

OSCILAÇÕES SUL E O REGIME PLUVIAL NUMA LOCALIDADE DO SUDESTE BRASILEIRO

Maria Helena de Almeida MELLO¹, Rogério Remo ALFONSI¹ e Marcelo Bento Paes de CAMARGO¹

RESUMO

Este estudo trata da comparação entre anomalias de totais pluviais mensais, quantidades de dias com chuva/mês, em Campinas, SP, localizada no SE do Brasil e eventos extremos das Oscilações Sul (OS). As análises do comportamento desses elementos climáticos associados com os eventos extremos das OS (fases quente, fenômeno ENOS e fria, fenômeno LA NIÑA) foram feitas através de gráficos lineares e quadros representativos das seqüências se desvios padronizados (variáveis z) dos índices de OS, IOS de TROUP (1965), dos totais pluviais mensais e da quantidade de dias com chuva/mês > 1mm. Utilizando-se freqüências empíricas definiram-se as proporções entre padrões de configuração dos elementos climáticos considerados e eventos extremos das OS. Os resultados evidenciam a indefinição dos comportamentos pluviais associados com esses eventos.

PALAVRAS CHAVES: CHUVA, EL NIÑO e LA NIÑA.

INTRODUÇÃO

Pretende-se com este estudo verificar a existência de padrões de configuração e freqüência de padrões característicos quanto à variação dos totais pluviais e da quantidade de dias com chuva/mês, em Campinas (SP), localizada à latitude de 22° 54' S e longitude de 47° 05' W, durante episódios associados com as alterações na circulação atmosférica de grande escala provocadas pelas chamadas Oscilações Sul (OS), principalmente em anos em que a persistência e extremas amplitudes dessas oscilações se associam com os fenômenos EL NIÑO (ENOS) e LA NIÑA.

Sabe-se que, em algumas regiões intertropicais e mesmo extratropicais, do globo terrestre, os eventos extremos das Oscilações Sul (tanto as anomalias negativas quanto positivas) afetam de forma significativa o comportamento pluvial, sendo esse fenômeno climático muito estudado por diversos autores, utilizando-se de diferentes métodos. Não particularizando as várias regiões do globo nas quais tais oscilações afetam significativamente o comportamento climático, no Brasil têm sido constatado por vários autores, dentre os quais RAO e HADA (1990), que esses fenômenos de grande escala afetam de forma diferenciada o comportamento pluvial de algumas poucas regiões brasileiras, em particular, aquelas situadas próximo à faixa equatorial e no Sul do país. Acima da

¹ Pesquisadores Científicos. Centro de Ecofisiologia e Biofísica. IAC. Caixa Postal 28 – CEP 13001-970 –Campinas-SP-E-mail mhelna@cec.iac.br; remo@cec.iac.br e mcmargo@cec.iac.br

latitude de 25° , citam-se, dentre outros, os estudos realizados por NERY et al.(1997), para o estado do Paraná, por FONTANA e BERLATO (1997); BERLATO e FONTANA, (1998), para o Rio Grande do Sul). Em nível local, para o Estado de São Paulo (SE do Brasil), existem pouquíssimos estudos sobre as anomalias climáticas como possíveis efeitos de extremos das OSCILAÇÕES SUL. Apesar da importância do tema como subsídio a tomadas decisões governamentais (particularmente em nível municipal) quanto à medidas preventivas, nos casos de possíveis impactos climáticos, cita-se apenas o trabalho de GALVANI (1995), que estudou os efeitos do fenômeno ENOS na variação pluvial, para a localidade de Piracicaba (SP). Portanto, a elaboração do presente estudo tem sua importância, no sentido de se contribuir para o conhecimento sobre possíveis efeitos do intrigante fenômeno das OSCILAÇÕES SUL no comportamento pluvial em uma localidade economicamente importante do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os indicadores da amplitude das Oscilações Sul (OS) foram os índices (IOS) de Troup(1965), definido para o período de janeiro de 1890 à junho de 1998, obtidos através do Commonwealth of Australia , Bureau of Meteorology, via Internet. Esse índice indica a variação da anomalia padronizada da diferença de pressão ao nível do mar, entre o Tahiti (lat. 17° 33' S, long. 149° 31' W) e Darwin (lat. 12° 20' S, long. 130° 52'E), na Austrália. Para fins do presente estudo a séries de IOS/mês foram transformadas em variáveis z.

