PLUVIOMETRIA E PROBLEMAS AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DO GUARUJÁ

Luci Hidalgo Nunes*
Rosângela Pacini Modesto**

INTRODUÇÃO

O presente trabalho faz parte de um plano de pesquisa mais amplo, cujos resultados vêm sendo publicados desde 1989, que visa fornecer um panorama do comportamento pluviométrico ao longo do litoral centro-norte do Estado de São Paulo, destacando os montantes anuais e mensais que podem ser considerados normais ou anômalos - positivos e negativos - suas incidências, bem como correlação entre pluviometria e eventos de movimento de massa registrados nesses locais - notadamente deslizamentos de encosta e quedas de barreira (NUNES et al, 1989; NUNES, 1989; SMA & SCTDE, 1989; NUNES, 1990; ALMEIDA et al, 1991; SMA & SCTDE, 1991; NUNES & MODESTO, 1992; NUNES, 1992; PEDROSO et al., 1994).

O município do Guarujá apresenta várias peculiaridades tanto no que diz respeito ao seu meio físico como à forma como vem se processando a ocupação de seu espaço territorial. Tais aspectos, associados à pluviosidade intensa, especialmente no verão, criam condições propícias ao desencadeamento de movimentos de massa e inundações, que refletem o processo crescente de instabilização ambiental dessa área, especialmente nas últimas três décadas.

O trabalho discorre sobre os montantes pluviométricos considerados normais e anômalos a nível mensal, estabelecidos por meio de critérios estatísticos, confrontando essa informação àquela referente a fenômenos de movimento de massa ocorridos no município, possibilitando avaliar se apenas os totais muito expressivos de chuva são responsáveis por esses eventos ou se até totais modestos de chuva podem deflagrar tais ocorrências, o que evidenciaria alto grau de degradação do ambiente.

A história do município do Guarujá, conhecido pelos índios como Guaibê - passagem estreita - remonta aos primórdios do século XVI. Américo Vespúcio (1502), Martin

Afonso de Souza e Pero Lopes de Souza (1526) teriam relatado a passagem por essa área. Por sua posição estratégica, essa localidade teve, inicialmente, papel de defesa da costa, com economia basicamente voltada para a subsistência. Na história recente, o Guarujá se emancipou a município há apenas 60 anos (1934). A expansão da urbanização do município relaciona-se ao incremento das atividades portuárias em Santos (que influenciou particularmente o crescimento do Distrito de Vicente de Carvalho), a implantação industrial em Santos/Cubatão e a construção e melhoria das rodovias interligando a baixada à capital e interior (SCTDE, SMA, 1989). A atividade turística configura-se como de extrema importância na economia atual do município.

Pode-se falar em dois picos de incremento populacional no Guarujá: o primeiro a partir de 1956, devido aos grandes deslizamentos ocorridos nos morros de Santos, que forçaram a migração dos moradores para outras áreas, como alguns setores do Guarujá e o segundo a partir dos meados da década de 70, caracterizado pela implantação de segundas moradias e por assentamentos de baixo padrão em áreas de risco por expressivo contingente de mão de obra desqualificada.

O crescimento da infra-estrutura no município não acompanhou aquele da população, sendo insuficiente especialmente no período de férias ou feriados prolongados.

Esse quadro da ocupação do município fornece subsídios à compreensão da atual situação de deterioração ambiental do Guarujá, havendo correlação direta entre ocupação e aumento da frequência de deslizamentos, inunda-

(*) Instituto Geológico (IG) - Av. Miguel Stéfano, 3900
04301-903 - S. Paulo, SP

(**) Companhia de Tecnologia de Saneamento ambiental
(CETESB) - Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - 05489-900 - S.
Paulo, SP

ções, etc. Deve-se ressaltar que não apenas as moradias que servem à população de mais baixa renda mas também as que servem à população de maior poder aquisitivo, estão muitas vezes assentadas em áreas inadequadas, sem as devidas obras de engenharia necessárias para promover maior segurança.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi elaborada com dados de cinco postos pluviométricos da rede do Departamento de Águas e Ener-

gia Elétrica - DAEE por um período de 35 anos. A nível anual os dados foram analisados tendo-se em conta o ano hidrológico (junho a maio) ao invés do civil, a fim de não separar os meses mais chuvosos (dezembro a março).

