

SINAIS DE LA NIÑA NA PRECIPITAÇÃO DA AMAZÔNIA

Alice M. Grimm (1); Paulo Zaratini; José Marengo

(1) Grupo de Meteorologia - Universidade Federal do Paraná
Depto de Física – Caixa Postal 19081 – CEP 81531-990 – Curitiba – Paraná
E-mail: grimm@fisica.ufpr.br – Fax: (041) 267-4236

ABSTRACT

The influence of La Niña events on the precipitation over North Brazil is verified through the analysis of data from 125 stations. The spatial and temporal distribution of this influence along the cycle of these events and an assessment of its consistency is obtained.

Palavras-chave: Previsão de tempo e clima, La Niña, Amazônia.

RESUMO

A influência de eventos La Niña sobre a precipitação da Região Norte é verificada através da análise de dados de 125 estações, obtendo-se a distribuição espacial e temporal do impacto destes eventos ao longo de todo o seu ciclo e uma avaliação da sua consistência.

1. Introdução

O Norte do Brasil (compreendendo Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), assim como o norte da América do Sul, tem sido incluído entre as regiões do globo nas quais a precipitação é significativamente influenciada por fases extremas da Oscilação Sul e, portanto, por eventos La Niña (LN) (e. g., Ropelewski e Halpert, 1989; Kiladiz e Diaz, 1989). Contudo, tais estudos incluem poucas estações nessa região (menos de 10), o que impede a generalização dos resultados para toda a região e a formação de um quadro mais detalhado e conclusivo. Rao e Hada (1990) acharam correlação positiva significativa entre o índice da Oscilação Sul (IOS) e a precipitação em certas partes da região. A correlação foi positiva na parte nordeste para a primavera e para a parte norte no inverno, indicando chuva acima do normal durante LN. Na parte leste, junto à Região Nordeste, a correlação foi negativa para o verão, indicando deficiência de chuva durante esses episódios.

No presente trabalho a influência de eventos LN sobre a precipitação da Região Norte é avaliada com base num conjunto mais amplo de dados, de modo a se obter a distribuição espacial e temporal do impacto destes eventos ao longo de todo o seu ciclo e uma avaliação da sua consistência.

1. Dados e Metodologia

Foram utilizados totais mensais de precipitação de 125 estações no Norte do Brasil, cujas séries abrangem pelo menos 5 eventos LN. Estas séries provêm principalmente de estações da ANEEL e INMET. Os dados foram submetidos a uma análise prévia para verificação de dados duvidosos e dados faltantes. Os eventos considerados neste estudo (Tabela 1) são aqueles utilizados em Grimm et al. (1998b).

TABELA 1. Lista de eventos La Niña incluídos neste estudo

Episódios La Niña	1910, 1916, 1917, 1920, 1924, 1928, 1931, 1933, 1938, 1942, 1949, 1950, 1954, 1955, 1956, 1964, 1970, 1971, 1973, 1975, 1985, 1988.
-------------------	---

Para ter um quadro geral do impacto desses eventos sobre todo o Brasil, foi utilizada a mesma metodologia de Grimm et al., baseada em Ropelewski e Halpert (1987), resumida abaixo. Os primeiros três passos fornecem a estrutura espacial das anomalias de precipitação e dos três últimos passos resulta sua distribuição temporal e consistência.

- 1) Em cada estação, os totais mensais de chuva são representados como percentis de ordem. Composições destes percentis para eventos LN são formados para o período de 24 meses de julho (-) (ano anterior) a junho (+) (ano seguinte a um episódio).
- 2) O primeiro harmônico de Fourier de cada composição é representado por um vetor (amplitude e fase). A fase dos vetores refere-se ao mínimo do primeiro harmônico, enquanto o máximo ocorre com 12 meses de diferença. No caso de eventos LN, há tendência a chuva acima do normal na maior parte da região.
- 3) Regiões de anomalias de chuva coerentes durante esses episódios são selecionadas, através da maximização de um índice de coerência, que é dado pela razão entre o módulo do vetor soma e a soma dos módulos dos vetores para todas as estações numa região.
- 4) Os totais mensais de precipitação para cada estação são transformados em percentis de distribuições gama ajustadas aos dados de cada mês do ano. Uma correção é introduzida nas distribuições gama quando há várias ocorrências de zeros nas séries.
- 5) Composições para eventos LN são formadas a partir dos percentis de precipitação para cada estação para o período de 36 meses de janeiro (-) a dezembro (+) e uma média de todas essas composições é formada para cada região coerente. Esta composição agregada é usada para identificar os períodos dentro do ciclo de LN com as maiores anomalias médias. Ressalta-se que muitas vezes grandes anomalias não são consistentes, isto é, não se pode afirmar que estejam associadas com eventos LN. A consistência é avaliada a seguir.
- 6) Séries temporais de precipitação sobre trimestres móveis no período de 36 meses centrados num evento são analisadas para avaliar a significância estatística da relação entre eventos LN e anomalias de precipitação, utilizando-se a distribuição hipergeométrica, conforme explicado em Grimm et al. (1998b).

