP).

Nos estudos de macrodrenagem de áreas sujeitas à maré da costa do Estado de São Paulo, o DAEE recomenda analisar a probabilidade combinada de eventos máximos de precipitações pluviométricas intensas, de caráter fundamentalmente aleatório, e de níveis médios máximos de maré, que apresentam as componentes determinísticas e meteorológicas.

A componente meteorológica influi nos níveis máximos das marés e um exemplo disso é a passagem de frentes frias, que podem provocar chuvas intensas, com aumento no nível médio do mar devido à persistência dos ventos do quadrante sul.

No Litoral paulista de um modo geral não há coincidência sazonal das chuvas máximas anuais com os níveis e permanências máximas anuais das marés. Este fato foi constatado através da análise dos níveis e permanências registrados no verão, período de máximas precipitações e das máximas precipitações observadas no outono/inverno, período de marés máximas. As chuvas observadas no período de inverno foram significativamente inferiores aos valores máximos anuais. Em contraposição, os níveis médios máximos de marés de 3 a 12 horas consecutivas e as permanências máximas da maré observadas nos meses de verão apresentam valores inferiores aos correspondentes aos máximos níveis médios anuais de mesma duração.

O DAEE conclui que na costa do Estado de São Paulo, de um modo geral, observa-se que os eventos críticos combinados têm as seguintes características:

Para um mesmo período de retorno, a pequenas variações do nível médio do mar correspondem grandes diferenças de intensidade de chuva. Estas diferenças decrescem com o aumento do período de retorno.

As variações do nível médio do mar, em função do período de retorno são tão maiores quanto maiores forem as chuvas.

Para níveis médios diários excepcionalmente altos, a probabilidade de ocorrência combinada é ditada pelo nível médio do mar, independentemente das intensidades que as chuvas possam ter.



O Relatório “Projeto de recuperação e áreas alodiais no Município de Cubatão” elaborado pela Hidroconsult analisou os dados do marégrafo de Ilha Barnabé, situado no estuário santista, com 22 anos de registro e definiu valores de Níveis de Maré Característicos que são mostrados na Figura 2.2-1 a seguir.

O nível máximo absoluto no período analisado de 1944 a 1978 foi de 1,484 m no dia 18/05/1977, e o mínimo foi de -1,826 m no dia 01/11/1963.

A preamar média de sizígia alcançou o nível de 0,491 m, e o nível médio das preamares foi de 0,385 m.

NÍVEIS DE MARÉ CARACTERÍSTICOS		
COTA IGG	NÍVEL DA MARÉ	DESCRIÇÃO DO NÍVEL CARACTERÍSTICO
3,000	3,033	RN Cia Docas de Santos
2,500		
2,000		
1,500	1,484	Nível Máximo Absoluto (18/05/1977)
	1,19	Nível Médio das Máximas
1,000		
0,500	0,491	Preamar Média de Sizígia
	0,385	Preamar Média
0,000		Zero IGGSP
	-0,016	Nível Médio do Mar Adotado pela Marinha (NM 1956)
-0,500		
	-0,837	Nível de Redução das Sondagens da Marinha
-1,000	-0,908	Baixamar Média de Sizígia
-1,500		
	-1,526	Zero Hidrográfico - Marégrafo de Santos (CDS)
	-1,738	Zero da Régua do Mar Pequeno
	-1,826	Nível Mínimo do Mar (01/11/1963)
-2,000		

FIGURA 2.2-1: NÍVEIS DE MARÉ CARACTERÍSTICOS.





O mesmo relatório apresenta estudos de concomitância entre níveis máximos de marés e de chuvas, obtidos através de registros maregráficos da Ilha Barnabé e de totais diários do posto pluviométrico E3 - 153R – Curva da Onça.

A análise foi realizada observando-se o nível máximo da maré no dia de máxima precipitação, não significando a coincidência da ocorrência das precipitações no instante da maré máxima, isto é, o pico da precipitação pode ter ocorrido durante a maré baixa, apesar de naquele dia a maré ter atingido cotas mais altas.

Os resultados são resumidos na Tabela 2.2-1-1 a seguir.

MÁXIMOS NÍVEIS MÉDIOS DIÁRIOS H(m) PARA DIVERSAS ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS P (mm)					
T (anos)	P >= 0	P >= 75	P >= 100	P >= 125	P >= 150
5	0,60	0,51	0,46	0,39	0,34
10	0,65	0,57	0,52	0,46	0,43
25	0,71	0,64	0,60	0,54	0,54
50	0,74	0,70	0,66	0,62	0,61
100	0,79	0,74	0,72	0,68	0,68
200	0,82	0,80	0,78	0,74	0,74
1000	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90

TABELA 2.2-1: PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA COMBINADA DE EVENTOS MÁXIMOS CHUVA-MARÉ

Observando-se a Tabela 2.2-2 pode-se dizer que o nível de 0,71 m será excedido pelo menos uma vez a cada 25 anos para qualquer precipitação; para chuva de 100 mm, o nível de 0,66 m será excedido pelo menos uma vez a cada 50 anos.

No mesmo relatório são apresentados os níveis de marés máximas em função de duração e freqüência e os valores estão na Tabela 2.2-2.

NÍVEIS MÉDIOS MÁXIMOS NO PERÍODO DE n HORAS PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA - DISTRIBUIÇÃO GUMBEL					
TR(anos)	TEMPO (horas)				
	Instantâneo	3	6	9	12
1,001	0,90	0,84	0,67	0,52	0,41
2	1,17	1,10	1,04	0,75	0,64
5	1,31	1,23	1,07	0,87	0,75
10	1,39	1,32	1,16	0,94	0,83
15	1,44	1,37	1,21	0,99	0,87
20	1,48	1,43	1,27	1,04	0,92
25	1,51	1,43	1,27	1,04	0,92
50	1,59	1,51	1,36	1,11	0,99
75	1,64	1,55	1,40	1,15	1,03
100	1,67	1,59	1,44	1,18	1,06

TABELA 2.2-2: NÍVEIS MÉDIOS MÁXIMOS NO PERÍODO DE N HORAS.



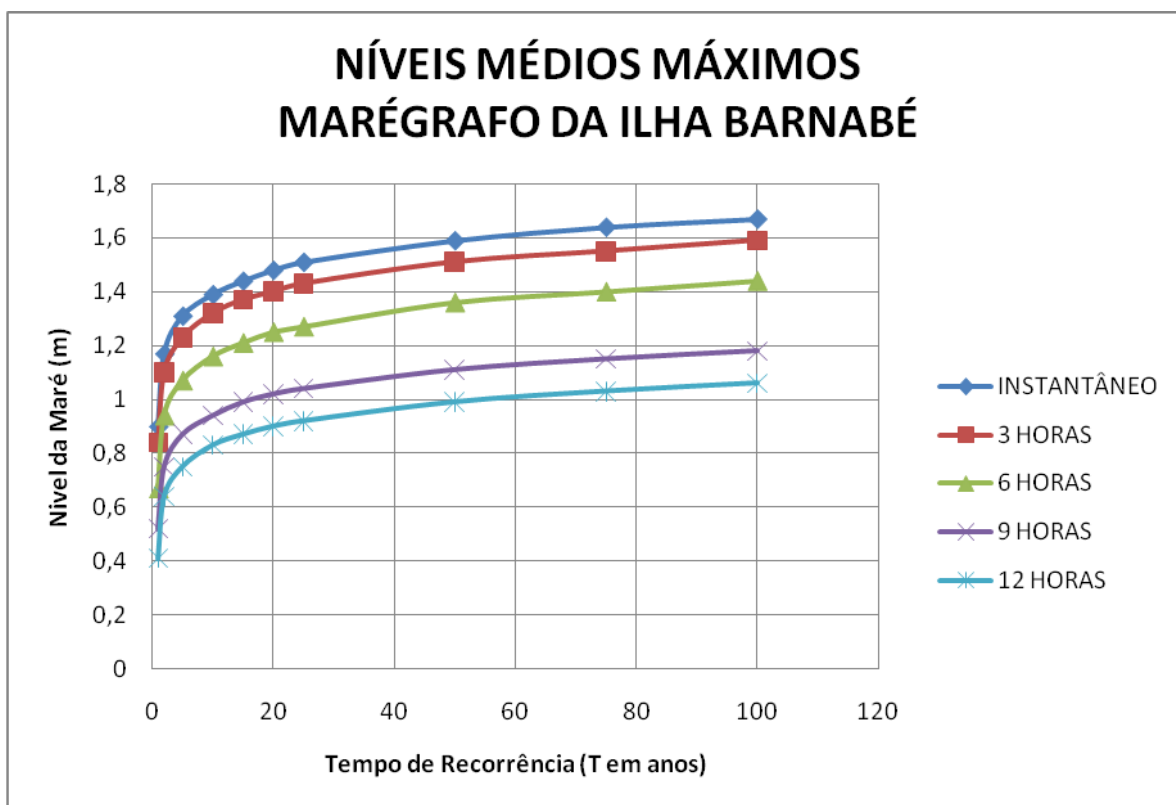


FIGURA 2.2-2: NÍVEIS MÉDIOS MÁXIMOS NO PERÍODO DE N HORAS.

Com base na Tabela 2.2-2 e na Figura 2.2-2, pode-se concluir que o nível instantâneo da maré para período de retorno de 5 anos é 1,31 m, e para período de retorno de 100 anos pode-se esperar um nível instantâneo de 1,67 m para a maré o estuário santista. Todos os níveis estão referenciados ao zero do IGG-SP.

O Relatório “Orientações sobre níveis maregráficos nos planos diretores de macrodrenagem”. São Paulo, 2000.- DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA – CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA – CTH – MARÉS NA COSTA PAULISTA, analisa dados de marés registrados por meio de marégrafos instalados no largo da Pombeba e no Rio Santana, no estuário santista, cuja localização pode ser visualizada na Figura 2.2.3 a seguir.



FIGURA 2.2-3: LOCALIZAÇÃO DOS MARÉGRAFOS DO LARGO DA POMBEBA E RIO SANTANA.

LEGENDA	
M-1	MARÉGRAFO TORRE GRANDE (CDS)
M-2	MARÉGRAFO ILHA BARNABÉ (CDS)
M-3	MARÉGRAFO EXPLOSIVOS
M-4	MARÉGRAFO PIAÇAGUERA
M-4A	MARÉGRAFO PIAÇAGUERA
M-5	MARÉGRAFO CASQUEIRO
M-6	MARÉGRAFO LARGO DA POMBEBA
M-7	MARÉGRAFO RIO BRANCO
M-7A	MARÉGRAFO RIO SANTANA
M-8	MARÉGRAFO PONTE DOS BARREIROS
M-9	MARÉGRAFO MAR PEQUENO
R-1	RÉGUA LIMNIMÉTRICA CANAL DA BERTIOGA
R-2	RÉGUA LIMNIMÉTRICA RIO CASQUEIRO
R-3	RÉGUA LIMNIMÉTRICA PT-XIV
R-4	RÉGUA LIMNIMÉTRICA PT-XXII

TABELA 2.2-3: LEGENDA

Os dados de marés estão em forma de registros gráficos relacionados ao nível de redução do IGC, possuindo registros entre outubro de 1966 a dezembro de 1967 para o Largo da Pombeba e de abril e maio de 1967 para o Rio Santana.



Os valores mensais das cotas máximas e mínimas, para os dados do marégrafo do Largo da Pombeba são apresentados na Tabela 2.2-4.

MÊS	ANO	Máxima	Mínima	Máxima Freqüente	Mínima Freqüente
Outubro	1966	0,95	-0,80	0,70	-0,50
Novembro	1966	0,90	-0,95	0,60	-0,60
Dezembro	1966	1,00	-0,80	0,60	-0,50
Janeiro	1967	0,85	-1,00	0,55	-0,60
Fevereiro	1967	0,95	-0,75	0,70	-0,55
Março	1967	1,20	-0,70	0,90	-0,50
Abril	1967	1,30	-0,60	0,90	-0,30
Maiο	1967	0,90	-0,75	0,70	-0,50
Junho	1967	1,10	-0,50	0,85	-0,20
Julho	1967	0,90	-1,00	0,60	-0,50
Agosto	1967	1,00	-1,10	0,70	-0,60
Setembro	1967	1,20	-0,95	0,80	-0,70
Outubro	1967	0,90	-1,05	0,80	-0,75
Novembro	1967	1,10	-1,00	0,60	-0,50
Dezembro	1967	0,70	-1,00	0,65	-0,65
	Média	1,00	-0,86	0,71	-0,53

**TABELA 2.2-4: COTAS DAS MARÉS, NO POSTO LARGO DA POMBEBA. VALORES EM METRO, COM O NÍVEL DE REDUÇÃO DO IGC.**

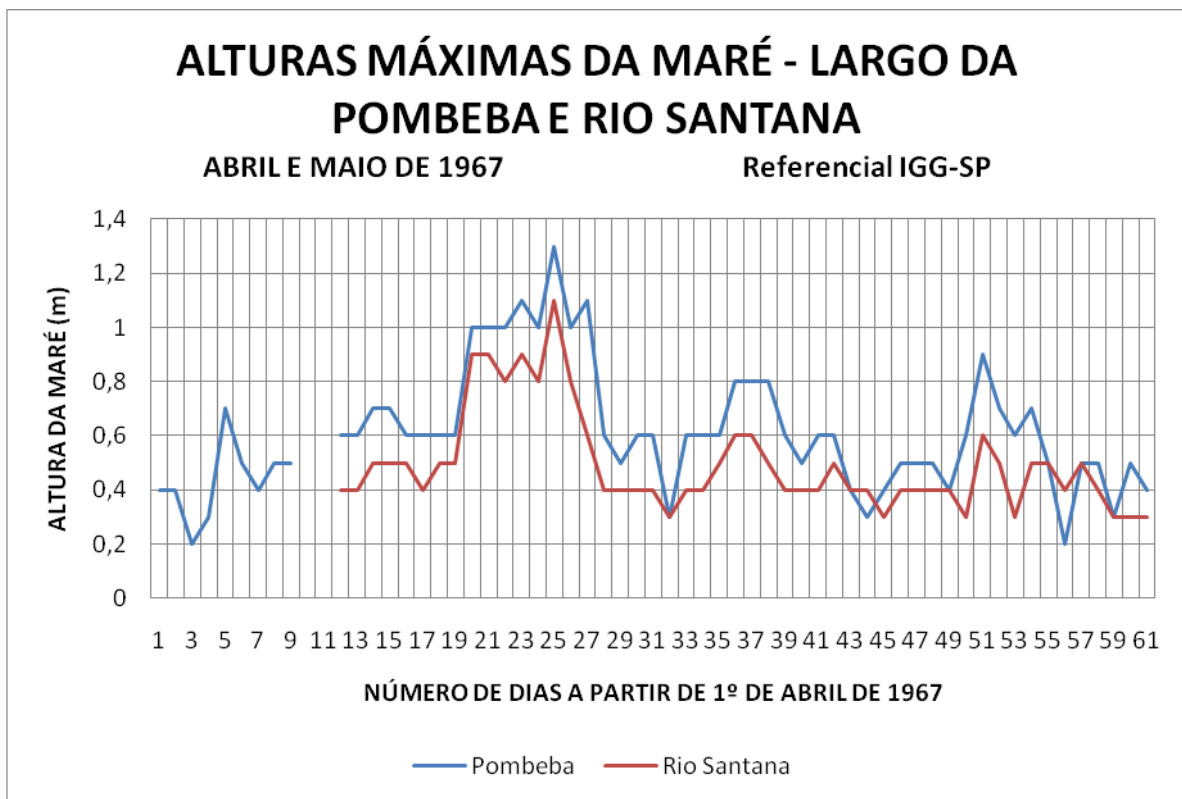
Consideraram-se valores máximos e mínimos freqüentes, aqueles que são superados 10 vezes em cada mês. Ou seja, em Agosto de 1967, ocorreram 10 valores superiores a 0,70m e 10 valores inferiores a -0,60m.

Os dados comparativos das cotas máximas dos meses de abril e maio de 1967, para os postos maregráficos do Largo da Pombeba e Rio Santana são listados na Tabela 2.2-5 e são representados graficamente na Figura 2.2-4 a seguir.



Data	Pombeba abr/67	Rio Santana abr/67	Pombeba mai/67	Rio Santana mai/67
1	0,4		0,6	0,4
2	0,4		0,3	0,3
3	0,2		0,6	0,4
4	0,3		0,6	0,4
5	0,7		0,6	0,5
6	0,5		0,8	0,6
7	0,4		0,8	0,6
8	0,5		0,8	0,5
9	0,5		0,6	0,4
10			0,5	0,4
11			0,6	0,4
12	0,6	0,4	0,6	0,5
13	0,6	0,4	0,4	0,4
14	0,7	0,5	0,3	0,4
15	0,7	0,5	0,4	0,3
16	0,6	0,5	0,5	0,4
17	0,6	0,4	0,5	0,4
18	0,6	0,5	0,5	0,4
19	0,6	0,5	0,4	0,4
20	1	0,9	0,6	0,3
21	1	0,9	0,9	0,6
22	1	0,8	0,7	0,5
23	1,1	0,9	0,6	0,3
24	1	0,8	0,7	0,5
25	1,3	1,1	0,5	0,5
26	1	0,8	0,2	0,4
27	1,1	0,6	0,5	0,5
28	0,6	0,4	0,5	0,4
29	0,5	0,4	0,3	0,3
30	0,6	0,4	0,5	0,3
31			0,4	0,3

TABELA 2.2-5: ALTURAS MÁXIMAS DAS MARÉS REGISTRADAS NOS MARÉGRAFOS DOS POSTOS LARGO DA POMBEBA E RIO SANTANA, EM ABRIL E MAIO DE 1967. VALORES EM M, REFERENCIAL IGC



**FIGURA 2.2-4: COTAS MÁXIMAS DAS MARÉS NOS POSTOS RIO SANTANA E LARGO DA POMBEBA, EM ABRIL E MAIO DE 1967.**

De acordo com o DNOS, a maré atinge a cota máxima de 2,95m no seu referencial, que corresponde a 1,424 m no referencial IGC, valor obtido através de marégrafo instalado no porto de Santos.

$$\text{Cota DNOS} = \text{Cota DHN} + 0,689 \text{ (m)}$$

$$\text{Cota IGC} = \text{Cota DHN} - 0,837 \text{ (m)} = \text{Cota DNOS} - 0,689 \text{ (m)} - 0,837 \text{ (m)} = 1,424 \text{ m}$$





### 3. POPULAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO

#### 3.1. Estudo de projeção populacional por setor.

Segundo pesquisas realizadas pelo Setor de Planejamento da Prefeitura do Município de Guarujá em 1998, o município apresenta-se dividido em 4 Áreas Administrativas, subdivididas em 25 setores, abrangendo um total de 50 bairros, determinados a partir da análise das tendências de desenvolvimento urbano do município e das legislações ambiental e urbana que regulamentam o uso e a ocupação do solo.

