

VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NO VALE DO PARAÍBA PAULISTA

Lucí Hidalgo Nunes(1); Nuri Oyamburu de Calbete(2)
(1) Instituto de Geociências/UNICAMP; (2) CPTEC/INPE
e-mails: lhidalgo@terra.com.br ; nuri@cptec.inpe.br

ABSTRACT

The Vale do Paraíba has been showing an increase of environmental hazards caused by rainfall and an impressive modification in the land use. This study aimed to evaluate whether the seasonal rainfall totals are presenting an augmentation which could be correlated to the increase of these phenomena.

Data of 21 rain gauges for the period of 40 years were analyzed and correlated to some oceanic indices.

Autumn and winter presented higher variability, though the environmental disasters were more common during summer and spring. Significant correlation between the South Atlantic Index and the rainfall were found (lag of one season).

INTRODUÇÃO

Os centros urbanos, onde vive a maior parte da população brasileira, têm experimentado em anos recentes aumento de impactos ambientais decorrentes de excesso ou falta de chuva, que acarretam transtornos diversos à população (Instituto Geológico/Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1988; Nunes et al., 1989; Nunes e Modesto, 1992 e 1996 e Perrella, 1999, entre outros).

A maior incidência de eventos de deslizamento de encostas, quedas de barreira e inundações, via de regra deflagrados pela chuva, poderia advir de dois fatos, ocorrentes concomitantemente ou em separado: alteração no ritmo climático das áreas atingidas - que estariam apresentando aumento nos volumes pluviais ou alteração na distribuição temporal desses montantes - ou ainda desestruturação ambiental em locais relativamente frágeis, dada a ocupação de áreas sem a consideração de suas características físico-hidrológico-atmosféricas.

O Vale do Paraíba paulista, região de grande importância no contexto estadual e nacional, tem apresentado inúmeros problemas decorrentes do impacto das precipitações, alterando a dinâmica dos processos físicos, comprometendo as atividades econômicas e trazendo transtornos diversos às populações residentes. No princípio do corrente ano (2000), essa região foi atingida por um evento bastante concentrado de chuva. A partir de abril, o vale passou a sofrer os efeitos de uma grande seca, que atinge também outros setores do sudeste brasileiro. Esses exemplos recentes evidenciam a necessidade de estudos mais profundos quanto à variabilidade pluviométrica da área e eventuais tendências recentes, que poderiam justificar, ao menos em parte, o aumento dos problemas ambientais a que a área tem sido submetida nos últimos anos. Assim, o presente estudo investigou a variabilidade sazonal da chuva em dois períodos homogêneos consecutivos e a influência de fenômenos de grande escala na precipitação do local, com vistas a avaliar se estaria de fato acontecendo alguma alteração pluviométrica importante no setor que relacione o aumento recente de problemas ambientais desencadeados pela chuva no Vale do Paraíba – São Paulo. Os resultados aqui apresentados são o primeiro passo para estudos de correlação entre pluviosidade e problemas ambientais nessa região.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O Vale do Paraíba, em sua porção paulista, encontra-se a leste do estado, sendo eixo de ligação entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro e entre as duas maiores metrópoles nacionais. Entre as Serras da Mantiqueira e do Mar, possui um importante e diversificado pólo industrial.

Seu nome advém do Rio Paraíba do Sul, que atravessa e dá personalidade a toda a região. O rio apresenta declividades e sinuosidade diferenciadas em seu trajeto interestadual, sendo que a partir de Jacaré o rio abandona os terrenos cristalinos e meandra em extensa planície sobre os sedimentos da Bacia de Taubaté, desenvolvendo depósitos de várzea. (Instituto Geológico, 1997).

Do ponto de vista geomorfológico, integra o Planalto Atlântico, sendo uma depressão de origem tectônica com declividade variável.

Em 1975, Conti elaborou um estudo para toda a região lesnordeste paulista, confirmando o amplo domínio dos sistemas extratropicais em qualquer estação do ano nessa região e a grande importância da atividade frontal na gênese regional das chuvas. A disposição do relevo exerce papel importante na direção dos fluxos atmosféricos, sendo a trajetória da corrente polar coincidente com o posicionamento orográfico da Mantiqueira e Serra do Mar (SW-NE), com freqüente instabilidade local.