3. Resultados e conclusões

A Figura 1 mostra as regiões com índice de coerência acima de 95%. A precipitação na Região Norte responde a eventos LN de forma menos homogênea do que a eventos EN (Comparar com Grimm et al., 1998c). Devido à escassez de dados, as regiões coerentes cobrem apenas pequena parte da região. A direção dos vetores não indica necessariamente a anomalia mínima de precipitação para LN, mas o mínimo do primeiro harmônico. Os máximos dos primeiros harmônicos ocorrem, portanto com 12 meses de diferença.

Na Tabela 2 são mostrados os níveis de significância (em %) do teste da hipótese de que as anomalias são consistentemente secas (s) ou úmidas (u) durante eventos LN, sem consideração pela magnitude das anomalias. Foram incluídos apenas os valores para o teste da hipótese que resultou em maior valor. Quanto maiores os valores, mais consistentes as anomalias. Verifica-se que as regiões 1 e 2, no Estado de Tocantins, não apresentam anomalias consistentes, como grande parte do Nordeste (Grimm et al., 1998a). Também as regiões 5 e 3 não apresentam anomalias consistentes. A região 4, contudo, na parte nordeste da Amazônia, apresenta anomalias positivas consistentes durante um longo período, de inverno (0) a primavera (0) e no outono (+). As anomalias secas do ano (-), não significativas, devem-se à tendência bianual da Oscilação Sul, sendo freqüente a ocorrência de pares de

eventos LN/EN e EN/LN. Neste caso, o ano (-) de LN coincide com um ano (0) de El Niño, durante o qual há tendência a chuva abaixo do normal (Grimm et al., 1998b).

Embora a maioria das anomalias não seja significativamente consistente, nota-se uma tendência a chuva acima do normal no ano (0) e no ano (+). Não se pode descartar a hipótese de que há anomalias consistentes sobre uma região maior, porque o número de estações com dados suficientes é pequeno e o número de eventos LN contidos nas séries também é reduzido. Nota-se que a região de impacto mais consistente de LN (nordeste da Amazônia) não coincide com aquela de impacto mais consistente de EN. Portanto, os mecanismos dinâmicos responsáveis pela precipitação são afetados de forma um tanto diferente nos dois tipos de eventos.

Durante LN a temperatura da superfície do mar no Atlântico tropical norte tende a ser menor que a normal (Enfield e Mayer, 1997). Os alísios de nordeste tornam-se mais fortes e a Zona de Convergência Intertropical tende a deslocar-se para sul. O transporte de umidade para a Amazônia é mais intenso, graças aos alísios de nordeste. Este efeito parece ser mais forte nas proximidades da foz do Amazonas. A convergência de umidade trazida pelos alísios no noroeste da Amazônia, com levantamento pelos Andes, parece ser intensificada, mas não de forma tão significativa.

A presente análise leva a conclusão de que o impacto de LN na Amazônia parece ter menos consistência que o impacto de EN e um domínio espacial mais restrito.

Agradecimentos. Ao CNPq, pelo suporte à pesquisa e também ao auxílio da Funpar (UFPR). A Daniel Weingaertner e Rodrigo Siqueira, pelo suporte técnico, e Andréa de O. Cardoso e Angela A. Natori, pela colaboração no processamento dos dados. A ANEEL pela cessão dos dados.