ADM.	Setor	Bairros
II	1	PAE CARA - NOVO - PARQUE ESTUÁRIO
II	2	PAE CARA - VELHO
II	3	JD. CONCEIÇÃOZINHA - JD. BOA ESPERANÇA
II	4	JARDIM PROGRESSO
II	5	JD. MONTEIRO DA CRUZ - JD. ESPLANADA DO CASTELO
II	6	CENTRO/VIC. CARVALHO - VILA ALICE - JD. SANTENSE - JD. CUNHAMBEBE -
I	7	ÁSTURIAS - TOMBO - GUAÍUBA
I	8	JD. DOS PASSAROS - JD. SANTA MARIA - VILA SANTO ANTONIO
II	9	VILA ÁUREA
III	10	VILA SAPO - VILA RÃ - AREÃO - JD. BANDEIRANTES
IV	11	SANTA CLARA - CACHOEIRA
III	12	JD. TRES MARIA - VILA JULIA
III	13	FAVELA NOVA - PEREQUÊ - PRAIA DE PERNAMBUCO
I	14	PITANGUEIRAS - VILA MAIA - CENTRO
II	15	FAVELA CONCEIÇÃOZINHA
III	16	ENSEADA
I	17	VILA LYGIA
III	18	FAVELA VILA BAIANA
I	19	VILA SANTA ROSA - JD. HELENA MARIA
I	20	FAVELA PRIMAVERA
IV	21	VILA ZILDA
IV	22	VILA EDNA
IV	23	MORRINHO
I	24	SANTA CRUZ DOS NAVEGANTES - PRAIA DO GOES
III	25	MARINA GUARUJÁ - SÍTIO SÃO PEDRO - SÍTIO IPORANGA - SÍTIO TIJUCOPAVAL

Projeção de Economias Domiciliares Atendidas



Municípios	2008	2009	2010	2011	2015	2020
Guarujá	176.153	181.454	186.915	191.730	212.260	237.010

Fonte: adaptado PERH (2004-2007)

A partir dos quadros anteriores foi possível à obtenção dos valores apresentados a seguir sobre os volumes.

Foi admitido, por hipótese, que o consumo por economia obtido para o ano de referência de 2004, permanece constante até o fim do horizonte de projeto em 2020.

O volume consumido foi calculado a partir do volume consumido por economia residencial, para o primeiro trimestre de 2004, e do número de economias ao longo do período de projeto.

Volume Consumido (m<sup>3</sup>/mês) para o Município de Guarujá

Municípios	2008	2009	2010	2011	2015	2020
Guarujá	2.994.597	3.084.721	3.177.558	3.259.405	3.608.424	4.029.169

### 3.1.1. Estimativa de População Flutuante

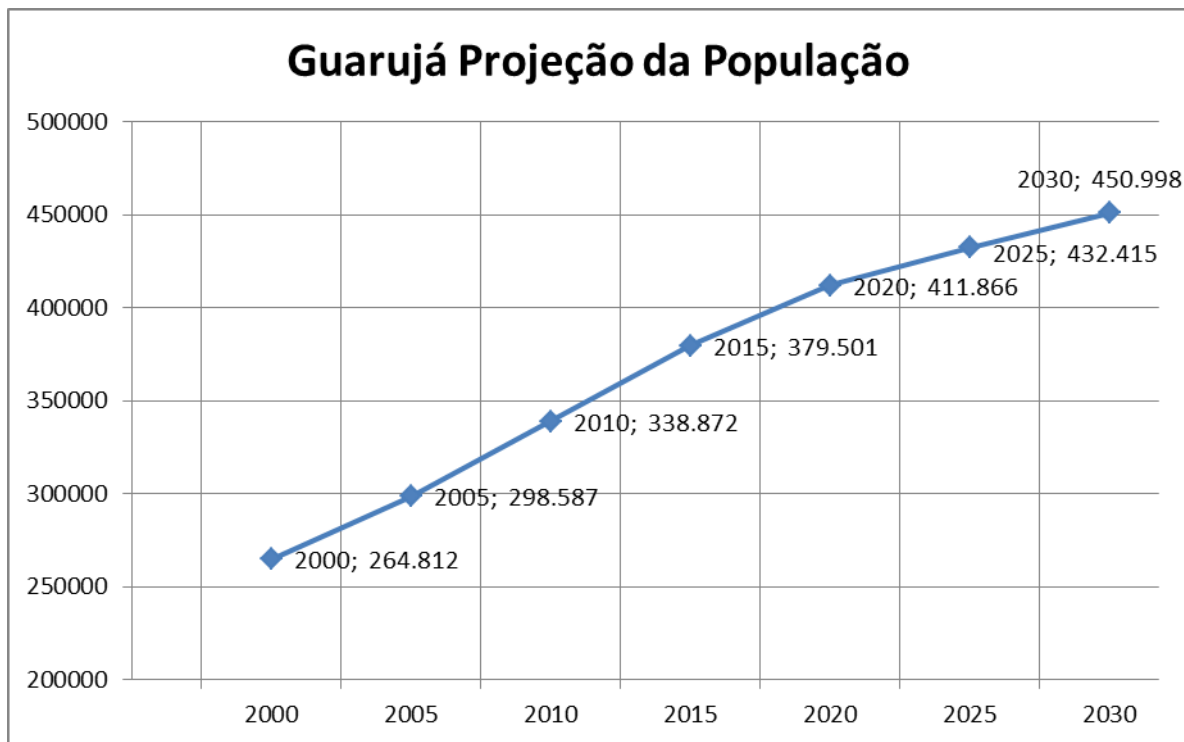
A população flutuante pode ser estimada através da avaliação dos registros de consumo de água no município. As tabelas abaixo indicam a evolução e a projeção da população flutuante do município de Guarujá segundo o Plano Diretor de Abastecimento de água da Baixada Santista.

O consumo de água médio per capita da população local nos meses de inverno pode ser estimado a partir do consumo registrado em Agosto de 2000 (cujo valor hidrometrado é o mínimo no ano, e no qual pode ser considerada a inexistência de população flutuante), conhecendo-se desta forma a população fixa.

Projeção Dinâmica da população residente (fixa) para o período 2000-2030.

Municípios	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Guarujá	264.812	298.587	338.872	379.501	411.866	432.415	450.998

FONTE SABESP 2008.



Para a variação percentual de projeção de crescimento adotou-se a tabela a seguir:  
Variação obtida de 1,6 % ao ano.

População Residente por ano		
Ano	População	Método
2009	308.059	Estimativa
2008	304.274	Estimativa
2007	311.268	Estimativa
2006	305.171	Estimativa
2005	299.023	Estimativa
2004	286.953	Estimativa
2003	281.631	Estimativa
2002	276.300	Estimativa
2001	271.899	Estimativa
2000	264.812	Censo

Fonte: IBGE, Censos e Estimativas

Para setores de maior crescimento populacional como áreas 11-14-16-21-22 foram adotados índices maiores.





Após a pesquisa, análise e união de todos estes dados chegou-se à projeção populacional por setor, que é apresentada na tabela a seguir:

**TABELA 3.1-DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO DOMICÍLIO HECTARE.**

Com base nos dados atuais e de projeção das áreas de expansão, foi elaborada a tabela a seguir.

Relações domicílio/hectare atuais e ao longo do horizonte do projeto							
ATUAIS				FUTURO			
Domicílio ocupacional permanente.							
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Domicílios	72.131	85.700	102.194	119.809	135.546	147.685	159.127
Domicílio ocupacional ocasional.							
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Domicílios	44.796	46.278	49.053	53.914	60.996	66.458	71.607
<b>T O T A L</b>							
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Domicílios	116.927	131.978	151.247	173.723	196.542	214.143	230.734
Área em Hectares (valores fornecidos pela Prefeitura)			5.475	Área em Hectares (valores calculados)			6.794
Domicílio por hectare			28	Domicílios por hectare			34

Fonte: Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista - 2009

### **3.2. TAXA DE IMPERMEABILIZAÇÃO ATUAL E FUTURA.**

Um dos fatores preponderantes nas cidades que as tornam vulneráveis às enchentes é a taxa de impermeabilização do solo.

A impermeabilização excessiva do solo dificulta ou mesmo impede a absorção da água da chuva, que escoar em grande quantidade para as galerias e rios.

Para a determinação da taxa de impermeabilização do solo foi feita divisão das grandes Bacias Hidrográficas de Guarujá e a separação das áreas permeáveis das demais áreas que foram consideradas impermeáveis.



Esta separação foi obtida através de comparação de foto recente, Google Earth, analisadas em acordo com as plantas fornecidas pela Prefeitura como as áreas de preservação ambiental entre outras áreas já demarcadas na planta.

As demais áreas verdes que não constavam foram incluídas.

Para a determinação da taxa de impermeabilização futura foram consideradas as áreas de expansão indicadas pela prefeitura.

A tabela a seguir apresenta as taxas de impermeabilização individual e Global atual e futura para cada uma das bacias em que foi subdividido o município de Guarujá.

Bairro	Setor	Área do setor (m <sup>2</sup> )	Senso IBGE 1998 (hab)	Densidade 1998 (hab/ha)	Taxa de Imper. 1998 (%)	Projeção da Pop 2030 (hab)	Densidade 2030 (hab/ha)	Taxa de Imper. 2030 (%)
Pae cara - novo, Pq estuário	1	2.132.141	19645	92,14	45,6	25000	117,25	59,7
Pae cara - Velho	2	1.260.046	17773	141,05	62,1	29.710,20	235,79	66,7
Jd. Conceiçãozinha, Jd. Boa Esperança	3	2.189.517	21752	99,35	49,6	36.361,68	166,07	65,3
Jd. Progresso	4	715.631	6314	88,23	43,4	10.554,78	147,49	64,0
Jd. Monteiro da Cruz, Jd. Esplanada do Castelo	5	764.450	8889	116,28	54,8	14.859,28	194,38	66,5
Centro/Vic. Carvalho, Vila Alice, Jd. Santense, Jd. Cunhambebe, Jd. Enguaguaçu	6	707.982	21746	307,15	66,7	25.000,00	353,12	66,7
Astúrias, Tombo, Guaiúba	7	5.203.341	3039	5,84	2,6	5.080,14	9,76	4,4
Jds. dos Pássaros, Sta. Maria, Primavera, Vila Sto. Antonio, Miosótis, Funchal	8	1.980.230	20112	101,56	50,5	33.620,18	169,78	65,5
Vila Áurea	9	863.526	12629	146,25	63,6	21.111,24	244,48	66,7
Vila Sapo, Vila Rã, Areão, Jd. Bandeirantes	10	266.218	3273	122,94	56,7	5.471,30	205,52	66,7
Santa Clara, Cachoeira	11	665.773	5846	87,81	43,2	10.819,47	162,51	65,2
Jd. Três maria, Vila júlia	12	2.016.611	4209	20,87	9,4	9.069,15	44,97	20,3
Favela Nova, Perequê, Praia de Pernambuco	13	10.901.282	8887	8,15	3,7	14.855,93	13,63	6,2
Pitangueiras, Vila Maia, Centro	14	2.631.518	3330	12,65	5,7	8.080,57	30,71	14,0
Favela, Conceiçãozinha	15	242.105	4476	184,88	66,1	7.482,30	309,05	66,7
Enseada	16	9.980.226	7952	7,97	3,6	19.296,30	19,33	8,7
Vila Lygia	17	651.171	6549	100,57	50,2	10.947,62	168,12	65,4
Favela Vila Baiana	18	143.972	2572	178,65	65,8	4.299,48	298,63	66,7
Vila Santa Rosa, Jd. Vila Helena	19	2.005.401	15902	79,30	38,4	26.582,54	132,55	59,6
Favela Primavera (Miosótis)	20	208.155	10290	494,34	66,7	17.201,26	826,37	66,7
Vila Zilda	21	133.806	3274	244,68	66,7	6.059,34	452,84	66,7
Vila Edna	22	168.354	3282	194,95	66,5	6.074,15	360,80	66,7
Morrinho	23	1.030.434	13967	135,54	60,5	23.347,91	226,58	66,7
Santa Cruz dos Navegantes	24	953.152	6303	66,13	31,5	10.536,40	110,54	53,1
Marina Guarujá, Sítio São Pedro, Sítio Iporanga, Sítio Tijucopava	25	26.514.408	1794	0,68	0,3	2.998,94	1,13	0,5



### **3.3. DETERMINAÇÃO DOS HORIZONTES PROVÁVEIS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SEU IMPACTO SOBRE O SISTEMA DE DRENAGEM.**

Zoneamento de Áreas Administrativas.

Nas zonas urbanas de ocupação consolidada e em expansão, a interação de vários fatores naturais e sócio-econômicos influi diretamente nas características de uso e ocupação do solo. Assim, o assentamento populacional também não é homogêneo nestas regiões, formando-se núcleos de ocupação com características semelhantes, porém distintos entre si.

A delimitação de áreas Administrativas desta forma, além de facilitar a administração do município, visa também controlar os diferentes índices de ocupação existentes, os quais se traduzem em diferentes tendências de crescimento populacional e de impermeabilização do solo, cujo conhecimento é fundamental para o desenvolvimento dos estudos de macro-drenagem.

O conhecimento das áreas impermeáveis que recobrem a superfície das bacias hidrográficas constituintes da região em análise, permite definir os parâmetros para os estudos da determinação dos hidrogramas de cheia de cada uma destas bacias.

A impermeabilização do solo é uma decorrência direta da expansão da urbanização que por ocorrer, na maior parte das vezes, sem o acompanhamento de um planejamento e regulamentação do uso do solo, implica na ocupação de áreas impróprias, no surgimento de loteamentos inadequados e terrenos invadidos, bem como na devastação da vegetação e na redução das áreas verdes restantes.

A impermeabilização, ao reduzir a capacidade de infiltração do solo e aumentar a velocidade do escoamento superficial, tem como consequência o aumento e a antecipação dos picos de vazão dos hidrogramas de cheia dos corpos d'água, e, portanto, o aumento da solicitação do sistema de drenagem.

Os estudos de população e de uso do solo, realizados, visam subsidiar a análise e estimativa das áreas impermeáveis existentes no Município de Guarujá, tanto na situação atual – de forma a permitir a avaliação do sistema de drenagem existente – quanto no horizonte de projeto – permitindo a projeção do comportamento das bacias no futuro.



## **4. MODELAÇÃO HIDROLÓGICA**

### **4.1. OBJETIVOS**

Este volume contém a etapa 3: Estudos básicos e análise, item d, que corresponde à modelação hidrológica.

Este estudo tem por objetivo a análise das bacias que compõem a área de drenagem do Município de Guarujá com as suas características de cobertura de superfície e ocupação do solo que influenciam diretamente no escoamento superficial.

O resultado desta análise é a composição do mapa chave de vazões afluentes para cada bacia de drenagem através da modelação hidrológica que é o produto mais importante para o dimensionamento dos canais de drenagem.

Com a análise dos dados obtidos será aplicado um modelo matemático onde será possível o processamento, obtendo se como resultado todas as informações em forma de tabelas e gráficos para a compreensão do resultado final.

O sistema viário municipal, os córregos naturais e sistemas de drenagem existentes serão considerados de forma a poderem se integrar com o Plano Diretor de Macrodrenagem

Será feita a modelação hidrológica representando esquematicamente a situação para cada rede de drenagem com as suas respectivas áreas de contribuição e características físicas onde se poderá simular numericamente o processo de chuva-vazão.

#### **4.1.1. METODOLOGIA**

Para se estudar os problemas relacionados à drenagem são necessários verificar a existência de dados de vazões para os respectivos pontos de interesse.

Esta verificação deve ser feita preferencialmente de forma direta através de dados observados. Mas como estes dados são escassos mesmo em região urbanizada, existe a opção de se obter estes dados através de métodos indiretos de cálculo de vazões que é o objetivo deste estudo.

Será adotado o modelo hidrológico computacional ABC6 desenvolvido pelo FCTH (Centro Tecnológico de Hidráulica) que se trata de um software direcionado para as características de solo para a realidade brasileira. Este programa utiliza o método SCS (Soil Conservation Service) que simula o processo hidrológico de precipitação-retenção-infiltração resultando daí (os resultados do) o escoamento superficial direto para cada bacia.



#### 4.1.2. DESCRIÇÃO DO MÉTODO SCS (SOIL CONSERVATION SERVICE)

Este método, desenvolvido pelo departamento de agricultura dos Estados Unidos é um método indireto utilizado em casos de escassez de dados hidrológicos. Existe uma adaptação do método para os solos do Estado de São Paulo suficientemente abrangente para ser aplicada a solos de outros estados.

