

## COMPORTAMENTO PLUVIOMÉTRICO NOS MUNICÍPIOS ATENDIDOS PELO PLANO PREVENTIVO DE DEFESA CIVIL — PPDC

Lucí Hidalgo NUNES  
Rosângela Pacini MODESTO

### RESUMO

O artigo procura subsidiar o PPDC — Plano Preventivo de Defesa Civil — fornecendo informações quanto às diferenças de comportamento pluvial nos diversos meses do ano para os municípios do litoral paulista, abrangidos pelo citado plano.

### ABSTRACT

This paper presents data on the rainfall of localities included in a state government civil defense plan.

### 1 INTRODUÇÃO

O presente artigo foi concebido de forma a fornecer um perfil do comportamento pluviométrico em alguns municípios do litoral centro-norte do Estado de São Paulo atendidos pelo Plano Preventivo de Defesa Civil — PPDC (CERRI *et al.*, 1990 a). Tal plano foi implantado a partir do verão de 1988/1989, tendo por objetivo minimizar as conseqüências advindas de fenômenos de movimento de massa, especialmente deslizamentos de encosta e quedas de barreira, cuja freqüência vem crescendo de forma alarmante no litoral paulista. O PPDC engloba ações técnicas (Instituto Geológico — SMA, Instituto de Pesquisas Tecnológicas — SCTDE), acompanhamento meteorológico (CETESB) e participação das defesas civis do Estado e dos municípios envolvidos, bem como da população civil. O plantão previsto no PPDC atende aos seguintes municípios: Cubatão — cujo plano é diferente dos demais municípios (CERRI *et al.*, 1990 b) —, Santos, São Vicente, Guarujá, Ilha Bela, São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba.

Desde sua implantação, o período de vigência do PPDC se estende de novembro a março, podendo eventualmente se prolongar por abril. Durante esse período, o plano prevê estado de observação permanente e, de acordo com condições de ordem meteorológica e geotécnica, passagem para os estados de atenção, crítico ou de emergência, cada um com diferentes ações que visam, em última instância, minimizar conseqüências de caráter econômico e social.

Esse trabalho vem, assim, se unir a outros estudos que visam melhor compreender a pluviometria no litoral paulista, já que esse elemento ocupa papel destacado na caracterização dos atri-

butos físicos dessa área, sendo o principal elemento físico desencadeador de eventos de movimento de massa (TATIZANA *et al.*, 1987 a e b; NUNES *et al.*, 1989; NUNES, 1990).

Entre os trabalhos que procuraram estudar o comportamento pluviométrico dessa área, algumas vezes associados a outros aspectos, como ocorrência de eventos de movimento de massa, podem-se citar: SANTOS (1965); CRUZ (1974), MONTEIRO (1969, 1973); CONTI (1975), GUIDICINI & IWASA (1976); TATIZANA *et al.* (1987 a e b); SCT & SMA (1988); NUNES *et al.* (1989); NUNES (1989, 1990); SANT'ANNA NETO (1990) e ALMEIDA *et al.* (1991). Entretanto, o presente estudo se fez necessário para atender um objetivo específico — meses de vigência do PPDC — sendo direcionado para esse aspecto em particular.

Na presente pesquisa, a ênfase foi dada à avaliação da magnitude dos eventos e conseqüências, sem a preocupação de analisar suas gêneses.

### 2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, situada entre 23°23' e 23°59' de latitude S e 45°04' e 46°29' de longitude O, é uma região climática bem definida em relação ao resto do Estado de São Paulo. Pela conjugação dos aspectos morfológicos e circulação atmosférica regional, a área caracteriza-se por grande variedade de tipos de tempo sendo portanto, do ponto de vista meteorológico, altamente instável e sujeita constantemente a chuvas dinamizadas pelas condições geográficas do local (SCT & SMA, 1988).

As freqüentes mudanças de tipo de tempo nesse setor dificultam, por vezes, uma noção de conjunto do comportamento pluviométrico da

área, conforme ressaltou SANT'ANNA NETO (1990).

Fatores como a disposição da serra — oposta aos ventos dominantes do quadrante Sul —, a brusca variação altimétrica — que reforça o efeito orográfico — e a presença de vales encaixados e outras condições bem locais, contribuem para que Cubatão receba montantes pluviométricos mais elevados em relação à área de estudo e mesmo ao País (SCT & SMA, 1988).

No litoral Norte (ou lesnordeste, como sugeriu CONTI, 1975) a participação dos sistemas extratropicais é menor (MONTEIRO, 1973; SANT'ANNA NETO, 1990) e a disposição geral da Serra do Mar assume posição mais paralela ao oceano e, portanto, menos oposta à entrada de frentes, sendo o total pluviométrico inferior em relação, por exemplo, a Cubatão.

De acordo com seu posicionamento geográfico, os postos pluviométricos podem ser divididos em três tipos:

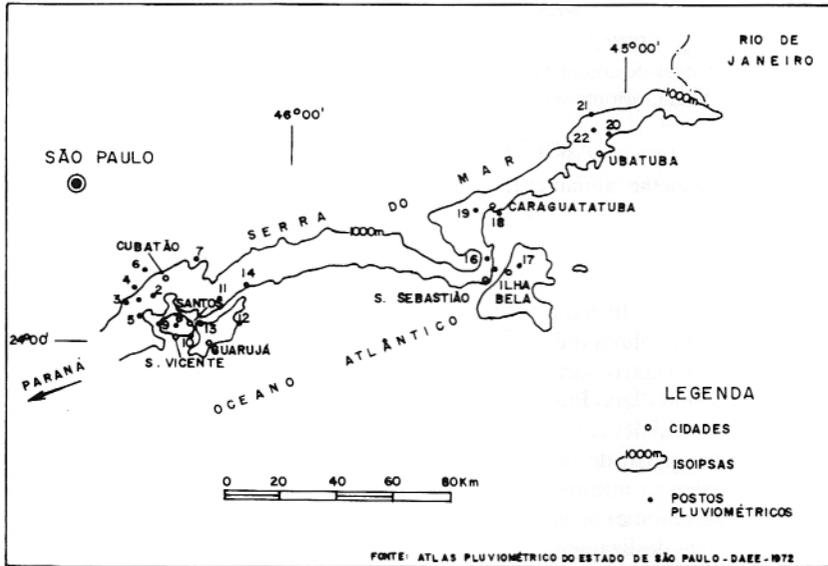


FIGURA 1 — Localização dos postos pluviométricos

QUADRO 1 — Postos Pluviométricos.