O QUADRO 1 e FIGURA 1 apresentam, respectivamente, as séries pluviométricas e localização das mesmas. Duas das séries consideradas para esse estudo localizam-se no município vizinho de Santos e outra, em Bertioga.

POSTOS	CÓDIGO	ENTIDADE	LAT (S)	LONG (W)	ALT (M.)	MUNICÍPIO
1. Caetés	E3-041	DAEE	23° 53'	46° 13'	200	Santos
2. Ponta da Praia	E3-070	DAEE	23° 59'	46° 18'	3	Santos
3. Bertioga	E3-106	DAEE	23° 51'	46° 19'	3	Bertioga
4. Vicente de Carvalho	E3-045	DAEE	23° 56'	46° 17'	3	Guarujá
5. Perequê	E3-043	DAEE	23° 56'	46° 11'	3	Guarujá

Quadro 1 - Postos Pluviométricos

FIGURA 1: Área de estudo

FONTE: Folha de SANTOS SF-23YD Esc. 1:250.000, 1976

LEGENDA

● Municípios

○ Postos : 1. E3-041
2. E3-043
3. E3-045
4. E3-070
5. E3-106

A fim de retratar o comportamento habitual do setor, é necessário considerar séries de dados longas de forma a diluir no conjunto total os valores extremos. Para efeito dessa pesquisa, utilizou-se dados de 35 anos (junho de 1955 a maio de 1990).

Na primeira parte do trabalho, que visou apontar o grau de normalidade e anomalia dos totais pluviométricos, utilizou-se a distribuição normal e o tempo de retorno (método de Gumbel) que permitiram classificar os totais em seis classes, estabelecidas levando-se em conta as diferenças de localização dos postos e o período do ano considerado. Tal estudo foi elaborado para dois níveis temporais: anual e mensal.

Procurou-se, ainda, avaliar existência de eventual periodicidade das séries, através de análise harmônica.

Num segundo momento, teve-se por meta avaliar a correlação entre pluviometria e eventos de movimento de massa - principalmente deslizamentos de encosta e quedas de barreira. Esses eventos, levantados em trabalho anterior, (NUNES et al, 1989; SMA & SCTDE, 1989) foram aqui comparados ao estudo pluviométrico desenvolvido, verificando-se em que classes de chuva mensal ocorreram os episódios de deslizamento cadastrados.

RESULTADOS

Características gerais e normalidade da pluviometria

O trabalho se baseia em dados de cinco séries pluviométricas que, ainda que apresentando algumas diferenças que refletem as condições fisiográficas das áreas em que eles se localizam, representam o comportamento pluvial da área em questão, condicionado pela morfologia e circulação atmosférica a que esse setor como um todo está sujeito.

A seguir, é apresentada breve descrição quanto a localização dos mesmos:

CAETÉS (E3-041): localizado num esporão da Serra do Mar, em situação de baixa encosta, num setor em que a declividade apresenta brusca variação - bem mais acentuada que em relação aos demais postos. Próximo à rodovia BR-101 - Rio-Santos, a área é desabitada e tomada por vegetação de porte (Mata Atlântica). É, dos cinco postos, o que registra os montantes mais significativos.

BERTIOGA (E3-106): também próximo ao pé da serra, embora localizado em setor de altitude mais modesta. Bem em frente abre-se amplo anfiteatro. Localizado em área de baixa urbanização.

PEREQUÊ (E3-043): na estrada do Perequê, em área de ocupação esparsa, separado da praia por dois morrotes que, provavelmente, não contribuem para dinamização orográfica considerável.

VICENTE DE CARVALHO (E3-045): a distância relativa desse posto em relação à configuração da serra responde pelos totais de chuva bem mais modestos em relação aos postos citados. Funciona nas dependências da CESP.

PONTA DA PRAIA (E3-070): próximo à praia, em área habitada, esse posto está em situação de abrigo, numa face quase de sombra em relação à pluviometria. Esse é o posto que registra os totais menos expressivos de chuva.

A análise individual das séries retrata que Caetés (E3-041) apresenta montantes mais elevados em relação às demais em todos os meses, com exceção de abril, cuja média mais elevada é da série Bertioiga (E3-106). Já as séries Ponta da Praia (E3-070) e Vicente de Carvalho (E3-045) registram sempre os montantes mais modestos. Essa variabilidade espacial - que não foi objeto de pesquisa mais exaustiva dentro do presente trabalho - se relaciona possivelmente à interferências locais, principalmente morfológicas, que dinamizariam a pluviosidade mais em alguns setores que em outros.