A área apresenta clima tropical, com temperaturas médias mensais de 16^o (julho) e máximas de 23^o (fevereiro). A precipitação média é de 1400 mm, com concentração expressiva (em torno de 70%) no semestre primavera-verão (setembro-fevereiro).

As barragens de Santa Branca, Jaguari, Paraibuna e Paraitinga imprimiram um regime quase contínuo às vazões, substituindo o regime tipicamente tropical, com máximos de novembro a março, por vazões máximas em junho e julho. Além de alterar as vazões do Rio Paraíba e tributários, a operação desses reservatórios passou a reter a montante das barragens parte da carga detrítica mais grossa, anteriormente transportada como carga de fundo ao longo do canal fluvial (Instituto Geológico, 1997), o que certamente altera os processos físicos da região.

Apoiado em estudos de Fairbridge e Damuth, que estudaram flutuações climáticas no Quaternário da América do Sul através da análise de anticiclones polares e tropicais e posição das correntes frias, Conti (1975) avança que a área teria passado por períodos de clima mais seco e com contrastes mais acentuados. Citando Ab'Saber, esse autor lembra que nas vizinhanças de São José dos Campos, ocorrem manchas de cerrado em pleno core do domínio dos mares de morro intensamente florestados, contrastando com a paisagem climato-botânica circundante. Isso poderia estar ligado a oscilações climáticas pretéritas, que teriam deixado vestígios sob forma de áreas-relíquias.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram levantados todos os postos operados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo – DAEE, disponibilizados em CD desde 1997, totalizando mais de 80. Entretanto, o grande número de falhas e o pequeno período de medição de muitos postos, reduziram em 25% aqueles efetivamente utilizados para o presente estudo.

Tendo em vista o propósito da análise, dois critérios nortearam a escolha dos postos: existência de poucos dados faltosos e longo período de medição. Os postos escolhidos tiveram menos de 10% de falhas, preferencialmente não consecutivas em níveis anual e mensal. Foram escolhidas somente séries com 40 anos de medição (1958-1997), de modo a comparar dois períodos homogêneos em seqüência: 1958-1977 (P1) e 1978-1997 (P2). Devido à grande variabilidade temporal de chuva nessa área, sua autocorrelação é baixa, portanto, as ausências foram substituídas por dados de postos vizinhos localizados em sítio similar. É preciso salientar que os anos recentes têm apresentado maior ausência de dados, comprometendo a qualidade e até a continuidade dos estudos.

O Quadro 1 apresenta os postos utilizados na pesquisa, classificados de norte para sul:

Quadro 1 – Postos pluviométricos

	Município	Posto	Prefixo	Altitude(m)	Lat. (S)	Lon. (W)
1	Cruzeiro	Cruzeiro	D1-006	540	22.35	44.59
2	Cachoeira Paulista	Cachoeira Paulista	D2-013	520	22.39	45.00
3	Canas	Canas	D2-037	550	22.44	45.03
4	Guaratinguetá	Colônia Piagui	D2-015	540	22.44	45.11
5	Lorena	Lorena	D2-035	540	22.44	45.04
6	Pindamonhangaba	Fazenda Vera Cruz	D2-075	750	22.46	45.27
7	Aparecida	Aparecida	D2-007	520	22.48	45.14
8	Guaratinguetá	Fazenda Palmeira	D2-031	530	22.50	45.10
9	Pindamonhangaba	Eugênio Lefèbvre	D2-004	1220	22.50	45.38
10	Guaratinguetá	Brumado	D2-009	640	22.53	45.09
11	Roseira	Fazenda São João-R	D2-060	560	22.55	45.18
12	São José Campos	São Francisco Xavier	D2-021	730	22.55	45.57
13	Pindamonhangaba	Sta. Rita do Massarim	D2-041	540	22.56	45.28
14	São José Campos	Água Soca	E2-036	570	23.03	45.53
15	Caçapava	Cerâmica Quirino	E2-048	580	23.05	45.39
16	Caçapava	Sapé	E2-034	620	23.07	45.42
17	Taubaté	Bairro Registro	E2-098	620	23.07	45.29
18	Taubaté	Fazenda Santa Leonor	E2-091	760	23.08	45.22
19	Taubaté	Fazenda São João-T	E2-092	660	23.12	45.28
20	Jacareí	Jacareí	E2-031	570	23.17	45.57
21	Santa Branca	Santa Branca	E2-029	670	23.23	45.53

As avaliações foram empreendidas em nível sazonal. O verão corresponde ao trimestre dezembro-fevereiro (primeiro ano: dezembro de 1957 a fevereiro de 1958), o outono a março-maio (março de 1958 a maio de 1958) e assim por diante.

