

PROBABILIDADES DE PRECIPITAÇÕES SAZONAIS NO NE DO BRASIL ASSOCIADAS A EVENTOS EXTREMOS DE ENOS

Clóvis Angeli Sansigolo¹ & Thiago Gomes Reis¹

RESUMO - Analisam-se as relações entre eventos de ENOS e temperaturas do Atlântico tropical com as precipitações no Nordeste do Brasil. Compostos de tercils de precipitação sazonal em 28 estações e de TSM no Atlântico, durante os 5, 8 e 11 eventos mais intensos de El Niño e La Niña entre 1949/50 e 2000, foram usados para caracterizar os impactos do ENOS na região, usando tabelas de contingência 3x2. As significâncias precipitações e TSMs, foram obtidas através um teste baseado na distribuição hipergeométrica. Os eventos de ENOS estão associados com as TSM do ATLN em SON e DJF, simultaneamente e com defasagem de 1 a 3 meses. Simultaneamente e com defasagem de 3 meses, os El Niños (La Niñas) associados à anomalias de precipitação abaixo (acima) das normais tem maior impacto em MAM (estação chuvosa no NNE), e em SON (início da estação chuvosa no Sul). Os eventos de El Niño e La Niña são assimétricos em relação às regiões e estações do ano e afetam todo o NEB. A alta previsibilidade do ENOS e seu significativo impacto nas precipitações da região provém uma fonte de previsibilidade da variabilidade sazonal das suas anomalias em relação à climatologia.

ABSTRACT - ENSO and Tropical Atlantic relationships with rainfall anomalies in the Northeast Brazil (NEB) are analyzed. Composites of seasonal rainfall tercils at 28 stations and Atlantic SST anomalies, during the 5, 8 and 11 strongest El Niño and La Niña events between 1949/50 and 2000, were used to characterize the ENOS impact over the region, using 3x2 contingency tables. The significances of rainfall and seasonal SST conditional probabilities associated with El Niño and La Niña events were obtained through a test based on the hypergeometric distribution. ENSO events were associated with North Atlantic SSTs, mainly during their development (SON) and mature (DJF) phases, simultaneously and 1 to 3 months lagged. Simultaneously and 3 months lagged, the El Niños (La Niñas) associated with below (above) normal rainfall had a greater impact in MAM (rainy season in NNE), and in SON (beginning of rainy season in the southern part). El Niño and La Niña events are asymmetric in relation to the regions and seasons of the year, and affect practically all NEB. The high ENSO predictability and its significant impact on the regional rainfall provide a source of predictability of anomalies seasonal variability in relation to the climatology.

Palavras-Chave – ENOS, Precipitações, Nordeste do Brasil

¹DMD, CPTEC, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Av. dos Astronautas 1758

12227-010, São José dos Campos, SP

F. 12-32086667; e-mail clovis.sansigolo@cptec.inpe.br

1 – INTRODUÇÃO

Grande parte da variabilidade atmosférica está relacionada com os oceanos tropicais, e o principal modo de variabilidade interanual do sistema oceano-atmosfera é o El Niño/Oscilação sul (ENOS). Os efeitos do ENOS são observados em escala global e afetam significativamente as precipitações e temperaturas em diferentes regiões, especialmente as precipitações na região Nordeste do Brasil (Ropelewski e Halpert, 1987; Kiladis e Diaz, 1989). Episódios de seca/chuva no NEB estão respectivamente associados com os eventos de El Niño/La Niña, apesar das correlações de longo prazo serem baixas.

Sabe-se também que o gradiente térmico meridional inter-hemisférico no ATL tropical modula o posicionamento da banda de nebulosidade e a precipitação ligada a ZCIT. (Méllice e Servain, 2003). A conexão do Pacífico com as precipitações do NEB pode ser explicada pelo fato do ENOS estar diretamente relacionado com os gradientes meridionais de TSM no ATL tropical e consequentemente, com o posicionamento da ZCIT, que por sua vez está associada com a variabilidade das precipitações na região.

O impacto do ENOS nas precipitações do NEB, inferido pela significativa, mas fraca correlação de -0,4 entre as precipitações do século passado na região e o índice Niño 3.4, é consideravelmente menor do que as correlações entre as precipitações com os gradientes de TSM entre Atlântico Tropical Norte (ATLN) e Sul (ATLS), da ordem de 0,6 entre 1950 e 94, que pode ser atribuído ao fato que, durante a estação chuvosa (MAM) os eventos ENOS já estariam na fase de decaimento (Giannini *et al.*, 2001).

