

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DOS EFEITOS DAS OSCILAÇÕES SUL NO COMPORTAMENTO TÉRMICO, EM LOCALIDADES TROPICAIS.

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

RESUMO

A análise da série de 108 anos (1890-1998) de temperaturas médias mensais da cidade de Campinas (22° 54' S e 47° 05' W), no Estado de São Paulo, associadas com eventos críticos das Oscilações Sul, fenômenos EL NIÑO (ENOS) e LA NIÑA, evidenciaram a existência de padrões típicos de comportamento térmico, durante esses eventos, notadamente, nos períodos relacionados aos 6 meses que antecedem e que sucedem os mesmos. Essas análises foram realizadas com base em gráficos lineares das seqüências mensais de desvios dos índices de OS (IOS) referentes à diferenças de pressão ao nível do mar, entre Tahiti e Darwin (Austrália) associados com os desvios das temperaturas médias mensais em relação à tendência secular. Também foram calculadas as freqüências que determinados padrões de configuração de comportamentos térmicos se associam com as fases críticas das OS.

PALAVRAS CHAVES: ENOS, LA NIÑA, TEMPERATURA.

INTRODUÇÃO

Embora o comportamento dos elementos climáticos em nível local não seja representativo de fenômenos climáticos de grande escala, devido aos efeitos de fatores geográficos locais (ROPELEWSKI e HALPERT, 1986), esses fenômenos se associam à mecanismos físicos responsáveis pelas características climáticas locais, devido às respostas da circulação atmosférica regional, afetada pela alteração na circulação global. Os transtornos sociais e econômicos causados pelos efeitos catastróficos de certas anomalias no comportamento de elementos climáticos, se fazem sentir em níveis locais (tanto em áreas urbanas, quanto rurais) e demandam ações por parte de poderes públicos municipais.

Pelo exposto anteriormente, elaborou-se o presente estudo com o objetivo de detectar padrões de configuração e freqüências de padrões semelhantes quanto à variação das temperaturas médias mensais, em Campinas (SP), localizada à latitude de 22° 54' S e longitude de 47° 05' W (coordenadas da estação meteorológica do IAC), durante episódios climáticos associados

às 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.

MATERIAL E MÉTODOS

Como indicador da amplitude das OS, adotou-se o índice (IOS) de TROUP(1965), definido para o período de janeiro de 1890 à junho de 1998, conforme divulgado pelo Commonwealth of Australia 1998, Bureau of Meteorology, obtidos via Internet. Trata-se de um índice que 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. Neste estudo, os valores do IOS de Troup foram transformados em $z(\text{IOS}/\text{mês})$ para compatibilizá-los com os desvios padronizados dos dados climáticos analisados.

As séries de dados de temperaturas médias mensais são resultantes de observações no posto meteorológico do IAC, em Campinas, para um período de 108 anos (1890 –1998), testadas estatisticamente quanto à consistência, homogeneidade e aleatoriedade (MELLO et al, 1994). Procedimento semelhante ao adotado com os índices de OS, em termos de transformação da variável, foi adotado para as séries de temperaturas médias mensais. Estas passam a serem representadas pelos desvios (dsvT) em relação à tendência secular (T). Isto foi necessário porque tais séries não são aleatórias (MELLO et al, 1994).

Por meio de gráficos lineares e valores tabelados, foram analisadas as variações simultâneas de $z(\text{IOS})$ associadas com as de dsVT mensais para se detectar padrões de configurações de anomalias térmicas e posteriormente, verificar as frequências de associações desses padrões com eventos críticos de OS, tanto para fases quentes (-IOS), quanto para as fases frias (+IOS).

A constatação de anos com ocorrências dos fenômenos El NIÑO (fase quente ou extremos de anomalias negativas das OS) e LA NIÑA (fase fria ou de extremos de anomalias positivas) foi baseada 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.

Os limites adotados como indicadores de anomalias das Oscilações Sul são os relativos a $z(\text{IOS}) \geq +0,5$ (eventos de IOS considerados como anomalias positivas) e $z(\text{IOS}) \geq -0,5$ (eventos

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

considerados anomalias negativas), e são os mesmos adotados por FONTANA & BERLATO(1997). Neste estudo, foram considerados N = 27 eventos de OS com anomalias negativas (os eventos de 1939 e 1941 foram considerados como um único evento uma vez que os IOS permaneceram negativos desde segundo semestre de 1939 até o ano de 1941) e N = 14 eventos de OS com anomalias positivas . As relações desses eventos constam do trabalho “Oscilações Sul e o regime pluvial, numa localidade do sudeste brasileiro”, apresentado neste Congresso.