As análises iniciais tiveram por propósito estabelecer um quadro comparativo entre os dois períodos quanto às eventuais diferenças entre as alturas pluviométricas sazonais. Inicialmente foram elaboradas análises simples de média e coeficiente de variação. Na seqüência, foram criados gráficos de acumulada de chuva para o período completo, com o objetivo de investigar se teria ocorrido em algum momento, alteração substancial, detectável por aparecimento de inflexão na curva (Cornish, 1977; Sumner, 1988; Nunes, 1997 e Nunes, inédito). Após, os dois períodos foram comparados em termos da frequência e magnitude dos desvios dos dados em relação à média climatológica, destacando as ocorrências excepcionais positivas e negativas.

Os dois parâmetros da distribuição gama – forma e escala – foram usados na avaliação da variabilidade do elemento climático, sendo checados estatisticamente pelo teste K-S (Kolmogorov-Smirnov - Statistic Package Software, Statisoft Inc., versão 5). Entre os autores que utilizaram essa distribuição para analisar séries temporais de dados climáticos estão Juras, 1994; Wilks, 1995; Ropelewski e Halpert, 1996; Ben-Gai et al., 1998 e Nunes, inédito.

Por fim, os anos que apresentaram montantes excepcionais de chuva foram correlacionados com as médias sazonais de índices oceânicos relacionados a eventos de grande escala que poderiam influenciar a pluviosidade no Estado de São Paulo.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta, para as quatro estações, as diferenças entre P1 e P2 quanto aos montantes pluviais e o coeficiente de variação (CV). Esses dados foram obtidos a partir da média aritmética de todos os postos, para cada período individual (quadro 1):

Tabela 1 – Totais de chuva anual e sazonal entre P1 e P2

	Chuva (mm)			CV (%)	
	P1	P2	P2/P1	P1	P2
Verão	674	660	-2	18	16
Outono	300	375	25	28	23
Inverno	101	110	9	62	47
Primavera	354	366	3	23	25

As estações menos chuvosas - outono e inverno - foram as que apresentaram maior diferença de volumes de chuva entre os dois períodos. P2 foi mais o chuvoso em todas as estações, com exceção do verão. Entretanto, esse trimestre e a primavera apresentaram totais muito próximos nos dois períodos. Foi também no outono e no inverno que se verificou maior diferença entre os totais de chuva ano a ano, conforme atestam os valores de coeficiente de variação. A maior variabilidade intraanual ocorreu no primeiro período.

A Tabela 2 compara a contribuição de cada estação sazonal em relação ao total anual.

Tabela 2- Distribuição sazonal da chuva para cada período (%)

	P1	P2
Verão	47	46
Outono	21	23
Inverno	7	7
Primavera	25	24

A distribuição sazonal entre os dois períodos foi similar, a despeito das diferenças de alturas pluviométricas ressaltadas na tabela 1. O outono apresentou maior participação em P2, em prejuízo do verão e da primavera.

Essas informações iniciais ressaltam que, com exceção do expressivo aumento da chuva no outono no período mais recente, em termos gerais, não ocorreram alterações significativas na pluviometria entre os dois períodos investigados. Os totais anuais em P2 foram 7% superiores a P1.