Os dados sobre o comportamento pluvial (totais pluviométricos e frequência de dias com chuva > 1mm) mensal são resultantes de observações do posto meteorológico do IAC, em Campinas, para um período de 108 anos (1890 –1998) e foram testados quanto à consistência e homogeneidade(MELLO et al., 1994). Também, neste caso, as séries históricas de dados mensais foram transformadas em variáveis z.

Através de gráficos lineares e de valores tabelados, avaliaram-se os comportamentos simultâneos das variações do IOS e dos elementos climáticos considerados, para verificar a existência possíveis padrões típicos de comportamento dos mesmos sob eventos extremos das OS, e posteriormente foram definidas as frequências empíricas de padrões pluviais (totais mensais e quantidade de dias com chuva/mês) característicos, associados com as fases quentes (-IOS) e frias (+IOS) das OS.

Baseando-se nos trabalhos de RASSMUSSON & CARPENTER (1983), FONTANA & BERLATO (1997), GALVANI & PEREIRA (1997) e em informações divulgadas via Internet, por diferentes entidades e serviços meteorológicos, para anos mais recentes, definiram-se os anos em

que Oscilações Sul muito acentuadas redundaram nos eventos EL NIÑO (fase quente ou extremos negativos de IOS) e LA NIÑA (fase fria ou extremos negativos de IOS).

Um dado evento das OS passou a ser considerado extremo se os valores $z(\text{IOS}) \geq +0,5$ (eventos de IOS considerados como anomalias positivas) e $z(\text{IOS}) \geq -0,5$ (eventos considerados anomalias negativas), critério adotado por alguns autores, em particular, FONTANA & BERLATO (1997). Associando-se este procedimento às informações contidas na literatura sob as OS, foram considerados N = 27 eventos de OS com anomalias negativas (os eventos de 1939 e 1941 constam como um único evento uma vez que os IOS permaneceram negativos desde segundo semestre de 1939, durante o ano de 1940 e 1941) e N = 14 eventos de OS com anomalias positivas (quadros 1 e 2).

Quadro 1. Eventos com fenômeno ENOS:
IOS $\geq -0,5$ e ocorrência de EL NIÑO.

Evento no.	duração meses	período mês/ano	IOS médio	EL NIÑO
1	8	07 / 1891- 02 / 1892	-0,5	1891
2	15	03 / 1986 - 05 / 1897	-1,7	1896
3	13	05 / 1899 - 05 / 1900	-0,5	1899
4	7	08 / 1902 - 02 / 1903	-0,9	1902
5	16	01 / 1905 - 04 / 1906	-1,5	1905
6	14	05 / 1910 - 06 / 1912	-1,0	1911
7	22	08 / 1913 - 05 / 1915	-0,9	1914
8	18	07 / 1918 - 12 / 1919	-0,8	1918
9	10	07 / 1923 - 04 / 1924	-0,9	1923
10	14	07 / 1925 - 08 / 1926	-0,8	1925
11	6	09 / 1930 - 02 / 1932	-0,8	1930
12	8	07 / 1932 - 02 / 1933	-0,6	1932
13	41	09 / 1939 - 01 / 1942	-1,3	1939 / 41
14	8	09 / 1951 - 04 / 1952	-0,6	1951
15	12	02 / 1953 - 01 / 1954	-0,8	1953
16	7	08 / 1957 - 02 / 1958	-0,9	1957
17	12	06 / 1965 - 05 / 1966	-1,1	1965
18	14	01 / 1969 - 02 / 1970	-0,7	1969
19	10	05 / 1972 - 02 / 1973	-1,1	1972
20	22	07 / 1976 - 04 / 1978	-1,0	1976
21	12	05 / 1982 - 04 / 1983	-2,2	1982 / 83
22	16	11 / 1986 - 02 / 1988	-1,1	1986
23	5	11 / 1989 - 03 / 1990	-0,7	1990
24	18	11 / 1990 - 04 / 1992	-1,1	1991
25	13	10 / 1992 - 10 / 1993	-1,1	1992
26	15	03 / 1994 - 05 / 1995	-1,1	1994
27	14	03 / 1997 - 04 / 1998	-1,7	1997