O uso de TSM para fins de monitoramento e previsão climática é atrativo, pois além delas serem as principais forçantes climáticas, são relativamente simples de serem medidas com uma boa distribuição espacial, estão disponíveis em tempo quase real e tem um comportamento menos ruidoso do que as variáveis atmosféricas.

Compostos de anomalias climáticas históricas fornecem informações úteis sobre os impactos típicos do ENOS. Porém, o relacionamento do ENOS com as anomalias climáticas esperadas não é simples e direto. Para as mesmas magnitudes e estruturas de TSM de eventos ENOS, a inerente imprevisibilidade da atmosfera levará a diferentes anomalias climáticas para cada evento. As interações não lineares com as anomalias de TSM dos outros oceanos e a existência de diferenças inter-El Niños aumentam as incertezas sobre as anomalias climáticas esperadas.

Correlação e regressão são os métodos mais usuais para a análise de dados compostos. Eles descrevem a intensidade e a forma das teleconexões lineares entre o ENOS e as anomalias climáticas. Mas em algumas regiões, as relações ENOS-clima são assimétricas para eventos de El Niño e La Niña, e também variam de intensidade nas diferentes épocas do ano (Ropelewski e Halpert, 1987). Além disso, os coeficientes de correlação são sensíveis à normalidade dos dados, logo impróprios, por exemplo, para descrever a intensidade do sinal do ENOS em regiões com

distribuição assimétrica das precipitações. Dadas as limitações de análise de compostos para a previsão de impactos futuros, são valiosas as estimativas das probabilidades de anomalias climáticas relacionadas às fases do ENOS. Uma alternativa simples e robusta que contorna os problemas obtidos com a aplicação dos outros métodos envolve o uso de tabelas de contingência, que permitem avaliar a influência de uma variável independente, o ENOS no caso, na probabilidade de ocorrência de um evento climático pré-determinado (tercil de precipitação ou de TSM).

No presente estudo pretende-se analisar, utilizando-se tabelas de contingência 3x2, as relações entre os eventos extremos do ENOS (El Niño e La Niña) e as anomalias de precipitações do NEB, assim como suas relações com as anomalias de TSM nos oceano Atlântico tropical norte e sul. Visa-se quantificar, em termos probabilísticos, o impacto sazonal simultâneo e com defasagem de 1 a 3 meses dos eventos de El Niño/La Niña nas diferentes regiões do NEB (e do ATLN e ATLS), dada a ocorrência de ENOS, pois a sua alta previsibilidade fornece uma fonte significativa de previsão da variabilidade climática sazonal.

2 – METODOLOGIA

Os dados utilizados serão os totais mensais de precipitação de dezembro de 1949 a novembro de 2000 para 28 estações do INMet, ANEEL e SUDENE, distribuídas pelos diversos estados do NEB. As séries sazonais (JFM, AMJ, JAS, OND) foram normalizadas pelas suas médias e desvios padrões, ordenadas e subdivididas em 3 categorias equiprováveis: abaixo, quase e acima da normal (tercis).

O mesmo procedimento foi adotado para os Índices de TSM do ATL norte (lat. 5,5°N a 23,5°N e lon. 15°W a 57,5°W) e sul (lat. 0° a 20°S e lon. 10°W a 30°W) do Climate Prediction Center (CPC /NOAA). A região de TSM do Pacífico Equatorial considerada como representativa da intensidade dos eventos ENOS será a Niño 3.4, por estar próxima às piscinas quentes e principais centros de convecção do Pacífico Equatorial. Além disso, é o índice mais difundido operacionalmente para fins de monitoramento e previsão dos eventos de ENOS e suas teleconexões.

O impacto histórico dos eventos de El Niño e La Niña nas precipitações do NEB e nas TSM do ATLN e ATLS foi estimado pelo número de vezes que as precipitações e TSM sazonais estiverem nos tercis climatológicos inferior, médio e superior durante os 5, 8 e 11 eventos extremos de ENOS, simultaneamente e com defasagem de 1 a 3 meses. A avaliação do número de vezes que as anomalias de precipitação e TSM observadas durante eventos extremos de ENOS estiveram em cada um dos tercis considerados, foi feita usando Tabelas de Contingência 3x2 (Tabela 1). Nesta tabela, **n** é o total de anos (51), **a** os anos chuvosos (17), **b** anos secos (17), nos **r** eventos (5, 8, 11)

mais intensos de El Niño ou La Niña, y e x, respectivamente o número de casos de El Niño/Seco ou La Niña/Chuvoso (Sansigolo, 2006).