O mesmo critério foi adotado para as médias mensais de temperatura, considerando-se, em lugar de z, os respectivos desvios em relação à tendência secular (T) como indicadores de anomalias térmicas, $dsvT \geq +0.5$ e $dsvT \leq -0.5$. Os valores de dsvT que não ultrapassaram os limites estabelecidos como indicadores de anomalias, foram computados em categorias diferentes, sendo considerados para alguns tipos de análises, apenas em termos de sinais, positivos ou negativos.

Para cada evento analisado, levou-se em consideração o comportamento, tanto do IOS, quanto do elemento climático, para os seis meses que o antecederam (- 6 meses) e nos seis meses que o sucederam (+ 6 meses).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mecanismos físicos responsáveis pelas configurações de anomalias térmicas positivas, tanto pela magnitude dos desvios, quanto pela persistência e maior definição da época de ocorrência (primavera/verão), tendem a atuar mais intensamente nas fases de extremas Oscilações Sul negativas (IOS $\leq -0,5$).

No que se refere à magnitude dos desvios e à persistência da anomalia não existem grandes diferenças nas configurações das anomalias térmicas negativas entre eventos de IOS $\leq -0,5$ e de IOS $\geq + 0,5$. Para eventos de IOS $\geq +0.5$, essas anomalias podem ocorrer tanto nos meses entre primavera/verão, quanto nos meses entre outono e inverno.

Em nível local, não se pode afirmar que os eventos extremos de fases quentes das OS, IOS ≥ -0.5 , desencadeiam obrigatoriamente ocorrências de anomalias térmicas positivas e persistentes uma vez que, o mesmo tipo de anomalia ocorre com a mesma freqüência sob eventos de fases frias dessas oscilações, IOS $\geq +0.5$ (quadro 1). Todavia, ao se desconsiderar a persistência (considerando apenas o sinal), é mais freqüente a ocorrência de temperaturas médias mensais elevadas (+dsvT) sob eventos de IOS ≥ -0.5 , do que sob eventos de IOS $\geq +0.5$ (cerca de 1,5 vezes).

As anomalias térmicas negativas e persistentes ($dsvT \geq -0.5$, durante, no mínimo 5 meses consecutivos) são mais freqüentes (cerca de 3.3 vezes maior) sob eventos de fases frias das oscilações sul (IOS $\geq +0.5$), ver quadro 1. No caso de anomalias térmicas negativas (-dsvT)

independente da persistência, a diferença de frequência é de 1,9 vezes maior para eventos de IOS $\geq +0.5$ (quadro 1).

Quadro 1 : frequências de padrões de comportamento térmico 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 meses	desvios dsvT	fa n	fr %	duração do episódio meses	desvios dsvT	fa n	fr %
≥ 5	$\geq + 0,5$	7	26	≥ 5	$\geq + 0,5$	4	29
< 5	$\geq + 0,5$ ou $0 < dsvT < + 0,5$	10	37	< 5	$\geq + 0,5$ ou $0 < dsvT < + 0,5$	2	14
sub-total sinal +dsvT		17	63	sub-total sinal +dsvT		6	43
≥ 5	$\geq - 0,5$	3	11	≥ 5	$\geq - 0,5$	5	36
< 5	$\geq - 0,5$ ou $-0,5 < dsvT < 0$	5	19	< 5	$\geq - 0,5$ ou $-0,5 < dsvT < 0$	3	21
sub-total sinal -dsvT		8	30	sub-total sinal -dsvT		8	57
> 5	$\geq + 0,5$	0	0	> 5	$\geq + 0,5$	0	0
TOTAL DE dsvT $\geq + - 0,5$		25	93	TOTAL DE dsvT $\geq + - 0,5$		14	100
evento	= 0	2	7	evento	= 0	0	0
TOTAL		27	100	TOTAL		14	100

Nos 6 meses que antecedem os eventos de IOS $\geq -0,5$ (-6 meses) com anomalias térmicas persistentes, tanto positivas, quanto negativas (dsvT $\geq + - 0,5$), os desvios tendem a apresentar o mesmo sinal que irá prevalecer durante o próprio evento (quadro 2). Este fato sugere que os mecanismos físicos responsáveis por essas anomalias térmicas têm sua ação intensificada um pouco antes de se iniciar a fase crítica das OS, com IOS ≥ -0.5 .

Quanto aos eventos de IOS ≥ -0.5 , nos quais as anomalias térmicas, ainda que acentuadas (dsvT $\geq +0.5$), não persistiram por mais de três meses ou em que $0 < dsvT < 0.5$, existe uma acentuada tendência das temperaturas médias mensais permanecerem abaixo da média (-dsvT), nos 6 meses que antecederam os eventos (quadro 2). Portanto, isto confirma o fato de que existe um comportamento diferenciado das forças físicas que desencadeiam anomalias térmicas durante os eventos com IOS ≥ -0.5 , a partir dos 6 meses que antecedem o próprio evento. Em termos de diferenciações térmicas espaciais em regiões norte americanas, durante eventos extremos de fases quentes das OS (ENSO), ROPELEWSKI e HALPERT (1986) chamam a atenção para o fato das mesmas indicarem que os mecanismos que geram essas anomalias não seguem um mesmo padrão de comportamento.