A análise dos totais acumulados de chuva complementou essas informações. Os gráficos de acumuladas para as quatro estações são apresentados nas figuras 1 a 4:

Figura 1 – Totais acumulados de chuva do período completo (1958-1997) - Verão

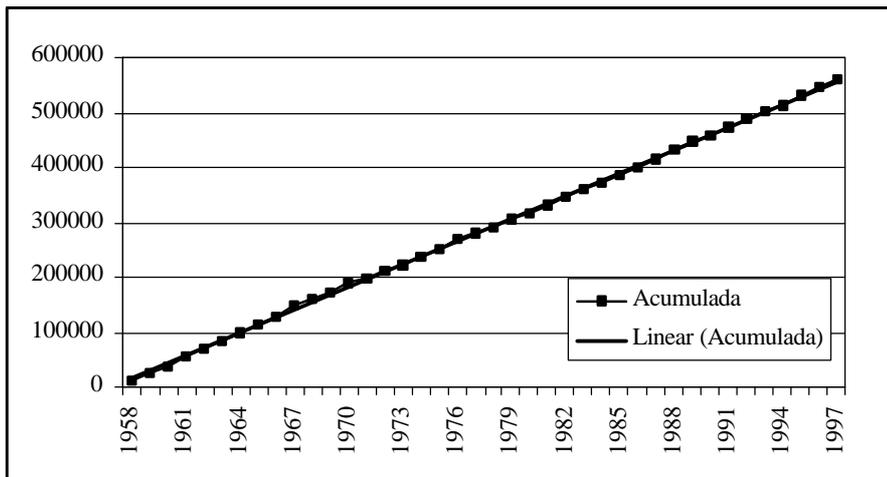


Figura 2 – Totais acumulados de chuva do período completo (1958-1997) – Outono

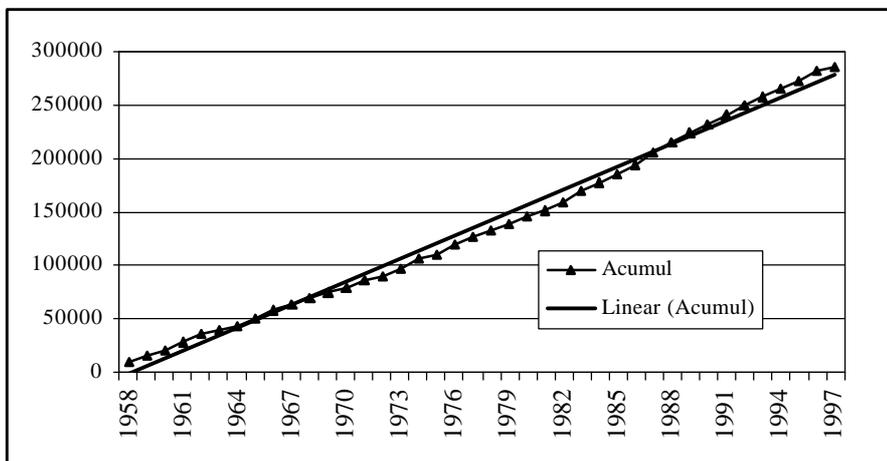


Figura 3 – Totais acumulados de chuva do período completo (1958-1997) – Inverno

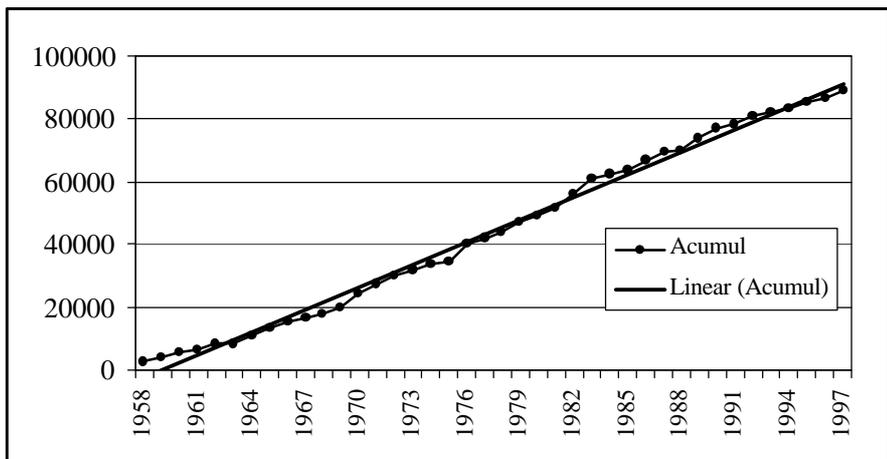
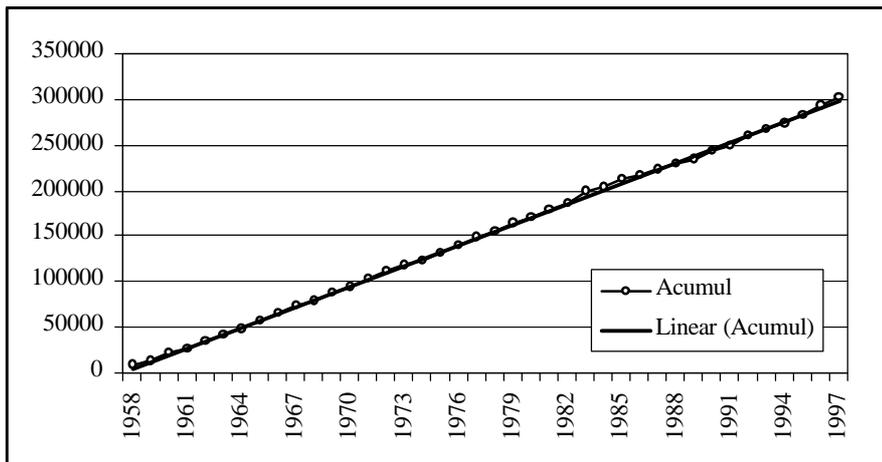