Tabela 1 - Tabela de contingência 3x2 utilizada para verificar um sistema de previsão binário.

Categorias	La Niña/El Niño		
	Sim	Não	Total
Abaixo	y	b-y	b
Quase Normal	r-x-y	n-r-b-a+x+y	n-b-a
Acima	x	a-x	a
Total	r	n-r	n

A probabilidade P(x) de x (y) ou mais anos chuvosos (secos) numa amostra de r anos de El Niño (La Niña) é equivalente à área do limite superior da distribuição hipergeométrica (1):

$$P(X \geq x) = H(X | r, a, n) = \sum_{i=k}^{\min(r,a)} \binom{a}{i} \binom{n-a}{r-i} \binom{n}{r} \quad (1)$$

O teste de significância definido por esta equação é conhecido como teste exato de Fisher, pois considera todas as combinações possíveis que resultam nas mesmas frequências marginais. Para $n = 51$, $a = 17$ e $r = 8$, no mínimo 5 casos devem ser observados para ser significativo ao nível de 90% de probabilidade, 6 ao nível de 95% e 7 ou mais a 99%.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se, respectivamente, em ordem decrescente de magnitude as anomalias sazonais de TSM na região Niño 3.4, assim como seus desvios normalizados, para os 11 eventos sazonais mais intensos de La Niña e El Niño entre 1949/50 e 2000.

Tabela 2 - Índices Niño 3.4 sazonais para os 11 eventos mais intensos de La Niña Entre 1949/50 e 2000.

dez-jan-fev ($\sigma=1,04^{\circ}\text{C}$)			mar-abr-mai ($\sigma=0,65^{\circ}\text{C}$)			jun-jul-ago ($\sigma=0,68^{\circ}\text{C}$)			set-out-nov ($\sigma=0,93^{\circ}\text{C}$)		
ANO	ATSM	$ \sigma _u$	ANO	ATSM	$ \sigma _u$	ANO	ATSM	$ \sigma _u$	ANO	ATSM	$ \sigma _u$
1973/74	-1,96	1,88	1974	-0,94	1,45	1988	-1,28	1,88	1973	-1,78	1,91
1988/89	-1,70	1,63	1971	-0,89	1,37	1973	-1,17	1,72	1988	-1,47	1,58
1975/76	-1,58	1,52	1989	-0,81	1,25	1975	-1,06	1,56	1975	-1,27	1,37
1970/71	-1,47	1,41	1975	-0,67	1,03	1970	-0,74	1,09	1955	-1,17	1,26
1984/85	-1,03	0,99	1985	-0,59	0,91	1964	-0,71	1,04	1970	-1,02	1,10
1955/56	-0,94	0,90	1956	-0,56	0,86	1956	-0,57	0,84	1964	-0,93	1,00
1995/96	-0,75	0,72	1955	-0,46	0,71	1974	-0,53	0,78	1971	-0,80	0,86
1964/65	-0,71	0,68	1968	-0,46	0,71	1971	-0,50	0,74	1998	-0,80	0,86
1971/72	-0,59	0,57	1967	-0,42	0,65	1955	-0,48	0,71	1956	-0,66	0,71
1954/55	-0,54	0,52	1964	-0,4	0,62	1954	-0,44	0,65	1974	-0,62	0,67
1962/66	-0,44	0,42	1976	-0,38	0,58	1998	-0,44	0,65	1954	-0,57	0,61
méd.5	-1,55	1,49	méd.5	-0,78	1,20	méd.5	-0,99	1,6	méd.5	-1,34	1,44
méd.8	-1,27	1,22	méd.8	-0,67	1,03	méd.8	-0,82	1,21	méd.8	-1,16	1,25
méd.11	-1,06	1,02	méd.11	-0,60	0,92	méd.11	-0,72	1,06	méd.11	-1,01	1,09

* $|\sigma|_u = \text{ATSM}/\sigma$ (desvios normalizados).