Nos 6 meses que sucedem aos eventos (+ 6 meses) caracterizados por IOS ≥ -0.5 , tanto para dsvT $\geq +0.5$ quanto para dsvT ≥ -0.5 , persistindo por 5 ou mais meses (quadro 2), tendem à

prevalecerem os sinais que predominaram durante o evento. Neste caso, é possível que os agentes físicos desencadeadores das anomalias de temperaturas durante os eventos com $IOS \geq -0.5$, permaneçam atuantes nos 6 meses consecutivos a esses eventos.

Quadro 2 : frequências de sinais de dsvT positivos e/ou negativos, nos 6 meses anteriores e posteriores aos eventos extremos de Oscilações Sul (OS).

EVENTOS COM $IOS \geq -0.5$											
			- 6 meses				- 6 meses				
duração do episódio meses	desvios dsvT	No. De eventos N	sinal +		sinal -		sinal +		sinal -		
			fa n	fr %	fa n	fr %	fa n	fr %	fa n	fr %	
≥ 5	$\geq +0,5$	7	7	100			5	71	1	14	
< 5	$\geq +0,5$ ou $0 < dsvT < +0,5$	10	3	30	7	70	5	50	3	30	
TOTAL: sinal +dsvT		17	10	59	7	41	10	59	4	24	
≥ 5	$\geq -0,5$	3			3	100			3	100	
< 5	$\geq -0,5$ ou $-0,5 < dsvT < 0$	5	1	20	4	80	1	20	3	60	
TOTAL : sinal -dsvT		8	1	13	7	87	1	13	6	75	
	= 0	2	2	100			2	100			
EVENTOS COM $IOS \geq +0.5$											
			- 6 meses				- 6 meses				
duração do episódio meses	desvios dsvT	No. De eventos N	sinal +		sinal -		sinal +		sinal -		
			fa n	fr %	fa n	fr %	fa n	fr %	fa n	fr %	
≥ 5	$\geq +0,5$	4	2	50	2	50	1	25	3	75	
< 5	$\geq +0,5$ ou $0 < dsvT < +0,5$	2	1	50	1	50			2	100	
TOTAL: sinal +dsvT		6	3	50	3	50	1	17	5	83	
≥ 5	$\geq -0,5$	5	2	40	3	60			5	100	
< 5	$\geq -0,5$ ou $-0,5 < dsvT < 0$	3	1	33	2	67			3	100	
TOTAL : sinal -dsvT		8	3	38	5	62			8	100	
* : MÉDIAS DOS 6 MESES PRECEDENTES OU POSTERIORES = 0											

Para eventos com $IOS \geq +0.5$, nos 6 meses consecutivos à episódios com anomalias térmicas persistentes (negativas ou positivas), ver quadro 2, existe uma acentuada tendência à ocorrência de baixas temperaturas médias (- dsvT) . Quando as anomalias térmicas são negativas e

persistentes durante esses eventos, chama a atenção o fato dos desvios negativos continuarem sendo tão acentuados nos 6 meses consecutivos, quanto aos verificados durante os próprios eventos.

CONCLUSÕES

Embora, em termos estatísticos, a quantidade de amostras de eventos extremos de OS sejam insuficientes para conclusões mais efetivas sobre as implicações dos mesmos no comportamento térmico local, é possível afirmar que as temperaturas médias mensais tendem a serem elevadas, podendo ou não se caracterizarem como anomalias, sob as chamadas fases quentes das OS (fenômenos ENOS) e a serem baixas durante as fases frias dessas oscilações (fenômenos LA NIÑA). As características das médias térmicas durante esses eventos se mantêm durante os 6 meses consecutivos aos mesmos.

Em estudos a serem feitos para localidades situadas em posições geográficas semelhantes às de Campinas – SP, é fundamental que maior atenção seja dada ao comportamento térmico e aos mecanismos de circulação atmosférica regional durante o período de pelo menos 6 meses que antecedem os eventos extremos das OS, pois essas informações podem representar importantes indicadores de como será o comportamento térmico médio mensal no decorrer de um dado evento.

BIBLIOGRAFIA

- 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, n° 1, p. 127-132, 1997.
- 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, n° 154, Campinas, SP, 48 p. , 1994.
- MONTEIRO, C.A.F. A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo – estudo geográfico sob a forma de Atlas, IGEOG-USP, 129 p., São Paulo, SP, 1973.
- 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., n° 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, n° 12, p. 2352-2362, 1986.
- TROUP, A. J. The Southern Oscillation. Quart. Jour. Roy. Meteor. Soc., v.91, p. 490-506. 1965.