POSTOS	CÓDIGO	ENTIDADE	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	AL.(M)	MUNICÍPIO
1 Elevação 350	P6-006	Eletropaulo	23 52'09"	46 27'16"	350	Cubatão
2 Usina Henry Borden	P6-007	Eletropaulo	23 2'01"	46 26'55"	11	
3 Pilões	P6-202	Eletropaulo	23 53'41"	46 29'53"	110	
4 Caixa Dez	P6-203	Eletropaulo	23 51'49"	46 28'05"	92	
5 Barragem das Pedras	P12-002	Eletropaulo	23 52'00"	46 28'05"	730	
6 Sang. do Pequeno Perequê	P12-011	Eletropaulo	23 48'39"	46 27'45"	760	
7 Paranapiacaba	P12-080	Eletropaulo	23 46'36"	46 18'07"	810	
8 Saboo *	P6-205	Eletropaulo	23 56'06"	46 20'22"	60	Santos
9 José Menino	P6-305	Eletropaulo	23 57'37"	46 21'36"	150	São Vicente
10 Ponta da Praia	E3-070	DAEE	23 59'	46 18'	3	
11 Caetés *	E3-041	DAEE	23 53'	46 13'	200	Guarujá
12 Perequê	E3-043	DAEE	23 57'	46 11'	3	
13 Vicente de Carvalho	E3-045R	DAEE	23 56'	46 17'	3	
14 Bertioga	E3-106	DAEE	23 51'	46 08'	3	
15 São Sebastião	P6-211	Eletropaulo	23 48'39"	45 24'12"	3	S. Sebastião
16 São Francisco *	E2-045	DAEE	23 46'	45 25'	20	
17 Ilha Bela *	E2-012	DAEE	23 47'	45 20'	15	Ilha Bela
18 Caraguatatuba	P6-215	Eletropaulo	23 37'08"	45 24'42"	15	Caraguatatuba
19 Caputera *	E2-046	DAEE	23 38'	45 26'	20	
20 Ubatuba *	83786	IAC/NEMET	23 27'	45 04'	8	Ubatuba
21 Mato Dentro	E2-009	DAEE	23 23'	45 07'	120	
22 Ubatuba	E2-052	DAEE	23 26'	45 06'	5	

\* Postos pluviométricos representativos de cada município no PPDC.

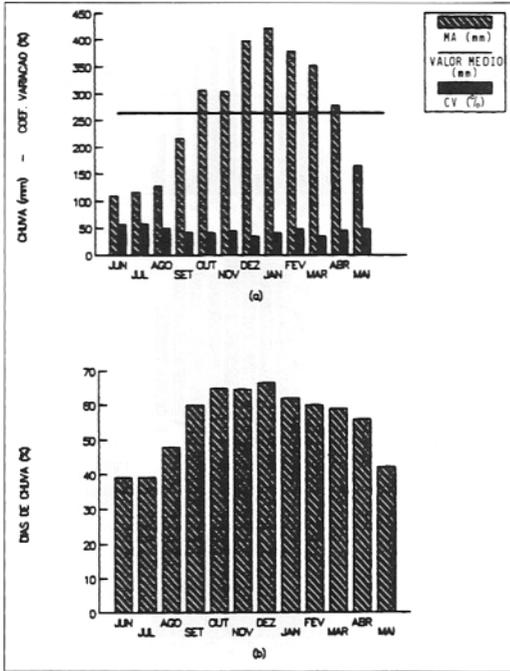


FIGURA 2 — Município de Cubatão.  
(a) totais pluviométricos (médias mensais — MA, valor médio para o ano e coeficiente de variação — CV).  
(b) número médio de dias chuvosos.  
(c) chuva acumulada em 3 dias igual ou superior a 100mm (frequência e número máximo de ocorrências).

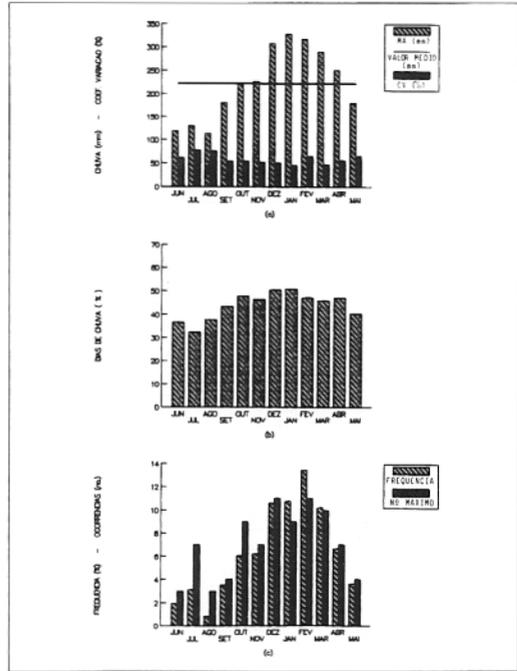


FIGURA 4 — Município de Guarujá.  
(a) totais pluviométricos (médias mensais — MA, valor médio para o ano e coeficiente de variação — CV).  
(b) número médio de dias chuvosos.  
(c) chuva acumulada em 3 dias igual ou superior a 100mm (frequência e número máximo de ocorrências).