Tabela 3 - Índices Niño 3.4 sazonais para os 11 eventos mais intensos de El Niño

entre 1949/50 e 2000.

dez-jan-fev ($\sigma=1,04^{\circ}\text{C}$)			mar-abr-mai ($\sigma=0,65^{\circ}\text{C}$)			jun-jul-ago ($\sigma=0,68^{\circ}\text{C}$)			set-out-nov ($\sigma=0,93^{\circ}\text{C}$)		
ANO	ATSM	$ \sigma_u $	ANO	ATSM	$ \sigma_u $	ANO	ATSM	$ \sigma_u $	ANO	ATSM	$ \sigma_u $
1982/83	2,62	2,52	1992	1,58	2,43	1997	1,78	2,62	1997	2,47	2,66
1997/98	2,5	2,40	1983	1,56	2,40	1987	1,62	2,38	1982	1,91	2,05
1957/58	1,41	1,36	1987	1,26	1,94	1982	1,16	1,71	1972	1,82	1,96
1991/92	1,8	1,73	1998	1,26	1,94	1972	1,02	1,50	1987	1,67	1,80
1972/73	1,66	1,60	1993	0,97	1,49	1965	1,00	1,47	1965	1,63	1,75
1965/66	1,32	1,27	1958	0,79	1,22	1991	,89	1,31	1986	1,09	1,17
1986/87	1,32	1,27	1966	0,63	0,97	1963	0,85	1,25	1963	1,06	1,14
1968/69	1,06	1,02	1969	0,55	0,85	1957	0,74	1,09	1991	1,03	1,11
1994/95	1,02	0,98	1957	0,52	0,80	1992	0,65	0,96	1994	0,96	1,03
1969/70	0,9	0,87	1991	0,46	0,71	1994	0,51	0,75	1957	0,87	0,94
1963/64	0,84	0,81	1953	0,34	0,52	1958	0,42	0,62	1976	0,86	0,92
méd.5	2,00	1,92	méd.5	1,33	2,05	méd.5	1,32	1,94	méd.5	1,90	2,04
méd.8	1,71	1,64	méd.8	1,08	1,66	méd.8	1,13	1,66	méd.8	1,59	1,71
méd.11	1,50	1,44	méd.11	0,90	1,39	méd.11	0,97	1,43	méd.11	1,40	1,51

Verifica-se na Tabela 2 um enfraquecimento das ATSM na região Niño3.4 após a fase madura do evento, que variaram em média de $-1,06^{\circ}\text{C}$ em DJF a $-0,6^{\circ}\text{C}$ em MAM, considerando os 11 casos mais intensos de La Nina, apesar das anomalias normalizadas $|\sigma_u|$, que variaram de $\sim 1,43 |\sigma_u|$ no caso das 5 La Ninas mais intensas a $\sim 1 |\sigma_u|$ no caso das 11 mais intensas, não terem diferido significativamente nos 4 trimestres.

Comportamento similar é notado em caso dos eventos de El Niño (Tabela 3), nos quais as ATSM médias dos 11 casos mais intensos de DJF ($1,5^{\circ}\text{C}$) decaíram para $0,9^{\circ}\text{C}$ em MAM, apesar das anomalias padronizadas permanecerem aproximadamente constantes, variando de $\sim 2 |\sigma_u|$ no caso dos 5 El Niños mais intensos a $\sim 1,45 |\sigma_u|$ no caso dos 11 mais intensos.

O número de ocorrências simultâneas e defasadas de 1, 3 e 6 meses de ATSM abaixo e acima das normais nos oceanos Atlântico Tropical Norte durante os 11 eventos extremos de La Niña e El Niño entre 1949/50 e 2000, encontram-se Tabela 4.

O impacto dos eventos La Niña no ATLN se dá durante todas as suas fases, é mais consistente nas fases de desenvolvimento (SON) e madura (DJF) e se estende por até 6 meses. As La Niñas têm um impacto significativo nas ATSM do ATLN, muito mais longo e em todas suas fases quando comparado aos eventos de El Niño, cujos impactos significativos, associados com ATSM acima das normais no ATLN, só foram constatados em DJF, com defasagem de 3 e 6 meses, em MAM simultâneo e com defasagem de 1 mês e em SON com defasagem de 6 meses. Estes resultados confirmam os de Enfield e Mayer (1997) e Mélice e Servain (2003), relacionados a influência simétrica defasadas de 3-5 meses do ENOS nas anomalias de TSM no ATLN, pelas variações na CCW e/ou no padrão de teleconexão em altas latitudes do Pacífico com ATLN.