Para a precipitação excedente o SCS propõe segundo a fórmula de Mockus:

$$H_{EXC} = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} ; P > 0,2S$$

Onde:

H = Escoamento superficial direto em mm;

P = Precipitação em mm;

S = Retenção superficial do solo em mm.

O valor de S depende do tipo e de ocupação do solo podendo ser determinado através de tabelas. O valor de 0,2S é uma estimativa imposta de perdas iniciais ( $A_i$ ), devidas à interceptação e retenção em depressões.

Para se estimar o valor de S, o método SCS introduz a variável CN:

$$CN = \frac{1000}{10 + \frac{S}{25,4}}$$

Onde:

CN = Número de Curva abrangendo os valores de 0 a 100, dependendo do tipo, condições e ocupação de solo e também da umidade antecedente.

O SCS classifica quatro grupos hidrológicos de solo:

**GRUPO A** – Solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a uns 8%, não havendo rochas e nem camadas argilosas, e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5 m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%.

**GRUPO B** – Solos arenosos menos profundos que os do grupo A e com menor teor de argila total, porém inferior a 15%. No caso de terras roxas, esse limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre presente camada mais densificada que a camada superficial.

**GRUPO C** – Solos barrentos com teor de argila total de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade.



GRUPO D – Solos argilosos (30 – 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50 cm de profundidade. Ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável, ou horizonte de seixos rolados.

CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – A tabela de uso e ocupação do solo fornece valores de CN para os diferentes tipos de solo com respectivas condições de ocupação. Essa tabela refere-se à condição II de umidade antecedente do solo.

Condições de umidade antecedente do solo: O método do SCS distingue três condições de umidade antecedente do solo:

CONDIÇÃO I – Solos secos – as chuvas nos últimos 5 dias não ultrapassaram 15 mm.

CONDIÇÃO II – Situação média na época das cheias – as Chuvas, nos últimos dias totalizaram de 15 a 40 mm.

CONDIÇÃO III – Solos úmidos (próximo da saturação) – as chuvas nos últimos dias foram superiores a 40 mm, e as condições meteorológicas foram desfavoráveis a altas taxas de evaporação.

A tabela 4.1-2 elaborada para a condição II de umidade do solo permite converter o valor de CN para condição I ou III.

ROTEIRO DE CÁLCULO: A aplicação do método do SCS percorre usualmente, as seguintes etapas:

Escolha das condições de saturação do solo

Determinação do grupo hidrológico do solo

Determinação do CN para a condição II por meio de tabela

Transformação do CN para a condição desejada pela tabela

Determinação do escoamento superficial pela tabela 4.1-1.

Tipo de uso do solo/tratamento/condições hidrológicas	Grupo hidrológico			
	A	B	C	D
Uso residencial				
Tamanho médio do lote				
Até 500 m <sup>2</sup>	65	77	85	90
Até 1000 m <sup>2</sup>	38	75	75	83
Até 1500 m <sup>2</sup>	30	72	72	81
Estacionamentos pavimentados, telhados	98	98	98	98
Ruas e estradas:				
Pavimentadas, com guias e drenagem	98	98	98	98
Com cascalho	76	85	89	91
De terra	72	82	87	89
Áreas comerciais (85% de impermeabilização)	89	92	94	95
Distritos industriais (72% de impermeabilização)	81	88	91	93
Espaços abertos, parques, jardins				
boas condições, cobertura e grama > 75%	39	61	74	80
condições médias, cobertura de grama > 50%	49	69	79	84
Terreno preparado para plantio, descoberto				
Plantio em linha reta	77	86	91	94
Cultura em fileira				
linha reta	72	81	88	91



curva de nível	boas	67	78	85	89
	condições ruins	70	79	84	88
	boas	65	75	82	86
Cultura de grãos linha reta	condições ruins	65	76	84	88
	boas	63	75	83	87
	condições ruins	63	74	82	85
	boas	61	73	81	84
Pasto	condições ruins	68	79	86	89
	médias	49	69	79	84
	boas	39	61	74	80
	condições ruins	47	67	81	88
	médias	25	59	75	83
	boas	6	35	70	79
Campos	condições boas	30	58	71	78
Florestas	condições ruins	45	66	77	83
	médias	36	60	73	79
	boas	25	55	70	77

TABELA 4.1-1: VALORES DE CN EM FUNÇÃO DA COBERTURA E DO TIPO HIDROLÓGICO DO SOLO (CONDIÇÃO II DE UMIDADE)

CONDIÇÃO DE UMIDADE		
I	II	III
100	100	100
87	95	99
78	90	98
70	85	97
63	80	94
57	75	91
51	70	87
45	65	83
40	60	79
35	55	75
31	50	70
27	45	65
23	40	60
19	35	55
15	30	50

TABELA 4.1-2: CONDIÇÕES DE UMIDADE





## 4.2. SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA DO ABC6

Apesar de ter sido definida uma curva de Intensidade-Duração-Frequência para o Município de Guarujá, preferiu-se utilizar a equação de chuvas de Mero e Magni desenvolvida pelo FCTH (Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica) para a cidade de Santos, já consagrada no meio técnico e na literatura.

Os dados utilizados para a determinação de vazões para o Plano Diretor de Macrodrenagem de Guarujá foram avaliados considerando-se a natureza hidrográfica das bacias.

Para as áreas de preservação ambiental onde as características não serão alteradas no horizonte do projeto, as simulações foram feitas apenas com a variação de períodos de retornos pois estas áreas estão protegidas pela legislação.

As áreas urbanizadas onde o processo de adensamento é crescente ocasionando com isso aumento da área impermeabilizada, cada bacia foi analisada individualmente chegando-se à avaliação do coeficiente CN.

Dessa maneira, para Guarujá foi selecionado para regiões urbanizadas o CN para lotes residenciais até 500 m<sup>2</sup> que corresponde a 85 e para as regiões de mata protegida o coeficiente referente a Florestas que é igual a 55.

## 4.3. TEMPO DE DURAÇÃO DA CHUVA E TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de duração da chuva não deve ser menor que o tempo de concentração.

Foi adotado o tempo de concentração e duração da chuva de 2 horas.

Para o cálculo do tempo de concentração total foi adotado o método cinemático que consta da seguinte fórmula:

$$TC = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

Para os trechos montanhosos e com talvegue natural foi adotado o prescrito pelo DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica) na instrução DPO n°002, de 30/07/2007 no item 1.1.4 quadro 1 o qual consta que o tempo de concentração não deve ser menor que:

$$t_c = 57 \left( \frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$$

tc= tempo de concentração (min)

L = Comprimento do talvegue (km)

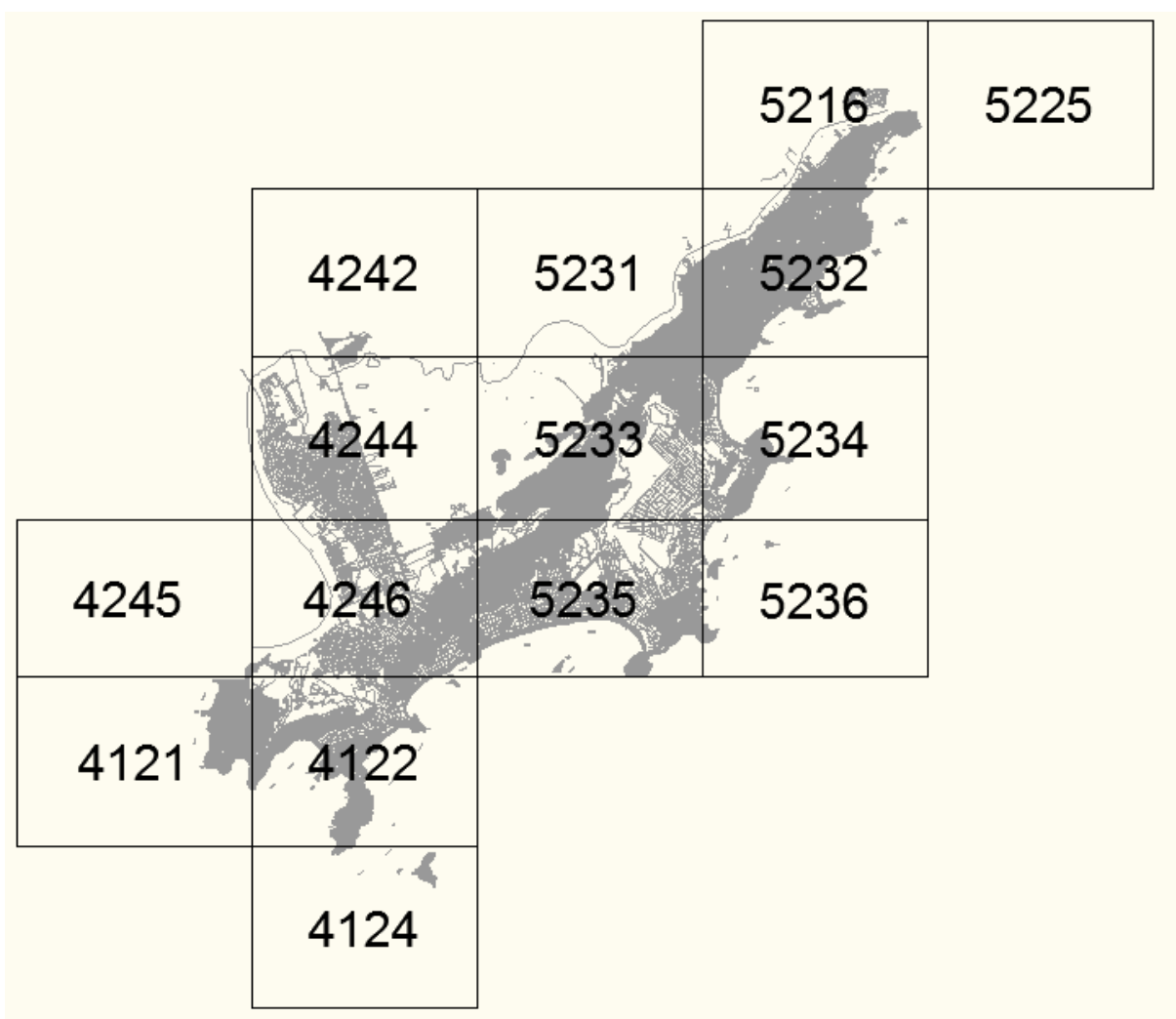
S = declividade do talvegue (m/km), média ou equivalente

## 4.4. TOPOLOGIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS



Com o auxílio dos mapas 5216, 5225, 4242, 5231, 5232, 4244, 5233, 5234, 4245, 4246, 5235, 5236, 4121, 4122 e 4124 fornecidos pela AGEM (Agência Metropolitana da Baixada Santista) os quais cobriram toda a área do Município de Guarujá equivalente a 132 km<sup>2</sup>. Estas plantas, contendo arruamentos, pontos cotados e curvas de nível com espaçamento de 5 metros foram devidamente dispostas formando um mosaico (fig.01) que formaram a base para os estudos hidrológicos desenvolvidos.

Foram também utilizados os mapas fornecidos pela Prefeitura Municipal de Guarujá onde estão localizados os canais existentes.



**FIGURA 4.4-1: MOSAICO DO MUNICÍPIO DE GUARUJÁ FORMADO PELOS MAPAS DA AGEM**

Sobre o mosaico formado pelos mapas da AGEM foram traçados as bacias e talwegues necessários para a concretização dos estudos hidrológicos (fig. 4.2-2).





Pitangueiras	1,91
Sto. Amaro	8,24
Praia da Enseada	1,96
Estuário de Santos	1,96
Vicente de Carvalho	5,46
Rio Crumaú	17,38
Perequê	21,82
Outras bacias	10,42
TOTAL	88,01
ÁREA TOTAL DO MUNICÍPIO	143,00
ÁREA TOTAL DAS PRINCIPAIS BACIAS	88,01

FIGURA 4.4-3: ÁREAS TOTAIS

#### 4.4.1. BACIAS RURAIS E BACIAS URBANAS

As bacias rurais possuem uma característica onde a cobertura do solo apresenta-se em partes de campos cultivados e áreas de matas e florestas naturais abrangendo áreas de preservação ambiental. As áreas de preservação ambiental estão protegidas por lei e portanto não estão sujeitas a mudanças para o horizonte de projeto.

As Bacias urbanas, por outro lado, consistem de áreas totalmente urbanizadas e áreas em crescente urbanização e o conseqüente aumento da área de impermeabilização além do que traz também o problema de esgotos sanitários lançados in natura nos cursos de água.

#### 4.4.2. CONFIGURAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM

Para cada bacia foi configurada a rede de drenagem com divisões em sub-bacias menores interligadas por meio de nós conforme mostrado adiante nas Figuras 4.4-4 a 4.4-27.



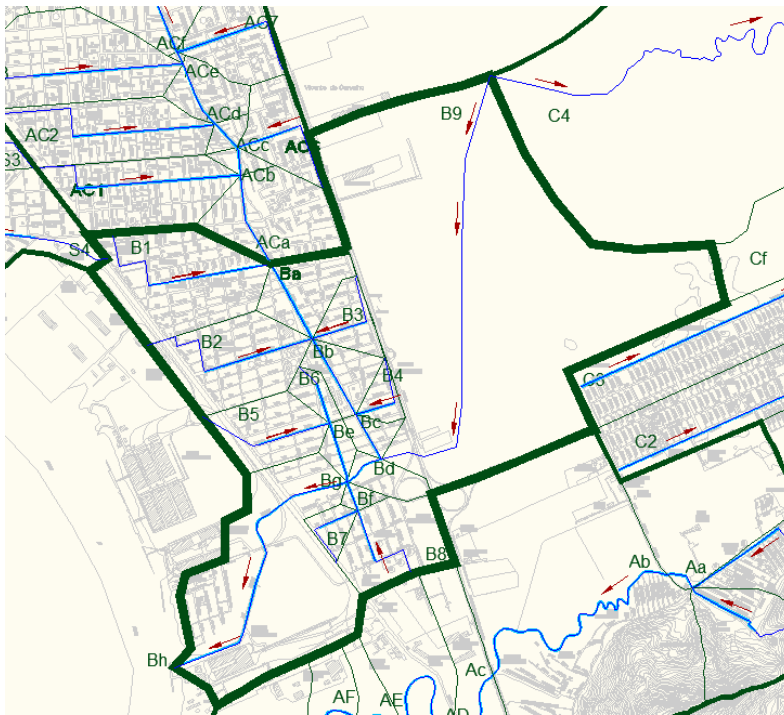


FIGURA 4.4-6: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO BAIRRO BOA ESPERANÇA

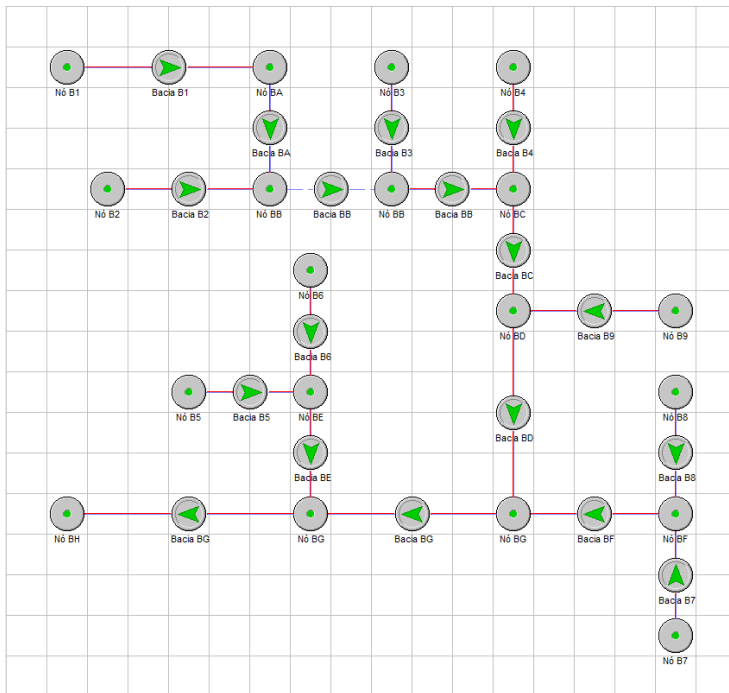
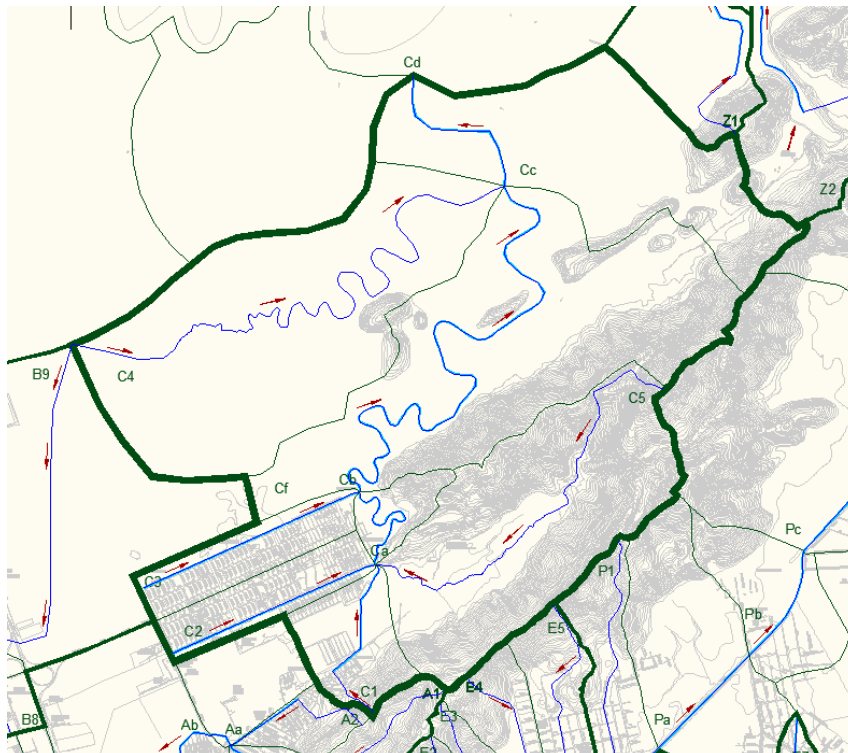
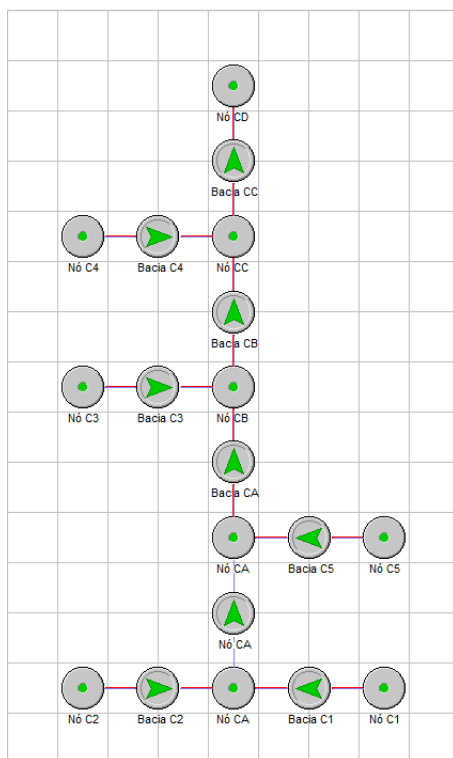