Figura 4 – Totais acumulados de chuva do período completo (1958-1997) – Primavera



Essa análise também evidenciou que o outono e o inverno foram as estações que apresentaram maior variabilidade. Entretanto, não ocorreu nenhuma inflexão que configurasse mudança permanente no regime pluviométrico. A ausência de qualquer tendência diferenciada nos gráficos do verão e a primavera atesta que essas estações sazonais têm sido mais homogêneas.

Os gráficos de desvios para o outono e inverno, estações que apresentaram maior variabilidade ao longo do período, são apresentados nas figuras 5 e 6, respectivamente:

Figura 5 – Desvios pluviométricos para o período completo – Outono

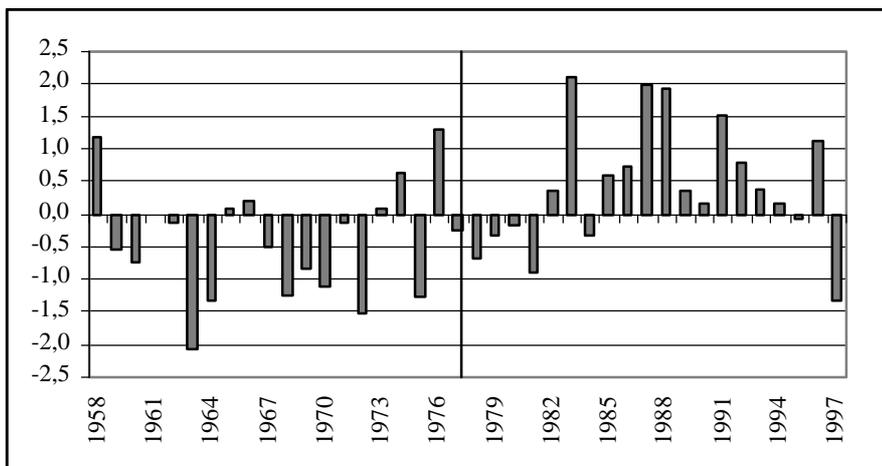
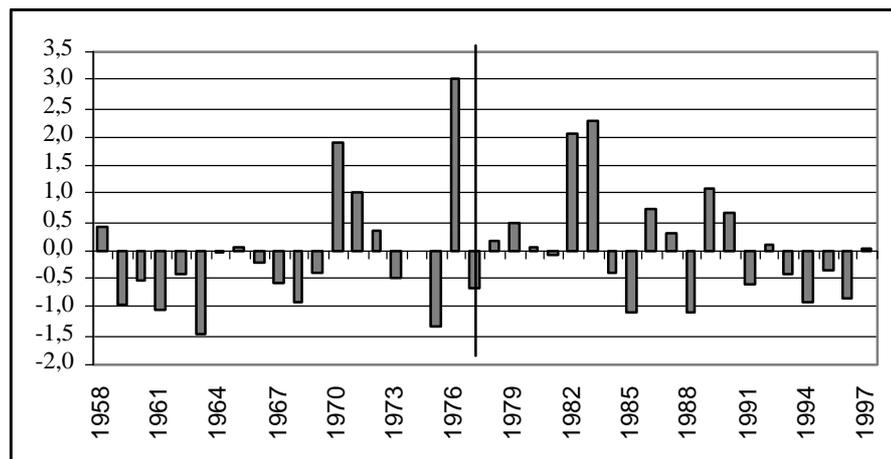