Tabela 4 - Número de ocorrências de ATSM abaixo (acima) das normais no ATLN durante os 11 eventos extremos de La Niña (El Niño) entre 1949/50 e 2000.

Niña/ATLTN(-)	DJF (0)	JFM (0)	MAM (0)	AMJ (0)	JJA (0)	JAS (0)	SON (0)	OND (0)	DJF (+1)	MAM (+1)
DJF	7	7	6	-	6	-	-	-	-	-
MAM	-	-	6	6	5	-	7	-	-	-
JJA	-	-	-	-	5	5	7	-	8	-
SON	-	-	-	-	-	-	7	6	6	8

Niño/ATLTN(+)	DJF (0)	JFM (0)	MAM (0)	AMJ (0)	JJA (0)	JAS (0)	SON (0)	OND (0)	DJF (+1)	MAM (+1)
DJF	4	5	7	-	7	-	-	-	-	-
MAM	-	-	7	7	3	-	7	-	-	-
JJA	-	-	-	-	3	3	4	-	4	-
SON	-	-	-	-	-	-	4	4	5	7

* São significativos a 90% de probabilidade os valores iguais ou superiores a 6 (hachuriados)

Na Figura 1 encontram-se as frequências das ocorrências simultâneas (a,b) e defasadas de 3 meses (c,d), das precipitações sazonais acima das normais durante os 8 eventos mais intensos de La Niña ocorridas entre 1949/50 e 2000. Verifica-se que o maior número de estações com precipitações acima das normais associadas simultaneamente aos eventos de La Niña é observado na Primavera (SON – fase de desenvolvimento do evento) e no outono (MAM – fase de decaimento do evento). No outono, a maioria das estações com precipitações significativamente associadas com La Niña se situa no norte e leste do NE (Figura 1A), coincidindo com o período chuvoso nestas regiões, e na primavera no sul do NE, em praticamente todo estado da Bahia (Figura 1B), coincidindo com o início da estação chuvosa. Com 3 meses de defasagem, as La Niñas em SON (Figura 1D) e MAM (Figura 1C), tem seus impactos bastante reduzidos.

Na figura 2 encontram-se as frequências das ocorrências simultâneas (a,b) e defasadas de 3 meses (c,d), das precipitações sazonais abaixo das normais durante os 8 eventos mais intensos de El Niño ocorridos entre 1949/50 e 2000. Observa-se na Figura 2A que é em MAM, fase de decaimento dos eventos de El Niño e período chuvoso no norte da região, que ocorre o maior impacto significativo em praticamente toda a região. Em SON (fase de desenvolvimento do evento), seu impacto fica restrito a algumas poucas estações. Com defasagem de 3 meses, os El Niños em suas fases maduras influenciam significativamente as precipitações no norte do NE em MAM (período chuvoso), e os de JJA, influenciam as estações no leste da região em SON.

Os eventos de ENOS estão mais associados com as TSM do ATLN, principalmente nas suas fases de desenvolvimento (SON) e maduras (DJF), simultaneamente e com defasagem de 1 a 3 meses. Simultaneamente e com defasagem de 3 meses, os El Niños (La Niñas) associados à anomalias de precipitação abaixo (acima) das normais tem maior impacto em MAM (estação chuvosa no norte do Nordeste), e em SON (pré-estação chuvosa no Sul da região - BA).