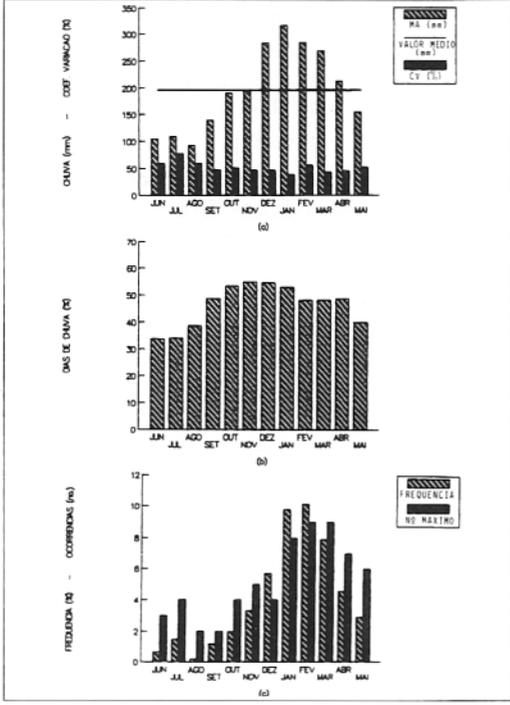


FIGURA 3 — Municípios de Santos e São Vicente.  
(a) totais pluviométricos (médias mensais — MA, valor médio para o ano e coeficiente de variação — CV).  
(b) número médio de dias chuvosos.  
(c) chuva acumulada em 3 dias igual ou superior a 100mm (frequência e número máximo de ocorrências).

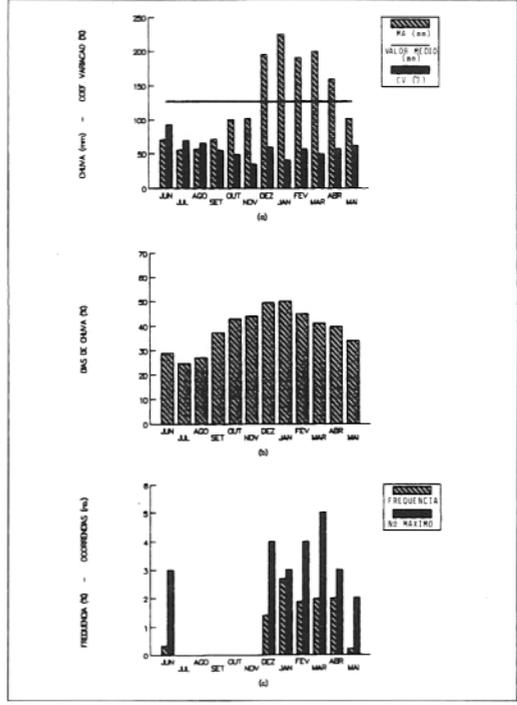


FIGURA 5 — Município de Ilha Bela.  
(a) totais pluviométricos (médias mensais — MA, valor médio para o ano e coeficiente de variação — CV).  
(b) número médio de dias chuvosos.  
(c) chuva acumulada em 3 dias igual ou superior a 120mm (frequência e número máximo de ocorrências).

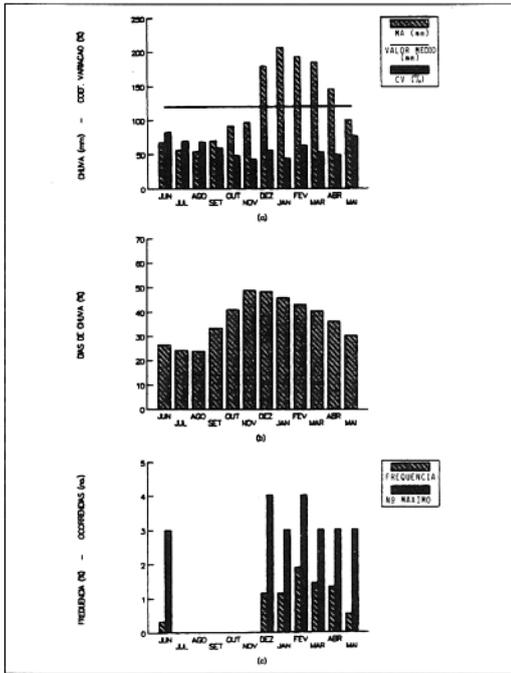


FIGURA 6 — Município de São Sebastião.  
 (a) totais pluviométricos (médias mensais — MA, valor médio para o ano e coeficiente de variação — CV).  
 (b) número médio de dias chuvosos.  
 (c) chuva acumulada em 3 dias igual ou superior a 120mm (frequência e número máximo de ocorrências).

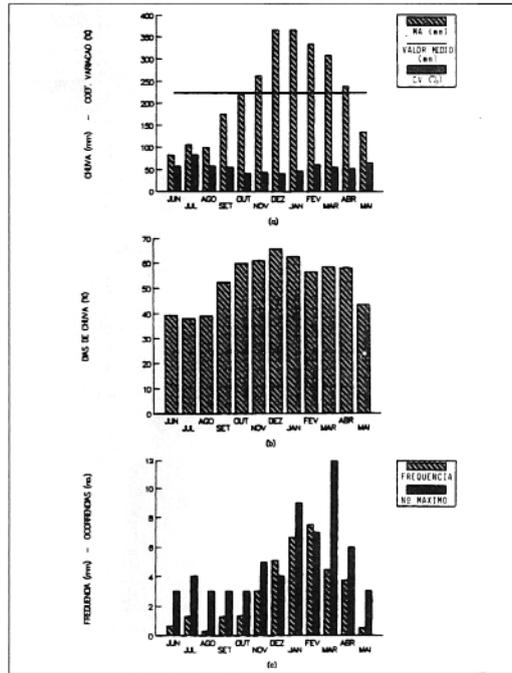


FIGURA 8 — Município de Ubatuba.  
 (a) totais pluviométricos (médias mensais — MA, valor médio para o ano e coeficiente de variação — CV).  
 (b) número médio de dias chuvosos.  
 (c) chuva acumulada em 3 dias igual ou superior a 120mm (frequência e número máximo de ocorrências).