Quanto aos elementos climáticos, foram consideradas anomalias de comportamento episódios nos quais os totais pluviiais mensais e as freqüência de dias com chuva/ mês permaneceram por cinco ou mais meses consecutivos com $z \geq +$ ou $- 0.5$ (respectivamente anomalia positiva e anomalia negativa). Para cada evento analisado, levou-se em consideração o

comportamento, tanto do IOS, quanto dos elementos climáticos, para os seis meses que o antecederam (- 6 meses) e os seis meses que o sucederam (+ 6 meses).

· Quadro 2. Eventos com ocorrência de $IOS \geq +0,5$ e ocorrência de LA NIÑA).

Evento no.	duração meses	período mês/ano	IOS médio	LA NIÑA
1	8	03 / 1892 - 10 / 1892	0,9	1892
2	5	12 / 1897 - 04 / 1898	1,0	1898
3	19	06 / 1909 - 12 / 1910	1,1	1909 / 10
4	25	05 / 1916 - 05 / 1918	1,6	1916 / 17
5	12	05 / 1924 - 04 / 1925	1,0	1924
6	9	08 / 1928 - 04 / 1929	1,0	1928
7	12	05 / 1938 - 04 / 1939	1,2	1938
8	15	12 / 1949 - 02 / 1951	1,4	1950
9	21	05 / 1955 - 01 / 1957	1,2	1955 / 56
10	8	03 / 1964 - 10 / 1964	1,0	1964
11	16	08 / 1970 - 11 / 1971	1,2	1970 / 71
12	17	06 / 1973 - 10 / 1974	1,3	1973 / 74
13	14	02 / 1975 - 03 / 1976	1,4	1975
14	13	07 / 1988 - 07 / 1989	1,3	1988 / 89

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apenas 3 (11 %) episódios com totais pluviiais anormalmente elevados e persistentes ocorreram coincidindo com 3 dos 27 eventos com $IOS \geq -0,5$ e somente 2 (7%) episódios consistiram em anomalias negativas e persistentes (quadro 3). Ao se considerar apenas os sinais +, independente da magnitude dos valores de z e da persistência, pode-se dizer que sob eventos com $IOS \geq -0,5$ é mais freqüente a ocorrência de totais pluviiais acima da média (cerca de 1,6 vezes maior) do que a ocorrência de totais abaixo da média (quadro 3).

Dentre os 14 eventos com $IOS \geq +0,5$, apenas 1 coincidiu com anomalia positiva de totais pluviiais mensais persistindo durante pelo menos 5 meses e 3 coincidiram com anomalias negativas, ou seja, ocorrências de totais pluviiais mensais anormalmente baixos e persistentes (quadro 3). Desconsiderando-se o fato de se constituírem anomalias ou não, portanto, considerando apenas os sinais de z(ch), existe uma tendência não muito acentuada (1,2 vezes mais) de ocorrerem totais pluviiais abaixo das respectivas médias mensais (quadro 3).

Em termos de quantidade de dias com chuva/mês, sob os 27 eventos com $IOS \geq -0,5$, anomalias positivas (z (nd) $\geq +0,5$, persistindo durante, no mínimo, 5 meses consistiram em apenas 3 (11 %) episódios e apenas 2 (7 %) episódios foram de anomalias negativas (z(nd) $\geq -0,5$, persistindo, durante 5 meses). Considerando-se apenas os sinais, a ocorrência de quantidade de dias com chuva/mês acima da média supera em 1,4 vezes as ocorrências de quantidade de dias com chuva/ mês abaixo da média (quadro 4).