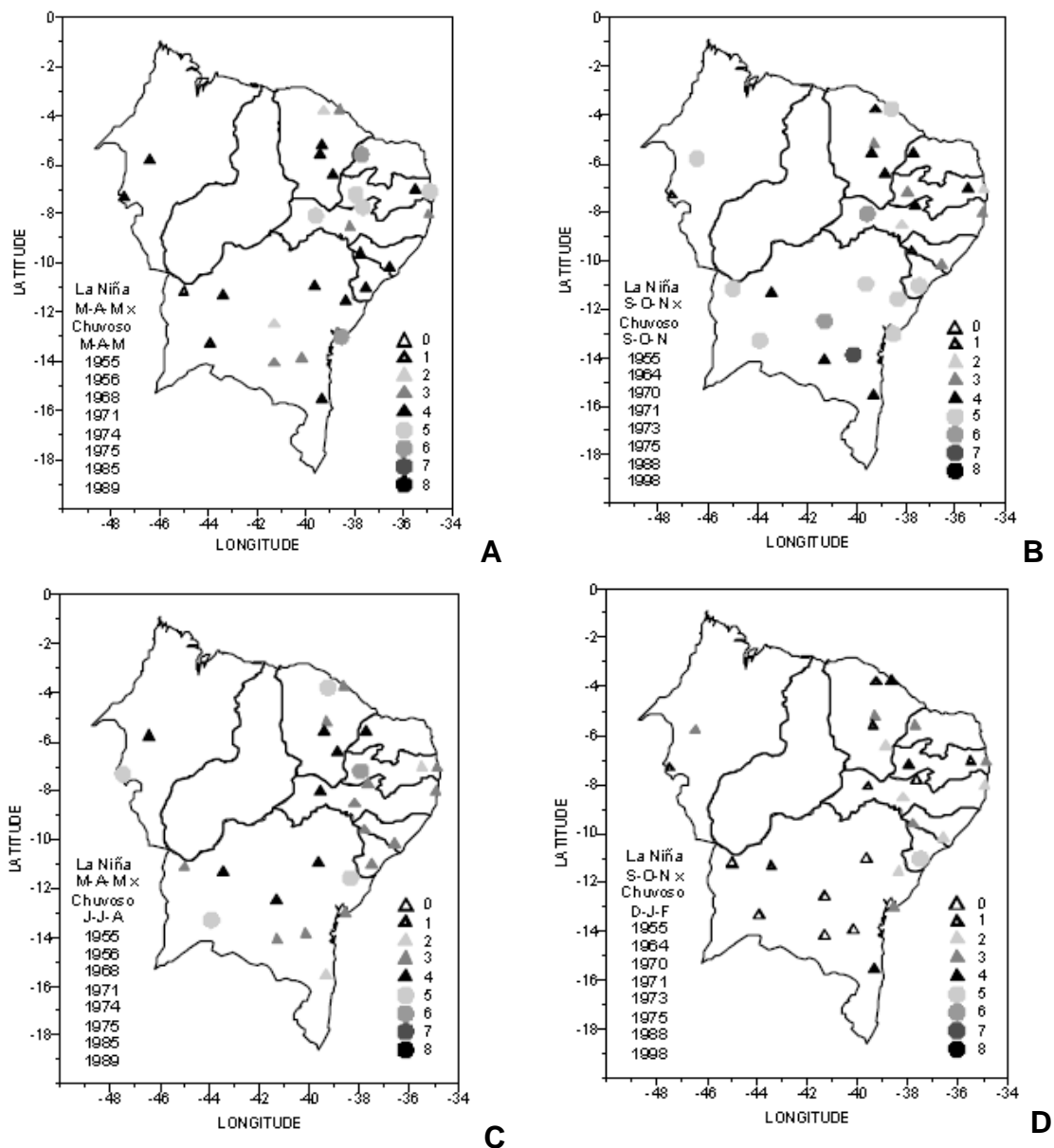


Figura 1 - Frequências das ocorrências simultâneas (A e B) e defasadas de 3 meses (C e D) de precipitações sazonais acima das normais em DJF e SON durante os 8 eventos extremos de La Niña entre 1949/50 e 2000. São estatisticamente significativos a 10% os valores iguais ou superiores a 5 (círculos).

O impacto simultâneo dos eventos de El Niño nas precipitações (abaixo das normais) no NEB é maior no Outono (MAM), abrangendo toda região. Nenhum efeito foi constatado durante a sua fase madura (DJF), que coincide com a estação chuvosa no Sul da região e a pré-estação chuvosa do Nordeste do NEB.

Verifica-se que a influência dos eventos El Niño nas fases maduras no NEB não é só restrito à estação chuvosa no Nordeste da região (MAM), mas se estende por toda ela em diferentes épocas e com diferentes defasagens. Ressalta-se que eventos de El Niño nas suas fases maduras (DJF) estão significativamente associados com ATSM abaixo das normais no ATLTS com 6 meses de defasagem, em JJA, período chuvoso no Leste do NEB.