Figura 6 – Desvios pluviométricos para o período completo – Inverno



A figura 5 demonstra que, em relação à média do período completo, houve um contraste entre P1 e P2, o mais recente com preponderância de anos excepcionais positivos e o mais antigo, com maior número de anos com anomalia negativa. Essa tendência ocorreu de forma bem mais fraca no inverno (figura 6). A magnitude dos desvios do inverno foi mais pronunciada, principalmente para as anomalias positivas, conforme assinalado por autores que estudaram chuvas excepcionais para o Estado de São Paulo (Sant’anna Neto, 1995; Nunes, 1997).

Para a avaliar eventuais alterações espaciais no comportamento sazonal da pluviosidade, os dois parâmetros da distribuição gama – forma e escala – foram utilizados. Os valores desses parâmetros, para os postos classificados em ordem de latitude, foram calculados para P1 e P2, comparando-se, em seguida, os valores de P2 em relação a P1, de maneira a observar alguma tendência espacial e temporal. A Tabela 3 apresenta os resultados:

Tabela 3 – Valores comparativos entre P1 e P2 dos parâmetros de escala e forma (distribuição gama)

	Postos	Verão		Outono		Inverno		Primavera	
		Escala P2/P1	Forma P2/P1						
1	Cruzeiro	-21	17	53	-20	-43	33	24	-18
2	Cachoeira Paulista	-54	85	-43	100	-34	100	-41	45
3	Canas	67	-41	-13	11	19	50	142	-56
5	Colônia Piagui	286	-62	54	-20	-45	100	244	-56
4	Lorena	-5	-6	113	-14	-22	100	15	-8
6	Fazenda Vera Cruz	314	-83	235	-69	18	0	262	-75
7	Aparecida	7	-32	27	14	-33	50	-28	36
8	Fazenda Palmeira	7	-5	-9	50	-32	33	83	-31
9	Eugênio Lefèbvre	-63	112	-47	100	-36	100	6	-19
10	Brumado	48	-33	62	-17	-38	67	24	-17
11	Fazenda São João-R	-9	14	3	43	-26	50	-16	57
12	São Francisco Xavier	-55	117	-15	36	-19	100	21	-6
13	Sta. Rita do Massarim	30	-29	3	13	3	0	0	0
14	Água Soca	-27	36	-11	29	-7	0	48	-38
15	Cerâmica Quirino	41	-27	64	-18	-19	33	-13	21
17	Sapé	-3	0	-31	60	-14	33	-29	44
16	Bairro Registro	2	-8	7	10	92	-50	29	-33
18	Fazenda Santa Leonor	85	-47	-33	38	-11	0	5	-7
19	Fazenda São João-T	11	-26	-58	14	-37	100	-44	63
20	Jacareí	4	15	-18	57	-3	50	-48	108
21	Santa Branca	43	-25	-39	80	-21	33	19	-6

A análise comparativa entre os valores dos parâmetros nos dois períodos não revela nenhuma tendência em nível espacial ou temporal para o Vale do Paraíba. É interessante ressaltar, entretanto, que em estudo recente elaborado para todo o estado de São Paulo, com período semelhante ao usado nesta pesquisa, Nunes (inédito) encontrou tendências consistentes que demonstram claramente contraste norte-sul para os parâmetros da distribuição gama e alteração substancial para o outono e inverno em anos recentes. Aplicando também essa distribuição para o ajuste de dados pluviométricos, Ben-Gai et al. notaram alterações recentes no comportamento desse elemento climático para todo o território de Israel, tanto em nível espacial quanto temporal. A presente análise demonstra que o Vale do Paraíba é bastante homogêneo.