O GRÁFICO 1 apresenta, para o conjunto das cinco séries, a distribuição da pluviometria ao longo dos meses. O período mais chuvoso - dezembro a março - responde por cerca de 47,0% do total anual, enquanto que os meses menos chuvosos (junho, julho e agosto) são responsáveis por aproximadamente 14,0%. Nos meses intermediários (abril, maio, setembro, outubro e novembro) são registrados 39,0% das chuvas.

Os fatores que controlam a distribuição temporal da chuva já foram convenientemente explicados, valendo a pena ressaltar as valiosas contribuições de MONTEIRO (1969, 1973), TARIFA (1975) e SANT'ANNA NETO (1990). Tais autores ressaltam a importância da frente polar, que regularia a participação dos demais sistemas atuantes na área. Entretanto, fatores como incidência dos sistemas atmosféricos

GRÁFICO 1 - Totais de chuva mensais médios para o período em cada posto

cos que poderiam em alguns anos dinamizar a pluviometria (fenômenos cíclicos) não estão ainda totalmente elucidados, o que compromete em parte a compreensão da gênese das chuvas nesse setor litorâneo tropical.

O GRÁFICO 2 fornece informações quanto a homogeneidade das séries e dos meses, através do coeficiente de variação. Os meses de novembro, abril e, especialmente, janeiro, são os mais homogêneos, ou seja, os que apresentam menor diferença entre os totais pluviais de ano

para ano. Os meses menos chuvosos são os mais heterogêneos, com destaque para julho. Agosto é particularmente variável na série Bertioga. Dos meses mais chuvosos, o mais variável é fevereiro.

A série Bertioga (E3-106) é a que apresenta maior variação, tanto a nível mensal como anual; já a série Vicente de Carvalho (E3-045) é a mais homogênea a nível anual e as séries Caetés (E3-041) e Perequê (E3-043) apresentam 8 a 9 meses entre os mais homogêneos.

O GRÁFICO 3 retrata o comportamento médio dos cinco postos em relação ao número de dias chuvosos. Nota-se que o período de outubro a abril responde por 73,0% do total. Outubro, dezembro e janeiro são meses que registram, em média, mais de 50,0% dos dias com chuva.

Das cinco séries, Bertioga (E3-106) é a que apresenta maior número de dias de chuva, em média em mais da metade

dos dias do ano. Perequê (E3-043) é o posto que apresenta menor número de dias chuvosos, mesmo assim com cerca de 40,0% do total de dias apresentando chuva. Outubro, dezembro e janeiro são meses que registram, em média, mais de 50,0% dos dias com chuva. Embora a situação seja variável de série para série, em geral todos os meses apresentam em média chuva em pelo menos 1/3 dos dias, com maior número de dias chuvosos nos meses de verão e primavera.

GRÁFICO 3 - Dias chuvosos - Média do período para os diferentes postos

O QUADRO 2 apresenta os resultados relativos a normalidade das séries. Pela distribuição normal, obteve-se por meio da média aritmética e desvio padrão os valores pluviométricos que se enquadram nos diferentes setores da curva de Gauss (CN). O segundo critério usado para apontar a normalidade da pluviometria foi o cálculo do tempo de retorno (Tr - método de Gumbel), que permite obter os montantes que teoricamente ocorreriam apenas uma vez no pe-

ríodo considerado. Os valores enquadrados no grau 4 correspondem aos normais para a área, enquanto que no grau 1 estão os montantes mais anormalmente chuvosos e no grau 6, os mais subnormais.