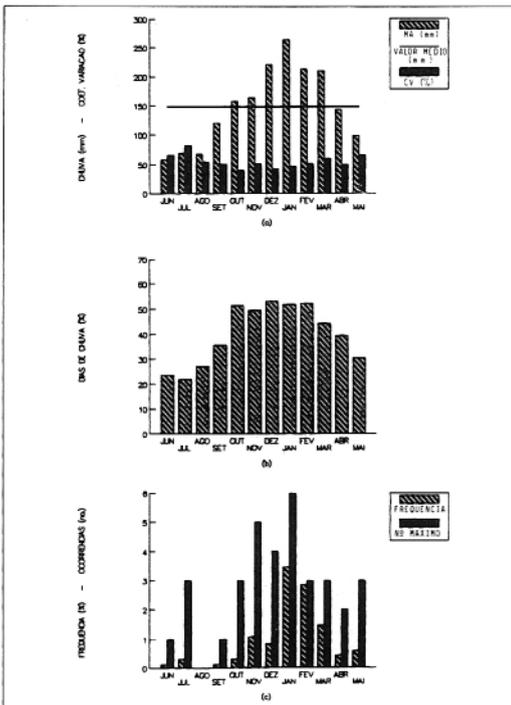


FIGURA 7 — Município de Caraguatatuba.  
 (a) totais pluviométricos (médias mensais — MA, valor médio para o ano e coeficiente de variação — CV).  
 (b) número médio de dias chuvosos.  
 (c) chuva acumulada em 3 dias igual ou superior a 120mm (frequência e número máximo de ocorrências).

1. localizado no reverso da Serra do Mar, já no Planalto Atlântico (caso único da série Sangradouro do Pequeno Perequê que, dada essa situação, recebe totais pluviais mais modestos em relação a postos vizinhos);

2. situados nas escarpas da Serra do Mar, na borda do planalto, em diferentes situações quanto a abrigo, o que repercute nos montantes. Alguns postos localizam-se em esporões que, embora mais baixos que a Serra do Mar, podem contribuir para aumentar as chuvas (ex., postos Caetés e Mato Dentro); no caso de alguns morrotes isolados, observa-se que a influência dos mesmos na pluviometria é modesta (caso da série José Menino). Nessa situação (2), encontra-se boa parte dos postos;

3. postos em situação de morfologia costeira, que não enfrentam o obstáculo direto da Serra do Mar, mas que podem estar próximos de alguns esporões que podem influenciar os montantes pluviais (ex., Ponta da Praia, Perequê).

A influência da Serra do Mar nos montantes é muita nítida; sua influência é marcante, por exemplo, nos postos de Cubatão com totais muito superiores aos demais municípios. Outro fator importante é a situação de sombra de chuva de algumas séries, como Ilha Bela, com totais bem inferiores em relação à totalidade dos postos.

A seguir, são apresentados os objetivos do trabalho:

a. caracterizar o comportamento pluviométrico nos diferentes municípios ao longo dos meses do ano e

b. indicar os meses mais chuvosos para os vários municípios, de modo a verificar se o período de vigência do PPDC corresponde, de fato, ao período mais chuvoso na área.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração da presente pesquisa, foram utilizados dados de 22 postos pluviométricos, para o período de junho de 1958 a maio de 1989 (Quadro 1, Figura 1).

O critério de escolha dos postos foi a existência de dados no período mais longo possível, a fim de caracterizar a pluviosidade de forma mais precisa na área de estudo. Apesar de falhas de medição em alguns dos postos, considerou-se o período de junho de 58 a maio de 89 superior a 30 anos, sendo as falhas de alguns postos supridas pela consideração de dados de outros. Cada caso foi analisado particularmente, a fim de obter a melhor resolução.

Em termos de escala espacial de abordagem, o estudo foi desenvolvido a partir de postos pluviométricos selecionados como representativos das condições dos diferentes setores do litoral. Em termos de escala temporal, os dados foram analisados segundo sua variação ao longo de um período de 31 anos, de forma a traduzir sua tendência média.

As análises foram encaminhadas de forma a responder as questões propostas como objetivo do trabalho, ou seja, definir pluviometricamente diferentes setores geográficos, com ênfase nas variações mensais desse elemento climático, destacando os meses que, teoricamente, têm maior probabilidade de ocorrência de fenômenos de movimento de massa rápidos e, portanto, deveriam ser considerados para o período de vigência do PPDC. Para isso, foram utilizadas basicamente técnicas de caráter estatístico, destacando tendências médias e incidência temporal e espacial do fenômeno analisado.

A pluviometria foi caracterizada através de alguns parâmetros estatísticos. Todos os valores referentes a cada município foram determinados pela média dos parâmetros dos postos representativos de cada um deles (Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8).

Em primeiro lugar, calculou-se a média pluviométrica (MA) de cada mês e o valor médio para o ano. Esse valor médio foi definido pela razão entre a média anual e o número de meses do ano (do-

ze). Com isso, foi possível destacar, para cada município, os meses que apresentaram totais próximos, abaixo ou acima desse valor médio do ano.

O segundo parâmetro considerado foi o coeficiente de variação (CV), que fornece o grau de homogeneidade da série, ou seja, em quanto os valores de um mesmo conjunto — por exemplo, um mês de um determinado posto pluviométrico — variam ao longo da série histórica.

Outro elemento utilizado para a análise foi o número médio mensal de dias chuvosos para cada município, apresentado em termos percentuais.

Foi analisada, também, a frequência de chuva acumulada em três dias consecutivos, cujos valores fossem superiores a 100,0mm — para Santos, São Vicente e Guarujá — ou 120,0mm — para Ilha Bela, São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba. Esses valores foram definidos no PPDC, que considera tais totais, conjugados à previsão de chuvas de intensidade da ordem de 30mm/hora (chuva moderada a forte), como potenciais para a ocorrência de escorregamentos. Os valores são diferentes porque no Litoral Norte, onde o grau de degradação ambiental é menor que na Baixada Santista, seria necessário, teoricamente, maior quantidade de chuva para a deflagração desses fenômenos. Foi verificado também o número máximo dessas ocorrências em cada mês para o período analisado. Esse cálculo foi efetuado apenas para os postos pluviométricos utilizados no PPDC (Quadro 1).