FIGURA 4.4-7: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO BAIRRO BOA ESPERANÇA

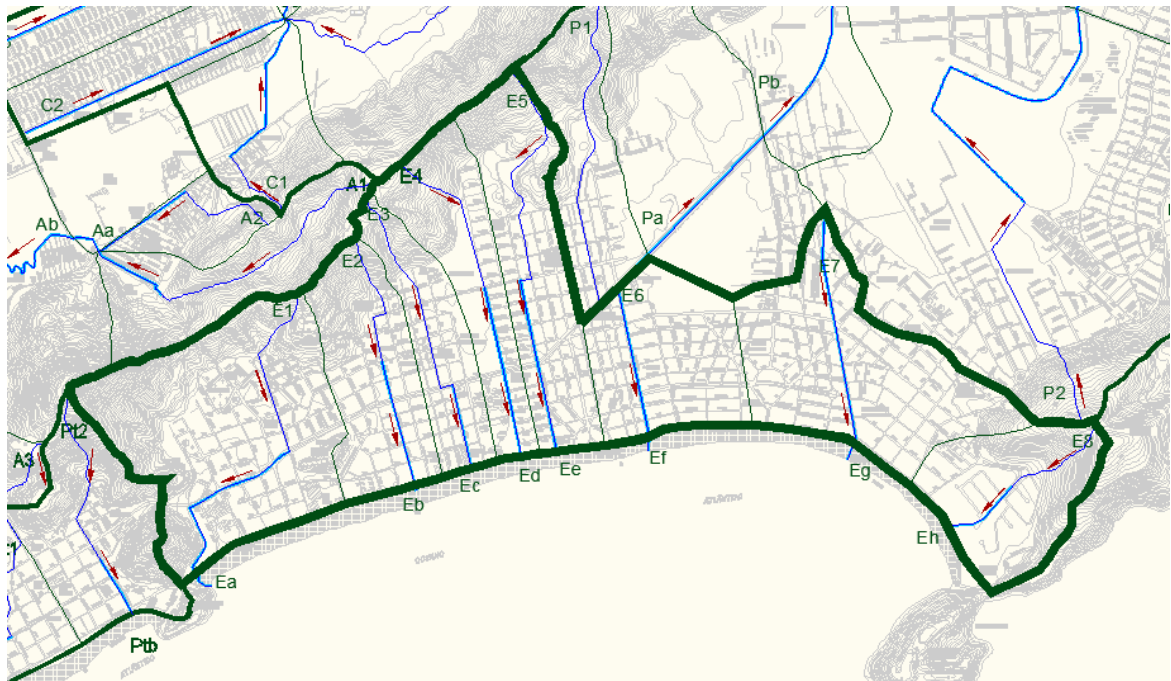




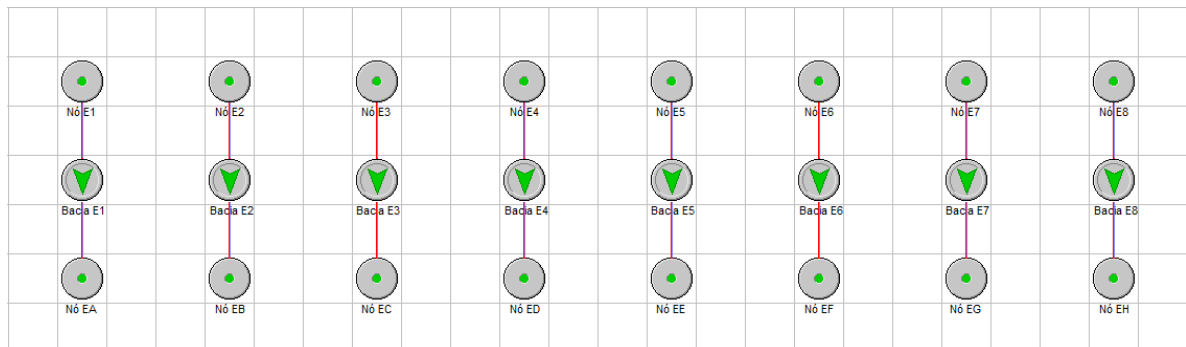
**FIGURA 4.4-8: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO CRUMAÚ**



**FIGURA 4.4-9: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO CRUMAÚ**



**FIGURA 4.4-10: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DA PRAIA DA ENSEADA**



**FIGURA 4.4-11: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DA PRAIA DA ENSEADA**

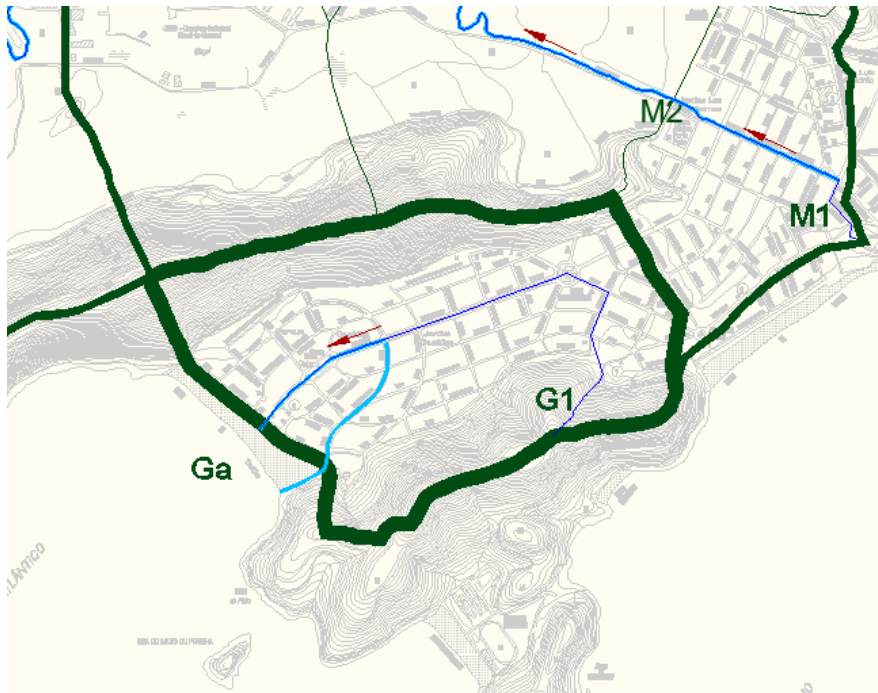


FIGURA 4.4-12: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DA PRAIA DO GUARAUÍ

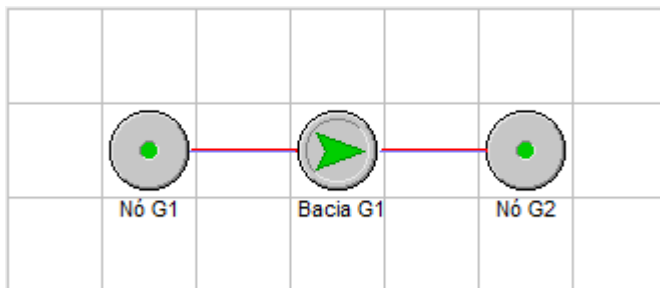


FIGURA 4.4-13: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DA PRAIA DO GUARAUÍ



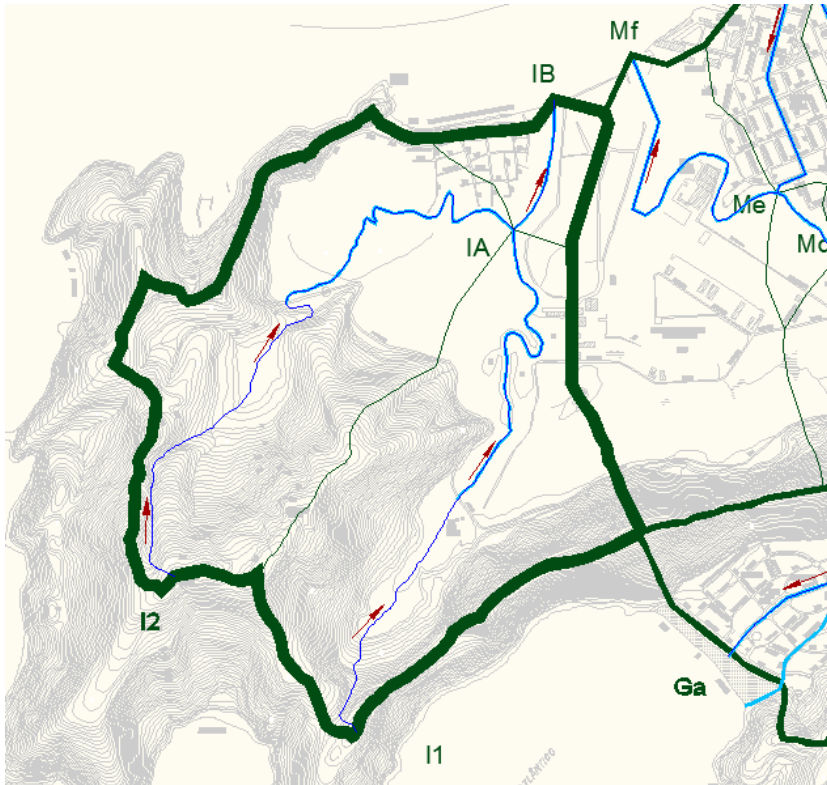


FIGURA 4.4-14: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO ICANHEMA

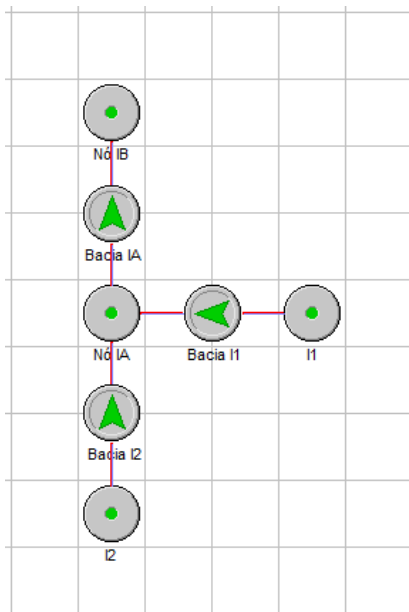


FIGURA 4.4-15: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO ICANHEMA

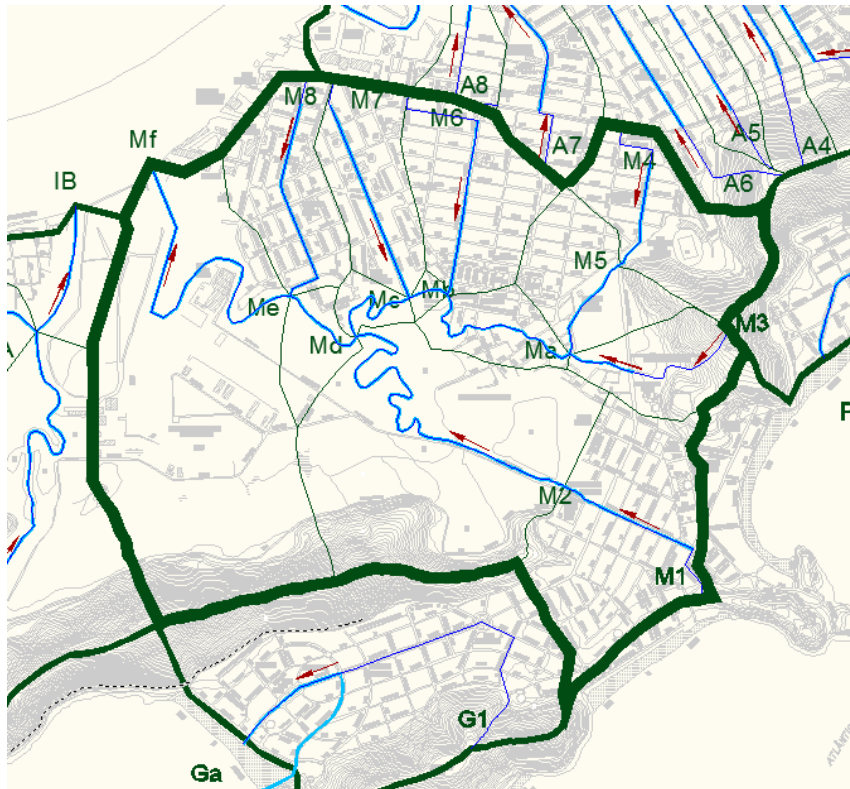


FIGURA 4.4-16: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO DO MEIO

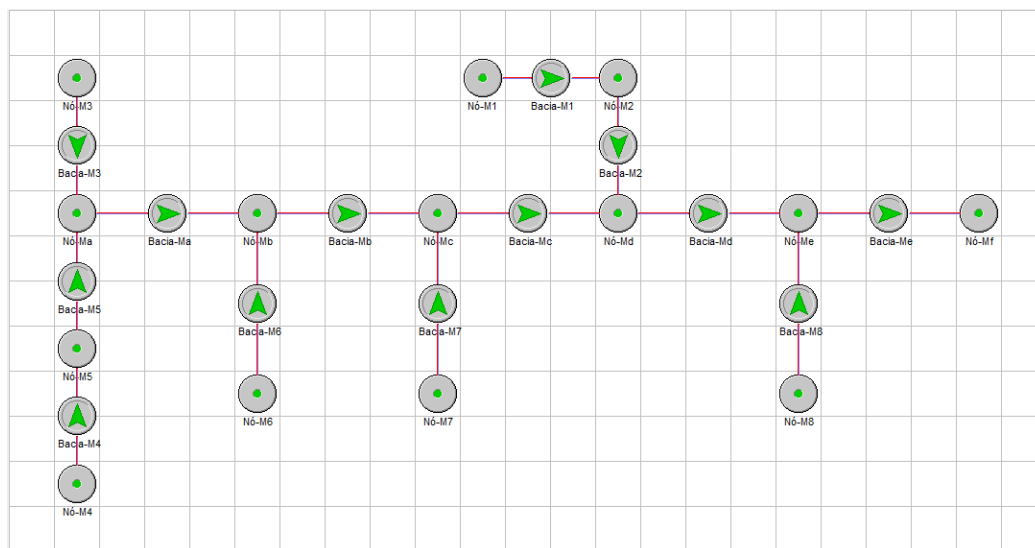
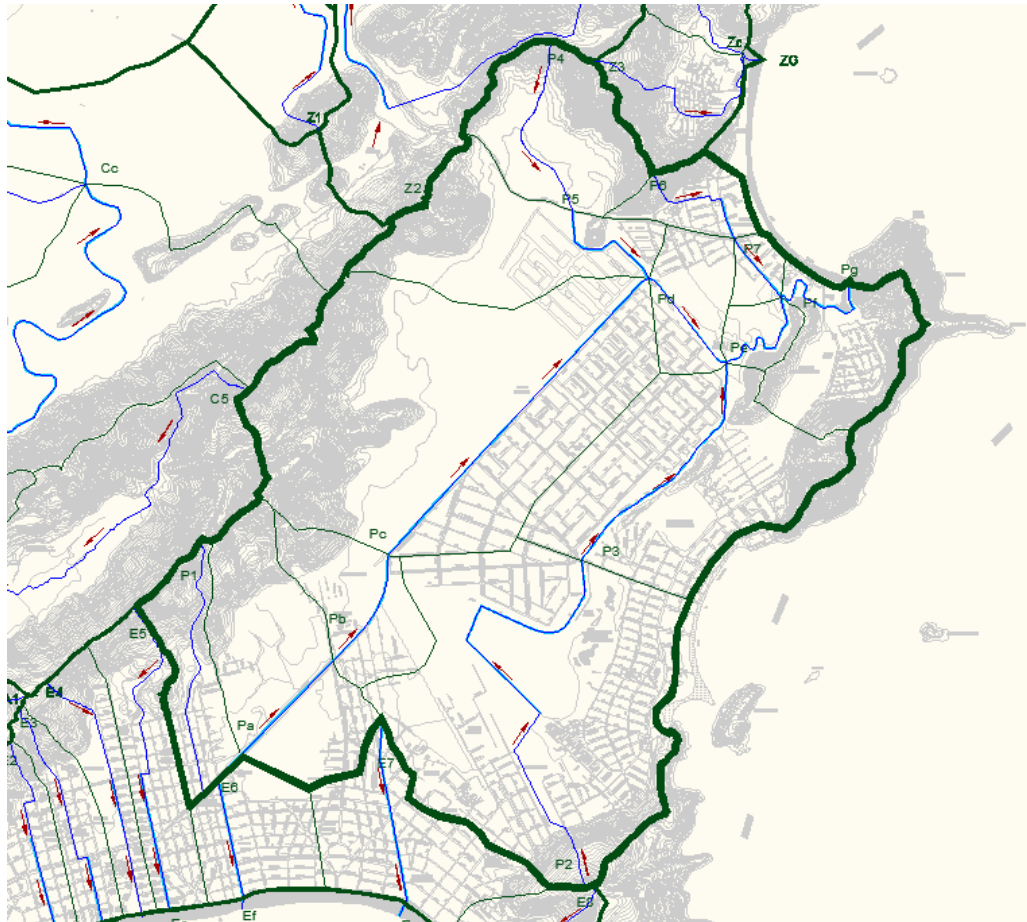
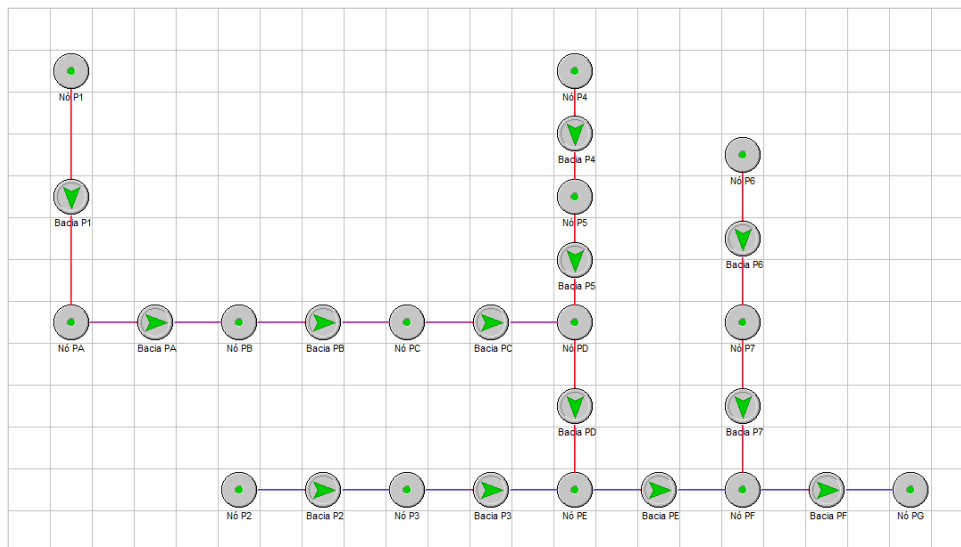