Abaixo estão os diferentes setores da curva normal (CN) e tempo de retorno (Tr) considerados:

CN

- 1 > MA+3DP
- 2 MA+2DP a MA+3DP
- 3 MA+1DP a MA+2DP
- 4 MA-1DP a MA+1DP
- 5 MA-2DP a MA-1DP
- 6 < MA-2DP

Tr

- > 50 a. (EXTREMAMENTE ANORMAL POSITIVO)
- 10 a. a 50 a. (FORTEMENTE ANORMAL POSITIVO)
- 5 a. a 10 a. (ANORMAL POSITIVO)
- (-) 5 a. a 5 a. (NORMAL)
- (-) 10 a. a (-) 5 a. (ANORMAL NEGATIVO)
- >(-) 10 a. (FORTEMENTE ANORMAL NEGATIVO)

Cada total referente ao valor registrado em um dado mês de um dado ano de cada uma das cinco séries foi analisado segundo os dois critérios, e da combinação de possibilidades possíveis chegou-se a seis classes. Essa metodologia é descrita mais detalhadamente em NUNES (1992).

Os valores normais (classe 4) são os dominantes (em média, 63,7%) seguido dos valores das classes adjacentes

(5 e 3). Os valores de incidência mais rara são aqueles classificados em 1, ou seja, os mais anormalmente positivos, seguido pela classe 6, dos mais subnormais. Para o conjunto dos postos, os meses de julho, março e agosto são os que apresentam maior concentração de dados em uma mesma classe (classe 4).

	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	MÉDIA
CLASSES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0,6	2,3	1,2	0,0	15,6	0,0	1,2	0,6	1,2	2,9	0,6	1,2	1,1
2	4,0	4,6	3,4	6,3	2,9	2,9	3,4	3,4	1,7	0,6	3,5	3,4	3,3
3	9,7	5,7	8,6	9,7	10,9	14,9	12,6	11,4	12,0	8,6	12,6	14,3	10,9
4	61,7	72,2	69,7	60,6	64,6	60,0	61,2	62,3	61,7	70,8	62,3	57,2	63,7
5	21,1	15,4	16,6	22,3	17,1	20,0	20,0	17,7	21,6	16,6	17,1	22,8	18,9
6	2,9	0,0	0,6	1,2	3,5	2,3	1,7	4,6	2,9	0,6	4,0	1,2	2,1

QUADRO 2 - Classes de anomalias da chuva
- situação média para as cinco séries

O QUADRO 3a apresenta como exemplo os totais pluviométricos classificados em cada um desses seis níveis para alguns meses da série Vicente de Carvalho (E3-045) e o

QUADRO 3b o percentual de participação em cada classe de normalidade e anomalia para o mesmo período e série.