Referências Bibliográficas

- Enfield, D. B. e D. A. Mayer, 1997: Tropical Atlantic sea surface temperature variability and its relation to El Niño-Southern Oscillation. *J. Geophys. Res.*, **102**, 929-945.
- Grimm, A. M., S. E. T. Ferraz e A. O. Cardoso, 1998a: Influência de El Niño sobre a chuva no Nordeste brasileiro. Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia.
- Grimm, A. M., S. E. T. Ferraz and J. Gomes, 1998b: Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. *J. Climate (em publicação)*.
- Grimm, A. M., P. Zaratini e J. Marengo, 1998c: Sinais de La Niña na precipitação da Amazônia. Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia.
- Kiladis, G. N. and H. F. Diaz, 1989: Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. *J. Climate*, **2**, 1069-1090.
- Rao, V. B. e K. Hada, 1989: Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the Southern Oscillation. *Theor. Appl. Climatol.*, **42**, 81-90.
- Ropelewski, C. H., and S. Halpert, 1987: Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 1606-1626.

La Niña - Norte

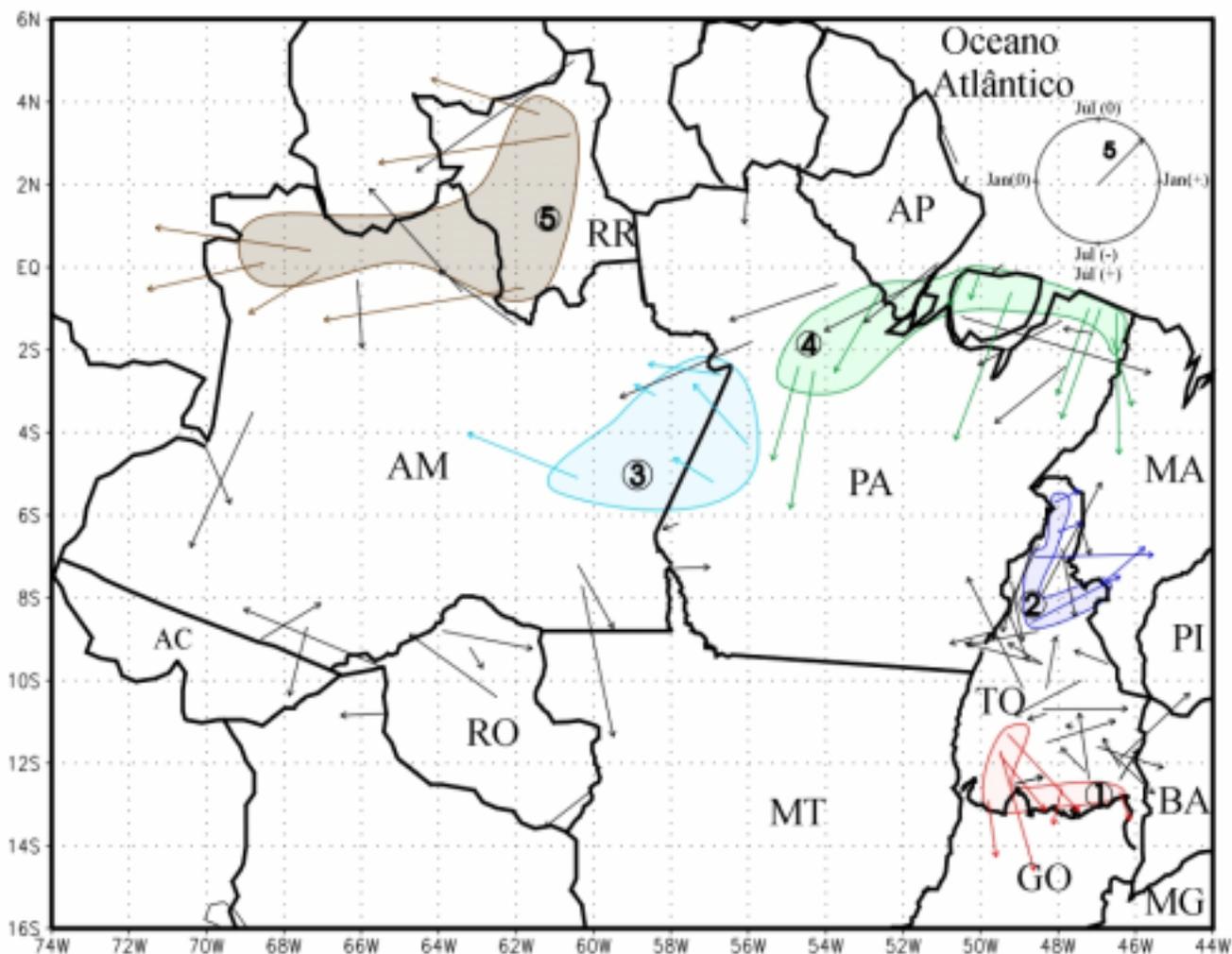


Figura. 1. Amplitudes e fases do primeiro harmônico ajustado à composições de percentis de precipitação mensais para eventos La Niña, no período julho(-) - junho(+). As fases e magnitudes dos vetores estão indicados no canto superior direito. As fases se referem ao máximo do primeiro harmônico. As regiões espacialmente coerentes estão numeradas.