Quadro 3 : freqüências de padrões de comportamento pluvial médio mensal, em Campinas, SP, associadas com eventos extremos de Oscilações Sul (OS).

durante eventos com IOS $\geq -0,5$				durante eventos com IOS $\geq +0,5$			
duração do episódio	desvios z(ch)/mês	fa n	fr %	duração do episódio	desvios z(ch)/mês	fa n	fr %
≥ 5	$\geq +0,5$	3	11	≥ 5	$\geq +0,5$	1	7
< 5	$\geq +0,5$ ou $0 < dsvT < +0,5$	11	41	< 5	$\geq +0,5$ ou $0 < dsvT < +0,5$	5	36
sub-total sinal +z(ch)		14	52	sub-total sinal +z(ch)		6	43
≥ 5	$\geq -0,5$	2	7	≥ 5	$\geq -0,5$	3	21
< 5	$\geq -0,5$ ou $-0,5 < dsvT < 0$	7	26	< 5	$\geq -0,5$ ou $-0,5 < dsvT < 0$	4	29
sub-total sinal - z(ch)		9	33	sub-total sinal - z(ch)		7	50
> 5	$\geq +0,5$	1	4	> 5	$\geq +0,5$	0	0
TOTAL DE z(ch) $\geq +0,5$		24	89	TOTAL DE z(ch) $\geq +0,5$		13	93
evento	z(ch) = 0	3	11	evento	z(ch) = 0	1	7
TOTAL		27	100	TOTAL		14	100

Quanto aos eventos com IOS $\geq +0,5$, apenas 1 episódio se constituiu em anomalia positiva da quantidade de dias com chuva/mês e 3 (21,5 %) episódios foram de anomalias negativas. Em face da quantidade de eventos de IOS $\geq +0,5$, é preciso ressaltar que as anomalias negativas superam em cerca de 3 vezes as ocorrências de anomalias positivas (quadro 4).

O conjunto de sinais de z, independente da magnitude z e da persistência (quadro 4), permitem inferir que a incidência de dias com chuva maior do que as respectivas médias mensais ($+z(nd)$) é maior (1,5 vezes) do que a incidência de dias com chuva/mês menor do que a média, sob eventos com IOS $\geq +0,5$.

O comportamento do regime pluvial em Campinas, no SE do Brasil, embora sem as magnitudes dos desvios verificados para o Estado do Paraná e do Rio Grande do Sul, em termos de tendência, é semelhante ao verificado por NERY et al (1997) para o Paraná e por FONTANA e BERLATO (1997), para o Rio Grande do Sul (Estados da região Sul, do Brasil), ou seja, desvios positivos sob eventos de fases quentes das OS (IOS $\geq -0,5$) e negativos sob as fase frias (IOS $\geq +0,5$). No caso dos totais pluviais, a maior freqüência de desvios sem se constituírem em anomalias,

reflete os baixos coeficientes de correlação entre variação interanual da chuva e os índices IOS, obtidos por RAO e HADA (1990), para o SE do Brasil.

Quadro 4 : freqüências de padrões de ocorrências de dias com chuva/mês, em Campinas, SP, associadas com eventos extremos de Oscilações Sul (OS).

durante eventos com IOS $\geq -0,5$				durante eventos com IOS $\geq +0,5$			
duração do episódio meses	desvios z(nd)	fa n	fr %	duração do episódio meses	desvios z(nd)	fa n	fr %
≥ 5	$\geq +0,5$	3	11	≥ 5	$\geq +0,5$	1	7
< 5	$\geq +0,5$ ou $0 < z(nd) < +0,5$	11	41	< 5	$\geq +0,5$ ou $0 < z(nd) < +0,5$	7	50
sub-total sinal + z(nd)		14	52	sub-total sinal + z(nd)		8	57
≥ 5	$\geq -0,5$	2	7	≥ 5	$\geq -0,5$	3	21,5
< 5	$\geq -0,5$ ou $-0,5 < z(nd) < 0$	8	30	< 5	$\geq -0,5$ ou $-0,5 < z(nd) < 0$	2	14,5
sub-total sinal - z(nd)		10	37	sub-total sinal - z(nd)		5	36
> 5	$\geq +0,5$	0	0	> 5	$\geq +0,5$	0	0
TOTAL DE z(nd) $\geq +0,5$		24	89	TOTAL DE z(nd) $\geq +0,5$		13	93
evento	z(nd) = 0	3	11	evento	z(nd) = 0	1	7
TOTAL		27	100	TOTAL		14	100