n	ANC.	JUN	% MA	CL.	ANO	SET	% MA	CL.	ANO	DEZ	% MA	CL.	ANO	MAR	% MA	CL.	ANC	TOTAL	% MA	CL.
1	59-60	5,0	-95,3	6	53-64	20,3	-84,6	6	57-58	41,6	-83,8	6	74-75	111,3	-63,7	6	68-69	1430,3	-38,7	6
2	84-85	16,4	-84,5	5	71-72	55,6	-57,7	5	56-57	63,9	-75,4	5	76-77	145,5	-52,6	5	63-64	1535,2	-34,2	6
3	57-58	18,3	-82,8	5	57-58	59,6	-54,7	5	63-64	64,2	-74,9	5	68-69	155,3	-49,4	5	56-57	1684,5	-27,8	5
4	72-73	24,4	-77,0	5	78-79	59,8	-54,5	5	55-56	103,5	-59,6	5	72-73	164,3	-46,3	4	78-79	1809,5	-22,5	5
5	62-63	25,9	-75,6	5	59-60	62,7	-53,3	5	72-73	130,5	-49,1	5	63-64	172,9	-43,6	4	57-58	1840,3	-21,2	5
6	60-61	33,5	-68,4	5	58-59	68,2	-48,1	5	89-90	134,3	-47,6	5	67-68	179,7	-41,4	4	85-86	1973,1	-15,5	4
7	73-74	39,7	-62,6	5	58-59	68,4	-48,0	5	67-68	135,8	-47,0	5	81-82	185,8	-39,4	4	71-72	1980,3	-15,2	4
8	75-76	42,6	-59,8	5	75-76	69,9	-46,8	5	78-79	148,3	-42,1	4	61-62	188,8	-38,5	4	67-68	2023,4	-13,3	4
9	79-80	50,2	-52,7	5	51-62	70,1	-46,7	5	87-88	149,9	-41,5	4	84-85	191,1	-37,7	4	62-63	2028,5	-13,1	4
10	66-67	57,7	-45,6	4	59-60	77,8	-40,8	4	69-70	173,7	-32,2	4	86-87	193,3	-36,8	4	84-85	2059,5	-11,8	4
11	68-69	60,6	-42,9	4	31-82	80,5	-38,8	4	71-72	176,2	-31,2	4	87-88	203,0	-33,8	4	89-90	2059,7	-11,8	4
12	78-79	61,3	-42,2	4	55-56	87,5	-33,5	4	70-71	194,9	-23,9	4	73-74	213,6	-28,7	4	82-84	2094,4	-10,3	4
13	65-66	66,2	-37,6	4	70-71	105,0	-20,2	4	68-69	197,5	-22,9	4	56-57	220,1	-28,3	4	74-75	2163,9	-7,3	4
14	76-77	75,3	-29,0	4	32-83	109,3	-16,9	4	85-86	204,2	-20,3	4	69-70	226,7	-26,1	4	80-81	2170,3	-7,0	4
15	55-56	87,9	-17,2	4	35-86	114,9	-12,6	4	84-85	228,7	-10,7	4	80-81	231,1	-24,7	4	73-74	2190,3	-6,2	4
16	77-78	92,8	-12,5	4	54-65	119,3	-9,3	4	88-89	230,0	-10,2	4	79-80	231,9	-24,4	4	59-60	2203,5	-5,6	4
17	63-64	96,8	-8,8	4	56-57	122,6	-6,8	4	59-60	231,1	-9,8	4	64-65	235,1	-23,4	4	81-82	2263,5	-3,0	4
18	88-89	116,7	10,0	4	38-89	123,5	-6,1	4	76-77	239,8	-6,4	4	59-60	262,8	-14,3	4	72-73	2292,4	-1,8	4
19	86-87	122,8	15,7	4	50-61	126,5	-3,8	4	62-63	243,0	-5,2	4	62-63	265,2	-13,6	4	70-71	2304,7	-1,3	4
20	67-68	124,5	17,3	4	56-67	131,5	0,0	4	64-65	247,5	-3,4	4	71-72	280,4	-8,6	4	69-70	2332,5	-0,1	4
21	81-82	132,0	24,4	4	36-87	135,3	2,9	4	77-78	254,8	-0,5	4	70-71	280,6	-8,5	4	64-65	2338,3	0,2	4
22	80-81	132,3	24,7	4	30-81	135,8	3,3	4	73-74	255,0	-0,5	4	75-76	280,9	-8,4	4	76-77	2423,7	3,8	4
23	69-70	132,4	24,8	4	34-85	137,8	4,8	4	74-75	260,2	1,6	4	83-84	283,0	-6,1	4	79-80	2490,7	6,7	4
24	58-59	137,5	29,6	4	67-68	138,2	5,1	4	58-59	273,1	6,6	4	89-90	321,2	4,7	4	61-62	2533,1	8,5	4
25	70-71	138,1	30,2	4	74-75	139,1	5,8	4	83-84	274,2	7,0	4	60-61	321,3	4,7	4	75-76	2568,3	10,0	4
26	85-86	139,6	31,6	4	73-74	153,5	16,7	4	75-76	304,0	18,7	4	57-58	346,2	12,8	4	88-89	2580,1	10,5	4
27	64-65	143,1	34,9	4	37-88	157,6	19,8	4	81-82	349,6	36,5	4	78-79	391,5	27,6	4	55-56	2652,3	13,6	4
28	71-72	151,5	42,8	4	39-90	160,0	21,7	4	79-80	365,1	42,5	4	65-66	397,9	29,7	4	77-78	2705,9	15,9	4
29	74-75	155,7	46,7	4	52-63	192,6	46,5	3	82-83	404,4	57,8	3	88-89	442,5	44,2	4	87-88	2805,4	20,2	3
30	61-62	185,0	74,4	3	72-73	201,4	53,2	3	65-66	408,1	59,3	3	85-86	443,9	46,6	4	58-59	2814,0	20,5	3
31	56-57	188,8	77,9	3	79-80	234,4	78,3	3	80-81	409,3	59,8	3	82-83	515,3	68,0	3	86-87	2818,4	20,7	3
32	89-90	191,2	80,2	3	77-78	242,0	84,0	3	61-62	421,4	64,5	3	58-59	517,7	68,7	3	65-66	2932,5	25,6	3
33	82-83	202,9	91,2	2	55-66	260,7	98,3	3	86-87	439,0	71,4	3	66-67	539,7	75,9	3	66-67	3093,4	32,5	3
34	83-84	229,5	116,3	2	33-84	278,9	112,1	2	66-67	557,3	117,5	2	77-78	543,6	77,2	3	82-83	3107,2	33,1	3
35	87-88	234,5	121,0	2	76-77	301,2	129,0	2	60-61	552,8	154,8	2	55-56	1039,0	238,7	1	60-61	3402,4	45,7	2
MA		106,1			MA	131,5			MA	256,2			MA	306,8			MA	2334,5		