	Região 01	Região 02	Região 03	Região 04	Região 05
Jan(-) a Mar(-)	50,00 s	57,89 s	77,27 s	57,89 s	30,00 s
Fev(-) a Abr(-)	40,44 u	34,74 s	31,82 s	22,70 s	54,17 u
Mar(-) a Mai(-)	76,47 u	28,95 s	33,33 s	58,65 u	23,33 s
Abr(-) a Jun(-)	38,60 s	34,74 s	33,33 u	35,29 u	73,33 u
Mai(-) a Jul(-)	70,18 s	57,14 s	27,27 s	34,43 s	42,86 s
Jun(-) a Ago(-)	20,75 u	18,57 u	64,10 u	68,42 s	34,29 s
Jul(-) a Set(-)	0,00 s	42,86 u	38,46 u	53,49 s	26,47 s
Ago(-) a Out(-)	45,83 s	62,86 u	33,33 u	53,49 s	42,86 s
Set(-) a Nov(-)	67,40 s	68,57 u	66,67 s	48,30 s	20,00 s
Out (-) a Dez(-)	61,54 s	29,41 u	63,64 s	43,48 u	30,77 s
Nov(-) a Jan(0)	44,62 s	29,41 s	50,00 s	59,30 s	49,45 s
Dez(-) a Fev(0)	50,00 s	53,85 u	87,18 u	23,29 u	23,08 s
Jan(0) a Mar(0)	50,00 u	37,56 u	0,00 s	77,86 u	82,50 s
Fev(0) a Abr(0)	72,79 u	34,39 u	84,85 s	63,39 u	91,67 s
Mar(0) a Mai(0)	89,71 u	42,11 u	60,00 s	74,21 u	76,67 s
Abr(0) a Jun(0)	77,30 u	80,70 u	0,00 s	96,11 u	80,00 s
Mai(0) a Jul(0)	42,21 u	57,89 u	0,00 s	93,68 u	57,14 u
Jun(0) a Ago(0)	29,82 u	27,14 u	61,54 s	95,11 u	65,71 u
Jul(0) a Set(0)	16,67 u	61,35 s	34,29 s	92,40 u	26,47 s
Ago(0) a Out(0)	70,54 u	68,42 s	90,91 s	92,40 u	33,33 u
Set(0) a Nov(0)	79,78 u	61,20 s	42,42 s	94,05 u	46,67 u
Out(0) a Dez(0)	84,62 u	58,82 u	36,37 u	91,08 u	42,86 u
Nov(0) a Jan(+)	44,62 s	41,18 u	50,00 u	90,16 u	50,55 u
Dez(0) a Fev(+)	50,00 s	29,62 u	0,00 s	61,99 u	76,92 u
Jan(+)	90,00 s	82,97 u	0,00 s	62,54 u	70,00 u
Fev(+)	75,74 s	80,70 u	41,67 u	47,50 u	54,17 u
Mar(+)	50,00 s	42,11 u	66,67 u	58,65 u	23,33 s
Abr(+)	29,62 u	34,39 u	86,67 u	91,73 u	26,67 s
Mai(+)	42,21 u	57,89 u	72,73 u	49,82 u	57,14 u
Jun(+)	20,47 u	27,14 u	64,10 u	44,96 s	65,71 u
Jul(+)	11,11 u	57,89 u	38,46 u	53,49 s	73,53 u
Ago(+)	54,17 u	78,50 u	41,67 u	46,51 u	57,14 u
Set(+)	32,60 u	38,80 u	33,33 u	33,20 u	73,33 u
Out(+)	42,86 u	14,71 u	36,36 u	26,88 u	69,23 u

Tabela 2. Nível de significância (%) do teste da hipótese de que os períodos indicados são mais úmidos (u) ou mais secos (s) que o normal durante eventos La Niña, dentro das regiões coerentes indicadas. Foram incluídos apenas os níveis de significância para o teste da hipótese que resultou em maior valor. Valores acima de 90% estão destacados.