De maneira a investigar as eventuais causas das anomalias pluviométricas observadas em alguns anos, os totais sazonais de chuva foram correlacionados com índices de oscilação do Atlântico Norte, Atlântico Sul e Oscilação Sul – respectivamente NAO (North Atlantic Oscillation, 5^o-20^oN; 60^o-30^oW), SAO, (South Atlantic Oscillation, 0^o-20^oS; 30^oW-10^oE) e SOI (Southern Oscillation Index) – tabela 4. Esses índices estão disponibilizados na web (<http://www.nnic.noaa.gov/data/>). As correlações são estatisticamente significantes em 90% e 95%(*).

Tabela 4 – Correlações entre índices oceânicos e pluviosidade na área

	SAO				NAO				SOI			
	Ver	Out	Inv	Pri	Ver	Out	Inv	Pri	Ver	Out	Inv	Pri
Ch-Verão												
Ch-Outono	+0,28											
Ch-Inverno		-0,40*	-0,31									
Ch-Primavera			-0,31*		+0,29				+0,29			

O índice do Atlântico Sul foi o que apresentou melhor correlação, com um aspecto interessante: a antecedência de uma estação, que poderia ser um fator preditivo. Entretanto, em face à desconsideração de outros fatores de inúmeras ordens que poderiam influenciar mais fortemente a pluviosidade no local, esse resultado, deve ser encarado com reservas, sendo necessário maiores investigações de maneira a comprovar se as correlações encontradas vão além de mera coincidência. Quanto a isso, destaca-se que Camargo Jr., (inédito) não encontrou fortes evidências de correlação entre a temperatura da superfície do mar e a circulação da baixa atmosfera que pudesse afetar a precipitação no Estado de São Paulo.

Alguns dos outonos (1983, 1987, 1991, 1976) e invernos (1976, 1983) mais chuvosos foram anos de registro de El Niño, fenômeno que amplia os volumes de chuva no Estado de São Paulo (Sugahara, 1991; Kayano e Moura, 1986; Xavier et al., 1995 e Nunes, 1997).

Perrella (1999) demonstrou que durante a década de 90, o município de São José dos Campos registrou muitos problemas de inundação e escorregamentos. Esses eventos concentraram-se principalmente na segunda metade da década e no verão que, segundo o presente estudo, foi a estação que apresentou maior homogeneidade ao longo do período avaliado.

Confrontando os resultados desta investigação com os encontrados por Perrella, ainda que desenvolvido apenas para um município do Vale do Paraíba paulista, pode-se deduzir que a maior incidência desses eventos estaria muito mais ligada a modificações no uso do solo - que teria interferido nos processos de infiltração e drenagem, causando aumento na frequência e na magnitude desses eventos catastróficos - do que em mudanças no ritmo pluviométrico da chuva, que não apresentou ao longo dos 40 anos analisados nenhuma alteração importante.

Assim, como os montantes de chuva mais altos ocorrem no verão, essa estação tem registrado maior número de ocorrências catastróficas, embora não esteja chovendo mais em anos recentes.

CONCLUSÕES

Tendo em vista o aumento de ocorrências de deslizamento e inundação no Vale do Paraíba, amplamente divulgados pela imprensa e cujos reflexos são sentidos pela população local, objetivou-se analisar se estaria acontecendo alguma alteração na pluviosidade que pudesse justificar o maior número desses episódios catastróficos recentemente.

O nível sazonal foi escolhido como primeiro passo para investigar eventuais alterações pluviométricas no local. As análises não demonstraram haver mudança importante nas alturas pluviométricas do verão e primavera, períodos que concentram expressivo percentual dos totais anuais. O maior número de problemas ambientais em anos recentes, portanto, estaria relacionado à ocupação da área, com usos impróprios em locais instáveis do ponto de vista geotécnico. O outono e o inverno apresentaram montantes de chuva mais altos no período mais recente

avaliado neste estudo (1978-1997). Vale lembrar que essas estações têm seus totais de chuva ampliados por eventos de El Niño, e no período abrangido por P2 ocorreram vários episódios fortes desse fenômeno que contribuíram para aumentar a média do período.

Foi possível estabelecer correlação significativa entre os totais pluviométricos e índices que refletem o comportamento oceânico em setores do Atlântico e o índice de oscilação sul, que se relaciona ao evento ENOS. É interessante salientar que em todos os casos encontrados, a correlação se deu com uma estação sazonal de antecedência, possibilitando utilizar esses índices para previsão de chuvas, ainda que mais análises sejam necessárias para corroborar esses resultados iniciais.