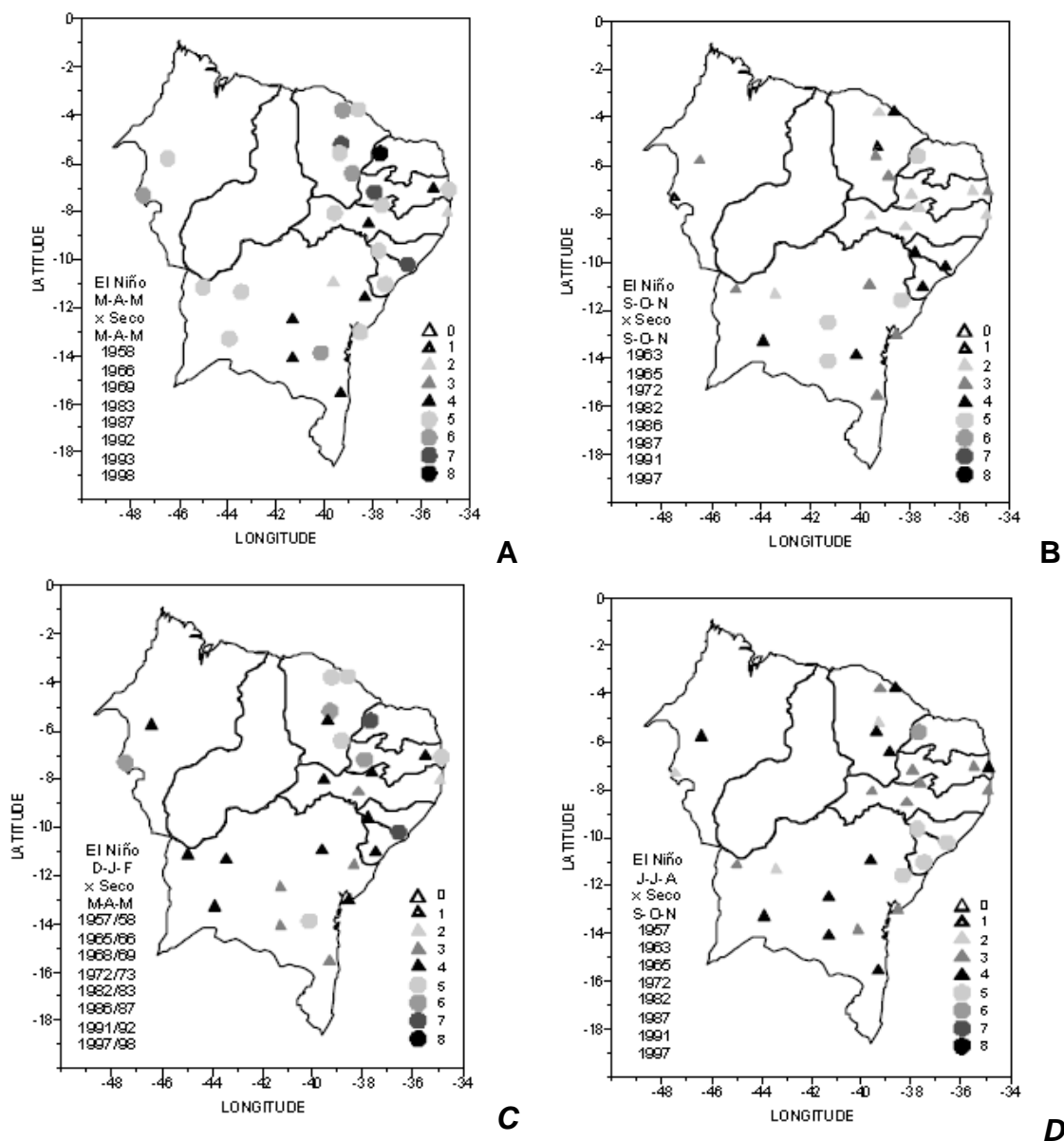


Figura 2 - Frequências das ocorrências simultâneas (A e B) e defasadas de 3 meses (C e D) de precipitações sazonais abaixo das normais em DJF e SON durante os 8 eventos extremos de El Niño entre 1949/50 e 2000. São estatisticamente significativos a 10% os valores iguais ou superiores a 5 (círculos).