CL = classes de normalidade e anomalia

MA = média aritmética

QUADRO 3a - Totais pluviométricos em ordem crescente, desvios da média e classes de normalidade e anomalia
série Vicente de Carvalho (E3-045)

	JUNHO	SETEMBRO	DEZEMBRO	MARÇO	TOTAL
CLASSES	%	%	%	%	%
1	-	-	-	2.9	-
2	8.6	5.7	2.9	-	2.9
3	8.6	14.3	14.3	11.4	17.1
4	57.1	54.3	62.9	77.1	65.7
5	22.9	22.9	17.1	5.7	8.6
6	2.9	2.9	2.9	2.9	5.7

QUADRO 3b - Percentual de participação em cada classe de normalidade e anomalia para alguns meses (média do período) - Vicente de Carvalho (E3-045)

No QUADRO 3a observa-se, entre outras informações, o quanto o montante registrado em cada mês ultrapassou ou foi inferior à média aritmética. A partir dos cálculos realizados para cada série, foi observado que os montantes mais elevados a superam em 75%. Há registro de totais tão extremos que apresentam desvios superiores a 500% (Bertioga, agosto de 1977). Já os totais fortemente anormais mostram-se inferiores à média aritmética na faixa entre 60,0 e 100,0%.

Outra análise desenvolvida diz respeito à procura de eventual periodicidade (T) a nível mensal. Para isso foi utilizada análise harmônica, que permite determinar componentes periódicas.

Essa análise foi elaborada individualmente para cada uma das cinco séries, sendo analisada a significância dos picos dos periodogramas. Nas séries Perequê, Vicente de Carvalho, Bertioga e Ponta da Praia encontrou-se apenas um pico significativo, relativo a T=12 meses, confirmando a periodicidade anual da pluviometria (12 meses). A série Caetés foi a única a apresentar dois picos significantes, correspondentes a 12 e 240 meses, ou seja, 1 e 20 anos respectivamente.

3.2. Correlação entre chuvas e escorregamentos

Os níveis diário ou horário são os mais indicados em estudos que visam correlacionar eventos de movimento de

massa, já que esses fenômenos em geral são deflagrados quando há grande concentração de chuvas em um curto período de tempo. A correlação entre total pluviométrico diário e os escorregamentos enumerados nesse trabalho pode ser apreciada em NUNES et al., 1989 e SMA & SCTDE, 1989. Nessa etapa do trabalho serão analisados os graus de normalidade dos montantes pluviométricos verificados em meses que registraram uma ou mais ocorrências de deslizamento de encosta ou queda de barreira no município do Guarujá. Essa correlação se justifica na medida em que se pressupõe o saturamento do solo pela água como condição favorável a escorregamentos quando associado a situações de chuva intensa. Portanto, meses com totais pluviais acima do normal apresentariam condição potencial para a deflagração desses eventos.

O QUADRO 4 mostra que dos 61 eventos de escorregamento, 24,6% ocorreram em meses em que as chuvas estiveram dentro da normalidade (classe 4), em todos os postos, ou abaixo do normal em pelo menos um dos postos (classe 5 ou 6). Os 75,4% restantes ocorreram em meses em que pelo menos um dos postos apresentou anormalidade positiva (classes 3, 2 ou 1). Entre esses, apenas 15,6% ocorreram em situações nas quais todos os postos apresentaram excepcionalidade positiva.