FIGURA 4.4-17: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO DO MEIO



**FIGURA 4.4-18: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO PEREQUÊ**



**FIGURA 4.4-19: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO PEREQUÊ**

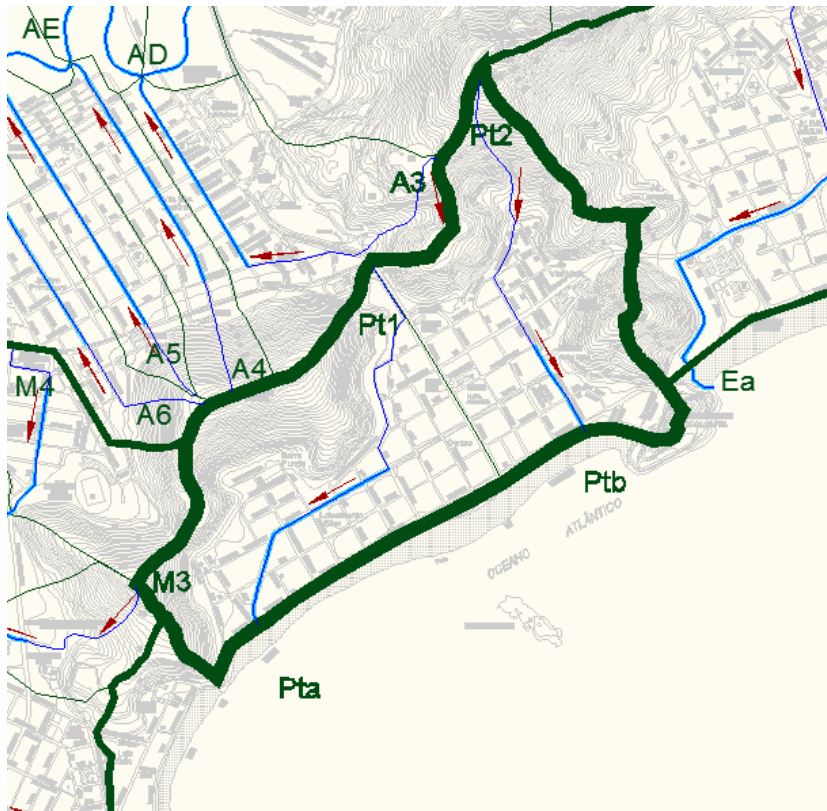


FIGURA 4.4-20: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO BAIRRO PITANGUEIRAS

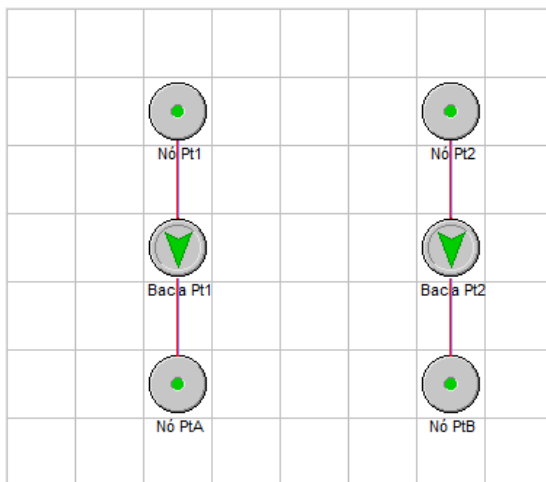


FIGURA 4.4-21: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO BAIRRO PITANGUEIRAS

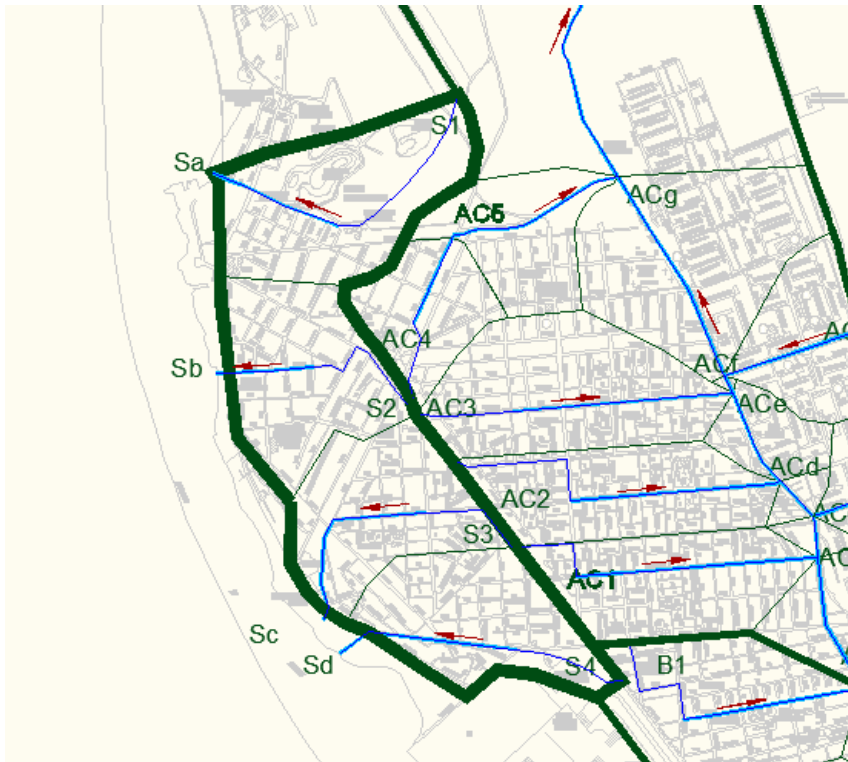


FIGURA 4.4-22: CONFIGURAÇÃO DAS BACIAS DO ESTUÁRIO DE SANTOS

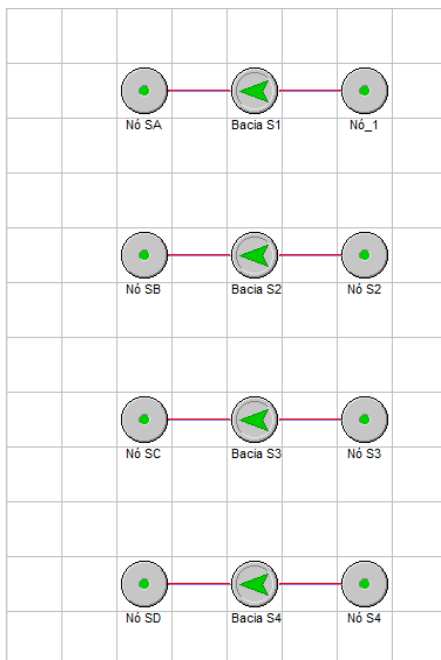
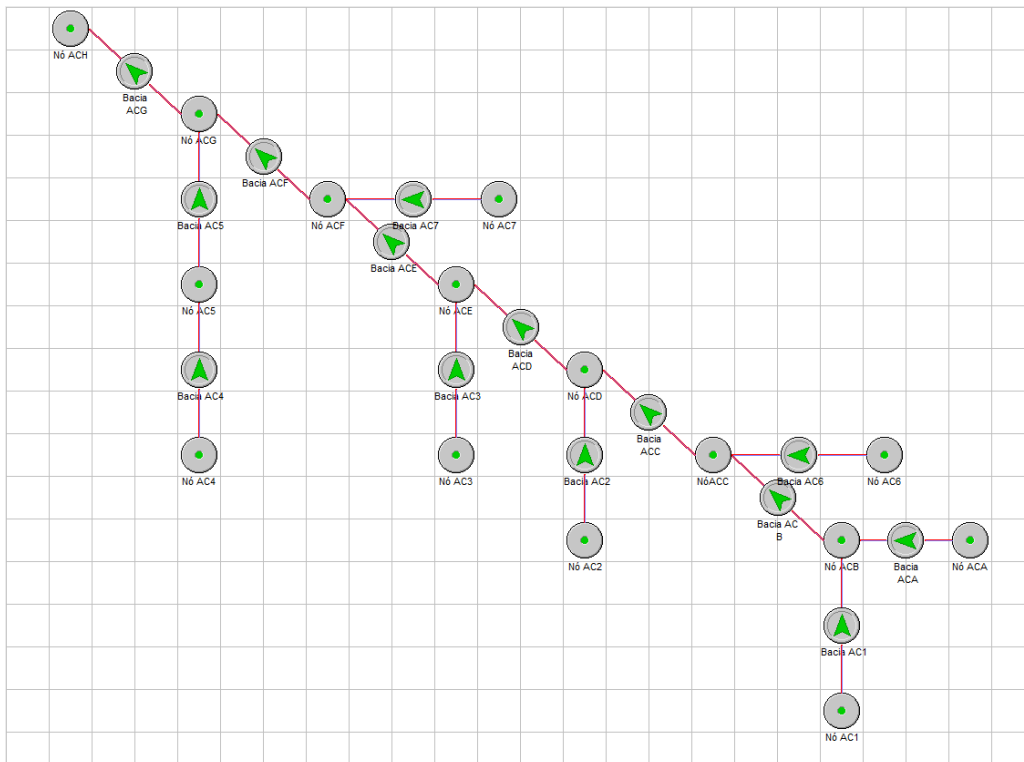


FIGURA 4.4-23: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA O ESTUÁRIO DE SANTOS





**FIGURA 4.4-24: CONFIGURAÇÃO DA BACIA DO RIO ACARAÚ.**



**FIGURA 4.4-25: TOPOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO ACARAÚ.**







## 5. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

As Tabelas a seguir apresentam os resultados obtidos na modelagem hidrológica efetuada, quais sejam:

- Bacia Hidrográfica;
- Nós;
- Comprimento do Talvegue em m;
- Área de drenagem em km<sup>2</sup>;
- Perímetro da Bacia em m;
- CN Atual e Futura;
- Tempo de Concentração TC em h;
- Vazão para tempo de Retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos na situação atual;
- Vazão para tempo de Retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos na situação futura.



**TABELA 4.4-1: DADOS E RESULTADOS DE SIMULAÇÕES PARA AS BACIAS DO RIO SANTO AMARO E JARDIM BOA ESPERANÇA**

BACIAS	NÓS		Talvegue (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	CN		T <sub>c</sub> (horas)	VAZÕES (m <sup>3</sup> /s)									
	Início	Fim				Atual	Futura		SITUAÇÃO ATUAL					SITUAÇÃO FUTURA				
									5	10	25	50	100	5	10	25	50	100
Sto Amaro	A1	AA	2164,5	0,85	5103,7	100	60	0,47	0,7	1,5	2,7	3,7	4,9	1,0	1,8	3,1	4,3	5,6
	A2	AA	1305,6	0,33	2718,0	75	75	0,26	1,7	2,5	3,7	4,7	5,8	1,7	2,5	3,7	4,7	5,8
	A3	AD	2173,3	1,04	4741,1	70	75	0,40	3,3	5,0	7,9	10,2	12,7	4,8	7,2	10,6	13,2	16,0
	A4	AE	1564,7	0,34	3274,4	80	80	0,26	2,5	3,6	5,1	6,2	7,4	2,5	3,6	5,1	6,2	7,4
	A5	AF	1715,9	0,46	3871,8	80	80	0,29	3,3	4,6	6,6	8,1	9,6	3,3	4,6	6,6	8,1	9,6
	A6	AG	1498,2	0,56	3403,2	75	80	0,36	2,7	4,0	5,9	7,3	8,8	3,9	5,4	7,4	9,0	10,6
	AA	AB	201,4	0,67	3261,5	60	75	0,17	3,0	5,0	8,1	10,8	13,6	5,1	7,6	11,5	14,7	18,2
	AB	AC	1929,4	2,35	6240,0	65	75	0,36	7,4	12,0	19,3	25,5	32,1	15,2	22,9	33,7	42,4	51,5
	AC	AD	1285,0	0,68	3286,3	65	70	0,24	8,0	13,4	21,4	28,2	35,3	16,5	24,6	36,2	45,4	55,0
	AD	AE	361,1	0,11	1719,7	63	65	0,17	10,9	17,5	28,1	37,0	46,5	21,1	31,0	44,7	55,7	67,0
	AE	AF	412,8	0,17	1687,9	60	65	0,17	12,1	19,4	30,2	37,0	49,3	22,1	32,3	47,3	59,3	71,8
	AF	AG	792,1	0,33	2545,0	65	70	0,17	13,7	21,7	33,8	43,9	54,6	24,2	35,3	50,8	63,2	76,0
	AG	AH	899,9	0,36	2441,7	65	70	0,17	15,5	24,1	37,1	48,0	59,7	26,0	37,8	54,7	68,2	82,3
	J Boa Esperança	B1	BA	1455,3	0,56	3133,3	80	83	0,31	5,0	6,9	9,6	11,7	13,8	5,9	8,1	11,0	13,2
B2		BB	1293,8	0,41	2593,1	80	83	0,30	2,9	4,0	5,8	7,1	8,5	3,5	4,9	6,7	8,1	9,6
B3		BB	653,5	0,12	1521,8	82	85	0,23	1,1	1,5	2,0	2,5	2,9	1,3	1,7	2,3	2,8	3,2
B4		BC	538,1	0,06	1113,3	85	85	0,21	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6
B5		BE	863,9	0,25	2001,1	83	83	0,25	2,3	3,2	4,4	5,3	6,2	2,3	3,2	4,4	5,3	6,2
B6		BE	413,2	0,06	1046,4	80	83	0,21	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5
B7		BF	553,5	0,06	1064,2	80	83	0,22	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5
B8		BF	961,3	0,30	2183,6	70	85	0,23	1,1	1,6	2,6	3,4	4,3	3,3	4,4	5,8	6,9	8,0
B9		BD	2837,0	3,45	8730,2	60	70	0,53	3,8	7,2	12,3	16,7	21,7	10,1	15,6	23,8	30,5	37,4
BA		BB	535,1	0,20	1868,2	80	85	0,17	6,1	8,4	11,5	13,9	16,3	7,4	9,9	13,1	15,6	18,1
BB		BC	550,0	0,14	1616,2	80	85	0,17	10,2	13,9	19,3	23,5	27,8	12,3	16,7	22,4	26,9	31,3
BC		BD	321,8	0,06	1093,2	83	85	0,17	10,8	14,9	20,4	24,6	28,9	13,1	17,5	23,3	27,7	32,1
BD		BE	265,7	0,09	1326,0	60	65	0,17	13,8	21,1	31,7	40,4	49,5	22,7	32,4	45,8	56,3	67,3
BE		BF	388,1	0,05	964,2	70	80	0,17	2,8	3,9	5,3	6,4	7,5	3,1	4,1	5,6	6,7	7,8
BF	BG	192,2	0,03	748,3	70	80	0,17	1,5	2,4	3,6	4,6	5,7	3,8	5,0	6,7	7,9	9,1	
BG	BH	1853,9	1,09	4840,2	65	70	0,34	17,2	25,9	38,4	48,6	59,4	27,4	38,7	54,4	67,3	80,8	