Constata-se uma significativa assimetria na influência dos eventos de El Niño e La Niña, principalmente em relação às regiões de impacto e época do ano (fases dos eventos), que ressalta os problemas com o uso de correlações cruzadas nestes tipos de estudo.

4 - CONCLUSÕES

Eventos de La Niña estão significativamente associados com defasagem de 0 a 6 meses, com ATSM abaixo das normais no ATLN em todas as suas fases, enquanto os El Niños estão associados

com ATSM acima das normais no ATLN nas suas fases madura (DJF) com defasagem de 6 meses, em MAM com defasagem de 0 a 1 mês e em SON com defasagem de 6 meses.

O impacto dos El Niños associados a precipitações abaixo das normais em MAM é maior do que o das La Niñas associados a precipitações acima das normais no NEB. As La Niñas tem maior impacto simultâneo nas precipitações de JJA (estação chuvosa no Leste do NEB) e de SON (início da estação chuvosa no Sul da região).

Com defasagem de 3 meses, as relações significativas obtidas, foram para os El Niños de DJF e as precipitações abaixo das normais em MAM no Nordeste do NEB (estação chuvosa da região) e entre as La Niñas em DJF e as precipitações acima das normais em MAM no Nordeste da região e em JJA com as precipitações acima das normais em SON no Leste.

O impacto dos eventos El Niño/La Niña não se restringe ao Nordeste do NEB, mas se estende por toda região nas diferentes estações do ano.

As relações El Niño/precipitações abaixo das normais e La Niña/precipitações acima das normais são assimétricas em relação às regiões do NEB e estação do ano.

Deve ser dada ênfase à natureza probabilística da resposta climática e não na resposta média de compostos de eventos passados de El Niño/La Niña.

BIBLIOGRAFIA

ENFIELD, D. B. & MAYER D. A. (1997) . “*Tropical Atlantic Sea Surface Temperature variability and relation to El Niño-Southern Oscillation*”. Journal of Geophysical Research 102 (C1), pp. 929-945.

GIANNINI, A.; CHANG, P.; CANE, M.; KUSHNIR, Y. & SEAGER, R. (2001). “*The ENSO teleconnection to the Tropical Atlantic Ocean: contributions of the remote and local SSTs to rainfall variability in the Tropical Americas*”. Journal of Climate, 14(24), pp. 4530-4544.

GONZALES, R. A.; ANDREOLI, R. V.; CANDIDO, L. A.; KAYANO, M. T. & SOUZA, R.A. F. (2013). “*A influência do evento El Niño – Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões Norte e Nordeste da América do Sul*”. Acta Amazônica 43(4). pp. 469-480.

HASTENRATH, S. (1995). “*Recent advances in tropical climate prediction*”. Journal of Climate 8(6). pp. 1519-1532.

KILADIS, G. N. & DIAZ, H. F.(1989). “*Global Climate anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation*”. Journal of Climate 2(9), pp. 1069-1090.

MASON, S. & GODDARD, L. (2001) “*Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO*”. Bulletin of the American Meteorology Society 82(4), pp. 619-638.

- MÉLICE, J. L. & SERVAIN, J. (2003). “*The Tropical Atlantic meridional SST gradient index and its relationships with SOI, NAO and Southern Ocean*”. *Climate Dynamics* 20(5), pp. 447-464.
- RAO, V. B.; LIMA, M. C. & FRANCHITO, S. H. (1993) “*Seasonal and interannual variations of rainfall over Eastern Northeast Brazil*”. *Journal of Climate* 6(9), pp. 1754-1763.
- REIS, T. G. (2006). “*Impactos dos eventos extremos de ENOS nas precipitações sazonais do nordeste brasileiro*”. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, INPE, São José dos Campos, SP. 96 p.
- ROPELEWSKI, C. F. & HALPERT, (1987). “*Global and regional scale precipitation patterns associated with El Niño /Southern Oscillation*”. *Monthly Weather Review* 115(8), pp. 1606-1626.
- SANSIGOLO, C. A. (2006). “*Probabilistic rainfall anomalies in Southern Brazil associated with ENSO*”. In *Proceedings of 8th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography*, Foz do Iguaçu, Abril 2006, pp. 1359-1364.
- UVO, C. R. B.; REPELLI, C. A.; ZEBIAK, S. E. & KUSHNIR, Y. (1998). “*The relationships between Tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil monthly precipitation*”. *Journal of Climate* 11(4), pp. 551-562.