Apresentamos, também, para consulta, os valores pluviométricos que, pelas suas magnitudes elevadas, teriam alta probabilidade em deflagrar eventos de movimento de massa. A situação média para cada mês de cada município é apresentada nos Quadros 2a a 2g. Tais totais foram obtidos pelo uso de dois critérios: 1. a distribuição normal padrão, destacando-se valores que, segundo a Bibliografia (CONRAD & POLLAK, 1950), apresentariam totais excepcionais (média aritmética mais duas — CN2 —, três e quatro vezes — CN1 — o desvio padrão) e 2. tempo de retorno, segundo o método de Gumbel, destacando valores que, teoricamente, ocorreriam apenas uma vez entre o período de 10 a 50 anos — TR2 — e uma vez entre 50 e 100 anos — TR1 — (WMO, 1974).

Quanto a essa informação, deve-se ressaltar, no entanto, que o nível mensal não é o mais adequado para o monitoramento de eventos de movimento de massa, já que pela sua generalidade não permite o conhecimento da distribuição da chuva ao longo do tempo. Além disso, esses fenômenos são deflagrados por uma con-

QUADRO 2a: Totais pluviométricos excepcionais em Cubatão.

MUNICÍPIO	CUBATÃO			
MÊS/GRAU	CN1	TR1	CN2	TR2
JUNHO	355,7-294,1	333,6-295,0	294,1-232,5	295,0-203,9
JULHO	377,9-312,3	354,4-313,3	312,3-246,7	313,3-216,2
AGOSTO	376,2-314,1	353,9-315,0	314,1-252,0	315,0-223,1
SETEMBRO	574,8-485,0	542,5-486,4	485,0-395,2	486,4-353,5
OUTUBRO	808,5-683,0	763,5-685,0	683,0-557,5	685,0-499,2
NOVEMBRO	855,5-717,8	806,1-719,9	717,8-580,0	806,1-516,0
DEZEMBRO	940,5-804,7	891,8-806,8	804,7-669,0	806,8-605,9
JANEIRO	1118,2-944,0	1055,7-946,7	944,0-769,8	946,7-688,8
FEVEREIRO	1119,6-934,2	1053,1-937,1	934,2-748,9	937,1-662,7
MARÇO	836,6-715,5	793,1-717,4	715,5-594,4	717,4-538,2
ABRIL	791,6-663,2	745,5-665,2	663,2-534,8	665,2-475,1
MAIO	483,1-403,5	454,5-404,7	403,5-323,9	404,7-287,0
TOTAL	5368,2-4857,3	5184,8-4865,1	4857,3-4346,3	4865,1-4108,8

QUADRO 2b: Totais pluviométricos excepcionais em Santos/São Vicente.

MUNICÍPIO	SANTOS/SÃO VICENTE			
MÊS/GRAU	CN1	TR1	CN2	TR2
JUNHO	351,7-289,8	329,5-290,8	289,8-228,0	290,8-199,3
JULHO	443,4-359,7	413,4-361,0	359,7-276,0	361,0-237,1
AGOSTO	310,1-255,0	290,6-256,5	255,6-201,1	256,5-175,8
SETEMBRO	401,6-336,0	378,0-337,0	336,0-270,4	337,0-240,0
OUTUBRO	574,0-477,9	539,5-479,4	477,9-381,9	479,4-337,2
NOVEMBRO	549,0-460,4	517,7-461,7	460,4-371,0	461,7-329,5
DEZEMBRO	804,2-674,0	757,7-676,0	674,0-543,8	676,0-483,3
JANEIRO	811,5-687,4	766,9-689,3	687,4-563,4	689,3-505,8
FEVEREIRO	923,8-763,9	866,4-766,3	763,9-603,9	766,3-529,6
MARÇO	724,3-610,2	683,4-612,0	610,2-496,1	612,0-443,1
ABRIL	602,4-504,9	567,4-506,4	504,9-407,4	506,4-362,1
MAIO	479,2-398,1	450,1-399,3	398,1-316,9	399,3-279,2
TOTAL	4247,0-3771,3	4076,2-3778,5	3771,3-3295,0	3778,5-3074,4

QUADRO 2c: Totais pluviométricos excepcionais no Guarujá.

MUNICÍPIO	GUARUJÁ			
MÊS/GRAU	CN1	TR1	CN2	TR2
JUNHO	406,9-334,9	381,1-336,0	334,9-262,9	336,0-229,4
JULHO	528,8-429,0	493,0-430,5	429,0-329,2	430,5-282,9
AGOSTO	463,1-375,8	431,8-377,2	375,8-288,5	377,2-247,9
SETEMBRO	577,8-478,5	542,2-480,0	478,5-379,2	480,0-333,0
OUTUBRO	695,7-576,5	652,9-578,3	576,5-457,3	578,3-401,8
NOVEMBRO	690,8-574,5	649,0-576,3	574,5-458,2	576,3-404,1
DEZEMBRO	936,3-779,0	879,8-781,4	779,0-621,7	781,4-548,6
JANEIRO	928,8-778,6	874,9-780,9	778,6-628,3	780,9-558,5
FEVEREIRO	1138,7-933,3	1064,9-936,5	933,3-727,9	936,5-632,5
MARÇO	830,0-694,9	781,5-697,0	694,9-559,8	697,0-497,0
ABRIL	819,9-677,5	677,5-535,1	768,7-679,7	679,7-469,0
MAIO	644,2-528,5	602,6-530,1	528,3-412,4	530,1-358,6
TOTAL	5288,8-4631,3	5052,7-4641,4	4631,3-3973,9	4641,4-3668,4

QUADRO 2d: Totais pluviométricos excepcionais em Ilha Bela.