N	DATA	E3-041	E3-043	E3-045	E3-070	E3-106
1	20/03/65	4	4	4	4	4
2*	29/12/65	4	4	4	4	4
3	11/01/66	4	3	2+	1+	4
4**	23/12/66	6	4	2	2+	3
5**	18/02/67	4	4	3	3	3
6	18/03/67	4	3	3	3	3
7	20/11/67	5	3	3	3	2+
8	23/02/70	3	2+	4	3	4
9*	03/11/72	4	4	5	5	4
10**	15/01/73	4	3	3	3*	3
11	16/01/73	4	3	3	3	3
12*	25/01/73	4	3	3	3	3
13	05/05/73	3	2+	2+	3	2
14	18/07/73	2+	2+	1+	1+	1+
15**	19/07/73	2+	2+	1+	1+	1+
16	26/10/73	3	4	4	4	3
17	28/01/76	3	4	4	4	2+
18	14/04/76	3	3	3	3	2
19*	14/09/76	3	3	2+	3	2+
20*	06/01/77	4	4	4	4	4
21	16/01/78	4	4	4	4	4
22	07/03/78	3	4	3	3	4
23	09/03/78	3	4	3	3	4
24	10/03/78	3	4	3	3	4
25	25/04/79	4	6	4	4	5
26	20/09/79	2	3	3	3	3
27*	26/09/79	2	3	3	3	3
28	17/12/79	4	4	4	4	3
29	09/02/81	4	4	4	4	3
30	04/03/82	4	4	4	4	4
31	04/12/82	4	4	3	4	3

* episódios associados à ação antrópica acentuada
 ** episódios deflagrados por chuva e ação antrópica acentuada
 + o mais chuvoso da série
 - o menos chuvoso da série

QUADRO 4 - Classes de normalidade em que se enquadram os eventos de deslizamento de encostas e quedas de barreira registrados no Guarujá (1965-1988)

N	DATA	E3-041	E3-043	E3-045	E3-070	E3-106
32*	06/02/82	4	4	3	4	3
33	31/08/83	4	6	4	4	4
34	02/02/83	4	4	4	3	4
35	03/02/83	4	4	4	3	4
36	04/02/83	4	4	4	3	4
37	05/05/83	2	3	3	1+	4
38	10/06/83	3	3	2	3	1+
39	11/06/83	3	3	2	3	1+
40	16/06/83	3	3	2	3	1+
41	18/06/83	3	3	2	3	1*
42	11/12/83	4	4	4	4	4
43	23/01/84	4	5	4	4	4
44	30/03/84	4	5	4	4	4
45*	22/01/85	4	3	4	4	4
46	08/04/85	4	4	4	4	4
47	03/06/85	4	4	4	3	4
48	04/06/85	4	4	4	3	4
49	04/11/85	3	5	4	4	4
50	20/01/86	5	4	5	4	1-
51*	07/03/86	2	4	4	4	4
52	11/11/86	4	4	4	4	5
53	17/01/87	4	4	3	3	4
54	15/03/87	4	5	4	4	4
55*	21/01/88	3	2+	3	3	4
56**	24/01/88	3	2+	3	3	4
57*	31/01/88	3	2+	3	3	4
58*	07/02/88	2+	4	3	3	1+
59	20/02/88	2+	4	3	3	1+
60	04/04/88	2+	4	3	3	4
61	05/04/88	2+	4	3	3	4

CONCLUSÕES

Das análises elaboradas, pode-se concluir que:

1. o município do Guarujá e arredores apresenta marcante variação espacial quanto aos totais pluviométricos registrados. Isso poderia estar relacionando às diferenças dos atributos físicos nos seus diversos setores, dinamizando a chuva mais em alguns locais que em outros, visto que a área, como um todo, está sujeita à situação de circulação atmosférica semelhante;
2. o período mais chuvoso na área - dezembro a março - contribui com parcela expressiva da chuva, apresentando boa parte dos dias chuvosos. Esses meses são também os mais homogêneos, ou seja, não se verifica grande diferença de ano para ano. De qualquer forma, não se define na área uma estação propriamente seca;
3. a maior parte dos totais registrados pode ser classificada como normal, baseando-se para isso nos índices registrados em 35 anos, de acordo com o setor e período temporal considerado. Entretanto, de ano para ano ocorrem variações consideráveis nos montantes pluviométricos. Os totais da classe 1, embora de incidência bem mais rara, são os mais importan-

tes na deflagração de eventos de escorregamentos e quedas de barreira, fator comum na área. Em geral, a maior parte dos montantes ao longo da série completa são superiores à média aritmética. Embora mais raros que os totais da classe 6, suas magnitudes são por vezes surpreendentemente elevadas;