Embora com freqüências baixas de anomalias pluviais e de quantidades de dias com chuva/mês sob eventos extremos das OS, a configuração de alguns episódios e a comparação de algumas anomalias de totais pluviais com a freqüência de quantidade de dias com chuva/mês, sob um mesmo tipo de evento, são importantes porque refletem os tipos de sistemas atmosféricos que provavelmente atuaram sob a área. Episódios com totais pluviais mensais excessivos ou normais e elevada quantidade de dias com chuva (chuvas melhor distribuídas) indicam a persistência de sistemas frontais atuando sobre a área enquanto que, chuvas excessivas com baixa quantidade de dias com chuva evidenciam incidências de rápidas passagens frontais, linhas de instabilidades associadas ou chuvas convectivas ocorrendo dentro de centros de alta pressão, no caso o anticiclone sub-tropical do Atlântico Sul, devido à aquecimento basal.

A época de ocorrência das alterações no regime pluvial refere-se principalmente aos meses do segundo semestre (julho à dezembro, eventualmente estendendo-se até abril), sendo que as estações do ano mais afetadas são basicamente primavera e verão.

CONCLUSÕES

O regime pluvial anual em localidades com situação geográfica semelhante à de Campinas, SP (SE do Brasil), não é significativamente afetado pelas variações extremas das OS, tanto em termos de totais pluviais mensais, quanto de frequências mensais de dias com chuva. As anomalias no comportamento pluvial, positivas ou negativas, não chegam à 15 % do total de eventos extremos das OS e portanto, essas anomalias não se caracterizam como ocorrências típicas sob efeitos de alterações da circulação atmosférica regional provocadas tanto pelo fenômeno ENSO, quanto pelo fenômeno LA NIÑA.

As amostras de eventos extremos das OS são pequenas em face da variabilidade de padrões de comportamento pluvial sob esses eventos, talvez as anomalias pluviais associada à eventos OS pudessem ser melhor caracterizadas se houvessem maiores amostras.

BIBLIOGRAFIA

- BERLATO, M.A. ; FONTANA, D.C. El Niño e a agricultura a região Sul do Brasil. In Anais do ciclo de palestras da FEAGRO, Secretaria de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, RS, P. 113 –120, 1998.
- FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. Revista Bras. de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v.5, nº 1, p. 127-132, 1997.
- GALVANI, E. El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e seus efeitos na variação das chuvas na cidade de Piracicaba-SP, Dissertação de Mestrado, Depto. de Física e Meteorologia - ESALQ-USP, Piracicaba, 80 p., 1995.
- GALVANI, E.; PEREIRA, A. R. El Niño-Oscilação Sul (ENOS), quantificação e classificação da intensidade do fenômeno. In: Anais do X Congres. Bras. de Agrometeorologia, SBA, Piracicaba, SP, p. 104-106, 1997.
- MELLO, M. H. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J. ; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R.R. Chuva e temperatura: cem anos de observações em Campinas. Bol. Téc. IAC, nº 154, Campinas, SP, 48 p. , 1994.
- NERY, J.T.; VARGAS, W. M.; MARTINS, M. L. O. F. Variabilidade interanual da precipitação do Paraná. Revista Bras. de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v5, nº 1, p,115 –125,1997.
- RAO, V.B. e HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with Southern Oscillation. Theor. Appl.Climatol., nº 42, p.81-91, 1990.
- RASSMUSSEN, E. M.; CARPENTER, T.H. The relationship between Eastern Equatorial Pacific sea surface temperatures and rainfall over India and Sri Lanka. Month. Wea. Review, v. 111., nº 3, p. 517-528, 1983.
- ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M. S. North american precipitation and temperature patterns associated with El Niño/ Southern Oscillation (ENSO). Month. Wea. Review, v. 114, nº 12, p. 2352-2362, 1986.
- TROUP, A. J. The Southern Oscillation. Quart. Jour. Roy. Meteor. Soc., v.91, p. 490-506. 1965.