MUNICÍPIO	ILHA BELA				
	MÊS/GRAU	CN1	TR1	CN2	TR2
JUNHO	330,8-265,6	307,4-266,6	265,6-200,6	266,6-170,2	170,0-113,7
JULHO	207,5-169,4	193,8-170,0	169,4-131,4	170,1-114,6	190,0-131,9
AGOSTO	207,1-169,5	193,6-170,1	169,5-132,0	248,9-175,9	210,3-157,2
SETEMBRO	228,7-189,4	214,6-190,0	189,4-150,2	546,7-373,9	504,1-367,0
OUTUBRO	297,5-248,2	279,8-248,9	297,5-248,2	515,6-355,9	499,7-352,4
NOVEMBRO	245,6-209,7	232,7-210,3	209,7-173,8	432,3-298,3	292,5-198,9
DEZEMBRO	661,8-544,9	619,8-546,7	544,9-428,1		
JANEIRO	595,3-502,7	562,0-504,1	502,7-410,1		
FEVEREIRO	621,8-513,9	583,1-515,6	513,9-406,1		
MARÇO	597,7-498,2	561,9-449,7	498,2-398,7		
ABRIL	521,5-430,9	489,0-432,3	430,9-340,4		
MAIO	354,8-291,6	332,1-292,5	291,6-228,5		
TOTAL	2727,4-2427,2	2619,6-2431,8	2427,2-2127,0	2431,8-1987,5	

QUADRO 2e: Totais pluviométricos excepcionais em São Sebastião.

MUNICÍPIO	SÃO SEBASTIÃO				
	MÊS/GRAU	CN1	TR1	CN2	TR2
JUNHO	284,9-230,5	265,4-231,3	230,5-176,0	231,3-180,7	173,5-115,9
JULHO	211,8-172,9	197,8-173,5	172,9-133,9	164,3-110,1	192,1-131,9
AGOSTO	200,3-163,7	187,2-164,3	163,7-127,1	222,7-158,1	221,8-160,2
SETEMBRO	232,2-291,5	217,6-192,1	191,5-150,8	477,7-331,2	480,5-345,9
OUTUBRO	265,7-222,0	250,0-222,7	222,0-178,4	559,9-379,6	478,1-334,2
NOVEMBRO	262,8-221,1	247,8-221,8	221,1-179,5	359,8-254,6	325,4-214,4
DEZEMBRO	575,2-476,2	539,7-477,7	476,2-377,2		
JANEIRO	570,1-479,1	537,4-480,5	479,1-388,1		
FEVEREIRO	679,8-558,0	636,1-559,9	558,0-436,2		
MARÇO	573,9-476,7	539,0-478,1	476,7-379,4		
ABRIL	429,8-358,7	404,3-359,8	358,7-287,7		
MAIO	399,2-324,2	372,3-325,4	324,2-249,3		
TOTAL	2669,5-2362,5	2559,3-2367,2	2362,5-2055,4	2367,2-1912,7	

QUADRO 2f: Totais pluviométricos excepcionais em Caraguatatuba.

MUNICÍPIO	CARAGUATATUBA				
	MÊS/GRAU	CN1	TR1	CN2	TR2
JUNHO	208,9-171,2	195,3-171,7	171,2-133,4	171,7-115,9	235,8-153,7
JULHO	290,5-235,0	270,6-235,8	235,0-179,5	177,5-123,3	302,8-213,0
AGOSTO	213,5-176,9	200,4-177,5	176,9-140,3	342,4-251,6	416,0-292,4
SETEMBRO	362,5-301,9	340,8-302,8	301,9-241,2	503,0-364,3	632,3-450,9
OUTUBRO	402,9-341,5	380,8-342,4	341,5-280,1	632,3-450,9	540,1-379,6
NOVEMBRO	498,3-414,8	468,3-416,0	414,8-331,2	586,6-401,7	355,9-251,7
DEZEMBRO	595,2-501,5	561,1-503,0	501,5-407,9	289,9-195,7	
JANEIRO	753,0-630,4	709,0-632,3	630,4-507,9		
FEVEREIRO	646,9-538,5	608-540,1	538,5-430,0		
MARÇO	709,6-584,7	664,7-586,6	584,7-459,7		
ABRIL	425,3-354,9	400,0-355,9	359,8-284,4		
MAIO	352,7-289,0	329,8-289,9	289,0-225,3		
TOTAL	3180,5-2831,1	3055,0-2836,4	2831,1-2481,6	2836,4-2319,2	

QUADRO 2g: Totais pluviométricos excepcionais em Ubatuba.

MUNICÍPIO	UBATUBA				
	MÊS/GRAU	CN1	TR1	CN2	TR2
JUNHO	275,2-227,1	258,0-227,9	227,1-179,1	227,9-156,7	
JULHO	462,4-373,6	430,6-375,0	373,6-284,8	375,0-243,5	
AGOSTO	334,4-275,8	313,4-276,7	275,8-217,2	276,7-189,9	
SETEMBRO	579,8-478,8	543,5-480,3	478,8-377,7	480,3-330,7	
OUTUBRO	578,1-488,3	545,9-489,7	488,3-398,6	489,7-356,9	
NOVEMBRO	715,6-602,3	675,0-604,1	602,3-489,0	604,1-436,3	
DEZEMBRO	974,3-822,2	919,7-824,6	822,2-670,1	824,6-599,5	
JANEIRO	1060,7-886,9	998,3-889,6	886,9-713,1	889,6-632,4	
FEVEREIRO	1141,7-939,7	1069,2-942,7	939,7-737,6	942,7-643,7	
MARÇO	991,6-820,6	930,2-823,2	820,6-649,6	823,2-570,1	
ABRIL	736,4-612,0	691,8-613,9	612,0-487,7	613,9-429,9	
MAIO	489,6-401,0	457,8-402,3	401,0-312,4	402,3-271,2	
TOTAL	4901,9-4349,8	4703,7-4358,3	4349,8-3797,7	4358,3-3541,2	

jugação de fatores de ordem litológica e pluviométrica, muitas vezes agravados pela situação ambiental, que contribui para o abaixamento dos limiares de estabilidade. Portanto, o quadro apresenta uma informação genérica, que depende da situação ambiental da área e da distribuição da chuva ao longo do mês.

Os processamentos estatísticos e gráficos foram feitos com o auxílio dos programas QUATTRO PRO e LOTUS 123.