**TABELA 4.4-2: DADOS E RESULTADOS DE SIMULAÇÕES PARA AS BACIAS DO RIO CRUMAÚ, PRAIA DA ENSEADA, PRAIA DO GUAÍUBA E RIO ICANHEMA**

BACIAS	NÓS		Talvegue (m)	Area (km <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	CN		Tc (horas)	VAZÕES (m <sup>3</sup> /s)									
	Início	Fim				Atual	Futura		SITUAÇÃO ATUAL					SITUAÇÃO FUTURA				
									5	10	25	50	100	5	10	25	50	100
Rio Crumaú	C1	CA	1529,9	0,71	3591,4	70	75	0,27	3,4	5,1	7,5	9,7	12,1	4,7	6,8	10,0	12,6	15,2
	C2	CA	1765,9	0,66	4253,6	80	85	0,49	4,0	5,6	7,9	9,7	11,5	5,6	7,5	10,0	11,9	13,9
	C3	CB	1884,5	0,70	4454,4	80	80	0,52	4,2	5,8	8,1	9,9	11,8	4,2	5,8	8,1	9,9	11,8
	C4	CC	6170,7	4,40	9629,1	55	55	1,14	1,6	3,7	7,3	10,5	14,2	1,6	3,7	7,3	10,5	14,2
	C5	CA	3644,5	3,17	7997,6	55	60	1,41	1,0	2,3	4,6	6,7	9,0	2,2	2,3	7,1	9,7	12,6
Praia da Enseada	CA	CA	1307,1	0,33	2507,9	70	70	0,24	7,5	10,9	15,8	19,9	24,3	10,1	14,1	20,0	24,7	29,6
	CB	CB	5735,7	4,53	3812,7	55	55	1,06	13,8	21,2	32,5	42,1	52,8	15,5	23,4	35,3	45,3	56,2
	CC	CC	1418,1	2,89	9603,0	55	55	0,26	14,6	23,6	38,0	50,4	64,0	16,4	25,6	40,4	53,2	67,2
	E1	EA	2476,9	1,80	5893,9	70	75	0,47	3,7	6,5	10,8	14,5	18,5	6,4	10,1	15,5	19,9	24,5
Guaiúba	E2	EB	1720,9	0,84	4177,6	75	78	0,33	4,6	7,1	10,6	13,3	16,2	6,0	8,7	12,5	15,4	18,5
	E3	EC	1954,0	0,58	4249,9	75	78	0,36	2,1	3,4	5,3	6,8	8,4	2,9	4,3	6,4	8,1	9,8
	E4	ED	2110,0	0,76	5086,2	70	75	0,38	1,4	2,6	4,4	6,0	7,8	2,6	4,2	6,5	8,5	10,5
	E5	EE	2707,7	1,02	5670,7	75	80	0,52	2,2	3,6	5,8	7,6	9,5	3,7	5,6	8,3	10,4	12,6
	E6	EF	1031,1	0,88	3680,9	78	85	0,36	4,3	6,6	9,7	12,3	14,9	7,7	10,6	14,4	17,3	20,2
	E7	EG	1584,7	1,38	5822,9	80	84	0,46	6,0	9,0	13,2	16,6	20,1	8,6	12,1	16,8	20,5	24,3
	E8	EH	1229,5	0,80	3598,8	60	70	0,18	0,6	1,6	3,3	4,8	6,5	2,9	4,7	7,5	9,7	12,0
	G1	GA	2046,5	1,48	5199,2	75	75	0,51	6,4	9,4	13,4	16,7	20,3	6,4	9,4	13,4	16,7	20,3
Icanhema	I1	IA	2950,9	1,87	6182,6	55	68	0,56	1,0	2,3	4,6	6,5	8,7	4,8	7,6	11,8	15,3	18,9
	I2	IA	3324,0	2,03	6499,2	56	60	0,96	1,7	3,3	5,8	7,9	10,4	2,7	4,7	7,6	10,3	13,2
	IA	IA	638,2	0,27	2388,7	70	80	0,17	2,9	5,7	10,2	14,4	19,0	7,3	11,8	18,6	24,4	30,6



**TABELA 4.4-3: DADOS E RESULTADOS DE SIMULAÇÕES PARA AS BACIAS DO RIO RIO DO MEIO E PRAIA DO PEREQUÊ**

BACIAS	NÓS		Talvegue (m)	Area (km <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	CN		Tc (horas)	VAZÕES (m <sup>3</sup> /s)											
	Início	Fim				Atual	Futura		SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO FUTURA					
									5	10	25	50	100	5	10	25	50	100		
Rio do Meio	M1	M2	970,6	0,74	4057,5	80	85	0,29	6,7	9,4	13,1	15,9	18,8	9,2	12,2	16,2	19,3	22,3		
	M2	M3	2110,0	1,21	4455,4	60	75	0,39	7,0	10,4	15,3	19,1	23,2	13,0	17,6	24,6	30,1	35,7		
	M3	M4	915,3	0,27	2085,8	60	70	0,24	0,4	0,7	1,1	1,6	2,0	0,9	1,5	2,3	3,0	3,8		
	M4	M5	901,7	0,45	3035,0	70	75	0,26	1,6	2,4	3,7	4,8	6,1	2,3	3,4	5,1	6,4	7,9		
	M5	M6	510,5	0,32	2456,2	75	80	0,26	2,9	4,3	6,5	8,3	10,2	4,2	6,0	8,6	10,6	12,6		
	M6	M7	1242,1	0,45	2729,5	85	85	0,32	4,3	5,8	7,9	9,4	11,0	4,3	5,8	7,9	9,4	11,0		
	M7	M8	1097,9	0,34	2590,9	85	85	0,35	3,2	4,2	5,7	6,8	7,9	3,2	4,2	5,7	6,8	7,9		
	M8	MA	1148,7	0,39	2735,6	80	83	0,35	2,7	3,8	5,2	6,8	7,4	3,3	4,4	5,9	7,1	8,4		
	MA	MB	883,0	0,18	1807,9	75	75	0,17	3,9	6,0	8,9	11,3	13,8	5,8	8,3	11,7	14,7	17,8		
	MB	MC	190,4	0,02	634,4	70	70	0,17	7,5	10,8	15,3	19,0	22,8	9,4	13,3	18,5	22,6	26,7		
	MC	MD	588,9	0,07	1126,6	73	75	0,17	9,8	13,8	19,2	23,6	28,3	11,6	16,1	22,1	26,7	31,8		
	MD	ME	432,1	0,14	1692,7	60	65	0,17	16,1	22,8	32,8	40,8	49,1	23,0	31,8	43,8	53,1	62,6		
	ME	MF	1900,9	1,66	5628,5	60	70	0,35	18,0	25,8	37,2	46,5	56,2	26,4	36,7	50,7	61,6	72,8		
	Perequê	P1	PA	2522,5	0,78	4942,3	65	70	0,46	2,2	3,5	5,5	7,1	8,8	3,2	4,9	7,2	9,2	11,3	
P2		P3	4027,4	4,74	9408,3	68	70	0,78	10,3	16,0	24,9	32,3	40,2	12,0	18,4	28,1	35,9	44,2		
P3		PE	2062,7	2,67	7236,6	73	78	0,38	15,7	24,2	36,6	46,8	57,5	20,1	29,6	43,1	53,9	65,3		
P4		P5	1543,6	1,31	4508,9	55	60	0,45	0,7	1,7	3,3	4,6	6,2	1,6	2,9	4,8	6,7	8,7		
P5		PD	997,8	1,66	6622,4	55	70	0,18	1,5	3,5	7,2	10,4	14,0	1,8	3,7	7,1	10,5	14,3		
P6		P7	1040,2	0,46	3062,5	75	75	0,26	2,4	3,4	5,2	6,6	8,0	2,4	3,4	5,2	6,6	8,0		
P7		PF	600,0	0,20	1779,0	65	75	0,17	2,7	4,1	6,2	7,8	9,5	3,2	4,7	6,9	8,6	10,3		
PA		PB	1037,7	1,78	5914,9	60	70	0,19	4,4	7,6	12,4	16,3	20,5	8,8	13,0	19,1	24,5	30,7		
PB		PC	975,0	0,93	4342,9	70	75	0,18	6,5	11,0	17,5	23,0	28,7	12,3	18,1	27,2	34,6	42,4		
PC		PD	2990,6	5,24	9623,5	65	75	0,55	14,8	24,9	39,9	52,4	65,7	31,4	45,6	66,7	83,9	101,8		
PD		PE	920,1	0,64	3297,8	70	75	0,17	17,3	29,2	47,6	64,0	81,6	33,5	51,0	76,3	96,6	118,0		
PE		PF	1035,6	0,27	2012,1	55	70	0,19	32,3	52,2	83,2	109,2	136,8	53,2	79,6	117,3	147,6	179,3		
PF		PG	1134,4	1,13	4910,6	60	65	0,21	33,7	55,0	86,7	113,1	141,1	55,1	82,0	120,1	151,5	185,1		



**TABELA 4.4-4: DADOS E RESULTADOS DE SIMULAÇÕES PARA AS BACIAS DO RIO ACARAÚ E OUTRAS BACIAS**

BACIAS	NÓS		L Canal	Talvegue (m)	Area (km²)	CN		1,5	Tc canal	Tc talveg	Tc inicial	Tc total	Tc (horas)	Dur (h)	VAZÕES (m³/s)											
	Início	Fim				Atual	Futura								SITUAÇÃO ATUAL				SITUAÇÃO FUTURA							
															5	10	25	50	100	5	10	25	50	100		
Estuário de Santos	S1	AS	579,59	1379,1	0,58	68	70	0,11	0,17	0	0,17	0,27	2	2,4	3,7	5,5	7,0	8,9	2,8	4,1	6,1	7,9	9,8			
	S2	SB	408,41	1045,7	0,48	80	85	0,08	0	0,17	0,24	0,24	2	3,7	5,2	7,3	9,0	10,6	5,2	6,9	9,2	11,0	12,7			
	S3	SC	836,50	1299,8	0,46	80	80	0,15	0	0,17	0,32	0,32	2	3,2	4,5	6,2	7,7	9,2	3,2	4,5	6,2	7,7	9,2			
	S4	SD	777,26	1260,3	0,45	80	82	0,14	0	0,17	0,31	0,31	2	3,2	4,4	6,2	7,7	9,2	3,6	5,0	6,9	8,4	10,0			
Rio Acaraú	AC1	ACB	1028,40	1409,9	0,44	85	85	0,19	0	0,17	0,36	0,36	2	5,0	6,5	8,6	10,3	12,0	5,0	6,5	8,6	10,3	12,0			
	AC2	ACD	896,37	1574,1	0,45	85	85	0,17	0	0,17	0,33	0,33	2	4,2	5,7	7,7	9,3	10,9	4,2	5,7	7,7	9,3	10,9			
	AC3	ACE	937,21	1352,5	0,59	85	85	0,17	0	0,17	0,34	0,34	2	5,5	7,4	10,0	12,0	14,0	5,5	7,4	10,0	12,0	14,0			
	AC4	AC5	394,89	799,3	0,27	80	80	0,07	0	0,17	0,24	0,24	2	2,1	2,9	4,1	5,0	6,0	2,1	2,9	4,1	5,0	6,0			
	AC5	ACG	771,01	771,0	0,32	70	70	0,14	0	0,17	0,24	0,24	2	3,1	4,4	6,3	7,8	9,6	3,1	4,4	6,3	7,8	9,6			
	AC6	ACC	393,33	860,8	0,21	80	85	0,07	0	0,17	0,24	0,24	2	1,6	2,3	3,2	3,9	4,7	2,3	3,0	4,0	4,8	5,6			
	AC7	ACF	566,50	942,2	0,31	80	85	0,10	0	0,17	0,27	0,27	2	2,2	3,2	4,6	5,6	6,7	3,2	4,3	5,8	6,9	8,1			
Outras bacias	ACA	ACA	598,91	598,9	0,37	85	85	0,11	0	0,11	0,11	0,11	2	4,1	5,5	7,2	8,5	9,8	4,1	5,5	7,2	8,5	9,8			
	ACB	ACC	174,02	174,0	0,04	85	85	0,03	0	0,03	0,03	0,03	2	8,8	11,7	15,4	18,2	21,0	8,8	11,7	15,4	18,2	21,0			
	ACC	ACD	204,58	204,6	0,14	85	85	0,04	0	0,04	0,04	0,04	2	10,0	13,1	17,6	21,1	24,6	10,0	13,1	17,6	21,1	24,6			
	ACD	ACE	431,89	431,9	0,14	85	85	0,08	0	0,08	0,08	0,08	2	14,7	19,5	25,8	30,5	35,3	14,7	19,5	25,8	31,2	36,0			
	ACE	ACE	82,16	82,2	0,00	85	85	0,02	0	0,02	0,02	0,02	2	18,6	24,9	33,2	39,6	46,0	19,2	25,6	34,0	40,3	46,8			
	ACF	ACG	961,62	961,6	0,66	80	85	0,18	0	0,18	0,18	0,18	2	24,0	32,1	42,7	50,8	59,0	25,8	34,1	44,9	53,1	61,4			
	ACG	ACH	2137,19	2137,2	1,63	60	68	0,40	0	0,40	0,40	0,40	2	25,4	35,4	45,3	55,0	65,3	29,6	40,4	50,8	61,4	72,1			
	Z1	ZA	1233,33	2018,5	1,17	55	55	0,23	0,17	0,40	0,40	0,40	2	0,7	1,5	3,0	4,2	5,7	0,7	1,5	3,0	4,2	5,7			
	Z2	ZB	1381,39	3746,0	2,97	55	55	0,26	0,35	0,61	0,61	0,61	2	1,5	3,3	6,5	9,5	12,9	1,5	3,3	6,5	9,5	12,9			
	Z3	ZC	0,00	1823,9	0,91	65	70	0,00	0,21	0,21	0,21	0,21	2	2,1	3,4	5,5	7,6	9,9	3,2	5,0	8,1	10,6	13,3			
Z4	ZC	0,00	2068,0	1,21	55	55	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	2	0,9	1,9	3,6	4,9	6,6	0,9	1,9	3,6	4,9	6,6				
Z5	ZD	0,00	3561,5	1,41	55	55	0,00	0,49	0,49	0,49	0,49	2	0,7	1,7	3,4	4,9	6,5	0,7	1,7	3,4	4,9	6,5				
Z6	ZE	0,00	1243,9	0,36	55	55	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	2	0,3	0,6	1,1	1,5	2,0	0,3	0,6	1,1	1,5	2,0				
Z7	ZE	0,00	2040,4	1,14	55	55	0,00	0,32	0,32	0,32	0,32	2	0,7	1,6	3,0	4,3	5,8	0,7	1,6	3,0	4,3	5,8				
ZC	ZC	0,00	190,9	0,01	55	55	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	2	2,7	5,0	8,6	12,0	16,0	2,7	5,0	8,6	12,0	16,0				
ZE	ZE	0,00	1343,3	1,25	60	65	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	2	2,2	4,5	8,1	11,4	15,2	3,2	5,7	9,9	13,5	17,5				



## 5.1. HIDROGRAMAS - TABELAS E GRÁFICOS

Hidrograma é simplesmente o gráfico, ao longo do tempo, das vazões causadas por um determinado hietograma. Como consequência, a área abaixo dessa curva é o volume do escoamento superficial direto causado por uma chuva excedente sobre toda a área de drenagem.

Um hidrograma é caracterizado pelo seu volume e pela sua forma, que, em conjunto, determinam o valor da vazão de pico. O hidrograma, em última análise é um determinado hietograma de chuva excedente, modificado pelas características de escoamento da bacia.