4. em quatro das cinco séries analisadas encontrou-se, para o conjunto dos totais pluviométricos mensais periodicidade de 12 meses. A série Caetés apresentou dois picos significantes, correspondentes a 12 e 240 meses, sendo que essa segunda periodicidade é de difícil explicação. Conhecimento mais preciso quanto a eventuais causas requerem trabalhos mais aprofundados de análise de séries temporais. Embora não conclusivo, os resultados obtidos na presente pesquisa revelam inexistência de ciclicidades de qualquer natureza que não a periodicidade sazonal. Alerta-se, também, que o período considerado é curto para trabalhos dessa natureza.

5. cerca de 1/4 dos episódios de deslizamento verificados no município ao longo do período de 1965 a 1988 foram deflagrados em meses que registraram alturas de chuvas normais. Esse fato evidencia a degradação ambiental desse setor, caracterizado por frágil equilíbrio dinâmico e que atualmente, dada a ocupação desregrada de seu espaço, apresenta limiares de estabilidade cada vez mais baixos.

AGRADECIMENTOS

As autoras registram seus agradecimentos ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, pelo fornecimento de dados e aos funcionários do Instituto Geológico-

co, PqC Renato Tavares e Sra. Liana Maria Moretti, pelo auxílio na confecção final dos gráficos e quadros, e figura,

ABSTRACT

Annual and monthly series of rainfall are computed for Guarujá, São Paulo State for 35 years in order to enhance normal and anomalous patterns. Relationships between rainfall and

environmental hazards as landslides are investigated as well as occurrence of periodicities in the series.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.C. J. de, MODESTO, R.P. e NUNES, L.H. 1991. Caracterização pluviométrica do município de Ubatuba. SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 4º Porto Alegre, RS. Anais. P. Alegre, V.1 p. 148-157.
- CONRAD, V. & POLLAK, W. 1950. Methods in climatology. Cambridge Harvard Press, 459 p.
- 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 ritmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo, Instituto de Geografia - USP, Série Teses e Monografias (1), 67 p.
- 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, 129 p.
- NUNES, L.H. 1989. Caracterização pluvial dos totais pluviométricos de abril - município de Cubatão - SP. ENCONTRO NACIO-

- NAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 2º Florianópolis, SC. Anais Flor. V.1 (1). p-384-392.
- NUNES, L.H., MODESTO, R.P., ALMEIDA, M.C.J. e OGURA, A.T. 1989. Estudo de episódios pluviais associados a escorregamentos - Município do Guarujá - SP. ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 2º, Florianópolis, SC. Anais Flor. V1 (1). p. 402-408.
- NUNES, L.H., MODESTO, R.P. 1992. Comportamento pluviométrico nos municípios atendidos pelo Plano Preventivo de Defesa Civil - PPDC. Rev. IG, SP, 13(1), 47-57.
- NUNES, L.H. 1992. Estudo da normalidade da pluviometria no setor serrano de Cubatão e Baixada Santista. Revista do Depto. de Geografia, São Paulo, n. 6, p. 31-43.
- PEDROSO, N. G., NUNES, L. H., XAVIER, A. F. e MODESTO, R. P. 1994. Metodologia de tratamento e análise de dados pluviométricos mensais e anuais como subsídios para o Macrozoneamento do Litoral Norte do estado de São Paulo. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, V, Curitiba, Contribuições científicas, Resumos, Curitiba, p. 11-12.
- 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 USP, 168 p.
- SÃO PAULO. INSTITUTO GEOLÓGICO/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 1988 Instabilidade da Serra do Mar no Estado de São Paulo. SP, V.1-4 (Publ. Especial).
- SÃO PAULO. INSTITUTO GEOLÓGICO/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 1989. Carta Geotécnica do Município do Guarujá. SP. 166 p. (Publ. especial).
- SÃO PAULO. INSTITUTO GEOLÓGICO/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 1991. Carta Geotécnica do Município de Ubatuba. São Paulo. (publ. especial).
- TARIFA, J.R. 1975 Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no Estado de São Paulo (uma análise quantitativa do processo genético). São Paulo, Série Teses e Monografia, (19), IGEOG-USP, 93 p.