#### 4 RESULTADOS

Os resultados alcançados, que podem ser apreciados no Quadro 3, sintetizam as principais informações, discriminadas por municípios.

Tendo em vista que totais elevados e concentrados num curto espaço de tempo representam uma situação de risco potencial para o desencadeamento de eventos de movimento de massa, são apresentados nos Quadros 2a a 2g os valores pluviométricos que, dadas suas magnitudes, as condições litológicas do local, bem como o grau de degradação de alguns desses setores, apresentariam boa probabilidade de desencadear tais ocorrências.

Dessas informações e daquelas contidas nas Figuras 2 a 8, podem-se ressaltar:

- janeiro é o mês mais chuvoso em todos os municípios, exceto em Ubatuba (Figs. 2a a 8a);

- os meses mais chuvosos (dezembro a março) apresentaram média superior ao valor médio anual na ordem de 33,3 a 76,9%;

- desses meses, apenas dezembro registrou mais da metade dos dias com chuva em todos os municípios (Figs. 2b a 8b);

- maio a setembro foram os meses menos chuvosos (Figs. 2a a 8a);

- em junho e agosto, os dois meses menos chuvosos, a média foi inferior em 17,3 a 63,0% em relação ao valor médio anual;

- os meses próximos ao período de vigência do PPDC (abril, outubro e dezembro) apresentam grande variação na média pluviométrica, segundo os municípios; em alguns estando acima, em outros abaixo do valor médio do ano (Figs. 2a a 8a);

- as médias mais altas foram verificadas em Cubatão, Ubatuba, Guarujá e Santos/São Vicente (Figs. 2a a 8a);

- o período menos chuvoso é mais variável — maior CV (Figs. 2a a 8a);

- Cubatão é o município que apresenta, ao longo do ano, maior homogeneidade;

- considerando-se apenas os meses mais chuvosos, fevereiro é, geralmente, o mais variável (Fig. 2a a 8a);

- a maior incidência de chuva acumulada em três (3) dias, maior ou igual a 100,0 ou 120,0mm, ocorre de dezembro a março, com destaque para o Guarujá, onde se constatou maior frequência desses fenômenos (Figs. 3c a 8c).

#### 5 CONCLUSÃO E PROPOSIÇÕES

1. o período mais chuvoso na área se estende de dezembro a março;

2. abril, novembro e outubro apresentam também, em alguns municípios, valores altos, mas intermediários em relação aos demais meses;

3. os meses de verão, mais chuvosos, são também mais homogêneos, ou seja, é esperado que sempre chova bastante durante esse período. As maiores variações devem ser aguardadas

para fevereiro na maioria dos municípios, exceto em Ilha Bela (dezembro) e Caraguatatuba (março);

4. os meses com maior variação ao longo de suas séries históricas são aqueles que, teoricamente, podem apresentar totais muito inferiores ou muito superiores ao comportamento médio. O último caso, em especial, interessa ao PPDC mais de perto, já que totais pluviométricos anormalmente elevados representam risco potencial para a deflagração de eventos de movimento de massa;

5. em termos espaciais, os totais pluviométricos mais elevados são encontrados em Cubatão, municípios da Baixada e Ubatuba, o que se explica por condições de natureza geográfica;

6. o fato de, no Guarujá, verificar-se alta incidência de acumuladas iguais ou superiores a

100,0mm em três dias explica-se por condições de ordem geográfica, visto estar esse município representado no PPDC pelo posto Caetés que, por condições de ordem local (situa-se num esporão), apresenta montantes bastante superiores em relação a outros postos e a outros municípios;

7. pelo comportamento pluviométrico nos diferentes meses, sugere-se que o PPDC entre em ação no período de dezembro a março. Poderia ser concebido um acompanhamento menos intensivo nos meses de outubro, novembro e abril, intermediários quanto aos totais de chuva e que, em geral, não são extremamente variáveis, como atestou o coeficiente de variação.

Por fim, podem-se acrescentar algumas informações obtidas em outros trabalhos produzidos pelas autoras, que compõem pesquisa sistemática visando correlacionar chuvas a es-

QUADRO 3 — Síntese da Caracterização Pluviométrica por Município.

Municípios	Meses mais chuvosos	Meses menos chuvosos	Coeficiente de Variação			+ 50% de dias com chuva	Maiores freqüências de chuva acumulada em 3 dias igual ou superior a 100/120mm
			+ Alto	+ Baixo	+ Alto dos Meses Mais Chuvosos		
Cubatão	janeiro dezembro fevereiro março	junho julho agosto maio	julho	dezembro	fevereiro	dezembro outubro novembro janeiro março setembro abril	—
Santos São Vicente	janeiro fevereiro dezembro março	agosto junho julho setembro	julho	janeiro	fevereiro	dezembro outubro novembro janeiro	fevereiro janeiro março dezembro
Guarujá	janeiro fevereiro dezembro março	agosto junho julho setembro	julho	janeiro	fevereiro	janeiro dezembro	fevereiro janeiro dezembro março
Ilha Bela	janeiro março dezembro fevereiro	julho agosto junho setembro	junho	novembro	dezembro	janeiro dezembro	janeiro abril março fevereiro
S. Sebastião	janeiro fevereiro março dezembro	agosto julho junho setembro	junho	novembro	fevereiro	dezembro	fevereiro março abril janeiro dezembro
Caraguatatuba	janeiro dezembro fevereiro março	junho agosto julho maio	julho	outubro	março	dezembro janeiro outubro	janeiro fevereiro março novembro
Ubatuba	dezembro janeiro fevereiro março	junho agosto julho maio	julho	outubro	fevereiro	dezembro janeiro outubro novembro março fevereiro setembro	fevereiro janeiro dezembro março

corregamentos de encosta em diversos municípios do litoral do Estado de São Paulo.

— os meses de verão, mais chuvosos, são os que historicamente registram maior número de eventos de escorregamento de encosta e quedas de barreira nos municípios litorâneos;

— considerando-se a instabilidade natural da área associada à ocupação descriteriosa do espaço territorial, os municípios litorâneos de Cubatão, Santos e Guarujá são os que têm evidenciado maior frequência desses eventos catastróficos.