A forma do hidrograma é determinada pelo trânsito da chuva excedente sobre a bacia, e sua análise pode ser feita por métodos hidráulicos ou hidrológicos. Os métodos hidráulicos são distribuídos e baseiam-se nas equações do escoamento não permanente (conservação de massa e quantidade de movimento), enquanto que os chamados métodos hidrológicos são total ou parcialmente globais (lumped) e baseiam-se nos conceitos de translação e armazenamento

São apresentados as tabelas e gráficos de hidrogramas nos pontos de jusante de algumas bacias:

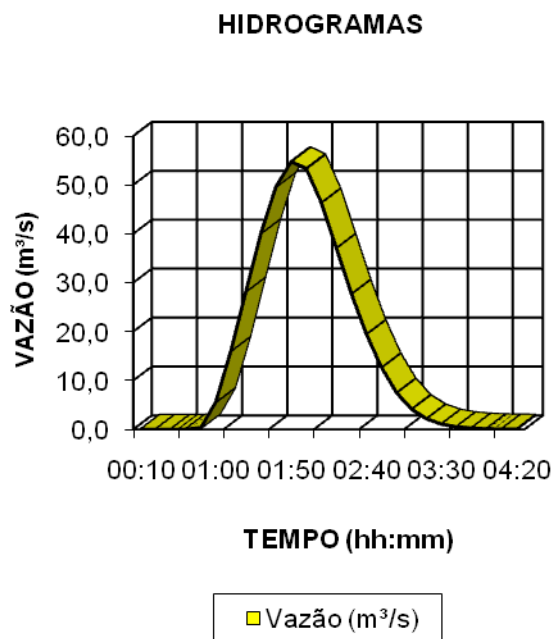
- Bacia do Rio Santo Amaro
- Bacia do Bairro Boa Esperança
- Bacia do Rio Crumaú
- Bacia da Praia do Guaiúba
- Bacia do Rio Icanhema
- Bacia do Rio do Meio
- Bacia do Rio Perequê
- Bacia do Bairro Vicente de Carvalho



TABELA 5.1-1: HIDROGRAMA DO RIO SANTO AMARO

Tempo (hh:mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
00:10	0,0
00:20	0,0
00:30	0,0
00:40	0,0
00:50	0,4
01:00	5,7
01:10	16,1
01:20	28,3
01:30	40,2
01:40	49,7
01:50	54,7
02:00	53,3
02:10	46,4
02:20	37,1
02:30	27,7
02:40	19,5
02:50	12,7
03:00	7,5
03:10	4,1
03:20	2,1
03:30	1,1
03:40	0,5
03:50	0,3
04:00	0,1
04:10	0,1
04:20	0,0

FIGURA 5.1-1: HIDROGRAMA DO RIO SANTO AMARO



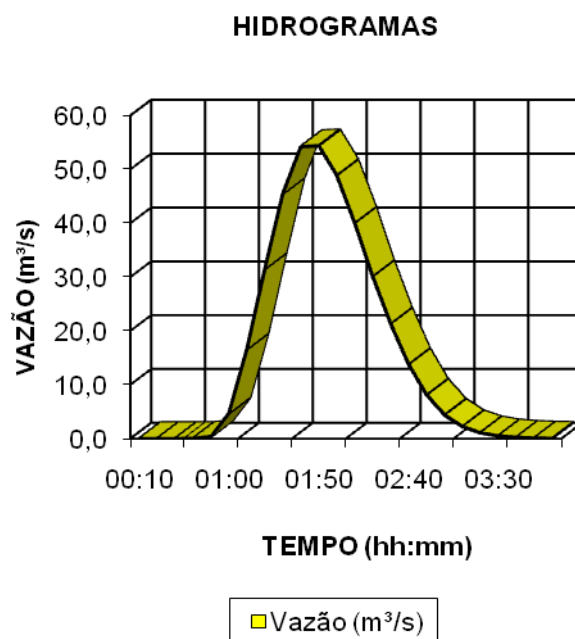




**TABELA 5.1-2: HIDROGRAMA – BACIA DO BAIRRO BOA ESPERANÇA**

Tempo (hh:mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
00:10	0,0
00:20	0,0
00:30	0,0
00:40	0,0
00:50	0,4
01:00	4,8
01:10	16,7
01:20	31,6
01:30	45,5
01:40	54,2
01:50	54,4
02:00	48,9
02:10	40,1
02:20	30,2
02:30	21,4
02:40	13,8
02:50	8,1
03:00	4,4
03:10	2,2
03:20	1,1
03:30	0,5
03:40	0,2
03:50	0,1
04:00	0,0

**FIGURA 5.1-2: HIDROGRAMA – BACIA DO BAIRRO BOA ESPERANÇA**

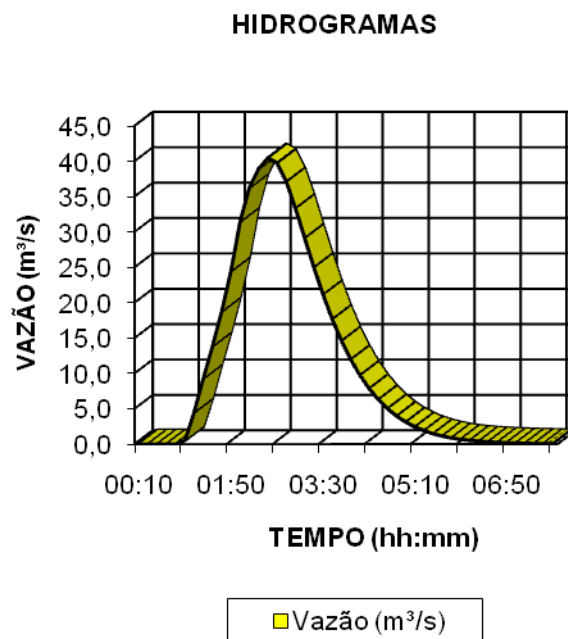




**FIGURA 5.1-3: HIDROGRAMA BACIA DO RIO CRUMAÚ**

**TABELA 5.1-3: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO CRUMAÚ**

Tempo (hh:mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
00:10	0,0
00:20	0,0
00:30	0,0
00:40	0,0
00:50	0,0
01:00	0,6
01:10	4,5
01:20	9,3
01:30	13,9
01:40	18,8
01:50	24,5
02:00	31,5
02:10	36,3
02:20	39,0
02:30	40,4
02:40	39,7
02:50	37,1
03:00	33,4
03:10	29,2
03:20	25,0
03:30	21,2
03:40	17,7
03:50	14,6
04:00	12,0
04:10	9,8
04:20	7,9
04:30	6,3
04:40	5,0
04:50	4,0
05:00	3,1
05:10	2,4
05:20	1,9
05:30	1,5
05:40	1,1
05:50	0,9
06:00	0,7
06:10	0,5
06:20	0,4
06:30	0,3
06:40	0,2
06:50	0,2
07:00	0,1
07:10	0,1
07:20	0,1
07:30	0,1
07:40	0,0

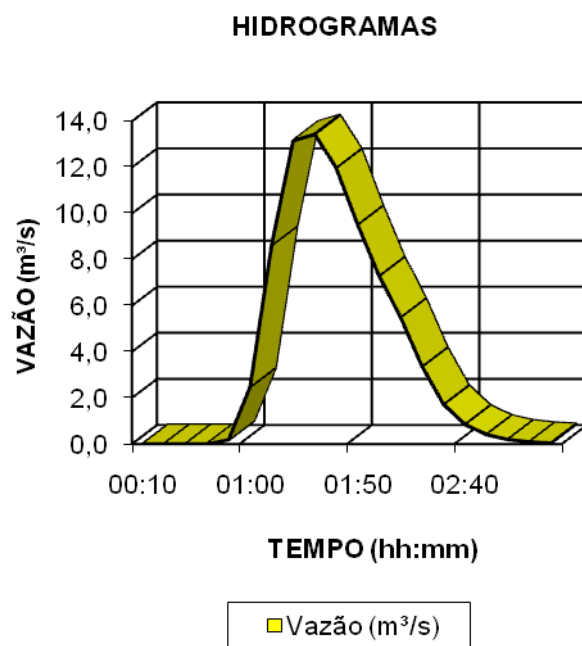




**TABELA 5.1-4: HIDROGRAMA – BACIA DA PRAIA DO GUAÍUBA**

Tempo (hh:mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
00:10	0,0
00:20	0,0
00:30	0,0
00:40	0,0
00:50	0,2
01:00	2,5
01:10	8,6
01:20	13,2
01:30	13,4
01:40	12,0
01:50	9,5
02:00	7,3
02:10	5,5
02:20	3,4
02:30	1,7
02:40	0,8
02:50	0,4
03:00	0,2
03:10	0,1
03:20	0,0

**FIGURA 5.1-4: HIDROGRAMA BACIA DA PRAIA DO GUAÍUBA**

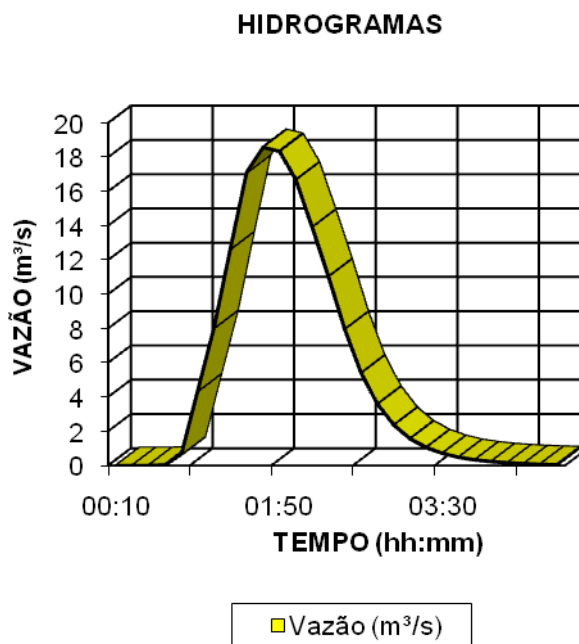




**TABELA 5.1-5: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO ICANHEMA**

Tempo (hh:mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
00:10	0
00:20	0
00:30	0
00:40	0,0
00:50	0,7
01:00	4,4
01:10	8,1
01:20	12,7
01:30	17,1
01:40	18,6
01:50	18,4
02:00	16,7
02:10	13,9
02:20	11,1
02:30	8,0
02:40	5,4
02:50	3,6
03:00	2,4
03:10	1,6
03:20	1,0
03:30	0,7
03:40	0,5
03:50	0,3
4:00:00	0,2
4:10:00	0,2
4:20:00	0,1
4:30:00	0,1
4:40:00	0,0

**FIGURA 5.1-5: HIDROGRAMA BACIA DO RIO ICANHEMA**

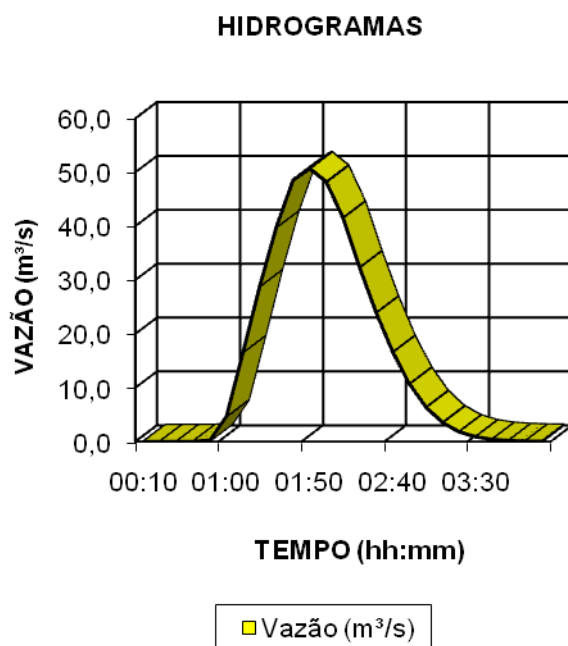




**TABELA 5.1-6: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO DO MEIO**

Tempo (hh:mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
00:10	0,0
00:20	0,0
00:30	0,0
00:40	0,0
00:50	0,3
01:00	4,8
01:10	16,7
01:20	28,9
01:30	39,9
01:40	48,5
01:50	50,7
02:00	48,2
02:10	41,6
02:20	32,4
02:30	23,9
02:40	16,6
02:50	10,7
03:00	6,4
03:10	3,5
03:20	1,8
03:30	0,9
03:40	0,4
03:50	0,2
04:00	0,1
04:10	0,0

**TABELA 5.1-7: HIDROGRAMA BACIA DO RIO DO MEIO**

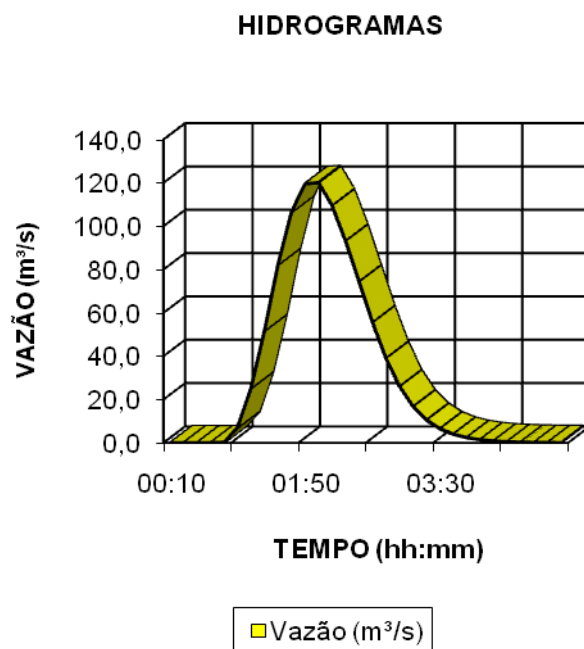




**TABELA 5.1-8: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO PEREQUÊ**

Tempo (hh:mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
00:10	0,0
00:20	0,0
00:30	0,0
00:40	0,0
00:50	0,3
01:00	7,2
01:10	25,3
01:20	51,8
01:30	82,3
01:40	106,6
01:50	119,6
02:00	120,1
02:10	109,6
02:20	93,3
02:30	74,5
02:40	55,7
02:50	39,1
03:00	26,1
03:10	16,8
03:20	10,5
03:30	6,5
03:40	4,0
03:50	2,4
04:00	1,5
04:10	0,9
04:20	0,5
04:30	0,3
04:40	0,2
04:50	0,1
05:00	0,0

**FIGURA 5.1-6: HIDROGRAMA BACIA DO RIO PEREQUÊ**

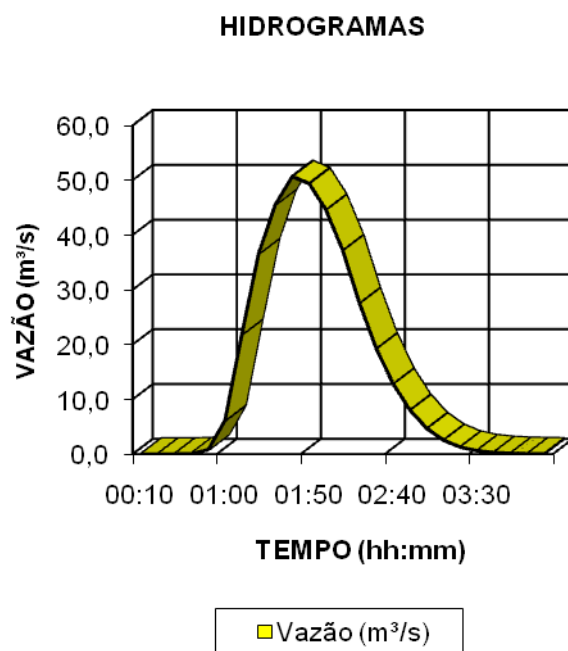




**TABELA 5.1-9: HIDROGRAMA – BACIA DO RIO ACARAÚ**

Tempo (hh:mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
00:10	0,0
00:20	0,0
00:30	0,0
00:40	0,1
00:50	0,8
01:00	6,2
01:10	21,8
01:20	36,6
01:30	45,6
01:40	50,7
01:50	49,4
02:00	44,6
02:10	37,2
02:20	27,6
02:30	19,3
02:40	12,8
02:50	8,0
03:00	4,7
03:10	2,5
03:20	1,3
03:30	0,6
03:40	0,3
03:50	0,1
04:00	0,1
04:10	0,0

**FIGURA 5.1-7: HIDROGRAMA BACIA DO RIO ACARAÚ**







## 6. PISCINÕES COM COMPORTA E BOMBAS DE RECALQUE

O Rio Santo Amaro, mais precisamente nas imediações do Bairro Santo Antonio, possui cotas baixas no desemboque dos canais afluentes, fazendo com que a população local sofra com os efeitos de marés, pois em épocas de preamares de sizígia ou de águas-vivas ocorre que as ruas são invadidas pelas cheias das marés. Quando ocorrem chuvas intensas coincidindo com as marés altas, os canais de drenagem encontram-se cheios agravando-se os efeitos prejudiciais das inundações.

Com a simples medida de se implantar comportas nos pontos de afluência dos canais este problema será parcialmente resolvido devido ao fato de que estes absorverão parte das precipitações.

Mas somente a implantação de comportas não é suficiente. É necessário obter um volume de armazenamento de deflúvio superficial que seja suficiente para reter as águas de chuva até que ocorra o abaixamento da maré, ou seja, a construção de reservatórios de detenção.

Estão previstas a implantação de seis comportas nos locais de desemboque dos canais de drenagem para o Bairro Santo Antonio. Estas comportas têm o objetivo de impedir que as águas de marés entrem pelos canais. Ver desenho COMPORTAS E RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DO BAIRRO STO ANTONIO E FINAL DO RIO ACARAÚ - Folha 01/01 Esquema de funcionamento de comportas e bombas.

Há dois aspectos a considerar para a implementação de comportas associadas a piscinões e bombeamento:

- 1 – No caso de a capacidade de detenção do piscinão ser suficiente para acumular toda a água da chuva de projeto, não será necessário o bombeamento. Toda a água da chuva é armazenada e no momento em que a maré abaixa, a água se esgota.
- 2 – Se não há espaço suficiente e o volume do piscinão é menor do que o volume total das precipitações da bacia é necessário um bombeamento para esgotar o volume excedente

A potência de bombeamento deverá ser tanto maior quanto menor for a capacidade de detenção do piscinão, isto é, se o piscinão é pequeno e armazena pouca água, a vazão de bombeamento deverá ser maior.

O local deverá ser inspecionado para o correto dimensionamento do piscinão e do bombeamento pois, estes formam um conjunto integrado.

A simples colocação das comportas no final dos canais proporciona um benefício direto por impedir a entrada da água do mar durante as cheias e também por conservar o canal vazio, o que faz com que haja um intervalo de tempo até que as precipitações encham o canal.

A tabela 5.1-1 mostra o volume excedente para os locais onde há previsão de implantação de comportas com piscinões para um período de retorno de 25 anos.

Para as bacias do Bairro Santo Antonio existe atualmente, projeto executivo de reservatório com comportas e bombeamento para 4 locais que correspondem às bacias A3, A4, A5 e A6.