Para um aprofundamento da questão, seria interessante analisar os totais diários de chuva, que se coloca como o nível escalar mais adequado para a análise de problemas ambientais. Essa primeira etapa, de estudo sazonal da pluviometria, foi importante para comprovar que nesse nível temporal, não estaria ocorrendo nenhuma alteração importante no ritmo pluvial da área (apenas os totais mais elevados no semestre outono-inverno que, conforme alertado, tiveram uma contribuição de ocorrências de El Niño particularmente fortes). Não se deve esquecer, porém, que a distribuição diária dos mesmos montantes pluviométricos pode estar se alterando em anos recentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEN-GAI, T., BITTAN, A. MANES, A., ALPERT, P.; RUBIN, S. 1998. Spatial and temporal changes in rainfall frequency distribution patterns in Israel. *Theor. Appl. Climatol.* 61, p.177-190.
- CAMARGO Jr., H. Influence of SST anomalies and lower atmospheric circulation in Sao Paulo – Southeastern Brazil.(apresentado em First workshop on regional climate prediction and applications–Tropical Atlantic Basin)
- CONTI, J.B. 1975. Circulação orográfica e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista. São Paulo, Tese (doutorado), Série Teses e Monografias, IGEOG-USP 18, 82 p.
- CORNISH, P.P. 1977. Changes in seasonal and annual rainfall in New South Wales. *Search*, v. 8 (1/2), p. 39-41.
- INSTITUTO GEOLÓGICO/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS 1988 Instabilidade da Serra do Mar no Estado de São Paulo. SP, v.1-4 (Publ. especial).
- INSTITUTO GEOLÓGICO 1997. Projeto Paraíba do Sul – potencialidade de areia – V.1, 107 p. + anexos (Relatório Técnico inédito)
- JURAS, J. 1994. Some common features of probability distributions for precipitation. *Theor. Appl. Climatol.* 49, p. 69-76.
- KAYANO, M.; MOURA, A.D. 1986. O El Niño de 1982-83 e a precipitação sobre a América do Sul. *Rev. Brasil. de Geof.* 4, p.201-214.
- NUNES, L.H.; MODESTO, R.P.; ALMEIDA, M.C. de; OGURA, A.T. 1989. Estudo de episódios pluviais associados a escorregamentos - Município do Guarujá – SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 2, Florianópolis: UFSC, v.1 n.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*, v.13, n.1, p.47-57.
- NUNES, L.H.; MODESTO, R.P. 1996. Pluviometria e problemas ambientais no município do Guarujá, S.P. *Rev. do Departamento de Geografia* 10, p.59-71.
- NUNES, L.H. 1997. Distribuição espaço-temporal da pluviosidade no Estado de São Paulo: variabilidades, tendências, processos intervenientes. S. Paulo. Tese (doutorado), EPUSP, 192 p.
- NUNES L.H. Seasonal changes in the rainfall pattern in São Paulo State, Brazil (submetido ao *Journal of Agronomy*, inédito).
- PERRELLA, A.C.F. 1999. Mapeamento das áreas de inundação em São José dos Campos e análise do regime pluviométrico regional. São José dos Campos. Dissertação (mestrado), UNIVAP, 78 p.
- ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M.S. 1996. Quantifying Southern-Oscillation precipitation relationships. *J. Climate* 9, p.1043-1059.
- SANT'ANNA NETO, J.L. 1995. As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. S. Paulo, Tese (doutorado), FFLCH-USP, 252 p.
- SUGAHARA, S. 1991. Flutuações interanuais, sazonais e intrasazonais da precipitação no Estado de São Paulo. S. Paulo, Tese (doutorado), IAG-USP, 146 p.
- SUMNER, G. 1988. Precipitation analysis in time. p.365-366 *In: Precipitation process and analysis.* Bath, John Wiley.
- WILKS, D.S. 1995. Theoretical Probability Distributions. P.86-93. *In: Statistical methods in the atmospheric sciences.* Academic Press, San Diego.
- XAVIER, T. de M.B.S.; DIAS, M.A.F.S., XAVIER, A.F.S. 1995. Impact of ENSO episodes on the autumn rainfall patterns near São Paulo, Brazil. *Intern. J. of Climatol.*, v.15, n5, p.571-584.