Dada a situação da área e os resultados da pesquisa, sugere-se, por fim:

a. a manutenção dos postos escolhidos para monitorar os municípios no PPDC, já que eles refletem as condições pluviométricas gerais dos municípios;

b. a instalação de novos postos pluviométricos ou, preferencialmente, pluviógrafos, de modo a melhor cobrir o município — principalmente próximo a áreas de risco — que apresenta por vezes variações notáveis quanto aos montantes pluviométricos num pequeno espaço geográfico;

c. aconselha-se, também, que se utilizem previsões meteorológicas o mais completas possível, como as que podem ser fornecidas pelo radar meteorológico de Ponte Nova;

d. dadas as proporções que os eventos de movimento de massa podem atingir, compromete-

tendo não apenas a economia dos municípios mas a própria vida das populações residentes, é dever do Estado e do município informar e conscientizar cada morador quanto aos riscos a que essas áreas estão sujeitas. Cada cidadão assumiria, assim, o papel de agente disseminador das informações. Tal atitude envolve grande esforço na discussão das questões, podendo surgir soluções inéditas e interessantes da própria população local, maior interessada na solução/minimização das conseqüências advindas por esses fenômenos catastróficos;

e. deve-se dar continuidade aos estudos técnicos e de pesquisa básica que vêm sendo desenvolvidos não só no sentido de atualizá-los, como também produzir outros que possibilitem um melhor conhecimento da área. Nesse sentido, pode-se lembrar da necessidade de estudos hidrológicos associados à litologia, bem como a consideração de fenômenos atmosféricos em escala regional ou mesmo zonal, que podem ciclicamente influenciar os montantes pluviométricos na área, e os vinculados às influências geomorfológicas da Serra do Mar.

## 6 AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à colaboração dos geólogos Edna Hatsumi Mishima e Eduardo Augusto Alvarenga Mendes, e da geógrafa Sílvia Jordão.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.C.J. de; MODESTO, R.P.; NUNES, L.H. 1991. Caracterização pluviométrica do município de Ubatuba. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 4º, Porto Alegre, RS. Anais, Porto Alegre, Departamento de Geografia — IG — UFRGS, v. 1, p. 148-157.
- CERRI, L.E.S.; MACEDO, E.S. de; OGURA, A.T.; NUNES, C.M.; CARNEIRO, S.R.R.; MODESTO, R.P. 1990 a. Plano preventivo de defesa civil para minimização das conseqüências de escorregamentos em municípios da Baixada Santista e Litoral Norte do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1º, São Paulo, SP. Anais. São Paulo, ABGE, p. 395-408.
- CERRI, L.E.S.; MACEDO, E.S. de; OGURA, A.T.; NUNES, C.M.; CARNEIRO, S.R.R.; MODESTO, R.P. 1990 b. Plano preventivo de defesa civil para minimização das conseqüências de escorregamentos nas áreas dos bairros-Cota e Morro do Marzagão, Município de Cubatão (SP) — Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1º, São Paulo, SP. Anais. São Paulo, ABGE, p. 381-395.
- CONRAD, V. & POLLAK, W. 1950. Methods in Climatology. Cambridge Harvard University Press, 459 p.
- CONTI, J.B. 1975. Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região les-nordeste paulista. São Paulo, Instituto de Geografia — USP, Série Teses e Monografias (18), 85p.
- CRUZ, O. 1974. A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatuba — contribuição à geomorfologia tropical litorânea. São Paulo, Instituto de Geografia — USP, Série Teses e Monografias (11), 181p.
- GUIDICINI, G. & IWASA, O.Y. 1976. Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido. São Paulo, IPT, 48p. (IPT, Publicação 1080)
- MONTEIRO, C.A. de F. 1969. A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada

- sul oriental do Brasil — contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo, Instituto de Geografia — USP, Série Teses e Monografias (1), 67p.
- MONTEIRO, C.A. de F. 1973. A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo — estudo em forma de atlas. São Paulo, Instituto de Geografia — USP, 129p.
- NUNES, L.H.; MODESTO, R.P.; ALMEIDA, M.C.J. de; OGURA, A.T. 1989. Estudo de episódios pluviais associados a escorregamentos, Município de Guarujá — São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE MEIO AMBIENTE. 2º, Florianópolis, SC. Anais. Florianópolis, UFSC — Curso de Pós-Graduação em Geografia, v.1, p. 402-408.
- NUNES, L.H. 1990. Impacto pluvial na Serra do Paranapiacaba e Baixada Santista. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia — FFLCH da Universidade de São Paulo, 156p.
- SANT'ANNA NETO, J.L. 1990. Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia — FFLCH da Universidade de São Paulo, 168p.
- SANTOS, E. de O. 1965. Características climáticas. In: A Baixada Santista — aspectos geográficos. São Paulo, v.1, p. 95-150.
- SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. 1988. Instabilização da Serra do Mar no Estado de São Paulo — situações de risco. São Paulo, 4v.
- TATIZANA, C.; OGURA, A.T.; CERRI, L.E.; ROCHA, M.C.M. da. 1987. (a) Análise de correlação entre chuvas e escorregamentos — Serra do Mar — Município de Cubatão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA, 5º, São Paulo, SP. Anais. São Paulo, v.2, p. 225-236.
- \_\_\_\_\_ 1987. (b) Modelamento numérico da análise de correlação entre chuvas e escorregamentos aplicados às encostas da Serra do Mar no Município de Cubatão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA, 5º, São Paulo, SP. Anais. São Paulo, v.2, p. 237-248.
- WMO — WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1974. Guide to Hydrological Practices, Geneva, (100) 2nd. Edition, 56p.

*Endereço das autoras:*

Lucí Hidalgo Nunes e Rosângela Pacini Modesto — Instituto Geológico — SMA — Caixa Postal 8772 — 04301-903 — São Paulo, SP — Brasil.