TABELA 5.1-1: VOLUMES TOTAIS DE PRECIPITAÇÕES

VOLUME DE PRECIPITAÇÕES EXCEDENTES		
	LOCAL	VOL (m <sup>3</sup> )
BACIA A3	Final da Rua Paulo Orlandi	22657,2
BACIA A4	Final da Avenida Francisco Arnaldo Gimenez	10542,0
BACIA A5	Final da Rua das Magnólias	13714,8
BACIA A6	Final da Av. das Acácias	18573
BACIA A7	Final da Av. Pedro Domigos de Souza	14926,2
BACIA A8	Final da Rua do Sol	6049,2
BACIA ACG	Final do Rio Acaraú	186422,4



## 6.1. GRÁFICOS E TABELAS DE HIETOGRAMAS

As bacias de contribuição apresentam os seguintes hietogramas

TABELA 6.1-1: HIETOGRAMA – BACIA A3 – RUA PAULO ORLANDI

Tempo (hh:mm)	Excedente (mm)	Infiltração (mm)	Total (mm)
00:10	0,0	2,7	2,7
00:20	0,0	3,1	3,1
00:30	0,0	3,7	3,7
00:40	0,0	6,2	6,2
00:50	0,8	9,2	10,0
01:00	8,0	15,4	23,5
01:10	7,6	6,7	14,2
01:20	4,7	3,0	7,7
01:30	4,6	2,5	7,1
01:40	2,2	1,1	3,3
01:50	2,0	0,9	2,9
02:00	1,8	0,8	2,5
02:10	0,0	0,0	0,0

FIGURA 6.1-1: HIETOGRAMA – BACIA A3 – RUA PAULO ORLANDI

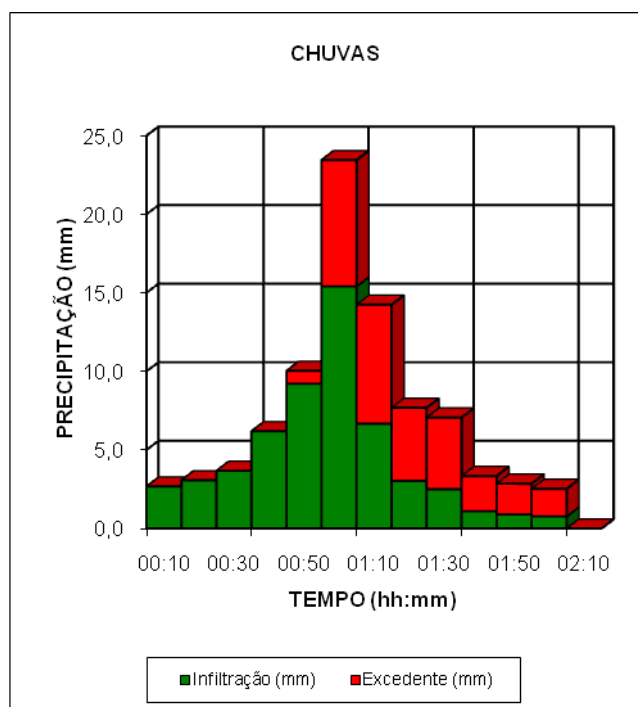




TABELA 6.1-2: HIETOGRAMA – BACIA A4 – AV. FRANCISO ARNALDO GIMENEZ

Tempo (hh:mm)	Excedente (mm)	Infiltração (mm)	Total (mm)
00:10	0,0	2,7	2,7
00:20	0,0	3,1	3,1
00:30	0,0	3,7	3,7
00:40	0,0	6,2	6,2
00:50	0,8	9,2	10,0
01:00	8,0	15,4	23,5
01:10	7,6	6,7	14,2
01:20	4,7	3,0	7,7
01:30	4,6	2,5	7,1
01:40	2,2	1,1	3,3
01:50	2,0	0,9	2,9
02:00	1,8	0,8	2,5
02:10	0,0	0,0	0,0

FIGURA 6.1-2: HIETOGRAMA – BACIA A4 – AV. FRANCISO ARNALDO GIMENEZ

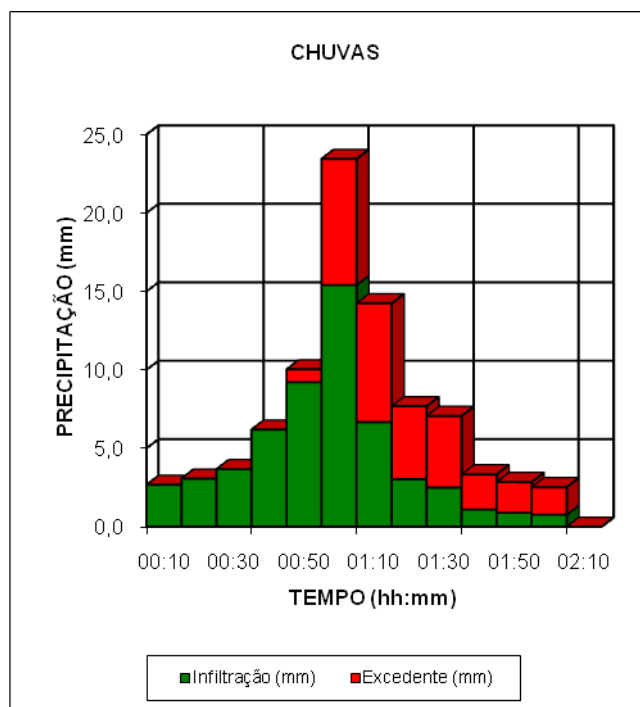




TABELA 6.1-3: HIETOGRAMA – BACIA A5 – RUA DAS MAGNÓLIAS

Tempo (hh:mm)	Excedente (mm)	Infiltração (mm)	Total (mm)
00:10	0,0	2,7	2,7
00:20	0,0	3,1	3,1
00:30	0,0	3,7	3,7
00:40	0,1	6,1	6,2
00:50	2,1	8,0	10,0
01:00	11,1	12,4	23,5
01:10	9,2	5,0	14,2
01:20	5,5	2,2	7,7
01:30	5,3	1,8	7,1
01:40	2,6	0,8	3,3
01:50	2,2	0,6	2,9
02:00	2,0	0,6	2,5
02:10	0,0	0,0	0,0

FIGURA 6.1-3: HIETOGRAMA – BACIA A5 – RUA DAS MAGNÓLIAS

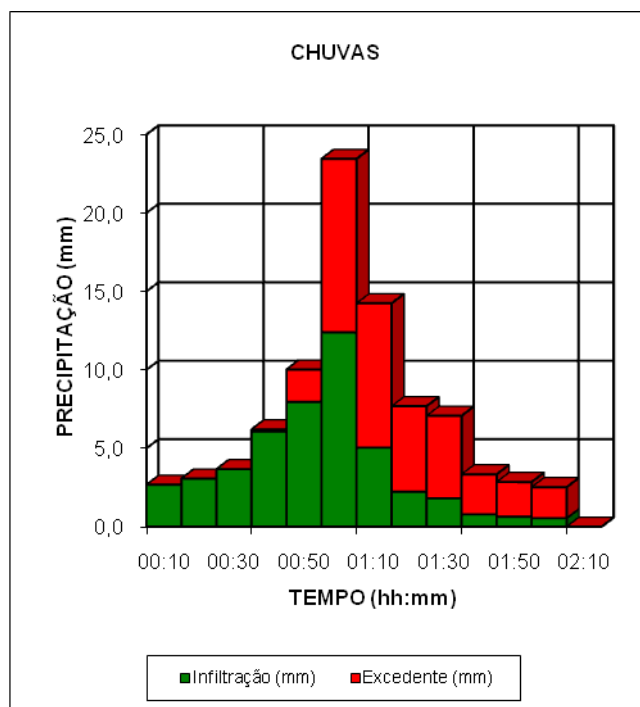




TABELA 6.1-4: HIETOGRAMA – BACIA A6 – AV. DAS ACÁCIAS

Tempo (hh:mm)	Excedente (mm)	Infiltração (mm)	Total (mm)
00:10	0,0	2,7	2,7
00:20	0,0	3,1	3,1
00:30	0,0	3,7	3,7
00:40	0,1	6,1	6,2
00:50	2,1	8,0	10,0
01:00	11,1	12,4	23,5
01:10	9,2	5,0	14,2
01:20	5,5	2,2	7,7
01:30	5,3	1,8	7,1
01:40	2,6	0,8	3,3
01:50	2,2	0,6	2,9
02:00	2,0	0,6	2,5
02:10	0,0	0,0	0,0

FIGURA 6.1-4: HIETOGRAMA – BACIA A6 – AV. DAS ACÁCIAS

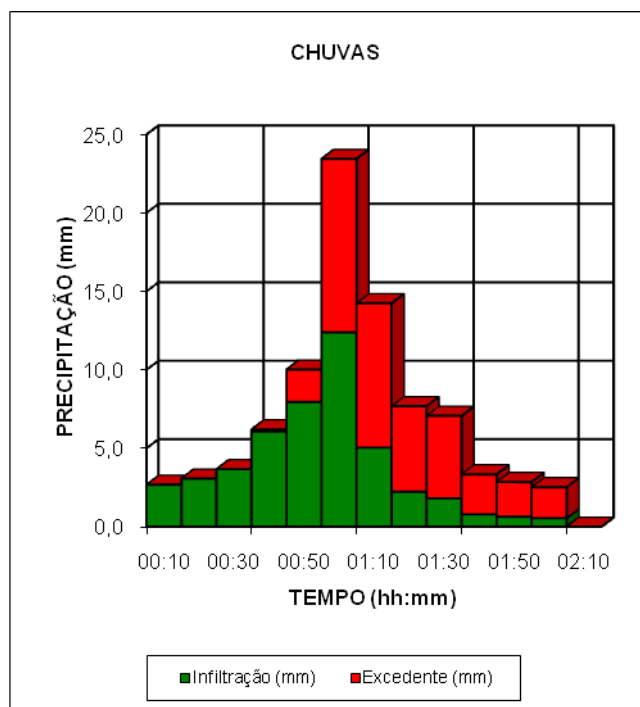




TABELA 6.1-5: HIETOGRAMA – BACIA A7 – AV. PEDRO DOMINGOS DE SOUZA

Tempo (hh:mm)	Excedente (mm)	Infiltração (mm)	Total (mm)
00:10	0,0	2,7	2,7
00:20	0,0	3,1	3,1
00:30	0,0	3,7	3,7
00:40	0,1	6,1	6,2
00:50	2,1	8,0	10,0
01:00	11,1	12,4	23,5
01:10	9,2	5,0	14,2
01:20	5,5	2,2	7,7
01:30	5,3	1,8	7,1
01:40	2,6	0,8	3,3
01:50	2,2	0,6	2,9
02:00	2,0	0,6	2,5
02:10	0,0	0,0	0,0

FIGURA 6.1-5: HIETOGRAMA – BACIA A7 – AV. PEDRO DOMINGOS DE SOUZA

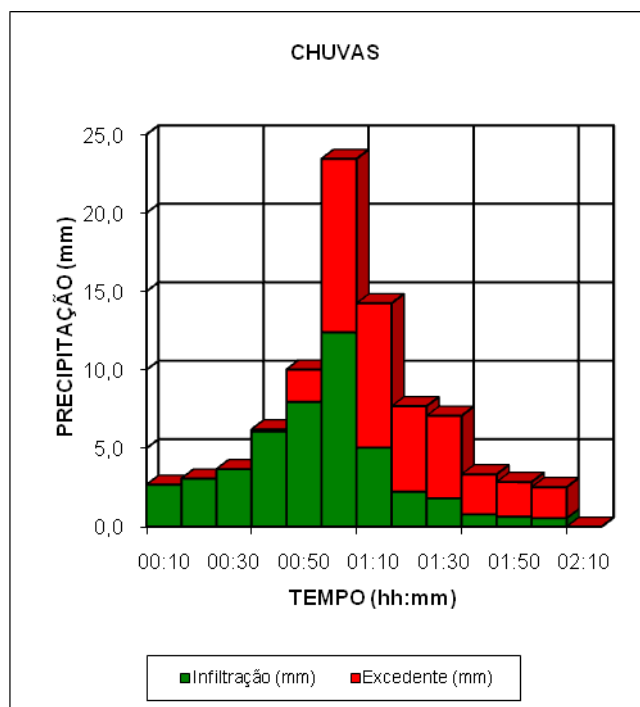






TABELA 6.1-6: HIETOGRAMA – BACIA A8 – RUA DO SOL

Tempo (hh:mm)	Excedente (mm)	Infiltração (mm)	Total (mm)
00:10	0,0	2,7	2,7
00:20	0,0	3,1	3,1
00:30	0,0	3,7	3,7
00:40	0,1	6,1	6,2
00:50	2,1	8,0	10,0
01:00	11,1	12,4	23,5
01:10	9,2	5,0	14,2
01:20	5,5	2,2	7,7
01:30	5,3	1,8	7,1
01:40	2,6	0,8	3,3
01:50	2,2	0,6	2,9
02:00	2,0	0,6	2,5
02:10	0,0	0,0	0,0

FIGURA 6.1-6: HIETOGRAMA – BACIA A8 – RUA DO SOL

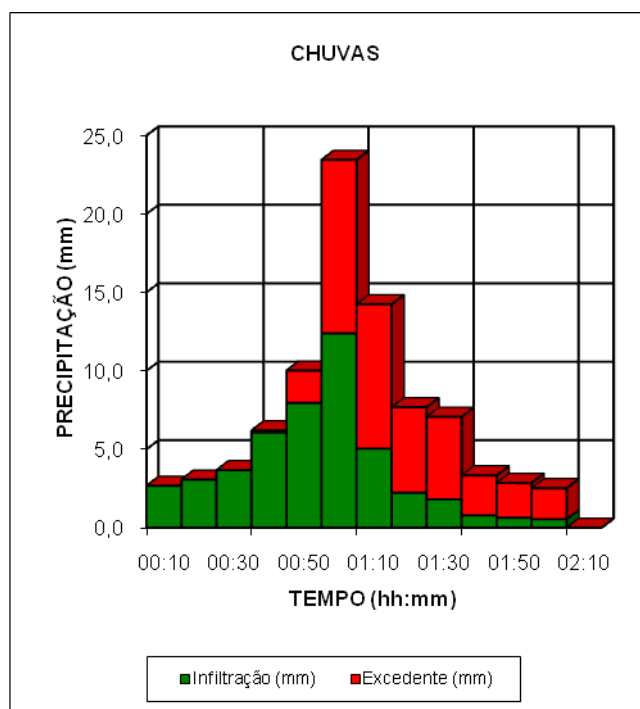
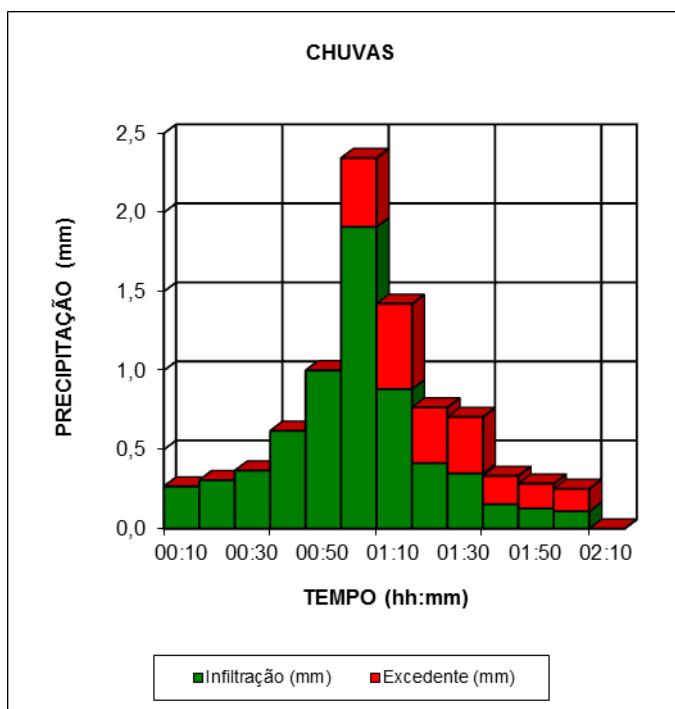




TABELA 6.1-7: HIETOGRAMA BACIA ACG – RIO ACARAÚ

Tempo (hh:mm)	Excedente (mm)	Infiltração (mm)	Total (mm)
00:10	0,0	2,7	2,7
00:20	0,0	3,1	3,1
00:30	0,0	3,7	3,7
00:40	0,0	6,2	6,2
00:50	0,0	10,0	10,0
01:00	4,4	19,1	23,5
01:10	5,4	8,8	14,2
01:20	3,5	4,1	7,7
01:30	3,6	3,5	7,1
01:40	1,8	1,6	3,3
01:50	1,6	1,3	2,9
02:00	1,4	1,1	2,5
02:10	0,0	0,0	0,0

FIGURA 6.1-7: HIETOGRAMA BACIA ACG – RIO ACARAÚ





## 7. DESENHOS DO RELATÓRIO

<b>DESENHOS</b>	<b>FOLHAS</b>
ESTAÇÕES MAREGRÁFICAS	01/01
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO E RELAÇÃO DOMICÍLIOS POR HECTARE	01/01
TAXAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO DOS TERRENOS ATUAL E FUTURA	01/01
DIVISÃO DE BACIAS E SUB-BACIAS – PLANTA GERAL	01/06
BACIA DO RIO ICANHEMA, BACIA DA PRAIA DO GUAÍUBA E BACIA DO RIO DO MEIO	02/06
BACIA DO BAIRRO PINTANGUEIRAS E BACIA DA PRAIA DA ENSEADA	03/06
BACIA DO RIO SANTO AMARO E BACIA DO BAIRRO BOA ESPERANÇA	04/06
BACIA DO RIO ACARAÚ E BACIA DO ESTUÁRIO DE SANTOS	05/06
BACIA DO RIO PEREQUÊ E BACIA DO RIO CRUMAÚ	06/06
MAPA CHAVE DE VAZÕES	01/01
COMPORTAS E RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DO BAIRRO STO ANTONIO E RIO ACARAÚ	01/01